



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Bach. José Eduardo Román Villacorta

Asesor:

Mg. Ing. Julio Cubas Rodríguez

Trujillo - Perú

2020

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado protección y fortaleza durante todo mi camino.  
A mis padres, por haberme formado en base al respeto, amor y honestidad, por enseñarme que la familia es lo primordial, su apoyo constante ha sido la clave fundamental para siempre luchar por mis sueños y nunca rendirme.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía en cada paso, a mis compañeros de trabajo por haberme acompañado durante todo este proceso de investigación, al Gerente General Gianpiero Rogelio Trujillo Neyra y al Jefe de Operaciones Eder Bazán Cabanillas, por haberme brindado su apoyo incondicional en trabajar esta investigación en su empresa.

A mi asesor Julio Cubas Rodríguez por sus valiosos comentarios y asesoría.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	. 2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	56
CAPÍTULO III: RESULTADOS	79
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	127
REFERENCIAS	129
ANEXOS	133

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de Variables	57
<b>Tabla 2.</b> Procedimientos en etapas de estudio	59
<b>Tabla 3.</b> Información general de la empresa ETRAL SAC.	60
<b>Tabla 4.</b> Resumen del proceso de fabricación de furgón liso de 2 toneladas	65
<b>Tabla 5.</b> Cuadro de resumen de Ishikawa del área de producción.	65
<b>Tabla 6.</b> Encuesta de priorización de causas raíz	66
<b>Tabla 7.</b> Resumen de matriz de causas raíz	67
<b>Tabla 8.</b> Pareto 80-20 de causas raíz	67
<b>Tabla 9.</b> Resumen de Pérdida por falta de estandarización	69
<b>Tabla 10.</b> Resumen de pérdidas por falta de planificación y programación	71
<b>Tabla 11.</b> Resumen de pérdidas por inexistencia de controles de calidad	73
<b>Tabla 12.</b> Resumen de pérdidas por falta de un plan de mantenimiento preventivo	75
<b>Tabla 13.</b> Resumen de pérdidas por Inexistencia de un programa de orden y limpieza	77
<b>Tabla 14.</b> Matriz de indicadores de las causas raíz.	78
<b>Tabla 15.</b> Resumen del proceso propuesto en la fabricación del furgón liso de 2 toneladas	81
<b>Tabla 16.</b> Demanda histórica del Furgón liso de 2 toneladas - ETRAL SAC	81
<b>Tabla 17.</b> Desestacionalización de las variables	82
<b>Tabla 18.</b> Calculo final del pronóstico estacional	82
<b>Tabla 19.</b> Plan Maestro de Producción (PMP)	83
<b>Tabla 20.</b> Inventario Maestro de Materiales – Hoja 1	83
<b>Tabla 21.</b> Inventario Maestro de Materiales – Hoja 2	84
<b>Tabla 22.</b> Inventario Maestro de Materiales – Hoja 3	85
<b>Tabla 23.</b> Lista de materiales – Componente Base	86
<b>Tabla 24.</b> Lista de materiales - Componente 1	86
<b>Tabla 25.</b> Lista de materiales - Componente 2	86
<b>Tabla 26.</b> Lista de materiales - Componente 3	87

<b>Tabla 27.</b> Lista de materiales - Componente 4	87
<b>Tabla 28.</b> Lista de materiales - Componente 5	87
<b>Tabla 29.</b> Lista de materiales - Componente 6	87
<b>Tabla 30.</b> Lista de materiales - Componente 7	87
<b>Tabla 31.</b> Lista de materiales - Componente 8	88
<b>Tabla 32.</b> Lista de materiales - Componente 9	88
<b>Tabla 33.</b> Lista de materiales - Componente 10	88
<b>Tabla 34.</b> Lista de materiales - Componente 11	88
<b>Tabla 35.</b> Lista de materiales - Componente 12	89
<b>Tabla 36.</b> Lista de materiales - Componente 13	89
<b>Tabla 37.</b> Lista de materiales - Componente 14	89
<b>Tabla 38.</b> Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 1	91
<b>Tabla 39.</b> Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 2	92
<b>Tabla 40.</b> Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 3	93
<b>Tabla 41.</b> Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 4	94
<b>Tabla 42.</b> Inventario de maquinarias en planta ETRAL SAC	99
<b>Tabla 43.</b> Inventario de repuestos para máquinas en ETRAL SAC	102
<b>Tabla 44.</b> Planes de acción de la metodología 5S	105
<b>Tabla 45.</b> Cronograma de implementación del programa 5S	106
<b>Tabla 46.</b> Cuadro de lista de objetos innecesarios	110
<b>Tabla 47.</b> Formato de inspección de orden y limpieza	114
<b>Tabla 48.</b> Formato de auditoria 5S	115
<b>Tabla 49.</b> Inversión de personal para la propuesta de estudio de tiempos y MRP	116
<b>Tabla 50.</b> Inversión de activos para la propuesta de estandarización y MRP	116
<b>Tabla 51.</b> Inversión de materiales para la propuesta de estandarización y MRP	117
<b>Tabla 52.</b> Inversión de materiales para la propuesta de control de calidad	117
<b>Tabla 53.</b> Inversión de materiales para la propuesta de mantenimiento preventivo	117
<b>Tabla 54.</b> Inversión de personal para la propuesta de mantenimiento preventivo	118

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE  
PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS  
COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2  
TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

<b>Tabla 55.</b> Inversión de repuestos para la propuesta de mantenimiento preventivo – Hoja 1	119
<b>Tabla 56.</b> Inversión de repuestos para la propuesta de mantenimiento preventivo – Hoja2	120
<b>Tabla 57.</b> Beneficio de las herramientas propuestas	120
<b>Tabla 58.</b> Estado de resultados y flujo de caja	121
<b>Tabla 59.</b> Indicadores Económicos (VAN, TIR y PRI)	122
<b>Tabla 60.</b> Indicadores económicos (B/C)	122
<b>Tabla 61.</b> Resultados del costo perdido actual y costo perdido meta	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Importaciones afectadas por los aranceles (miles de millones de dólares)	13
<b>Figura 2.</b> Sectores manufactura de mayor crecimiento en los países que han reflejado mayor incremento de PBI en américa latina y el caribe en el 2018	13
<b>Figura 3.</b> Evolución de las exportaciones del sector metalmecánico (enero - agosto)	14
<b>Figura 4.</b> La Libertad: Sector manufactura (Variación % real respecto a similar periodo del año anterior)	15
<b>Figura 5.</b> Venta de productos de enero a julio en el 2019	16
<b>Figura 6.</b> Diagrama de Ishikawa del área de producción	17
<b>Figura 7.</b> representación de tiempo estándar	26
<b>Figura 8.</b> Resumen de diagrama de procesos-	28
<b>Figura 9.</b> Diagrama de Ishikawa	29
<b>Figura 10.</b> Diagrama de Pareto	30
<b>Figura 11.</b> Ejemplo de estructura de un producto	35
<b>Figura 12.</b> Resumen de los principios básicos de las 5S y su implementación.	49
<b>Figura 13.</b> Resumen de la técnica 5S	53
<b>Figura 14.</b> Organigrama de la empresa ETRAL S.A.C.	61
<b>Figura 15.</b> Proceso de fabricación de furgón liso de 2 toneladas	64
<b>Figura 16.</b> Pareto 80-20 de las causas raíz	68
<b>Figura 17.</b> Esquema de propuesta	79
<b>Figura 18.</b> Proceso propuesto en la fabricación de furgón liso de 2 toneladas	80
<b>Figura 19.</b> Diagrama de Árbol de Nivel de MRP - Parte 1	90
<b>Figura 20.</b> Diagrama de Árbol de Nivel de MRP - Parte 2	90
<b>Figura 21.</b> Diagrama de Arbol de Nivel de MRP - Parte 3	90
<b>Figura 22.</b> Formato de Check List del Producto – Hoja 1	96
<b>Figura 23.</b> Formato de Check List del Producto – Hoja 2	97
<b>Figura 24.</b> Portada de instructivo técnico de mantenimiento	100
<b>Figura 25.</b> Portada de instructivo técnico de mantenimiento	101

<b>Figura 26.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo – Hoja 1	103
<b>Figura 27.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo – Hoja 2	104
<b>Figura 28.</b> Portada del manual de implementación de 5S	107
<b>Figura 29.</b> Área de almacenamiento de autopartes	108
<b>Figura 30.</b> Área de habilitado	108
<b>Figura 31.</b> Área de producción	109
<b>Figura 32.</b> Formato de Tarjeta roja	109
<b>Figura 33.</b> Portada de manual de limpieza	111
<b>Figura 34.</b> Después de la aplicación de las 3S – Evidencia 1	112
<b>Figura 35.</b> Después de la aplicación de las 3S – Evidencia 2	112
<b>Figura 36.</b> Después de la aplicación de las 3S – Evidencia 3	113
<b>Figura 37.</b> Costo perdido vs costo después de la propuesta	123
<b>Figura 38.</b> Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del estudio de tiempos	124
<b>Figura 39.</b> Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del MPR	124
<b>Figura 40.</b> Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del control de calidad	124
<b>Figura 41.</b> Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del plan de mantenimiento	125
<b>Figura 42.</b> Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo de la metodología 5S	125
<b>Figura 43.</b> Esquema general de la propuesta de mejora	126
<b>Figura 44.</b> Furgón liso de 2 toneladas – Parte lateral izquierdo	133
<b>Figura 45.</b> Furgón liso de 2 toneladas –Parte Lateral derecho	133
<b>Figura 46.</b> Furgón liso de 2 toneladas – Parte posterior	134
<b>Figura 47.</b> Furgón liso de 2 toneladas - Interior	134

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Tiempo medio entre fallos	44
<b>Ecuación 2.</b> Tasa instantánea de fallos	44
<b>Ecuación 3.</b> Función de fiabilidad	44
<b>Ecuación 4.</b> Función de mantenibilidad	45
<b>Ecuación 5.</b> Función de probabilidad de tiempo de reparación	45
<b>Ecuación 6.</b> Tasa de reparación	46
<b>Ecuación 7.</b> Disponibilidad	46

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora en la reducción de los costos operativos en la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C.

Para iniciar, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, en la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas. Posteriormente, se elige el área de Producción, dado que en el diagnóstico eran las de mayor problemática en la organización, las cuales generan altos costos operativos.

Luego, se prosiguió a transcribir el diagnóstico, en el cual se tomó en cuenta la opinión de los colaboradores del área seleccionada y también evidencias que se manifiestan en lo indicado anteriormente. Además, se realizó cálculos para determinar las pérdidas y así precisar el impacto económico que genera la empresa.

Se desarrolla la propuesta de mejora en el área de producción el cual empieza con el estudio de tiempos y métodos, sistema MRP, control de calidad, plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S. Estas metodologías y herramientas permiten reducir los costos operativos generando un beneficio que asciende a S/. 54,362.81.

Finalmente, se realizó la evaluación económica – financiera de la propuesta de mejora, dando como resultado que el estudio realizado es viable para la empresa, logrando como resultado un VAN de S/. 5,875.48, un TIR de 43,72% y un B/C de 1.1.

**Palabras clave:** Producción, costos operativos, propuesta de mejora, MRP, estudio de tiempos, estudio de métodos, Control de calidad, Mantenimiento preventivo.

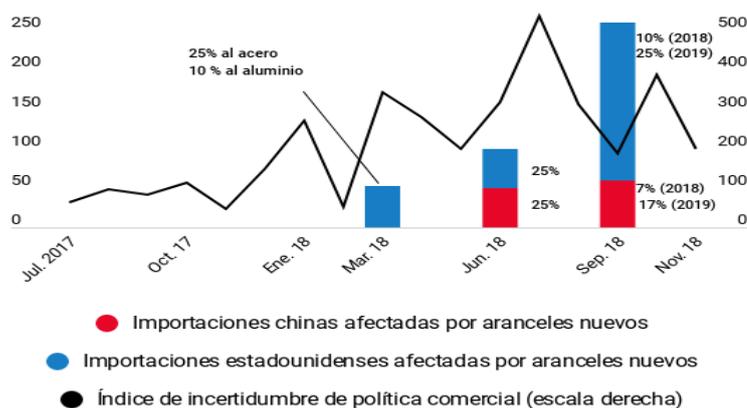
## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la industria metalmecánica ha llegado proveer muchos beneficios como: Maquinarias, equipos e instalaciones, artículos y suministros para la industria, minería, construcción, transporte y muchos otros sectores. La metalmecánica comprende todo lo relacionado con los procesos empleados en la transformación de todo tipo de metales, desde la producción de materia prima, hasta su proceso de conversión en acero y posteriormente el proceso de transformación industrial para conseguir productos como: Laminas, tubos, alambres, etc. Con el objetivo de tener como producto final, autopartes, repuestos para vehículos, estructuras metálicas, tuercas, entre otros. El sector metalmecánico constituye un pilar fundamental dentro de la industria, no solo por funciones, sino también por su vinculación con distintos sectores. Asimismo, influye de forma determinante en la economía. Por eso, su desempeño no solo define los caminos del desarrollo sino también su sustentabilidad, construyendo un sector estratégico para el crecimiento. Según el Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la CCL (Idexcam) 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. El valor agregado manufacturero mundial aumentó un 3,6% en 2018, ligeramente inferior al 3,8% registrado el año anterior, según el Anuario Internacional de Estadísticas Industriales 2019 publicado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO). La desaceleración se debe principalmente a las barreras comerciales y arancelarias emergentes que involucran a EE. UU. y China, así como a EE.UU. Y la Unión Europea (UE), lo que ha expuesto a los mercados a una cantidad significativa de incertidumbre, limitando la inversión y el crecimiento futuro. China, la UE y los Estados Unidos representan más de la mitad de la producción manufacturera mundial. La desaceleración de la producción en 2018 se observó en economías industrializadas, así como en economías industriales en desarrollo y emergentes. La tasa de crecimiento del valor agregado manufacturero (MVA) para los países industrializados aumentó un 2,3 por ciento en 2018, en comparación con el 2,6 por ciento en 2017. Para el grupo de economías industriales en desarrollo y emergentes,

la tasa de crecimiento del MVA en 2018 fue de un 3,8 por ciento, una baja del 4,1 por ciento en 2017.

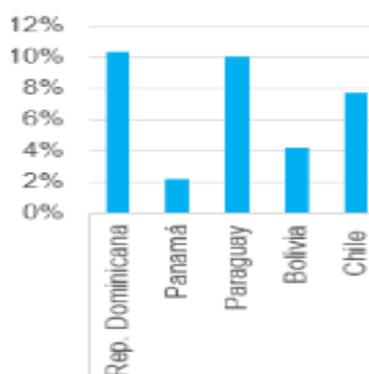
**Figura 1.** Importaciones afectadas por los aranceles (miles de millones de dólares).



**Fuente:** Baker, Bloom y Davis (2019).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en América Latina y el Caribe las principales economías que cerraron con el mayor crecimiento de producción (PBI) del sector manufacturero en el 2018 son: República Dominicana con 10.3%, Panamá con 2.2%, Paraguay con 10%, Bolivia con 4.2%, Chile con 7.7%.

**Figura 2.** Sectores manufactura de mayor crecimiento en los países que han reflejado mayor incremento de PBI en américa latina y el caribe en el 2018



**Fuente:** CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018)

Según el reporte sectorial del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) indica que las últimas cifras registradas, entre enero y octubre de 2018, las exportaciones de productos metalmecánicos sumaron US\$ 486 millones FOB, lo cual representa un monto superior en 13.5% al mismo periodo del año pasado (US\$ 428 millones).

El reporte detalla que las ventas al exterior de productos metalmecánicos se dirigieron a 116 países, siendo el mayor mercado los Estados Unidos con US\$ 127.6 millones FOB en los primeros 10 meses del 2018. Le siguen Chile (US\$ 77.7 millones FOB), Ecuador (US\$ 56.1 millones FOB), Bolivia (US\$ 41 millones FOB) y México (US\$ 27.6 millones FOB).

**Figura 3.** Evolución de las exportaciones del sector metalmecánico (enero - agosto)



**Fuente:** Sunat y Comex Perú (2018).

La producción industrial del sector metalmecánico peruano creció 10.2% entre enero y octubre de 2018. La subida fue impulsada por la mayor demanda interna generada por el crecimiento de la inversión pública y privada, indica el reporte sectorial del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI).

De acuerdo con el IEES, entre enero y octubre de 2018, el aporte por tributos internos de las industrias dedicadas a la elaboración de productos metálicos, maquinarias y equipos se incrementó 6.7% en términos nominales, alcanzando los S/ 911,5 millones. En el mismo período de 2017, fueron S/ 854.4 millones.

Este monto significó el 7.6% del total de los tributos internos aportados por el sector manufactura. El reporte destaca que entre los años 2011 y 2017, los tributos internos aportados por las industrias del sector metalmecánico acumularon S/ 7,138 millones.

Según el Banco Central de Reserva del Perú, en La Libertad al término de 2018, la manufactura acumuló una tasa de crecimiento interanual de 8,1 por ciento, debido a la mayor producción tanto de la industria primaria (13,6 por ciento) como de la industria no primaria (5,5 por ciento). Con este resultado el sector revirtió la tendencia de tres

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

años consecutivos de retrocesos: en 2015, disminuyó 5,6 por ciento; en 2016, la caída fue de 5,5 por ciento; y en 2017, de 4,4 por ciento. Cabe señalar que el sector presentó, en períodos semestrales, un comportamiento positivo: en el primer semestre, creció 10,5 por ciento; y en el segundo, 5,7 por ciento.

**Figura 4.** La Libertad: Sector manufactura (Variación % real respecto a similar periodo del año anterior).

Ramaz de actividad	Estructura porcentual 2016 <sup>2)</sup>	Diciembre		Enero - Diciembre	
		Var.%	Contribución <sup>3)</sup>	Var.%	Contribución <sup>3)</sup>
<b>MANUFACTURA PRIMARIA</b>	<b>31,2</b>	<b>78,3</b>	<b>23,5</b>	<b>13,6</b>	<b>4,4</b>
Productos cármicos	1,3	13,3	0,2	9,4	0,1
Harina y aceite de pescado	3,7	-	-	80,6	4,6
Azúcar	26,2	5,5	1,6	-1,2	-0,3
<b>MANUFACTURA NO PRIMARIA</b>	<b>68,8</b>	<b>-2,4</b>	<b>-1,7</b>	<b>5,5</b>	<b>3,7</b>
<b>Alimentos y bebidas</b>	<b>48,0</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>	<b>5,4</b>	<b>2,7</b>
Conservación de frutas y hortalizas	13,2	-1,6	-0,2	11,0	1,7
Productos lácteos	0,7	-27,0	-0,3	-15,0	-0,2
Harina de trigo	2,5	70,9	0,7	19,4	0,2
Sémola de trigo	0,0	-	-	-	-
Alimentos para animales	14,6	-1,4	-0,2	3,4	0,5
Galletas	2,9	-18,9	-0,3	11,5	0,3
Chocolate	0,0	8,5	0,0	12,0	0,0
Alcohol etílico	2,0	26,0	0,6	19,5	0,3
Ron y otras bebidas	1,1	64,5	0,7	16,3	0,2
Bebidas gaseosas	10,9	1,8	0,2	-3,6	-0,4
<b>Fabricación productos textiles</b>	<b>1,5</b>	<b>16,0</b>	<b>0,3</b>	<b>-8,8</b>	<b>-0,2</b>
Hilados de algodón	1,5	16,0	0,3	-8,8	-0,2
<b>Curtido y adobo de cueros, calzado</b>	<b>0,7</b>	<b>-40,7</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,6</b>	<b>0,0</b>
<b>Productos de madera y otros</b>	<b>3,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Tableros aglomerados	3,7	-	-	-	-
<b>Papel y productos de papel</b>	<b>2,9</b>	<b>4,6</b>	<b>0,2</b>	<b>19,5</b>	<b>0,5</b>
Papel y cartón	2,9	4,6	0,2	19,5	0,5
<b>Actividades de edición e impresión</b>	<b>0,2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-3,9</b>	<b>0,0</b>
<b>Productos de plástico</b>	<b>2,2</b>	<b>-9,8</b>	<b>-0,2</b>	<b>5,8</b>	<b>0,1</b>
Sacos de polipropileno	1,7	-10,0	-0,2	-3,2	-0,1
Tela arpillera	0,4	-9,0	0,0	54,1	0,2
<b>Productos minerales no metálicos</b>	<b>8,0</b>	<b>-12,4</b>	<b>-1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>0,1</b>
Cemento	8,0	-12,4	-1,3	1,2	0,1
<b>Vehículos automotores</b>	<b>1,5</b>	<b>-57,7</b>	<b>-1,5</b>	<b>27,3</b>	<b>0,5</b>
Carrocerías	1,5	-57,7	-1,5	27,3	0,5
<b>SECTOR MANUFACTURA</b>	<b>100,0</b>	<b>21,9</b>	<b>21,9</b>	<b>8,1</b>	<b>8,1</b>

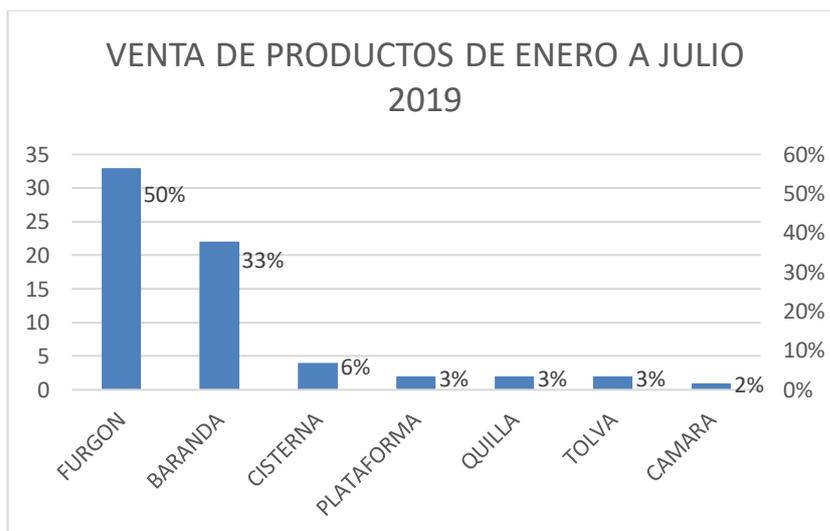
**Fuente:** Gerencia Regional de Agricultura y Riego, Ministerio de la Producción y Empresas Industriales (2018).

Por eso nuestro proyecto de investigación se centra en la empresa ETRAL SAC la cual se dedica a la fabricación de carrocerías, brindar servicios de mantenimiento y metalmeccánica.

La empresa ETRAL S.A.C. es una empresa que se encuentra en la ciudad de Trujillo, con 7 años de experiencia en el mercado del sector metalmeccánico. Entre sus principales productos tenemos: Furgones, baranda, plataforma, semirremolque, cisterna, pollero, volquete y entre otros.

Se realizó un análisis en ETRAL SAC, el producto que tiene mayor porcentaje de ventas es el Furgón, que representa el 50% de las ventas y es por eso que es el producto estrella de la organización, según gráfico:

**Figura 5.** Venta de productos de enero a julio en el 2019



**Fuente:** Elaboración Propia

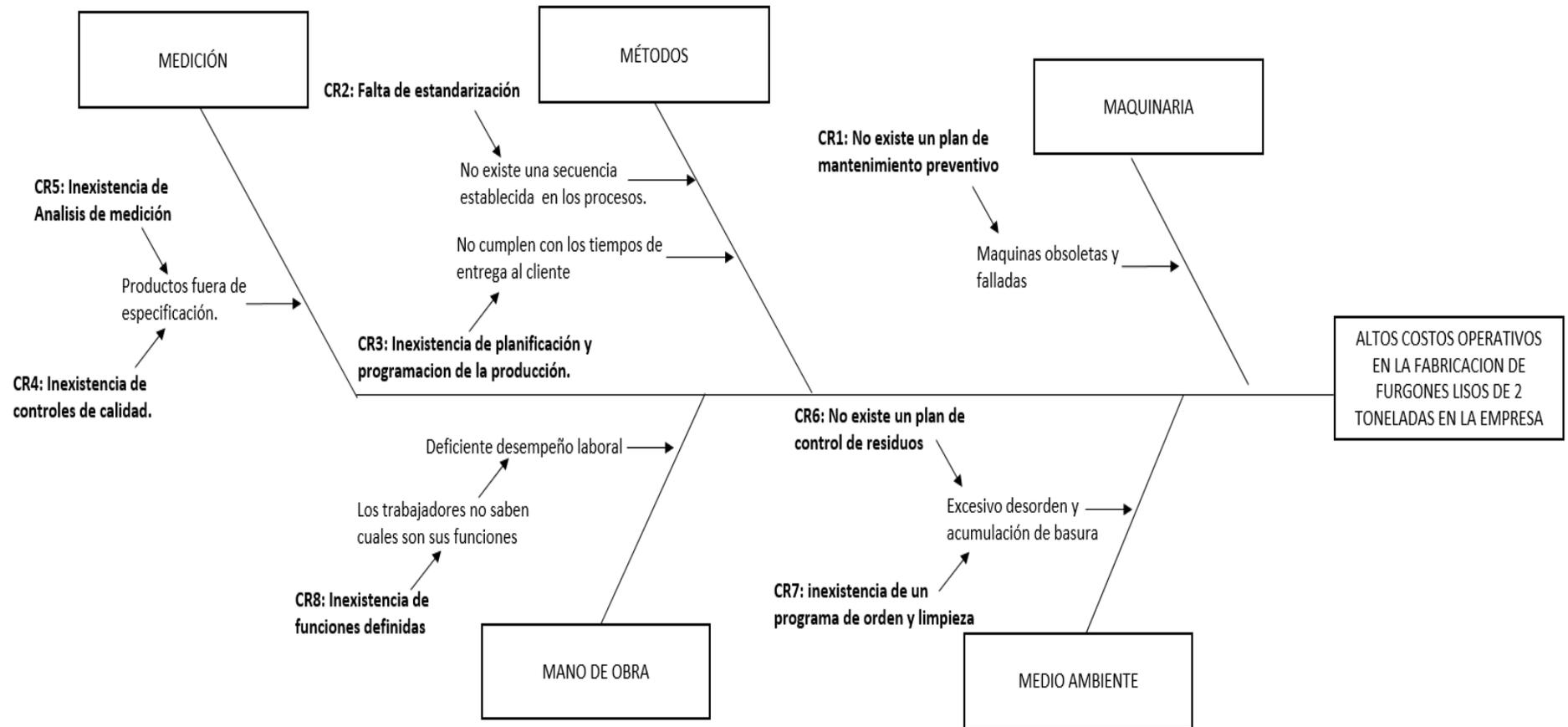
En la línea de furgones se encuentran diferentes tipos como: Furgón liso y furgón acanalado.

Por lo tanto, el proyecto de investigación se centra en el más solicitado por los clientes, en la línea de fabricación del furgón liso de 2 toneladas. En el cual la empresa tiene altos costos operativos, teniendo una pérdida total de S/. 58,746.81, por distintas causas, tales como: La falta de estandarización S/. 6,035.40, inexistencia de planificación y programación de la producción S/. 19,594.90, inexistencia de controles de calidad S/. 7,999.58, no existe un plan de mantenimiento preventivo S/. 20,305.56 e inexistencia de un programa de orden y limpieza S/. 4,811.37.

Seguidamente se muestra el diagrama de Ishikawa exhibiendo las principales causas de los altos costos operativo en la empresa ETRAL SAC (ver figura 6).

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Figura 6.** Diagrama de Ishikawa del área de producción



Fuente: Elaboración propia.

## 1.2. Antecedentes de la investigación:

Como antecedentes de la siguiente investigación tenemos:

### A. Internacional

- Quispe, C. (2018) En su tesis “MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN CARROCERÍAS LOS ANDES “

Concluyo que mediante el estudio de tiempo se conoce la cantidad de tiempo desperdiciado en las actividades improductivas para lo que se calcula el tiempo estándar de cada proceso determinando que en un proceso secuencial con dos operarios en la ejecución de cada actividad se emplea un tiempo estándar de 1179 horas con 20 minutos y 2 segundos, en la fabricación de la carrocería de los cuales 928 horas con 51 minutos y 3 segundos es el tiempo empleado en actividades que generan valor agregado al producto representando que el 56% del tiempo es operativo.

Pinda, P. (2018) En su tesis “SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN BASE A LA NORMA ISO 9001:2015 PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS COPSA”

Concluyo que el diagnóstico de los requisitos obligatorios de la norma ISO 9001:2015 en la empresa CARROCERÍAS COPSA, evidenció el estado actual de los requerimientos del estándar internacional, haciendo referencia a los capítulos que contienen los requisitos mínimos sobre la información documentada que la organización debe controlar y mantener para demostrar la planificación, el control de los procesos e implementación de acciones de mejora continua, los resultados obtenidos fueron: el 42% cumple y el 58% no cumple, justificando de forma clara la necesidad del establecimiento de la estructura documental del SGC de acuerdo con las exigencias de ISO 9001.

## **B. Nacional**

- Medina, R. (2017) En su tesis “ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN, BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA FABRICACIÓN DE CISTERNAS, EN LA EMPRESA REMOLQUES TRAMONTANA S.A.C”

Concluye que, al identificar el beneficio de la estandarización de los procesos de producción, basada en la metodología Lean Manufacturing si hay reducción del tiempo de fabricación en un 23%, permitiendo generar beneficios para la empresa, debido a la planificación de los procesos, arrojando resultados positivos para la empresa reduciendo los costos por mano de obra, costos- tiempo por reprocesos, los costos que se asumen por productos no conformes y logrando la satisfacción del cliente.

Romero, H. & Crisostomo, J. (2018) En su tesis “PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LAS 5S PARA MEJORAR LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MULTISACOS QUIÑONEZ E.I.R.L.”

Se concluye que la propuesta de mejora en el área de producción mediante la metodología 5S sí logra reducir y eliminar los tiempos de espera innecesaria dentro de las actividades del proceso de fabricación de sacos de polipropileno de 202 horas mensuales en total a 34 horas mensuales invertidas, también se logra aumentar el índice de cumplimiento de 5S de 43% a 77% gracias a la propuesta de aplicación, así como el disminuir las horas innecesarias a nivel mensual, y por último, disminuir el costo de mano de obra mensual.

## **C. Local**

- Bocanegra, J. & Gutiérrez L. (2017). En su tesis “PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CISTERNAS DE 9000 GALONES DE LA EMPRESA CONSERMET S.A.C.”

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Se concluye que la propuesta de mejora consigue reducir los costos operativos de la línea de fabricación de cisternas de 9000 galones de la empresa Consermet S.A.C, en las áreas de Producción y Calidad, en una proporción del 86.40%, lo que representa monetariamente en un ahorro de S/. 119,393.51 soles anuales. Se desarrollaron las siguientes propuestas de mejora para el área de Producción: programa de requerimiento de materiales mediante un MRP I y II, además de la propuesta de implementación del SAP Business One, una nueva distribución de planta basada en el área de logística (almacén) y la implementación del programa de 5S. Se desarrollaron las siguientes propuestas de mejora para el área de Calidad: implementación de un almacén para planchas metálicas, un programa de capacitación y un Check List de producto terminado.

Paucar, K. (2019). En su tesis "PROPUESTA DE MEJORA DE MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ACABADO, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CARROCERA METALBUS S.A. TRUJILLO."

Se concluye que con tan solo estandarizar los tiempos de un mínimo de tareas del área de acabado de la empresa carrocera MetalBus, se tiene un ahorro de tiempo de 36.82 horas por unidad y un ahorro monetario de s/.20582,3 anuales. Lo que representa un incremento en la rentabilidad; que consecuentemente se refleja en el incremento de la productividad, la misma que al inicio se tenía de un total de 35 buces producidos al mes, 8 de ellos eran reprocesados y con la mejora solamente 2 de ellos son reprocesados. Asimismo, mediante las herramientas y/o métodos utilizados se logra incrementar la productividad de un 77.14% inicial a 94.29% luego de la propuesta de mejora planteada, lo que representa un incremento del 17.15%.

### 1.3. Bases teóricas

#### 1.3.1. Análisis de métodos y estudio de tiempos

Según Vaughn R. (1988). Los estudios de tiempos y movimientos son todavía dos de las herramientas de investigación más importantes necesarias para los ingenieros industriales. Un estudio de métodos es un examen de las maneras de hacer un trabajo. Un estudio de tiempo es simplemente un procedimiento sistemático de investigación, recolección y registro de datos absolutamente precisos sobre el tiempo requerido para completar una operación.

EL primero paso después de realizar los estudios de tiempos de una operación debe ser examinar el método cuidadosamente. Movimientos incómodos, velocidades y avances lentos, alcances largos, manipulación excesiva, y muchas otras características atraen la atención de un ingeniero industrial e indican la oportunidad y la necesidad de mejora. Solo después de estar seguros de que no hay otra manera mejor de cumplir el objetivo de una operación se debe acometer el estudio de tiempos.

El informe de un estudio de tiempos debe ser tan claro y completo que la operación estudiada pueda repetirse con sólo tener ese informe.

##### - Análisis de métodos:

Según López, Alarcón y Rocha (2014). El análisis del método de trabajo es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento. La ingeniería de métodos tiene por objeto diseñar métodos para incrementar la producción por unidad de tiempo (mejora de la productividad) y reducir los costos unitarios (incremento de la rentabilidad).

El análisis se basa en la formulación de cierto tipo de preguntas acerca de todos los aspectos operacionales en la estación de trabajo que se ha definido para el estudio de métodos, así como en las otras estaciones de trabajo dependientes.

Posteriormente, no se debe realizar una revisión al diseño del producto o servicio que se realiza en la estación o estaciones de trabajo.

Por último, es necesario presentar los hechos en forma de un diagrama de operaciones o de curso de proceso, ello permite contar con información codificada respecto a los diversos factores que influyen y afectan el método de trabajo con saber en los resultados de la investigación realizada.

Es necesario el empleo de un procedimiento sistemático para el análisis del método de trabajo.

Una de las técnicas más comunes en el análisis de métodos, que consiste en preparar una hoja de verificación para registrar y dirigir preguntas acerca de la actividad que figure en el programa de proceso.

A continuación, se detallan en forma simplificada:

**1. Utilización del cuerpo humano.** Siempre que sea posible:

- a) Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
- b) Nunca deben estar inactivadas las dos manos a la vez, excepto durante periodos de descanso.
- c) Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
- d) Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo.
- e) Deben aprovecharse el impulso cuando favorece al operario, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
- f) Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en lo que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
- g) Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y exactos que los restringidos o controlados

- h) El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.
- i) El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos, para que no sea necesario modificar el enfoque de la vista a menudo.

## **2. Distribución del hogar de trabajo.**

- a) Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objeto de que se adquieran hábitos.
- b) Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitará, para no tener que buscarlos.
- c) Deben utilizarse depósitos y medios de “abastecimiento por gravedad”, para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.
- d) Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo y tan cerca del trabajador como sea posible.
- e) Los materiales y las herramientas deben situarse de forma tal que los movimientos adquieran el mejor orden posible.
- f) Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario “dejar caer” el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
- g) Deben preverse medios para que el nivel luminoso sea suficiente, y facilitarle al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se sienta en buena postura.
- h) La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que le permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.
- i) El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la “fatiga visual”.

### 3. Máquinas y herramientas.

- a) Debe evitarse que las manos estén ocupadas “sosteniendo” la pieza cuando esta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.
- b) Siempre que sea posible, deben combinarse dos o más herramientas.
- c) Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para pulsar las teclas de un teclado de computadora, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.
- d) Los mangos, como los utilizados en las manivelas, y los destornilladores grandes que deben diseñarse para que la mayor área posible de superficie este en contacto.

Los diez enfoques principales para el análisis del método de trabajo representan una visión global sistemática para analizar los hechos presentados en los diagramas de operación y de flujo de proceso.

Sin importar la naturaleza del trabajo, si es continuo o intermitente, si se trata de un proceso largo o de una labor detallada, o si se usan materiales suaves o duros, cuando se aplica el análisis del método de trabajo de manera sistemática por medio de personal competente, se lograrán economías de consideración.

Hay que recordar que estos principios son aplicables tanto a la planeación de un nuevo trabajo como al mejoramiento de uno que ya está en producción.

La primera meta del análisis del método de trabajo es el aumento de productividad, pero también la distribución entre todos los trabajadores de los beneficios de una producción mejorada, así como ayudar a desarrollar mejores condiciones y métodos de operación, de modo que el trabajador pueda realizar más trabajo en la planta, efectuar una buena actividad y aún disponer de suficiente energía para gozar la vida.

#### - Estudio de tiempos

Según Quesada y Villa (2007). Es la actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Los objetivos del estudio de tiempos son:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Antes de emprender el estudio hay que considerar básicamente los siguientes:

- El operario debe dominar la operación a cronometrar.
- El método de trabajo debe estar normalizado.
- Existen condiciones de trabajo determinadas previamente.
- El estudio debe ser coordinado por el analista con ayuda del supervisor, operario y representante de los trabajadores.
- El analista debe comprobar el método para asegurar que todos los detalles se están cumpliendo.
- Si hay varios operarios que realizan el trabajo a estudiar, el supervisor debe seleccionar al operario medio (ni rápido, ni lento) que permita lograr los mejores resultados.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronometro, una planilla o formato preimpreso y una calculadora.

Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.

- El analista debe saber reconocer el ritmo normal de trabajo del método que va a medir y establecer la técnica de valoración que va a utilizar.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

○ **El tiempo estándar**

Según Quesada y Villa (2007). El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Gráficamente se puede representar así:

**Figura 7.** Representación de tiempo estándar



**Fuente:** Quesada y Villa (2007)

Son variadas las aplicaciones del tiempo estándar, algunas de ellas son:

1. Para determinar el salario devengable por esa tarea específica.
2. Ayuda a la planeación de la producción.
3. Facilita la supervisión.

4. Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos.
5. Ayuda a establecer las cargas de trabajo.
6. Ayuda a formular un sistema de costo estándar.
7. Proporciona costos estimados.
8. Proporcionar bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control.
9. Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores.
10. Para proporcionar una base para establecer precios por unidad.
11. Determinar las necesidades de mano de obra y de maquinaria y equipo.
12. Para establecer plazos de entrega de los pedidos.
13. Para establecer el rendimiento de un trabajador o de un módulo de producción.

Ventajas de la aplicación del tiempo estándar:

1. Reducción de los cotos: Al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos.
2. Mejora de las condiciones obreras: Los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos.

Técnicas para el estudio de tiempos:

- Experiencia o datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Sistema de tiempos predeterminados.
- Muestreo del trabajo.

### **1.3.2. Diagrama de procesos (DOP)**

Según García R. (2005). Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para describir y eliminar ineficiencias, es convenientes clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transporte, inspección, retrasos o demora y almacenajes.

**Figura 8.** Resumen de diagrama de procesos

<b>Actividad</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Resultado predominante</b>
Operación		Se produce o efectúa algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección		Se verifica calidad o cantidad.
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o protege.

**Fuente:** García R. (2005)

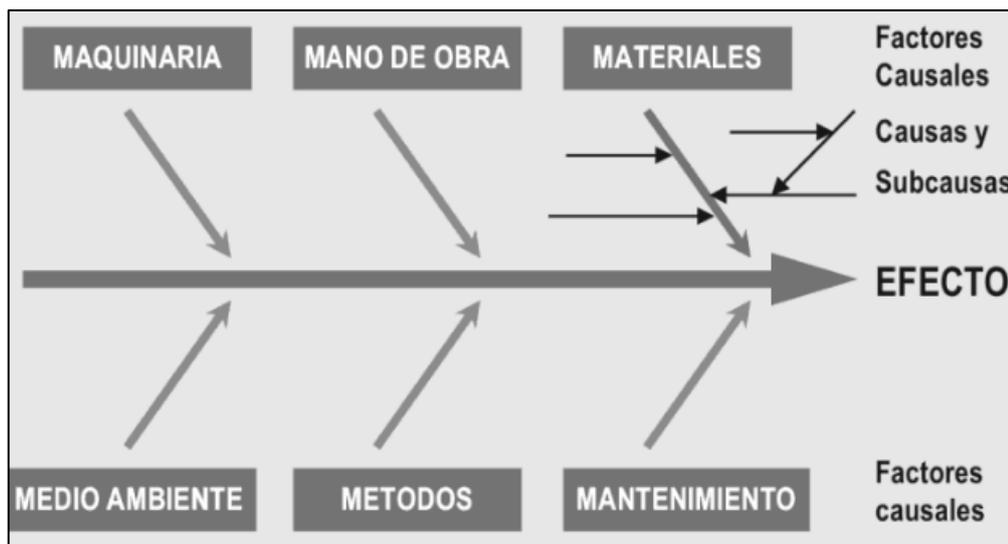
Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.

### 1.3.3. Diagrama de causa - efecto

Según Cuatrecasas L. (2012). También conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez, analiza de forma organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que inciden en la generación de un problema detectado a partir de sus efectos. En este diagrama se dibujan flechas inclinadas (espinas principales) que indican sobre una línea central que dirige el conjunto hacia el efecto a alcanzar. Las flechas inclinadas que están dirigidas a la línea central pueden representar los elementos que intervienen en el proceso analizado, uno de los

diagramas más conocidos, en este sentido, es el de las denominadas las 6M, en el que los elementos del sistema productivo comienzan por una M y son: Mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria.

**Figura 9.** Diagrama de Ishikawa



**Fuente:** Cuatrecasas L. (2012)

Por lo tanto, el diagrama de Ishikawa ayuda a la identificación de las causas de un problema, lo que permite determinar su origen y llevar a cabo las acciones adecuadas para resolver de raíz.

#### 1.3.4. Diagrama de Pareto

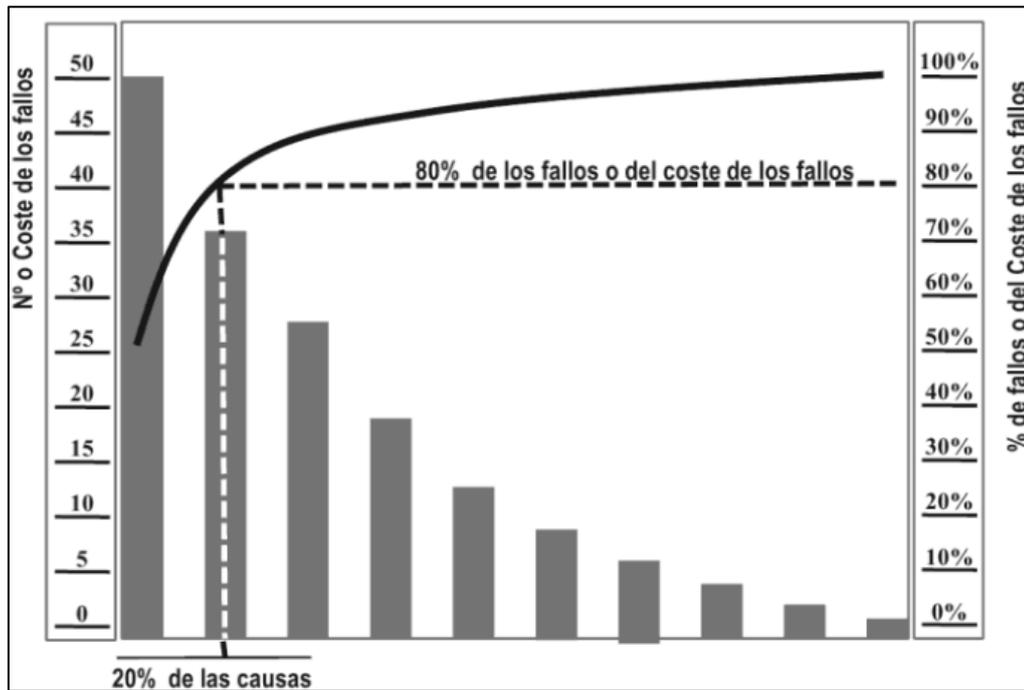
Según Cuatrecasas L. (2012). Esta herramienta ayuda en la toma de decisiones sobre qué causas hay que resolver prioritariamente para lograr una mayor efectividad en la resolución de problemas.

La regla de este economista italiano consiste en considerar que aproximadamente el 80% de las consecuencias de un fenómeno (por ejemplo, los defectos de calidad), son debidas a unas pocas e importantes causas (alrededor del 20% de ellas).

El diagrama de Pareto pone de manifiesto la importancia relativa de las diferentes causas, y ayuda a decidir la línea de actuación frente a un problema. El uso continuado

estos diagramas permitirá supervisar y verificar la eficacia de las soluciones para la resolución de los problemas.

**Figura 10.** Diagrama de Pareto



**Fuente:** Cuatrecasas L. (2012)

### 1.3.5. Control de calidad

Según Guajardo E. (2008). Conjunto de métodos y actividades de carácter operativo, que se utiliza para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos.

Notas:

1. Para evitar confusiones, se recomienda modificar la expresión de "Control de calidad" cuando la connotación de esta se refiera a campos más restringidos o amplios de acción, por ejemplo: "Control de calidad en procesos" o "control total de calidad".
2. El control de calidad incluye técnicas y actividades operativas dirigidas tanto a mantener bajo control un proceso, como eliminar las causas que generan comportamientos no satisfactorios en cualquier fase de la espiral de la calidad, con el propósito de conseguir.

- **Hoja de verificación y/o recopilación de datos**

Un formato impreso diseñado para recopilar fácilmente datos de factores y/o características previamente establecidos, acerca de los cuales se describen los resultados de inspecciones, revisiones, opiniones de cliente, etc. La hoja de verificación es el punto de partida de la mayoría de los ciclos de solución de problemas.

¿Para qué se utilizan las hojas de verificación?

- Observar la frecuencia de las características analizadas y construir graficas o diagramas a partir de ellas.
- Informar del estado de las operaciones.
- Evaluar la tendencia.
- Evaluar la dispersión de la producción.
- Comprobar características de calidad (durante el proceso o producto terminado).

¿Cómo preparar una hoja de verificación?

1. Determine qué características se requiere observar y qué datos es importante obtener; los datos y características deberán relacionarse entre sí.
2. Determine el periodo de observación y el personal necesario para hacer las observaciones.
3. Establezca el formato apropiado, claro y fácil de usar.
4. Determine la simbología a utilizar para obtener los datos en forma sencilla y consistente.

### **1.3.6. MRP**

Según Anaya J. (2007). El MRP nace y se desarrolla en EE. UU. a partir de la década de los 60, como un paquete informático capaz de dar una respuesta puntual al cálculo y planificación de las necesidades de materiales derivadas de un programa de producción industrial, orienta fundamentalmente a la gestión de una previsión en función de un forecast.

El punto fundamental en este enfoque inicial al sistema MRP era el reconocer que la demanda de los productos industriales tiene dos orígenes diferentes, cada uno de los cuales debiera tratarse de forma específica; así tenemos:

- Demanda independiente: Correspondiente a los productos terminados y en consecuencia generada por las órdenes establecidas directamente por los clientes; es decir, la demanda exterior a la fábrica.
- Demanda dependiente: Es la demanda que surge al elaborar ciertos productos que generan nuevas necesidades de materiales y componentes

De los dos tipos de demanda, sólo es aleatoria la independiente, que viene fijada por el plan de producción tras aplicar técnicas de previsión, ya que la dependiente se puede obtener directamente de aquélla, mediante un procedimiento de cálculo, en función de los componentes que son necesarios para la elaboración de los llamados artículos finales.

El denominado MRP-I, cuyos objetivos son los siguientes:

- Asegurar la entrega de los artículos finales en las fechas establecidas en el plan maestro de producción.
- Establecer el mínimo nivel posible de stocks.

El MRP-I, básicamente hace el cálculo de las llamadas necesidades netas de materiales, teniendo en cuenta el programa de producción, las existencias disponibles y los pedidos pendientes de recibir, estableciendo en qué momento han de lanzarse las órdenes de compra para cada componente y artículo, así como el tamaño de los pedidos.

En definitiva, se aplica fundamentalmente a las empresas de fabricación y montaje, que funcionan por órdenes de fabricación.

- **El plan maestro de producción:**

El llamado plan maestro de producción (PMP) es el documento que refleja para cada artículo final las unidades comprometidas, así como los periodos de tiempo para los cuales han de estar fabricadas.

En definitiva, es una evaluación ajustada cronológicamente de todo lo que la empresa espera fabricar.

A continuación, se describen los principios subyacentes sobre los que se basa el MRP; todos ellos han sido concebidos con la intención de desarrollar un plan realista, que verdaderamente apoya los esfuerzos de la dirección industrial en mejorar la flexibilidad de la fabricación, así como la fiabilidad de las entregas de los productos fabricados.

- **Planificación en vertical:** Esta perspectiva ha sustituido al método tradicional; así, en lugar de los planes de venta a largo plazo, a nivel de modelos y versión comercial como se realizaban en el pasado, el nuevo enfoque supone:
  - a) Que las predicciones de venta a largo plazo queden establecidas en el plan de producción para mayores niveles de agregación de productos, con lo cual puede preverse un grado aceptable de exactitud, por ejemplo, a nivel de familia de productos.
  - b) Que se utilicen cifras más realistas a nivel de código de producto (referencia) en los meses más recientes, para detallar las cantidades ya comprometidas, como base de entrada para el MRP a corto plazo.
- **Niveles de agregación:** El plan de producción ha sido estructurado en tres zonas de tiempo sucesivas que contienen información de la planificación a niveles de agregación (agrupación de datos), progresivamente más altos cuanto más lejanos están en el tiempo.

La teoría general del forescat nos enseña que la fiabilidad de toda previsión aumenta progresivamente para los niveles más altos de agregación de datos, disminuyendo, a su vez, en la medida que aumentamos el horizonte de previsión. El plan de producción recoge este principio, aumentando la agregación de datos en la medida que hacemos previsiones a más largo plazo.

**Zona 1**, denominada reposición porque significa la obligación ineludible de reponer estos productos en el almacén, representa el programa de fabricación a corto plazo (normalmente un mes), el cual no debe alterarse.

**Zona 2**, llamada de compromiso. Es de carácter tentativo y supone una información agregada a nivel de familia de productos o grupos tecnológicos de fabricación, de tal forma que le permita a la fábrica planificar a corto plazo los medios de producción necesarios para el nivel de fabricación comprometido.

**Zona 3**, llamada de orientación. Implica la previsión al mayor grado de agregación aceptable a efectos de revisar la capacidad requerida a largo/medio plazo. (Volumen de personal, relación Directos/Indirectos, etcétera).

- **Longitud de las barreras de tiempo:** El equipo de implantación es responsable de decidir sobre el intervalo de tiempo que cada zona ha de cubrir, y por tanto, de establecer las barreras que delimitan y separan las zonas entre sí. Se determinan estimando los márgenes necesarios en plazos de entrega para ajustar la capacidad de la fábrica; asimismo, n deben considerarse límites permanentes e inamovibles. La fábrica debe esforzarse continuamente en reducir sus plazos y la longitud de los tiempos (lead times), incrementando la flexibilidad de sus entregas. La información mínima debe contener cada artículo final es la siguiente:
  - Número de unidades.
  - Fecha de entrega

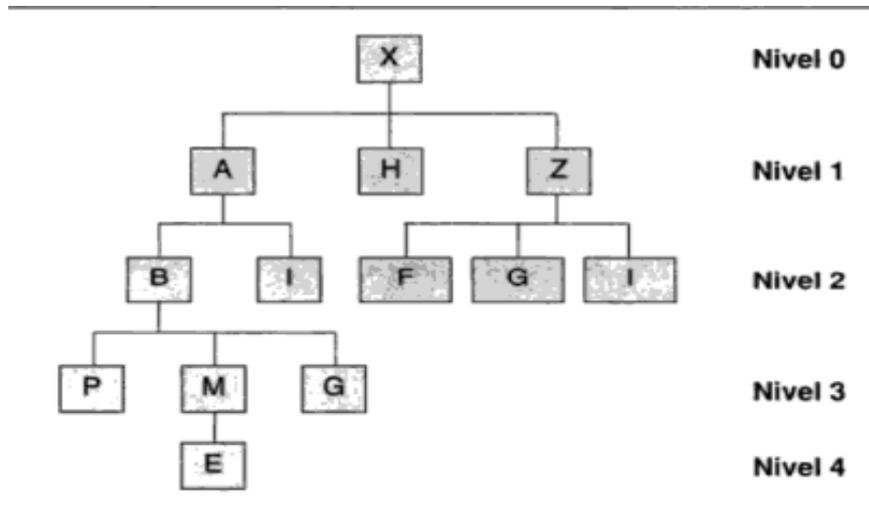
- **Lista de materiales (BOM)**

Es necesario conocer la estructura de fabricación de cada artículo, en la que queden reflejados los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos componentes para fabricar una unidad de ese artículo.

Esta información suele ser representada en forma de árbol, en el que el nodo - raíz representa el artículo que se describe, saliendo de él un nodo por cada uno de sus componentes; en el nodo se indica el nombre del componente y el número de unidades necesarias para elaborar una unidad del artículo descrito.

Un formato de esta lista de materiales queda reflejado en el siguiente cuadro:

**Figura 11.** Ejemplo de estructura de un producto



**Fuente:** Anaya J. (2007)

Obsérvese que:

- El nivel 0 corresponde siempre al producto terminado.
- El nivel 1, al proceso de ensamblaje final.
- El nivel 2, a sub – ensamblaje.
- El nivel 3, pieza semiterminada.
- El nivel 4, materia prima.

### 1.3.7. Mantenimiento

Según Jiménez, R. (2013). Se entenderá por mantenimiento al conjunto de operaciones y técnicas encargadas del control y observación de los equipos e instalaciones, con el fin de mantenerlas en funcionamiento durante el máximo tiempo al menor coste posible. Por lo tanto, cuando se habla de mantenimiento habría que empezar desde la recepción de los equipos hasta su instalación y puesta en marcha, teniendo en cuenta siempre las especificaciones técnicas del fabricante de dicho equipo.

Dentro de las funciones del mantenimiento se podrían destacar:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

- Vigilancia periódica del funcionamiento de equipos e instalaciones.
- Las acciones correctivas, que básicamente corresponde a la reparación de los equipos averiados o con mal funcionamiento.
- Las acciones preventivas, que consisten en intervenciones en los equipos antes de que se produzca la avería.
- Modificaciones o sustitución de equipos, también realizadas por el equipo de mantenimiento.
- Gestión de útiles y repuestos.

Los objetivos ligados al mantenimiento serían:

- Aumentar el rendimiento de los equipos
- Reducir costes de producción.
- Aumentar la seguridad de los trabajadores.
- Colaborar con otros departamentos (ingeniería) en la implantación de nuevos proyectos.

- **Coste del mantenimiento**

Según Jiménez, R. (2013). Para determinar cuál es la inversión requerida para implantar un plan de mantenimiento, acorde con las necesidades de la instalación, deben realizarse previamente las siguientes averiguaciones:

1. Lista total de averías reparadas, incluyendo los medios materiales y repuestos utilizados, medios de transporte y recursos humanos.
2. Detalle de los tiempos de reparación.
3. Coste de cada una de las reparaciones, detallando los repuestos, materiales auxiliares, transportes y horas hombre.
4. Relación de daños ocasionados por cada fallo o parada.
5. estimación de las pérdidas derivadas de la parada o disminución de la producción.

Esta información debe venir referida a un periodo de tiempo suficientemente representativo, generalmente un año o más. El examen de todos estos datos

puede dar, en primer lugar, una idea acerca de los beneficios, que reportaría un adecuado plan de mantenimiento. En segundo lugar, la valoración de los costes producidos por los fallos, más los derivados por improducción, permite establecer un límite aproximado de la inversión requerida para implantar el plan de mantenimiento.

Los gastos necesarios para poner en marcha un plan de mantenimiento puede dividirse en las siguientes partidas:

1. Coste de la instrumentación, instalaciones y equipamiento necesario.
2. Coste de las modificaciones pertinentes en los equipos y en la instalación existente.
3. Coste del personal encargado de realizar la instalación del plan.
4. Coste de la integración del plan de mantenimiento en la estructura de la producción.
5. Preparación y adiestramiento del personal encargado de ejecutar el plan.
6. Coste del personal destinado a ejecutar el plan.
7. Coste del mantenimiento del plan.

- **Tipos de mantenimiento**

Según Gómez F. (1998). Se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planeamientos, que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que -como se ha visto- depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, puede distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento Correctivo:** En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento "a rotura" (breakdown maintenance), solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos puede conjugarse con un entretenimiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta previsión de elementos de repuestos, especialmente aquellos que sistemáticamente debe ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados, entre los que pueden citarse:

- Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas por tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se repare o sustituya el equipo averiado.
  - Las averías, al ser imprevistas, suele ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
  - Las averías son siempre -en mayor o menor medida- inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por la falta de los repuestos necesarios.
  - Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.
- **Mantenimiento Preventivo:** Supone un paso importante para disminuir o evitar la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como “las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del periodo de inspección. Un período demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un

período demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El grave inconveniente que presenta la aplicación exclusiva de este tipo de mantenimiento es el coste de las inspecciones. El desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos (lubricación, rodamientos, etc.) que no se encuentran en mal estado.

- **Mantenimiento Predictivo:** Conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costes de los métodos tradicionales de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

- I. La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- II. La vigilancia continua de los equipos.

La mayoría de los componentes de las máquinas avisan de alguna manera de su fallo antes de que este ocurra [Patton, 1983]. Por lo tanto, si mediante el seguimiento de los parámetros funcionales adecuados es posible detectar prematuramente el fallo de algún componente de la máquina, se podrá asegurar el correcto funcionamiento de esta, observar su evolución y predecir la vida residual de sus componentes [Martínez, 1985]. El conjunto de técnicas que se ocupan del seguimiento y examen de estos parámetros característicos de la máquina se conoce como técnicas de verificación mecánica.

- **Mantenimiento Productivo Total:** Se intenta recoger y aplicar las tendencias más recientes en cuanto a la planificación participativa integral de todas las tareas del mantenimiento, el control de los distintos índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones (fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad), la calidad de la producción y, finalmente, su repercusión en la economía de la empresa. Por tanto, esta filosofía de mantenimiento implica a todos los estamentos y niveles de la producción, con una estructura de planificación jerárquica que, partiendo de los objetivos últimos de la explotación, vaya desglosándose en tareas

concretas hasta llegar al operador y a las actuaciones específicas sobre cada máquina y componente de las instalaciones.

Mediante e MPT, se intenta, pues, abarcar una visión más amplia del mantenimiento, que recoja todos aquellos aspectos que inciden de alguna manera en la utilización de los equipos e instalación, y por tanto en la capacidad de producción.

- **Mantenimiento preventivo**

Según Jiménez, R. (2013). El principal objetivo es el de detectar y solucionar pequeñas anomalías en las instalaciones antes de que estas produzcan averías importantes.

Las principales ventajas de este tipo de mantenimiento serían:

- Conocimiento del estado de funcionamiento de las instalaciones.
- Mejora de las condiciones de seguridad laborales.
- Aumento de la vida útil de las instalaciones.
- Mayor rendimiento de trabajadores y máquinas debido a la eliminación de tiempos muertos.
- Disminución en los costes de reparación de averías.

Los principales inconvenientes serían:

- Los elementos son cambiados antes de que estos lleguen a su vida útil completa.
- Si no se realiza una buena programación de operaciones y con una frecuencia óptima, con este tipo de mantenimiento se pueden aumentar los costes, así como la disminución del rendimiento de las máquinas o instalaciones.

El campo de aplicación para este tipo de mantenimiento sería:

- Elementos mecánicos y electromecánicos sometidos a desgaste.

- Elementos en los que está muy ligado el fallo con la vida del elemento y por lo tanto se conoce con antelación cuando este entrará en fallo.

Para que un mantenimiento preventivo sea efectivo deberá seguir los siguientes pasos:

1. Saber los objetivos del trabajo.
2. Conocer el programa de mantenimiento preventivo y predictivo.
3. Seleccionar los equipos para realizar el mantenimiento.
4. Recoger la información de los equipos susceptibles de mantenimiento (historial).
5. Estudio de la información obtenida
6. Estudio de los métodos de trabajo así de cómo las desviaciones de las operaciones de mantenimiento.
7. Análisis y conclusiones de las operaciones de mantenimiento realizadas.
8. Desarrollo del mantenimiento predictivo.
9. Presentación de propuesta de mejora.
10. Estudio de propuesta de mejora y posibilidad de nueva frecuencia del mantenimiento preventivo.
11. Estudio y análisis de los resultados.
12. Actualización del programa de mantenimiento.

- **Mecanismo de fallo y conceptos asociados**

Según Gómez F. (1998). Estrictamente, desde el punto de vista mecánico, fallo es la falta o deficiencia de algo, de tal modo que su respuesta no es la que se esperaba. Esta definición, en la práctica, es lo suficientemente amplia como para poder atribuirle diferentes significados, dependiendo del objeto que constituya, en cada momento y circunstancia, el centro de interés: Régimen funcional, estado de conversación, capacidad productiva, calidad del producto, condiciones de seguridad, etc. Es frecuente, por tanto, encontrar distintas acepciones del término en diferentes circunstancias.

Pueden establecerse diferentes clasificaciones de los fallos, atendiendo a diversos criterios. Citaremos algunas de las más relevantes.

Atendiendo el modo de aparición y desarrollo, el fallo puede ser:

- **Progresivo:** Es consecuencia, generalmente, del deterioro o de la pérdida progresiva de las características propias de algún componente, o conjunto de componentes, del sistema.
- **Repentino:** Cuando la evolución hacia el fallo no puede ser detectada de ninguna forma, por lo que, cuando éste se presenta, lo hace, generalmente, de forma inesperada.

Atendiendo el modo de aparición y desarrollo, el fallo puede ser:

- **Parcial:** En aquellos casos en los que la aparición de fallo no supone la parada del equipo o del proceso afectado, aunque sí afecta a las características funcionales del proceso, condiciona su régimen funcional, disminuye la seguridad operativa o merma su capacidad productiva.
- **Total:** Un fallo de este tipo provoca la parada inmediata del sistema afectado. Es, sin lugar a duda, el tipo de fallo que debe evitarse.

Atendiendo al momento en el que se produce el fallo, puede ser:

- **Infantil:** Suele ser debido a imperfecciones constructivas en algún elemento, a un ensamblaje defectuoso de los componentes del equipo, a un montaje incorrecto del equipo o a un uso inapropiado del mismo, generalmente por sobrepasar las especificaciones funcionales de diseño.
- **Envejecimiento:** Es el tipo de fallo que no debe producirse de forma inesperada, puesto que es consecuencia del deterioro progresivo y natural de los distintos componentes del sistema.
- **Aleatorio:** Es aquel fallo que no es consecuencia directa del desgaste o envejecimiento natural de los materiales, ni puede achacarse a otras causas previsibles, sino que se produce por azar.

Atendiendo a la duración del fallo

- **Estable:** En aquellos casos en los que, una vez que ha aparecido, el fallo sólo puede eliminarse procediendo a la reparación del sistema afectado.
- **Pasajero:** Generalmente tiene un origen de carácter aleatorio. Una vez concluida la causa que originó el fallo, éste desaparece por sí solo, sin necesidad de reparación de ninguna clase.
- **Intermitente:** Generalmente viene asociados con ciertas características repetitivas en el proceso, tales como alteraciones del régimen funcional, regímenes transitorios, cambios de temperatura, etc.

Atendiendo a la duración del fallo

- **Directo o dependiente:** Cuando el origen del fallo del equipo ésta en el fallo de un elemento del propio equipo o en la misma circunstancia que provoca la anomalía.
- **Indirecto o independiente:** Cuando el fallo del equipo se produce como efecto derivado de la acción o el fallo de otros componentes del sistema

Atendiendo a la información que se tenga del fallo:

- **Manifiesto:** En aquellos casos en los que se tiene información acerca del origen de este, ya sea por disponer de información previa (generalmente por experiencia), ya sea por haberse detectado mediante la observación o medida de algún parámetro.
- **Oculto:** Cuando no existen métodos de detección del fallo, o éstos no se han puestos en práctica.

- **MTBF (Tiempo medio entre fallos)**

Si se representa por  $p(t)$  la densidad de probabilidad de fallo de un dispositivo, la esperanza de vida del mismo,  $E(t)$ , es decir, el periodo de tiempo esperado antes de que se produzca el fallo, vendrá dado por:

**Ecuación 1.** Tiempo medio entre fallos

$$E(t) = \int_0^{\infty} t f(t) dt$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **Tasa de fallos**

Independiente de la función de distribución,  $F(t)$ , que se escoja para representar a una distribución real de fallos, ésta siempre indica la probabilidad de que se produzca un fallo en el intervalo de tiempo comprendido entre el origen de tiempos y el instante de tiempo,  $t$ , considerado.

**Ecuación 2.** Tasa instantánea de fallos

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF}$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **Fiabilidad**

Se define la fiabilidad como la probabilidad de que un elemento, dispositivo, equipo o sistema desarrolle una determinada función, en unas condiciones concretas, durante un periodo de tiempo determinado. Si se denota por  $f(t)$  la densidad de probabilidad de fallo de un dispositivo, y por  $F(t)$  representa la probabilidad de que el dispositivo falle en el intervalo de tiempo comprendido entre el origen y el instante de tiempo ( $t$ ) considerado, a tenor de la definición expuesta anteriormente, la fiabilidad, denotado por  $R(t)$  (del término inglés Reliability), vendrá dada por el valor complementario a la unidad de la función de distribución de fallo, es decir:

**Ecuación 3.** Función de fiabilidad

$$R(t) = 1 - F(t)$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **Mantenibilidad**

Se define La mantenibilidad como la probabilidad de que un dispositivo, equipo o sistema sea restaurado completamente a su estado operacional dentro de un periodo de tiempo dado, de acuerdo con unos criterios de funcionamiento y procedimientos de reparación preestablecidos.

De este modo, la mantenibilidad es una función de distribución de probabilidad, y se denota por  $M(t)$ , que viene dada por la expresión:

**Ecuación 4.** Función de mantenibilidad

$$M(t) = \int_0^t m(t) dt$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **MTTR**

En cualquier instalación industrial, tan importante como que un equipo no falle es que, cuando éste falla, se repare y vuelva a ponerse en servicio lo antes posible. Aparece, pues, un nuevo concepto que intenta reflejar el tiempo que tarda un equipo que ha fallado, en volver a estar en condiciones operativas, lo que se denomina tiempo de reparación; en la práctica tiene gran interés conocer el valor medio de los tiempos de reparación de un dispositivo, equipo o sistema. Este valor se denomina tiempo medio de reparación y se denota como MTTR.

Desde el punto de vista formal, si se representa por  $m(t)$  la densidad de probabilidad de tiempo de reparación, el MTTR será la esperanza matemática de la variable aleatoria que representa el tiempo invertido en efectuar una reparación, y vendrá dado por la expresión:

**Ecuación 5.** Función de probabilidad de tiempo de reparación

$$MTTR = \int_0^{\infty} t m(t) dt$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **Tasa de reparación**

Es posible definir, en los mismos términos lo que se llama tasa de reparación de un elemento, dispositivo, equipo o sistema, y se denota por  $u(t)$ , como la razón entre la densidad de probabilidad de tiempos de reparación y el complementario a la unidad de la mantenibilidad, conforme a la expresión siguiente:

**Ecuación 6.** Tasa de reparación

$$\mu(t) = \frac{1}{MTTR}$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **Disponibilidad**

Se define la disponibilidad como la probabilidad de estar en uso un dispositivo, equipo o sistema en un instante de tiempo dado. La expresión de la disponibilidad es el siguiente:

**Ecuación 7.** Disponibilidad

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

**Fuente:** Gómez F. (1998)

- **Análisis de equipos**

Según García S. (2010). Cada equipo ocupa una posición distinta en el proceso industrial, y tiene unas características propias que lo hacen diferentes del resto, incluso de otros equipos similares. Si queremos optimizar, ya no es suficiente con pensar en el tipo de instalación o en las características del equipo. Es necesario tener en cuenta toda una serie de factores, como el coste de una parada de producción, su influencia en la seguridad, etc., que van a determinar las tareas de mantenimiento más convenientes para cada equipo.

- **Lista de equipos:** El primer problema que se plantea al intentar un análisis de equipos es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella. Realizar un inventario de los activos de la planta

es algo más complejo de lo que pueda parecer en un primer momento.

- **Codificación de equipos:** Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc. y permite el control de costes.

- **Análisis de criticidad**

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa.

- **Equipos críticos:** Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- **Equipos importantes:** Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- **Equipos prescindibles:** Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados.

- **Ficha de equipos**

Una vez que tengamos esa lista, es necesario elaborar una ficha para cada uno de los ítems que componen la planta. La ficha de equipo debe contener los datos más sobresalientes que afecten al mantenimiento de cada uno de los equipos de la planta.

- **Programación de mantenimiento preventivo:**

Según Bravo R. (1989). Una vez terminada la etapa del planeamiento, se programa la ejecución detallada de cada una de las operaciones que se requieren para lograr la capacidad a un máximo de productividad y a un mínimo de costo.

Al programa, es preciso obtener un balance adecuado entre la capacidad de trabajo y las labores por realizar.

Se deben programar las operaciones como un conjunto que incluye mano de obra y el equipo necesario para reparaciones, tratando de que la programación general no utilice más del 85% de la mano de obra y herramientas con que se cuenta para mantenimiento.

- **Principios básicos de programación**

Los principios de programación que se utilizan en mantenimiento son los siguientes:

1. Los programas deben basarse en lo que es más probable que ocurra y no en lo que quisiéramos que suceda.
2. Se debe tener en cuenta la posibilidad de realizar cambios en el programa.
3. El programa es en medio de conseguir un fin y no un fin en sí mismo.
4. Las fechas indicadas para la terminación de los trabajos deberán tener un margen razonable que incluye tiempo para planear, obtener materiales, ejecutar trámites, disponer de maquinaria y mano de obra.
5. Las órdenes de trabajo deben suministrar la suficiente información para permitir la programación y ejecución del trabajo.
6. Se debe prever que los materiales, herramientas, personal y accesorios se encuentran en el tiempo y en el lugar que el trabajo requiere.

7. Las programaciones tienen que basarse en el principio fundamental con el costo más bajo, en el tiempo mínimo.

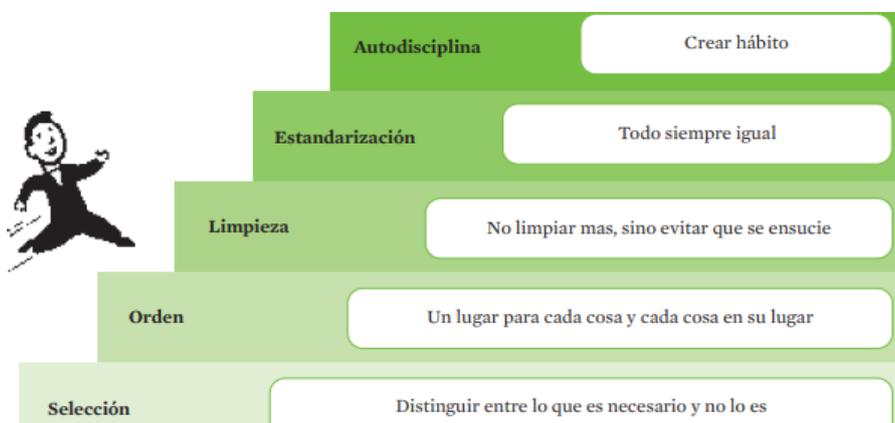
### 1.3.8. Metodología 5S

Según Hernández y Vizán (2013). La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

La implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos.

El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. La figura 7 resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases:

**Figura 12.** Resumen de los principios básicos de las 5S y su implementación.



**Fuente:** Hernández y Vizán (2013)

### **A. Eliminar (Seiri)**

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto es útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

### **B. Ordenar (Seiton)**

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

### **C. Limpieza e inspección (Seiso)**

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

#### **D. Estandarizar (Seiketsu)**

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

#### **E. Estandarizar (Seiketsu)**

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. El líder de la implantación lean establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc.

**Figura 13.** Resumen de la técnica 5S

<b>SEIRI</b> Separar y eliminar	<b>SEITON</b> Arreglar e identificar	<b>SEIDO</b> Proceso diario de limpieza	<b>SEIKETSU</b> Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	<b>SHITSUKI</b> Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

**Fuente:** Kaizen Institute (2013)

#### 1.4. Marco conceptual (definición de términos)

**Check list:** Es una lista de verificación o control usada como ayuda para revisar si el trabajo o producto cumple con los requisitos básicos sobre los que se ideó. (Barberá, 2008).

**Control de calidad:** Es desarrollar, diseñar, manufacturar, y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. (Ishikawa, 2003).

**Costos de operaciones:** Es el valor de los factores de producción empleados en la elaboración de bienes y servicios. (Ávila & Lugo, 2004).

**Inventario:** Es un recurso almacenado al que se recurre para satisfacer una necesidad actual o futura. (Míguez & Bastos, 2006).

**Inversión:** Colocación de los recursos financieros que la empresa realiza para obtener un rendimiento de ellos, o bien recibir dividendos que ayudan a aumentar el capital de la empresa. Existen inversiones a corto y largo plazo. (Gitman & Joehnk, 2005).

**Mantenimiento:** Son técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria productiva. (Rey, 2001).

**Producción:** Es la dependencia o división administrativa donde se concentra la elaboración de los productos que la empresa vende. (Álvarez, 2004).

**Programación:** Es un conjunto de sentencias que, ejecutadas sobre un determinado conjunto de datos, produce los resultados deseados con respecto a una especificación de un problema. (Berlanga, García, Gracia, Iñesta & Barber, 2000).

**Rentabilidad:** Es nivel de beneficio de una inversión. Esto es, la recompensa por invertir. (Gitman & Joehnk, 2005).

**Stock:** Los bienes o productos de la empresa que necesitan ser almacenados para su posterior venta o incorporación al proceso de fabricación. (Cruz, 2017).

## **1.5. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción en la reducción de costos operativos de la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C.?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la reducción de los costos operativos en la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Analizar y diagnosticar la situación actual de la empresa ETRAL S.A.C., con el fin de identificar los principales problemas y sus causas raíz que se presenten en la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas.
- Desarrollar las herramientas de mejora en el área de producción que genere reducción en los costos para el producto furgón liso de 2 toneladas.
- Evaluar económicamente los beneficios que representa la propuesta planteada para la reducción de costos operativos de la línea de fabricación de furgones lisos de 2 toneladas.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

La propuesta de mejora en el área de producción reduce los costos operativos de la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Según el tipo de investigación**

Por la orientación; investigación basada en ciencia formal y exacta.

#### **2.1.2. Según el diseño de investigación**

Por el diseño; investigación diagnóstica y prospectiva.

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 1.**Operacionalización de Variables

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	FORMULA
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción en la reducción de costos operativos de la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C.?	La propuesta de mejora en el área de producción reduce los costos operativos de la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C	VARIABLE INDEPENDIENTE: Propuesta de mejora en el área de producción para la línea de fabricación de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL SAC.	Conjunto Herramientas de ingeniería industrial que tiene como fin cumplir los objetivos propuestos.	Para medir esta variable es necesario tener en cuenta los indicadores de gestión de producción.	% de procesos estandarizados	$(\text{Cantidad de procesos estandarizados}) / (\text{Total de procesos}) * 100\%$
					%de horas perdidas por Ots incompletas	$(\text{Horas perdidas por Ots incompletas}) / (\text{Tiempo total de Operación}) * 100\%$
					% de tiempo perdido por inconformidades	$(\text{Puntaje de Unidad}) / (\text{Puntaje total}) * 100\%$
					% de disponibilidad de máquinas.	$(\text{Disponibilidad de máquinas}) = 1 - (\text{Tiempo de máquinas paradas} / (\text{Tiempo de producción}) * 100\%$
					% de tiempo perdido por desorden	$(\text{Cantidad de tiempo perdido por desorden}) / (\text{Tiempo total de Operación}) * 100\%$
		VARIABLE DEPENDIENTE: E: Costos operacionales de la empresa ETRAL SAC.	Sobre costos relacionados a los procesos de producción que la empresa ETRAL SAC debe mejorar para generar mayores utilidades	Para medir los costos operaciones tener en cuenta los recursos utilizados por la empresa.	% de Costo de Mano de Obra	$\text{Costo de Mano de Obra} / \text{Costo total de producción}$

**Fuente:** Elaboración propia

## **2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.2.1. Recolección de datos**

Para el siguiente estudio de investigación se coordinó con el gerente general de la empresa ETRAL SAC. Posteriormente, se efectuó una entrevista, encuesta y se tuvo acceso a la información confidencial. Las técnicas de recolección de datos fueron las encuestas, entrevistas y observación directa.

### **2.2.2. Análisis de datos**

Para el análisis de datos conseguidos se utiliza el método de análisis de escenarios, para diagnosticar la situación actual de la empresa, para que después se consigan determinar las causas raíz.

## **2.3. Procedimiento**

Los procedimientos para aplicar el procesamiento y análisis de la información.

**Tabla 2.** Procedimientos en etapas de estudio

ETAPA	DESCRIPCION
Diagnóstico de la realidad actual de la empresa.	<p><b>Ishikawa:</b> Se elabora el diagrama de Ishikawa para determinar las causas raíz del proyecto de investigación.</p> <p><b>Encuesta:</b> Se aplica las encuestas al personal implicado en el área de producción, para comprender la jerarquía de cada causa raíz.</p> <p><b>Matriz de Priorización:</b> Las causas raíz adquieren valores para priorizarlas de mayor a menor.</p> <p><b>Pareto:</b> Se elabora el diagrama de Pareto con el objetivo de identificar las causas raíz que ocasionan el problema en un 80%.</p> <p><b>Matriz de indicadores:</b> Se fijan las causas raíz y elaboramos indicadores para cada una de ellas.</p>
Solución propuesta	Desarrollo de las propuestas de mejora para la solución de los problemas diagnosticados.
Evaluación económica financiera	Para concluir se debe llevar la evaluación financiera, la cual se debe elaborar el presupuesto de la propuesta de mejora, para luego realizar un flujo de caja proyectado y terminar con el cálculo del VAN, TIR, B/C y el tiempo del retorno de la inversión.

**Fuente:** Elaboración propia

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

#### 2.3.1.1. Generalidades de la empresa

ETRAL SAC es una empresa con 7 años de experiencia en el mercado, se ha consolidado en los rubros de mantenimiento industrial y metalmecánico. Gracias a la calidad de nuestros productos y servicios es el que viene siendo reconocido, logrando así una participación importante en los productos y servicios ofrecidos.

ETRAL SAC fue fundada en 2012 por un capital humano joven y con experiencia en el rubro. Desde sus inicios participa de importantes proyectos, mantenimiento de estructuras y equipos de alto rendimiento.

Con el correr de los años ETRAL SAC amplió sus servicios y productos, diversificando sus operaciones, siempre en el rubro de la industria metalmecánica.

Hoy ETRAL SAC realiza ingeniería de diseño, básica y de detalle, fabricación y montaje de carrocerías portantes, remolques, semirremolques y fabricaciones metalmecánicas de todo tipo, así como calderería, abarcando una amplia gama de servicios relativos a la ingeniería, fabricación y montaje.

A través de sus diversos servicios y productos, ETRAL SAC es una compañía en crecimiento continuo que acompaña el crecimiento técnico y económico de nuestra región.

**Tabla 3.** Información general de la empresa ETRAL SAC.

Razón Social	ETRAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
N° de RUC	20477719784
Dirección Legal	Mz. B Lote. 7 Sec. Villa del Mar- Huanchaco
Fecha de Inicio de Actividades	22 de mayo del 2012
Dirección Web	<a href="http://www.etal.pe">http://www.etal.pe</a>

**Fuente:** Elaboración propia

### a) Visión

Ser considerada una de las empresas metalmeccánicas más reconocidas de la región para el año 2022.

### b) Misión

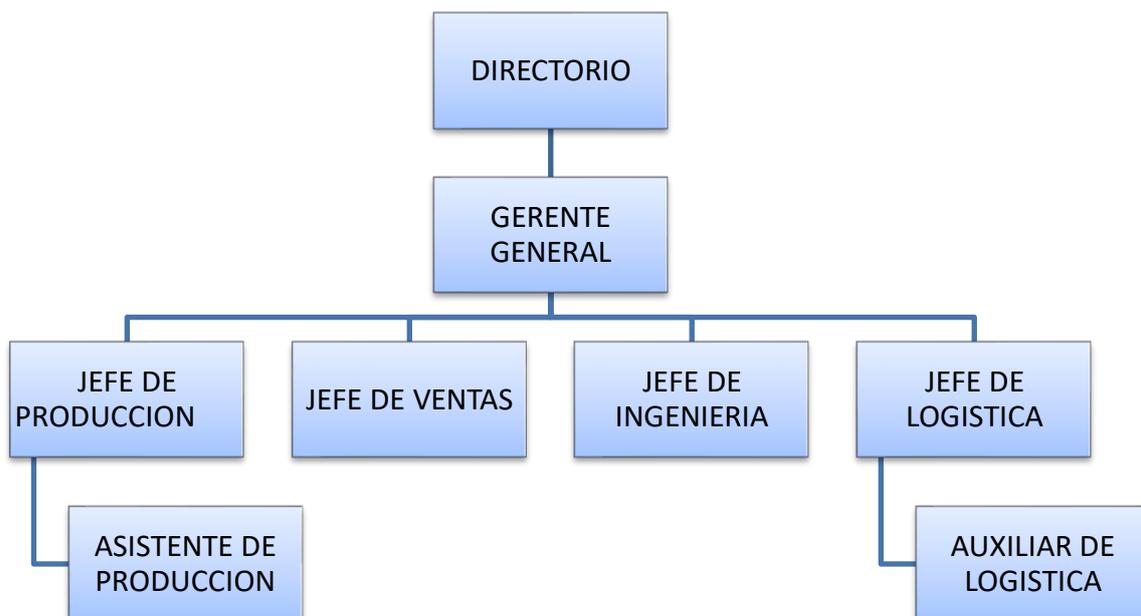
Asegurar la sostenibilidad de los diversos procesos empresariales basados en el conocimiento, experiencia, gestión y talento de nuestros colaboradores.

### c) Valores corporativos

- Pasión por lo que hacemos.
- Excelencia: cuando nos exigimos lo mejor entregamos lo mejor.
- Respeto hacia nuestros clientes, colaboradores y entorno.

### d) Organigrama

Figura 14. Organigrama de la empresa ETRAL S.A.C.



Fuente: Elaboración Propia

#### **e) Principales proveedores**

- Matizados Autoperu S.A.C
- Favisem S.R.L
- Química Nor Peruana E.I.R.L
- Lenmex Corporation S.A.C
- Oxigeno Narva E.I.R.L
- Lorito Kars S.R.L
- Resedisa import S.A.C
- Comercial Rc S.A.C
- Factoría Palacios S.A.C
- Orlando Cargo E.I.R.L
- Implementos Perú S.A.C
- Factoría Sánchez S.A.C
- Promet Perú S.A.C

#### **f) Principales competidores**

- Halcón S.A
- Consermet S.A.C
- Fameca S.A.C
- Nassi S.A.C
- carrocerías Ballena S.A.C
- Bruce S.A.C

### **g) Principales clientes**

- Gold Field S.A
- Grupo Autonort S.A
- Interamericana S.A
- Chimú Agropecuaria S.A
- Gerencia de Proyectos S.A.C
- Avocado Packing Company S.A.C
- Tableros Peruanos S.A
- Home Safety S.A.C
- El Rocio S.A
- Nor Aves S.A
- Qumir S.A.C
- Promas S.R.L
- Rosandina S.A.C

### **h) Productos**

- Barandas
- Furgones
- Cisternas
- Plataformas
- Polleros
- Volquetes
- Semirremolques

### i) Proceso productivo

En el área de producción de ETRAL S.A.C. tiene una ineficiente estandarización, dado que no está definido el tiempo de fabricación de furgones de dos toneladas.

En el cual la empresa tiene muchas complicaciones en los tiempos de fabricación de estas unidades por falta de estandarización en los procesos de fabricación.

**Figura 15.** Proceso de fabricación de furgón liso de 2 toneladas



**Fuente:** ETRAL S.A.C.

**Tabla 4.** Resumen del proceso de fabricación de furgón liso de 2 toneladas

RESUMEN DE OPERACIONES		
DESCRIPCION	NUMERO	TIEMPO (HORAS)
OPERACIÓN	7	119.5
CONTROL	2	0.5
TOTAL	9	120

Fuente: ETRAL S.A.C.

### 2.3.1.2. Identificación de las causas raíz

El principal problema está en los altos costos operativos que tiene la empresa ETRAL S.A.C, en el área de producción se identificó las causas raíz, las cuales son las siguientes:

**Tabla 5.** Cuadro de resumen de Ishikawa del área de producción.

Entorno	Causa raíz	Nº	Descripción
Medición	Inexistencia de controles de calidad.	04	Productos fuera de especificación
	Inexistencia de Análisis de medición.	05	
Métodos	Falta de estandarización.	02	No existe una secuencia establecida en los procesos.
	Inexistencia de planificación y programación de la producción.	03	No cumplen con los tiempos de entrega al cliente.
Maquinaria	No existe un plan de mantenimiento preventivo.	01	Maquinas obsoletas y falladas.
Mano de Obra	Inexistencia de funciones definidas	08	Los trabajadores no saben cuáles son sus funciones.
Medio Ambiente	No existe un plan de control de residuos	06	Excesivo desorden y acumulación de basura.
	inexistencia de un programa de orden y limpieza	07	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1.3. Encuesta de priorización de causas raíz

Tabla 6. Encuesta de priorización de causas raíz

## ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - ETRAL SAC

Área : PRODUCCIÓN

Problema : ALTOS COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA ETRAL SAC

Área:

Nombre: \_\_\_\_\_

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

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

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

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
Cr1	No existe un plan de mantenimiento preventivo.			
Cr2	Falta de estandarización.			
Cr3	Inexistencia de planificación y programación de la producción.			
Cr4	Inexistencia de controles de calidad.			
Cr5	Inexistencia de análisis de medición.			
Cr6	No existe un plan de control de residuos			
Cr7	Inexistencia de un programa de orden y limpieza			
Cr8	Inexistencia de funciones definidas			

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1.4. Matriz de priorización de causas raíz

**Tabla 7.** Resumen de matriz de causas raíz

ITEM	CAUSA RAÍZ	$\Sigma$ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acumulado
Cr1	No existe un plan de mantenimiento preventivo.	43	15%	15%
Cr2	Falta de estandarización.	48	16%	31%
Cr3	Inexistencia de planificación y programación de la producción.	45	15%	46%
Cr4	Inexistencia de controles de calidad.	43	15%	61%
Cr5	Inexistencia de análisis de medición.	21	7%	68%
Cr6	No existe un plan de control de residuos	26	9%	77%
Cr7	Inexistencia de un programa de orden y limpieza	42	14%	91%
CR8	Inexistencia de funciones definidas	27	9%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>295</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración Propia

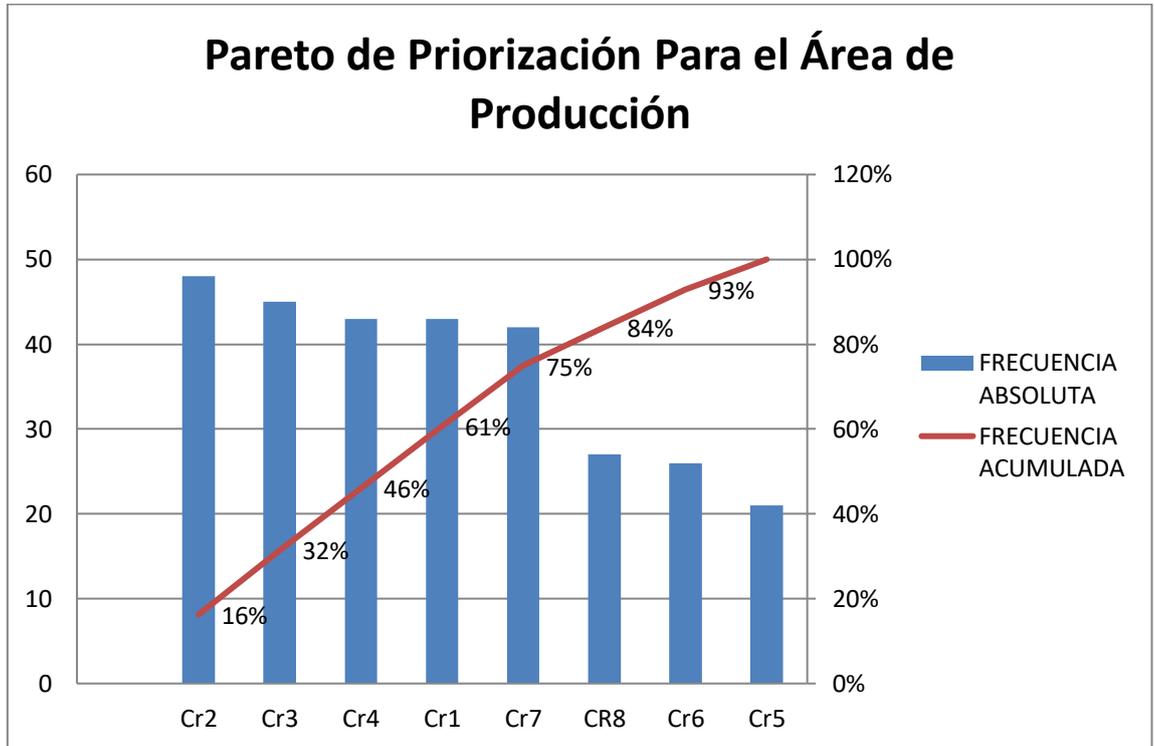
**Tabla 8.** Pareto 80-20 de causas raíz

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20
Cr2	Falta de estandarización.	48	16%	16%	80%
Cr3	Inexistencia de planificación y programación de la producción.	45	15%	32%	80%
Cr4	Inexistencia de controles de calidad.	43	15%	46%	80%
Cr1	No existe un plan de mantenimiento preventivo.	43	15%	61%	80%
Cr7	Inexistencia de un programa de orden y limpieza	42	14%	75%	80%
CR8	Inexistencia de funciones definidas	27	9%	84%	20%
Cr6	No existe un plan de control de residuos	26	9%	93%	20%
Cr5	Inexistencia de análisis de medición.	21	7%	100%	20%
		<b>295</b>	<b>100%</b>		

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1.5. Diagrama de Pareto

Figura 16. Pareto 80-20 de las causas raíz



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar del gráfico que el 75% del total de los problemas exhibidos durante la evaluación del diagnóstico son las siguientes:

Cr2: Falta de estandarización (16%)

Cr3: Inexistencia de planificación y programación de la producción (15%)

Cr4: Inexistencia de controles de calidad (15%)

Cr1: No existe un plan de mantenimiento preventivo (15%)

Cr7: Inexistencia de un programa de orden y limpieza (14%)

### 2.3.1.6. Diagnóstico de producción

#### A. Causa raíz 02: Falta de estandarización

##### Explicación de la causa raíz:

En la siguiente causa raíz resalta los problemas en la falta de estandarización del proceso de fabricación de los furgones lisos de 2 toneladas, dado que se observa que hay procesos que no están siendo tomados en cuentas y eso permite que los tiempos de fabricación del producto sea mayor.

##### Diagnóstico de pérdidas económicas:

Con respecto a los costos perdidos, se determina en los tiempos de fabricación necesario para terminar el producto, lo cual se presenta a continuación:

**Tabla 9.** Resumen de Pérdida por falta de estandarización

Área	Costo DOP Actual para cada unidad	Costo DOP propuesto para cada unidad	Costo perdido	Promedio Total de Unidades al Mes	COSTO TOTAL MENSUAL (S/.)	COSTO TOTAL ANUAL (S/.)
Pre-pintado de perfiles y tubos	S/1,635.52	S/1,467.87	S/167.65	3	S/502.95	S/6,035.40
Armado Total						
Soldeo de estructura						
Kit de cierre						
Forado total de carrocería						
Defensas Laterales						
Pintura de acabado						
Montaje de puertas						
Listones de madera						
Montaje y accesorios						
Sistema eléctrico						
Acabados						
<b>TOTAL</b>	<b>S/1,635.52</b>	<b>S/1,467.87</b>	<b>S/167.65</b>	<b>3</b>	<b>S/ 502.95</b>	<b>S/6,035.40</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

## **B. Causa raíz 03: Falta de planificación y programación**

### **Explicación de la causa raíz:**

En esta causa raíz se tiene en cuenta que, al no tener los materiales necesarios para el trabajo, el colaborador no puede continuar con su labor, favoreciendo al aumento de los tiempos no productivos.

### **Diagnóstico de pérdidas económicas:**

Los costos perdidos por esta causa se observan en los tiempos improductivos que genera las paradas de ir a conseguir el material y todo lo necesario para la fabricación del producto, lo cual se presenta a continuación:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 10.** Resumen de pérdidas por falta de planificación y programación

N° Operarios	Área	Sueldo (S/. / Mes)	Sueldo (S/. / hor)	Tiempo promedio de parada al mes (horas)	Costo promedio de parada por material al mes (S/. /mes)	Costo promedio de traslado para búsqueda de material (S/. /mes)	Costo promedio de tiempo extra por falta de material al mes (S/. /mes)	Costo promedio de horas extra al mes (S/. / mes)	COSTO TOTAL MENSUAL (S/.)	COSTO TOTAL ANUAL (S/.)
1	Pre pintado de perfiles y tubos	S/930.00	S/5.43	1.16	S/6.31	S/6.00	S/6.31	S/15.33	S/33.95	S/407.43
2	Armado Total	S/1,750.00	S/10.21	8.39	S/171.25	S/25.00	S/171.25	S/195.99	S/563.49	S/6,761.84
1	Soldeo de estructura	S/1,300.00	S/7.58	0.58	S/4.39	S/5.00	S/4.39	S/5.32	S/19.09	S/229.14
1	Kit de cierre	S/1,300.00	S/7.58	1.86	S/14.08	S/5.00	S/14.08	S/15.77	S/48.93	S/587.14
2	Forado total de carrocería	S/1,300.00	S/7.58	4.07	S/61.72	S/6.00	S/61.72	S/69.15	S/198.58	S/2,382.98
2	Defensas Laterales	S/1,300.00	S/7.58	1.58	S/24.02	S/10.00	S/24.02	S/11.95	S/69.99	S/839.93
2	Pintura de acabado	S/1,200.00	S/7.00	3.34	S/46.77	S/5.00	S/46.77	S/52.05	S/150.60	S/1,807.15
2	Montaje de puertas	S/1,300.00	S/7.58	1.63	S/24.69	S/5.00	S/24.69	S/27.66	S/82.03	S/984.39
2	Listones de madera	S/1,300.00	S/7.58	3.26	S/49.42	S/25.00	S/49.42	S/42.91	S/166.75	S/2,001.00
2	Montaje y accesorios	S/1,300.00	S/7.58	4.07	S/61.72	S/6.00	S/61.72	S/69.15	S/198.58	S/2,382.98
1	Sistema eléctrico	S/1,400.00	S/8.17	2.60	S/21.22	S/14.00	S/21.22	S/25.76	S/82.21	S/986.53
1	Acabados	S/1,200.00	S/7.00	0.67	S/4.66	S/5.00	S/4.66	S/4.38	S/18.70	S/224.39
<b>TOTAL</b>				<b>33.2</b>	<b>S/490.24</b>	<b>S/117.00</b>	<b>S/490.24</b>	<b>S/535.42</b>	<b>S/1,632.91</b>	<b>S/19,594.90</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **C. Causa raíz 04: Inexistencia de controles de calidad**

#### **Explicación de la causa raíz:**

Esta causa raíz hace referencia a la inexistencia de controles de calidad, lo cual los clientes realizan múltiples observaciones en la unidad fabricada por falta de verificación del producto en sus respectivos procesos, permitiendo reprocesos.

#### **Diagnóstico de pérdidas económicas:**

Las pérdidas monetarias por esta causa se encuentran en los tiempos de corrección y costos involucrados por los materiales utilizados en las observaciones hechas por el cliente, en el cual se muestra a continuación:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 11.** Resumen de pérdidas por inexistencia de controles de calidad

Promedio de no conformidades	Descripciones de no conformidades	Área	Sueldo (S./ Mes)	Sueldo (S./ hor)	Promedio tiempo perdido por no conformidades por unidad (horas)	Costo promedio de tiempo perdido por no conformidades por unidad (S./ Unidad)	Promedio total de unidades al mes	Total de horas perdidas por no conformidades al mes	Costo total mensual (S./)	Costo promedio de material utilizado por no conformidades en el mes (S./ mes)	Costo total mes (S./)	Costo total anual (S./)
1	Superficies sucias, base mal adherida	Pre - pintado de perfiles y tubos	S/930.00	S/5.43	0.15	S/0.81	3	0.45	S/2.44	S/8.35	S/10.79	S/129.50
2	Estructuras no cumplen especificaciones	Armado Total	S/1,750.00	S/10.21	2	S/40.83	3	6	S/115.30	S/65.30	S/180.60	S/2,167.20
3	Partes mal soldadas	Soldeo de estructura	S/1,300.00	S/7.58	0.25	S/5.69	3	0.75	S/17.06	S/21.54	S/38.60	S/463.23
1	Mal instaladas	Kit de cierre	S/1,300.00	S/7.58	0.5	S/3.79	3	1.5	S/11.38	S/11.30	S/22.68	S/272.10
4	Parte mal selladas	Forrado total de carrocería	S/1,300.00	S/7.58	0.2	S/6.07	3	0.6	S/18.20	S/111.30	S/129.50	S/1,554.00
2	Defensas mal instaladas	Defensas Laterales	S/1,300.00	S/7.58	0.5	S/7.58	3	1.5	S/22.75	S/41.30	S/64.05	S/768.60
4	Mal acabado de pintura (Mal pulido, partes uniformes, etc.)	Pintura de acabado	S/1,200.00	S/7.00	0.25	S/7.00	3	0.75	S/21.00	S/26.30	S/47.30	S/567.60
2	Puertas mal cerradas (Jebes mal puestos, pernos mal ajustados, etc.)	Montaje de puertas	S/1,300.00	S/7.58	0.15	S/2.28	3	0.45	S/6.83	S/29.30	S/36.13	S/433.50
2	Maderas mal instaladas (Falta de pernos, madera mal lijadas, laqueado incorrecto, etc.)	Listones de madera	S/1,300.00	S/7.58	0.25	S/3.79	3	0.75	S/11.38	S/15.40	S/26.78	S/321.30
3	Abrazaderas mal instaladas, guardafangos pequeños, etc.	Montaje y accesorios	S/1,300.00	S/7.58	0.25	S/5.69	3	0.75	S/17.06	S/25.40	S/42.46	S/509.55
2	Mala conexión, cables mal precitados, etc.	Sistema eléctrico	S/1,400.00	S/8.17	0.25	S/4.08	3	0.75	S/12.25	S/21.30	S/33.55	S/402.60
2	Falta de accesorios (Stickers, logos, etc.)	Acabados	S/930.00	S/7.00	0.1	S/1.40	3	0.3	S/4.20	S/30.00	S/34.20	S/410.40
<b>TOTAL</b>					<b>4.85</b>	<b>S/89.01</b>	<b>3</b>	<b>14.55</b>	<b>S/259.84</b>	<b>S/406.79</b>	<b>S/666.63</b>	<b>S/7,999.58</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### **D. Causa raíz 01: No existe un plan de mantenimiento preventivo**

##### **Explicación de la causa raíz:**

Esta causa raíz hace referencia a la falta de un plan de mantenimiento preventivo, lo cual no permite un óptimo funcionamiento y fiabilidad, aumentando los tiempos perdidos por parada de máquinas, que trae como consecuencia altos costos operativos en fabricación del producto.

##### **Diagnóstico de pérdidas económicas:**

Las pérdidas monetarias por esta causa se encuentran en los tiempos perdidos por mal funcionamiento de las máquinas, en el cual se muestra a continuación:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 12.** Resumen de pérdidas por falta de un plan de mantenimiento preventivo

Máquina	N° promedio de fallas/mes	Tiempo promedio perdido (Horas)	Costo de MO promedio (S./hora)	Costo perdido de MO (S./hora)	Promedio de Costo de MO Externa (S./mes)	Costo promedio de Reparación (Repuestos)	Costo Total Mensual (S./horas)	Costo Total Anual (S./horas)
Amoladora angular Ø4.1/2" - Ø5"	22	2.05	6.48148148	292.314815	40	18	350.314815	4203.77778
Amoladora angular Ø7" - Ø9"	13	2.12	6.48148148	178.62963	40	18	236.62963	2839.55556
Atornillador	2	1.8	6.48148148	23.3333333	15	16	54.3333333	652
Taladro percutor	17	2	6.48148148	220.37037	40	18	278.37037	3340.44444
Compresora de aire estacionaria	0.5	26	6.48148148	84.2592593	50	70	204.259259	2451.11111
Máquina de soldar	4	8	6.48148148	207.407407	50	45	302.407407	3628.88889
Lijadora	4	1.74	6.48148148	45.1111111	20	20	85.1111111	1021.33333
Taladro de columna	1	6	6.48148148	38.8888889	30	25	93.8888889	1126.66667
Tronzadora	1	5.68	6.48148148	36.8148148	30	20	86.8148148	1041.77778
Tablero eléctrico	3	12	6.48148148	233.333333	0	30	263.333333	3160
<b>TOTAL</b>				<b>S/1,127.13</b>	<b>S/315.00</b>	<b>S/250.00</b>	<b>S/1,692.13</b>	<b>S/20,305.56</b>

Fuente: Elaboración Propia

## **E. Causa raíz 07: Inexistencia de un programa de orden y limpieza**

### **Explicación de la causa raíz:**

Esta causa raíz resalta la importancia de el orden y la limpieza en el área de trabajo, lo cual permite una mejor organización de las herramientas y áreas, reduciendo los tiempos perdidos por tiempo de búsqueda de herramientas.

### **Diagnóstico de pérdidas económicas:**

Las pérdidas económicas por esta causa se hallan en los tiempos de búsqueda de herramientas por desorden y falta de limpieza, en el cual se muestra a continuación:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 13.** Resumen de pérdidas por Inexistencia de un programa de orden y limpieza

N° Operarios	Área	Sueldo (S/. / Mes)	Sueldo (S/. / hor)	Tiempo promedio de búsqueda de herramientas al mes (horas)	Costo promedio de búsqueda de herramientas al mes (S/. /mes)	COSTO TOTAL ANUAL
1	Pre pintado de perfiles y tubos	930	5.43	3.78	20.507	S/246.08
1	Armado Total	1750	10.21	8.91	90.956	S/1,091.48
1	Soldeo de estructura	1300	7.58	2.43	18.428	S/221.13
1	Kit de cierre	1300	7.58	3.24	24.570	S/294.84
1	Forrado total de carrocería	1300	7.58	9.72	73.710	S/884.52
1	Defensas Laterales	1300	7.58	4.86	36.855	S/442.26
1	Pintura de acabado	1200	7.00	2.97	20.790	S/249.48
1	Montaje de puertas	1300	7.58	4.05	30.713	S/368.55
1	Listones de madera	1300	7.58	2.43	18.428	S/221.13
1	Montaje y accesorios	1300	7.58	5.13	38.903	S/466.83
1	Sistema eléctrico	1400	8.17	2.16	17.640	S/211.68
1	Acabados	930	7.00	1.35	9.450	S/113.40
<b>TOTAL</b>				<b>51.03</b>	<b>S/400.95</b>	<b>S/4,811.37</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1.7. Matriz de indicadores de las causas raíz

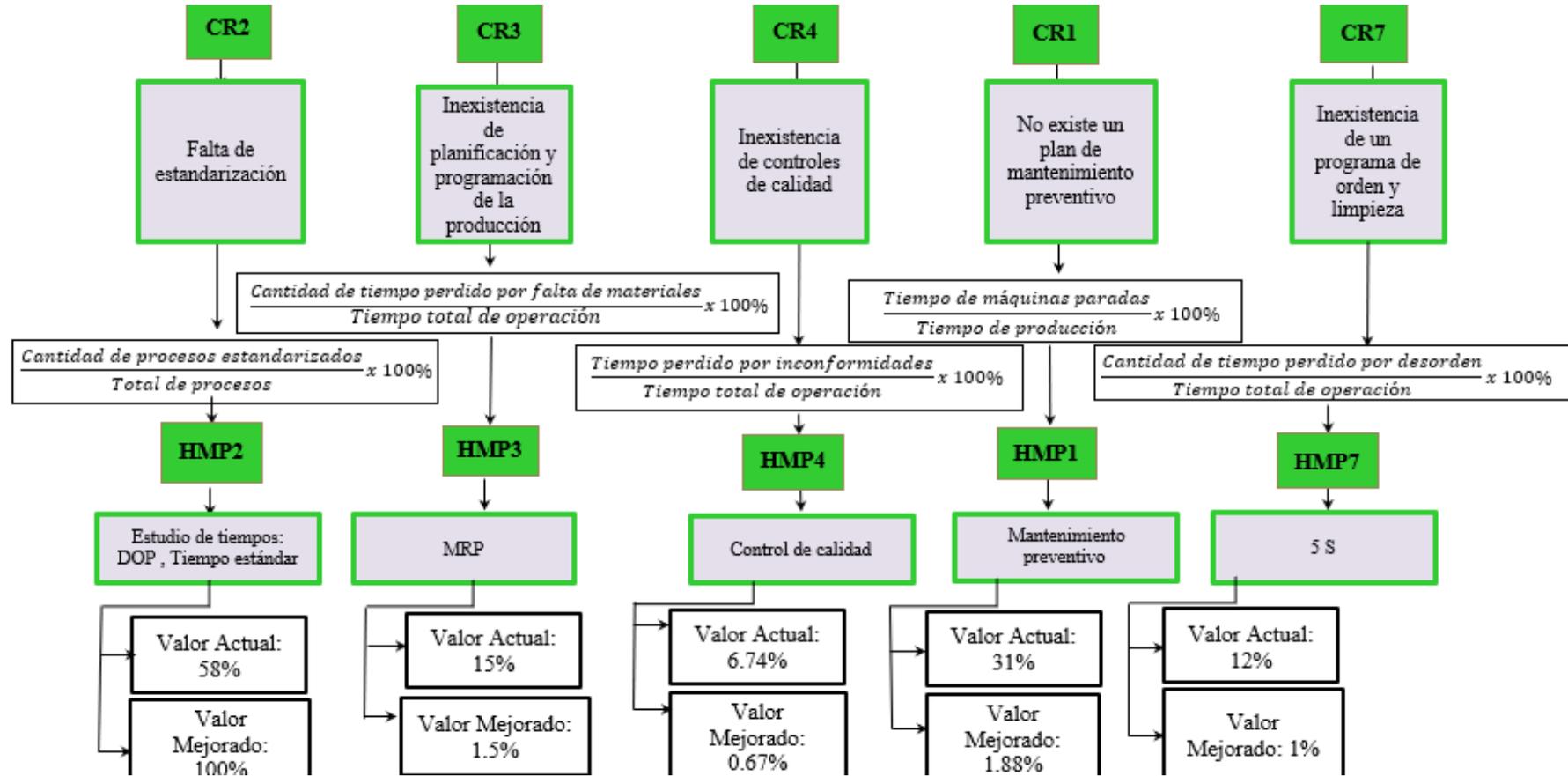
**Tabla 14.** Matriz de indicadores de las causas raíz.

Área	Cr	Causa	INDICADOR	FORMULA	VA	Pérdida/S/.	VM	Beneficio/S/.	Propuesta	Inversión
Producción	Cr2	Falta de estandarización.	% de procesos estandarizados	$\frac{\text{Cantidad de procesos estandarizados}}{\text{Total de procesos}} \times 100\%$	58%	S/. 6,035.40	100%	S/. 6,035.40	Estudio de tiempos: DOP, Tiempos estándar	S/.10,998.05
	Cr3	Inexistencia de planificación y programación de la producción.	% de tiempo perdido por falta de materiales	$\frac{\text{Cantidad de tiempo perdido por falta de materiales}}{\text{Tiempo total de operación}} \times 100\%$	15%	S/. 19,594.90	1.5%	S/. 17,635.41	MRP	
	Cr4	Inexistencia de controles de calidad.	% de tiempo perdido por inconformidades	$\frac{\text{Tiempo perdido por inconformidades}}{\text{Tiempo total de operación}} \times 100\%$	6.74%	S/. 7,999.58	0.67%	S/. 7,199.62	Control de calidad	
	Cr1	No existe un plan de mantenimiento preventivo.	% de disponibilidad de máquinas	$\frac{\text{Tiempo de máquinas paradas}}{\text{Tiempo total de operación}} \times 100\%$	31%	S/. 20,305.56	1.88%	S/. 19,081.95	Mantenimiento preventivo	
	Cr7	Inexistencia de un programa de orden y limpieza	% de tiempo perdido por desorden	$\frac{\text{Cantidad de tiempo perdido por desorden}}{\text{Tiempo total de operación}} \times 100\%$	24%	S/. 4,811.37	1%	S/. 4,410.43	5 S	

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Figura 17. Esquema de propuesta



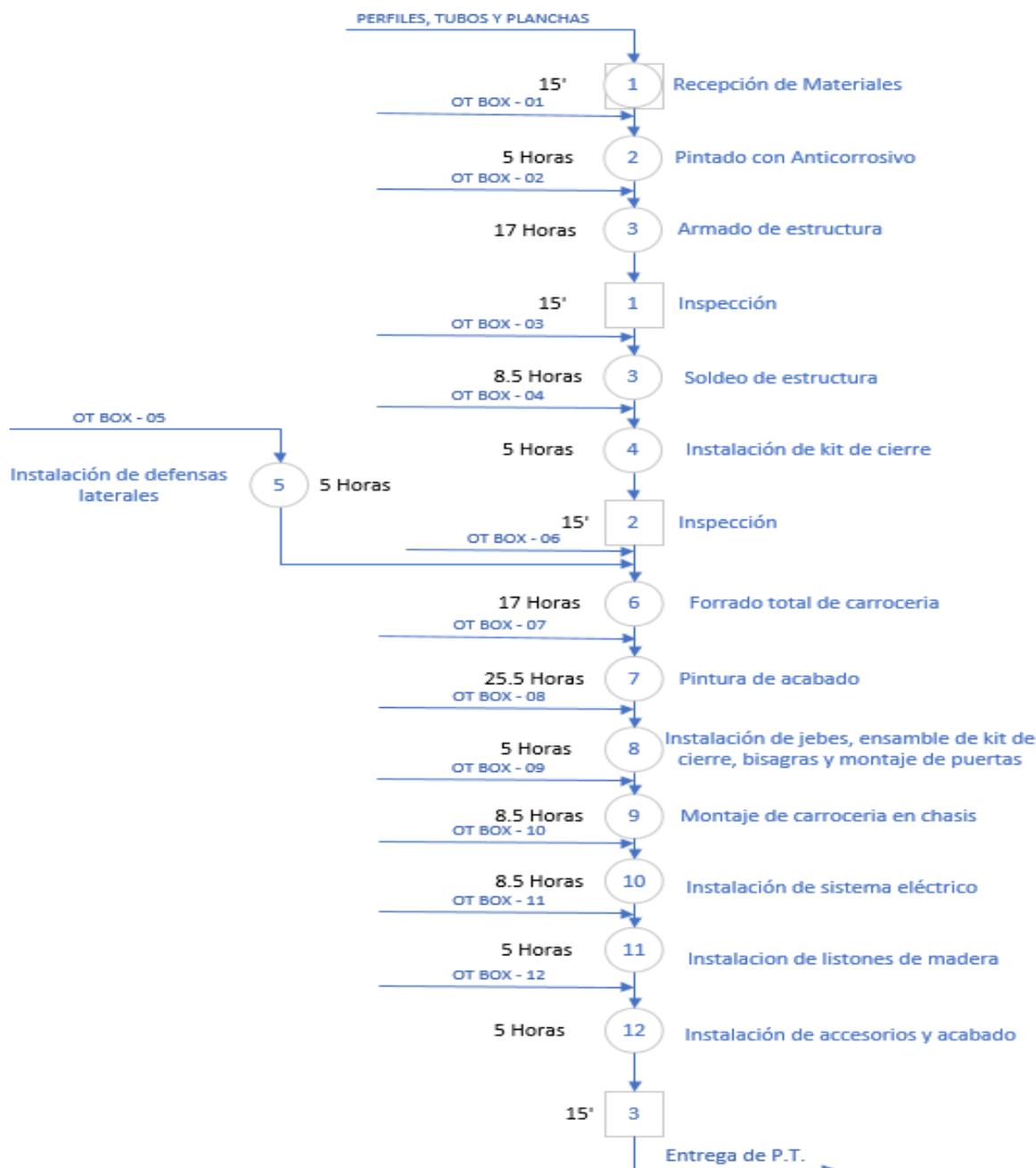
Fuente: Elaboración Propia

## 2.3.2. Solución propuesta

### 2.3.2.1. Estudio de tiempos y métodos

Causa raíz 02: Falta de estandarización, se plantea efectuar un nuevo estudio de tiempos para estandarizar y mejorar los procesos actuales.

**Figura 18.** Proceso propuesto en la fabricación de furgón liso de 2 toneladas



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15.** Resumen del proceso propuesto en la fabricación del furgón liso de 2 toneladas

RESUMEN DE OPERACIONES		
DESCRIPCIÓN	NUMERO	TIEMPO (HORAS)
OPERACIÓN	12	115.25
CONTROL	3	0.75
TOTAL	15	116

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.2. Sistema MRP

Causa raíz 03: Falta de planificación y programación de la producción, se propone implementar este sistema para una mejor planificación de requerimiento de materiales, lo cual permitirá reducir los tiempos perdidos, abasteciendo los materiales requeridos.

- Pronóstico de la demanda

Para iniciar se realizó el pronóstico de la demanda, teniendo en cuenta la demanda del periodo de enero a julio del 2019

**Tabla 16.** Demanda histórica del Furgón liso de 2 toneladas - ETRAL SAC

Año	Mes	Demanda
2018	Ene	2
	Feb	3
	Mar	3
	Abr	2
	May	3
	Jun	3
	Jul	3
	Ago	2
	Sep	3
	Oct	3
	Nov	3
	Dic	3
2019	Ene	5
	Feb	6
	Mar	5
	Abr	4
	May	4
	Jun	4
	Jul	5

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos obtenidos se realiza el pronóstico. Se utilizó el método de pronóstico estacional porque es un producto que no varía en su demanda.

**Tabla 17.** Desestacionalización de las variables

Año	Mes	Demanda	Índice estacional	Desestacionalización de la demanda	X	Pronóstico de la Demanda Desestacionalizada
2018	Ene	2	1.272727	2	1	2
	Feb	3	1.636364	2	2	2
	Mar	3	1.454545	2	3	2
	Abr	2	1.090909	2	4	2
	May	3	1.272727	2	5	2
	Jun	3	1.272727	2	6	2
	Jul	3	1.454545	2	7	2
	Ago	2	0.727273	3	8	3
	Sep	3	1.090909	3	9	3
	Oct	3	1.090909	3	10	3
	Nov	3	1.090909	3	11	3
	Dic	3	1.090909	3	12	3
2019	Ene	5	1.272727	4	13	3
	Feb	6	1.636364	4	14	3
	Mar	5	1.454545	3	15	3
	Abr	4	1.090909	4	16	3
	May	4	1.272727	3	17	4
	Jun	4	1.272727	3	18	4
	Jul	5	1.454545	3	19	4
	Ago				20	4
	Sep				21	4
	Oct				22	4
	Nov				23	4
	Dic				24	4

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 18.** Calculo final del pronóstico estacional

Año	Mes	Proyección Demanda Desestacionalizada	Índice estacional	Pronóstico estacional
2016	Ago	4	0.727273	3
	Sep	4	1.090909	4
	Oct	4	1.090909	4
	Nov	4	1.090909	5
	Dic	4	1.090909	5

**Fuente:** Elaboración Propia

Por consiguiente, el Plan Maestro de Producción (PMP) quedaría de la siguiente manera para los siguientes 3 meses:

**Tabla 19.** Plan Maestro de Producción (PMP)

Año	Mes	Proyección Demanda Desestacionalizada	Índice estacional	Pronóstico estacional
2016	Ago	4	0.727273	3
	Sep	4	1.090909	4
	Oct	4	1.090909	4
	Nov	4	1.090909	5
	Dic	4	1.090909	5

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se realizó el Inventario Maestro de Materiales en el cual observamos a continuación:

**Tabla 20.** Inventario Maestro de Materiales – Hoja 1

Inventario de Materiales							
Tipo	Material	Und	Nivel	Cantidad	Tam Lote	Lead Time	Stock Seguridad
19-1006	FURGON LISO GALVANIZADO 2T	Und	0	0	LFL	0	0
Comp1	Estructura	Und	1	0	LFL	0	0
Comp2	Pre pintado	Und	1	0	LFL	0	0
Comp3	Habilitado	Und	1	0	LFL	0	0
Comp4	Armado	Und	1	0	LFL	0	0
Comp5	Soldeo	Und	1	0	LFL	0	0
Comp6	Kit de cierre y bisagras	Und	1	0	LFL	0	0
Comp7	Defensas laterales	Und	1	0	LFL	0	0
Comp8	Forrado total de carrocería	Und	1	0	LFL	0	0
Comp9	Pintura	Und	1	0	LFL	0	0
Comp10	Jebes y montaje de puertas	Und	1	0	LFL	0	0
Comp11	Montaje	Und	1	0	LFL	0	0
Comp12	Sistema eléctrico	Und	1	0	LFL	0	0
Comp13	Listones de madera	Und	1	0	LFL	0	0
Comp14	Accesorios y acabado	Und	1	0	LFL	0	0
mat1	Plancha de 1/8	Und	2	0	LFL	0	0
mat2	Plancha estriada de 3/32	Und	2	0	LFL	0	0
mat3	Plancha de 1.9 mm galvanizada	Und	2	0	LFL	0	0
mat4	Plancha de 1/20 mm galvanizada	Und	2	0	LFL	0	0
mat5	Tubo cuadrado de 1 1/4 x 2 mm	Und	2	0	LFL	0	0
mat6	Tubo rectangular de 2 x 1 x 2 mm	Und	2	0	LFL	0	0
mat7	Tubo rectangular de 60 x 40 x 2 mm	Und	2	0	LFL	0	0
mat8	Tubo redondo 3/4 x 2 LAC	Und	2	0	LFL	0	0
mat9	Perfil Stanley	Und	2	0	LFL	0	0
mat10	Bobina de aluminio pre pintado 1.0 x 1220 - Aluminio Center	Und	2	0	LFL	0	0
mat11	Bobina de aluminio al natural 0.9 x 2.450 - Aluminio Center	Und	2	0	LFL	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21.** Inventario Maestro de Materiales – Hoja 2

Inventario de Materiales							
Tipo	Material	Und	Nivel	Cantidad	Tam Lote	Lead Time	Stock Seguridad
mat12	Rollo soldadura mig	Und	2	0	LFL	0	0
mat13	Ferroline	Und	2	0	LFL	0	0
mat14	Base Zincromato ANYPSA X 3	Gal	2	0	LFL	0	0
mat15	Acondicionador de metales preparado	Gal	2	0	LFL	0	0
mat16	Thinner acrílico a granel	Gal	2	0	55	0	0
mat17	Waype de limpieza	Kg	2	0	50	0	0
mat18	Trapo industrial	Und	2	0	400	0	0
mat19	Lijas para fierro # 80	Und	2	0	LFL	0	0
mat20	Discos de corte de 4 1/2"	Und	2	0	LFL	0	0
mat21	Disco de desbaste 4 1/2"	Und	2	0	LFL	0	0
mat22	Tiza de caldera	Und	2	0	LFL	0	0
mat23	Disco de corte de 7"	Und	2	0	LFL	0	0
mat24	Refuerzo frontal tipo 1	Und	2	0	LFL	1	0
mat25	Base de faros laterales Código 01.07.144	Und	2	0	LFL	1	0
mat26	Anti spatter spray	Und	2	0	LFL	0	0
mat27	Lunas Transparentes	Und	2	0	LFL	0	0
mat28	Luna oscura # 11	Und	2	0	LFL	0	0
mat29	BisagrasBP-001 CODIGO -----	Und	2	0	LFL	1	0
mat30	Kit de cierre KC-003	Und	2	0	LFL	1	0
mat31	Perno C. Hex. Zincados de 5/16" X 1 " completos	Und	2	0	100	0	0
mat32	Broca cobaltada de 1/4"	Und	2	0	10	0	0
mat33	Broca cobaltada de 5/16"	Und	2	0	10	0	0
mat34	Bajadas tipo 1	Und	2	0	LFL	1	0
mat35	Regatones para tubos de 2"X1"	Und	2	0	12	0	0
mat36	Remaches pop de aluminio de 3/16" X 1/2"	Und	2	0	500	0	0
mat37	Broca cobaltada de 3/16	Und	2	0	10	0	0
mat38	Sellador 3M 560 + 1 boquilla	Und	2	0	12	1	0
mat39	Base epoxy primer	Gal	2	0	LFL	0	0
mat40	Esmalte gloss anypsa colormartillado gris	Gal	2	0	LFL	0	0
mat41	Lijas para fierro # 60	Und	2	0	LFL	0	0
mat42	Lijas al agua # 120	Und	2	0	LFL	0	0
mat43	Lijas al agua # 220	Und	2	0	LFL	0	0
mat44	Cinta mastingtape de 1/2"	Und	2	0	LFL	0	0
mat45	Cinta mastingtape de 3/4"	Und	2	0	LFL	0	0
mat46	Cinta mastingtape de 2"	Und	2	0	LFL	0	0
mat47	Sellador 3M 550 + 1 boquilla	Und	2	0	12	1	0
mat48	Papel molde	Kg	2	0	10	0	0
mat49	Masilla	Und	2	0	LFL	0	0
mat50	Lijas circulares # 120	Und	2	0	50	1	0
mat51	Disco cubitrón	Und	2	0	LFL	0	0
mat52	Jebe de hermeticidad de 1 1/4	Und	2	0	5	0	0
mat53	Autoperforantes #10 x 3/4	Und	2	0	500	0	0
mat54	Pegamento 3M	Und	2	0	LFL	1	0
mat55	Lija #100	Und	2	0	LFL	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22.** Inventario Maestro de Materiales – Hoja 3

Inventario de Materiales							
Tipo	Material	Und	Nivel	Cantidad	Tam Lote	Lead Time	Stock Seguridad
mat56	Pernos C Hex. Grado 8 DE 1/2" X 2"	Und	2	0	100	0	0
mat57	Aran. Plana 1/2"	Und	2	0	100	0	0
mat58	Tuerca stop 1/2"	Und	2	0	100	0	0
mat59	Guardafangos tipo 1	Und	2	0	LFL	0	0
mat60	Anclajes	Und	2	0	LFL	0	0
mat61	Cable automotriz AWG DE #18	Metros	2	0	100	0	0
mat62	Manguera corrugada de 1/4" ABIERTA	Metros	2	0	100	0	0
mat63	Cintillos de 100 mm	Und	2	0	100	0	0
mat64	Cintillos de 200 mm	Und	2	0	100	0	0
mat65	Porta fusible Aéreo	Und	2	0	LFL	0	0
mat66	Fusibles de uña de 10 A	Und	2	0	100	0	0
mat67	Interruptor de tablero de palanca ON/OFF 2 golpes	Und	2	0	LFL	0	0
mat68	Terminal ojo de 1/4" amarillo	Und	2	0	100	0	0
mat69	Terminal ojo de 3/16"	Und	2	0	100	0	0
mat70	Faro lateral CODIGO 01.07.145 rojo	Und	2	0	LFL	0	0
mat71	Faro lateral CODIGO 01.07.144 Ámbar	Und	2	0	LFL	0	0
mat72	Stoboles de 5/32 x 1 1/2	Und	2	0	100	0	0
mat73	Alarma de retroceso de 12V	Und	2	0	LFL	0	0
mat74	Cinta aislante 3M 1700	Und	2	0	LFL	0	0
mat75	Tiras led de 12 V	Metros	2	0	5	0	0
mat76	Madera copaiba de 14 cm ancho x 1.4 cm espesor x 1850 m longitud	Und	2	0	LFL	1	0
mat77	Madera copaiba de 14 cm ancho x 1.4 cm espesor x 1700 m longitud	Und	2	0	LFL	1	0
mat78	Autorroscantes #10 x 1"	Und	2	0	LFL	0	0
mat79	Laca transparente anypsa para madera	Gal	2	0	500	0	0
mat80	Lija para fierro #40	Und	2	0	LFL	0	0
mat81	Stickers etral mediano	Und	2	0	50	1	0
mat82	Cinta reflectiva de 2 tramos	Und	2	0	150	0	0
mat83	Cinta reflectiva de 4 tramos	Und	2	0	75	0	0
mat84	Seguros de puerta abierta	Und	2	0	LFL	1	0
mat85	Remaches pop de aluminio de 3/16" X 1/2"	Und	2	0	500	0	0
mat86	Perno de 5/16 x 2 1/2" completos	Und	2	0	100	0	0

**Fuente:** Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Además, se realizó la Lista de Materiales (BOM) la cual se observa a continuación:

**Tabla 23.** Lista de materiales – Componente Base

19-1006	FURGON LISO GALVANIZADO 2T	Ctd Base:	1	Und
comp1	Estructura	Und	1	
comp1	Pre pintado	Und	1	
comp2	Habilitado	Und	1	
comp3	Armado	Und	1	
comp4	Soldadura	Und	1	
comp5	Kit de cierre y bisagras	Und	1	
comp6	Defensas laterales	Und	1	
comp7	Piso	Und	1	
comp8	Forrado de puertas	Und	1	
comp9	Pintura	Und	1	
comp10	Montaje	Und	1	
comp11	Sistema eléctrico	Und	1	
comp12	Accesorios y acabado	Und	1	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24.** Lista de materiales - Componente 1

Comp 1	Estructura	Ctd Base:	1	Unit
mat1	Plancha de 1/8	Und	1	
mat2	Plancha estriada de 3/32	Und	2	
mat3	Plancha de 1.9 mm galvanizada	Und	5	
mat4	Plancha de 1/20 mm galvanizada	Und	2	
mat5	Tubo cuadrado de 1 1/4 x 2 mm	Und	7	
mat6	Tubo rectangular de 2 x 1 x 2 mm	Und	3	
mat7	Tubo rectangular de 60 x 40 x 2 mm	Und	1	
mat8	Tubo redondo 3/4 x 2 LAC	Und	1	
mat9	Perfil Stanley	Und	1	
mat10	Bobina de aluminio pre pintado 1.0 x 1220 -Aluminio Center	Und	14	
mat11	Bobina de aluminio al natural 0.9 x 2.450 -Aluminio Center	Und	3	
mat12	Rollo soldadura mig	Und	0.3	
mat13	Ferroline	Und	0.3	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 25.** Lista de materiales - Componente 2

Comp 2	Prepintado	Ctd Base:	1	Unit
mat14	Base Zincromato ANYPSA X 3	Gal	1	
mat15	Acondicionador de metales preparado	Gal	0.50	
mat16	Thinner acrílico a granel	Gal	1.5	
mat17	Waype de limpieza	Kg	0.25	
mat18	Trapo industrial	Und	3	
mat19	Lijas para fierro # 80	Und	2	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 26.** Lista de materiales - Componente 3

Comp 3	Habilitado	Ctd Base:	1	bat
mat20	Discos de corte de 4 1/2"	Und	1	
mat21	Disco de desbaste 4 1/2"	Und	1	
mat22	Tiza de caldera	Und	0.5	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 27.** Lista de materiales - Componente 4

Comp 4	Armado	Ctd Base:	1	bat
mat23	Disco de corte de 7"	Und	2	
mat22	Tiza de caldera	Und	1	
mat24	Refuerzo frontal tipo 1	Und	2	
mat25	Base de faros laterales código 01.07.144	Und	2	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 28.** Lista de materiales - Componente 5

Comp5	Soldeo	Ctd Base:	1	bat
mat26	Anti spatter spray	Und	1	
mat27	Lunas Transparentes	Und	2	
mat28	Luna oscura # 11	Und	1	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 29.** Lista de materiales - Componente 6

Comp6	Kit de cierre y bisagras	Ctd Base:	1	Und
mat29	BisagrasBP-001 CODIGO -----	Und	4	
mat30	Kit de cierre KC-003	Und	2	
mat31	Perno C. Hex. Zincados de 5/16" X 1 " completos	Und	64	
mat32	Broca cobaltada de 1/4"	Und	1	
mat33	Broca cobaltada de 5/16"	Und	1	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 30.** Lista de materiales - Componente 7

Comp7	Defensas laterales	Ctd Base:	1	Und
mat34	Bajadas tipo 1	Und	8	
mat20	Disco de corte de 4 1/2"	Und	1	
mat21	Disco de desbaste 4 1/2"	Und	1	
mat35	Regatones para tubos de 2"X1"	Und	16	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 31.** Lista de materiales - Componente 8

<b>Comp8</b>	<b>Forrado total de carrocería</b>	<b>Ctd Base:</b>	<b>1</b>	<b>Und</b>
mat23	Disco de corte de 7"	Und	1	
mat36	Remaches pop de aluminio de 3/16" X 1/2"	Und	350	
mat37	Broca cobaltada de 3/16	Und	1	
mat20	Disco de corte de 4 1/2"	Und	1	
mat38	Sellador 3M 560 + 1 boquilla	Und	1	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 32.** Lista de materiales - Componente 9

<b>Comp9</b>	<b>Pintura</b>	<b>Ctd Base:</b>	<b>1</b>	<b>Und</b>
mat14	Base zincromato ANYPSA X 3	Gal	1	
mat39	Base epoxy primer	Gal	1	
mat40	Esmalte gloss anypsa color martillado gris	Gal	1	
mat16	Thinner acrílico a granel	Gal	3	
mat15	Acondicionador de metales preparado	Gal	1	
mat41	Lijas para fierro # 60	Und	2	
mat19	Lijas para fierro # 80	Und	2	
mat42	Lijas al agua # 120	Und	1	
mat43	Lijas al agua # 220	Und	1	
mat44	Cinta mastingtape de 1/2"	Und	2	
mat45	Cinta mastingtape de 3/4"	Und	2	
mat46	Cinta mastingtape de 2"	Und	2	
mat47	Sellador 3M 550 + 1 boquilla	Und	2	
mat18	Trapo industrial	Und	4	
mat17	Waype de limpieza	Kg	0.5	
mat48	Papel molde	Kg	0.25	
mat49	Masilla	Und	0.5	
mat50	Lijas circulares # 120	Und	2	
mat51	Disco cubitrón	Und	1	
mat21	Disco de desbaste 4 1/2"	Und	1	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 33.** Lista de materiales - Componente 10

<b>Comp10</b>	<b>Jebes y montaje de puertas</b>	<b>Ctd Base:</b>	<b>1</b>	<b>Und</b>
mat52	Jebe de hermeticidad de 1 1/4	Und	17.5	
mat53	Autoperforantes #10 x 3/4	Und	140	
mat54	Pegamento 3M	Und	0.5	
mat55	Lija #100	Und	0.5	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 34.** Lista de materiales - Componente 11

<b>Comp11</b>	<b>Montaje</b>	<b>Ctd Base:</b>	<b>1</b>	<b>Und</b>
mat56	Pernos C Hex. Grado 8 DE 1/2" X 2"	Und	10	
mat57	Aran. Plana 1/2"	Und	20	
mat58	Tuerca stop 1/2"	Und	10	
mat20	Disco de corte de 4 1/2"	Und	1	
mat21	Disco de desbaste de 4 1/2"	Und	1	
mat59	Guardafangos tipo 1	Und	2	
mat60	Anclajes	Und	10	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 35.** Lista de materiales - Componente 12

Comp12	Sistema eléctrico	Ctd Base:	1	Und
mat61	Cable automotriz AWG DE #18	Metros	32	
mat62	Manguera corrugada de 1/4" ABIERTA	Metros	25	
mat63	Cintillos de 100 mm	Und	21	
mat64	Cintillos de 200 mm	Und	11	
mat65	Porta fusible aéreo	Und	2	
mat66	Fusibles de uña de 10 A	Und	4	
mat67	Interruptor de tablero de palanca ON/OFF 2 golpes	Und	2	
mat68	Terminal ojo de 1/4" amarillo	Und	2	
mat69	Terminal ojo de 3/16"	Und	10	
mat70	Faro lateral CODIGO 01.07.145 rojo	Und	2	
mat71	Faro lateral CODIGO 01.07.144 ámbar	Und	6	
mat72	Estoboles de 5/32 x 1 1/2	Und	16	
mat73	Alarma de retroceso de 12V	Und	1	
mat74	Cinta aislante 3M 1700	Und	1	
mat75	Tiras led de 12 V	Metros	2	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 36.** Lista de materiales - Componente 13

Comp13	Listones de madera	Ctd Base:	1	Und
mat76	Madera copaiba de 14 cm ancho x 1.4 cm espesor x 1850 m longitud	Und	12	
mat77	Madera copaiba de 14 cm ancho x 1.4 cm espesor x 1700 m longitud	Und	6	
mat78	Autorrocantes #10 x 1"	Und	70	
mat79	Laca transparente anypsa para madera	Gal	0.5	
mat16	Thinner acrílico a granel	Und	0.5	
mat80	Lija para hierro #40	Und	1	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 37.** Lista de materiales - Componente 14

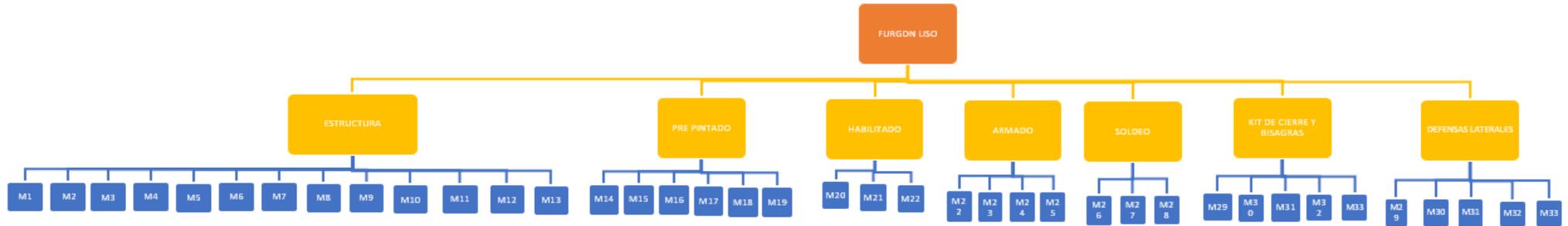
Comp14	Accesorios y acabado	Ctd Base:	1	Und
mat81	Stickers etral mediano	Und	2	
mat82	Cintas reflectivas de 2 tramos	Und	4	
mat83	Cintas reflectivas de 4 tramos	Und	2	
mat84	Seguros de puerta abierta	Und	2	
mat85	Remaches pop de aluminio de 3/16" X 1/2"	Und	18	
mat86	Perno de 5/16 x 2 1/2" completos	Und	3	
mat18	Trapo industrial	Und	2	

Fuente: Elaboración Propia

También, se realizó el Diagrama de Árbol del MRP:

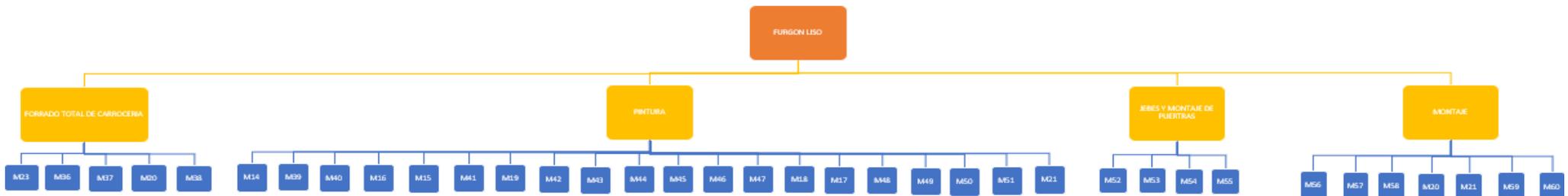
PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Figura 19. Diagrama de Árbol de Nivel de MRP - Parte 1



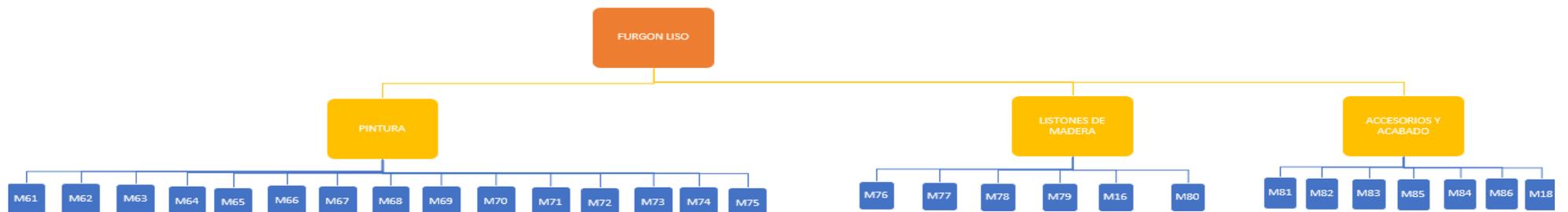
Fuente: Elaboración Propia

Figura 20. Diagrama de Árbol de Nivel de MRP - Parte 2



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21. Diagrama de Arbol de Nivel de MRP - Parte 3



Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Luego del desarrollo del MRP I, se adquiere el Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento, en el cual se obtiene las cantidades de los materiales que serán necesarios para la producción del producto, a continuación, se muestra el cuadro mencionado:

**Tabla 38.** Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 1

Código	Descripción	Unidad de Medida	Semana												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19-1006	FURGON LISO GALVANIZADO 2T	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp1	Estructura	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp2	Pre pintado	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp3	Habilitado	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp4	Armado	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp5	Soldeo	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp6	Kit de cierre y bisagras	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp7	Defensas laterales	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp8	Forrado total de carrocería	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp9	Pintura	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp10	Jebes y montaje de puertas	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp11	Montaje	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp12	Sistema eléctrico	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp13	Listones de madera	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Comp14	Accesorios y acabado	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat1	Plancha de 1/8	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat2	Plancha estriada de 3/32	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat3	Plancha de 1.9 mm galvanizada	Und	0.0	5.0	5.0	5.0	0.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
mat4	Plancha de 1/20 mm galvanizada	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat5	Tubo cuadrado de 1 1/4 x 2 mm	Und	0.0	7.0	7.0	7.0	0.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
mat6	Tubo rectangular de 2 x 1 x 2 mm	Und	0.0	3.0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
mat7	Tubo rectangular de 60 x 40 x 2 mm	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat8	Tubo redondo 3/4 x 2 LAC	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat9	Perfil Stanley	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat10	Bobina de aluminio pre pintado 1.0 x 1220 -Aluminio Center	Und	0.0	14.0	14.0	14.0	0.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
mat11	Bobina de aluminio al natural 0.9 x 2.450 -Aluminio Center	Und	0.0	3.0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 39.** Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 2

Código	Descripción	Unidad de Medida	Semana												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mat12	Rollo soldadura mig	Und	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
mat13	Ferroline	Und	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
mat14	Base Zincromato ANYPSA X 3	Gal	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat15	Acondicionador de metales preparado	Gal	0.0	1.5	1.5	1.5	0.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
mat16	Thinner acrílico a granel	Gal	0.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0
mat17	Waype de limpieza	Kg	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat18	Trapo industrial	Und	0.0	400.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat19	Lijas para fierro # 80	Und	0.0	4.0	4.0	4.0	0.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
mat20	Discos de corte de 4 1/2"	Und	0.0	4.0	4.0	4.0	1.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
mat21	Disco de desbaste 4 1/2"	Und	0.0	4.0	4.0	4.0	1.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
mat22	Tiza de caldera	Und	0.0	1.5	1.5	1.5	0.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
mat23	Disco de corte de 7"	Und	0.0	3.0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
mat24	Refuerzo frontal tipo 1	Und	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0
mat25	Base de faros laterales Código 01.07.144	Und	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0
mat26	Anti spatter spray	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat27	Lunas Transparentes	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat28	Luna oscura # 11	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat29	BisagrasBP-001 CÓDIGO -----	Und	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0
mat30	Kit de cierre KC-003	Und	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0
mat31	Perno C. Hex. Zincados de 5/16" X 1 " completos	Und	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0
mat32	Broca cobaltada de 1/4"	Und	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
mat33	Broca cobaltada de 5/16"	Und	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
mat34	Bajadas tipo 1	Und	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	0.0	8.0	8.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat35	Regatones para tubos de 2"X1"	Und	0.0	24.0	12.0	12.0	0.0	24.0	12.0	12.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat36	Remaches pop de aluminio de 3/16" X 1/2"	Und	0.0	500.0	500.0	500.0	0.0	0.0	500.0	500.0	0.0	500.0	500.0	0.0	500.0
mat37	Broca cobaltada de 3/16	Und	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
mat38	Sellador 3M 560 + 1 boquilla	Und	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat39	Base epoxy primer	Gal	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat40	Esmalte gloss anypsa colormartillado gris	Gal	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 40.** Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 3

Código	Descripción	Unidad de Medida	Semana												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mat41	Lijas para hierro # 60	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat42	Lijas al agua # 120	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat43	Lijas al agua # 220	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat44	Cinta mastingtape de 1/2"	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat45	Cinta mastingtape de 3/4"	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat46	Cinta mastingtape de 2"	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat47	Sellador 3M 550 + 1 boquilla	Und	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat48	Papel molde	Kg	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat49	Masilla	Und	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
mat50	Lijas circulares # 120	Und	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat51	Disco cubitron	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat52	Jebe de hermeticidad de 1 1/4	Und	0.0	20.0	15.0	20.0	0.0	15.0	20.0	15.0	20.0	15.0	20.0	15.0	20.0
mat53	Autoperforantes #10 x 3/4	Und	0.0	500.0	0.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0.0	0.0	500.0	0.0	0.0	500.0
mat54	Pegamento 3M	Und	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0
mat55	Lija #100	Und	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
mat56	Pernos C Hex. Grado 8 DE 1/2" X 2"	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
mat57	Aran. Plana 1/2"	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
mat58	Tuerca stop 1/2"	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
mat59	Guardafangos tipo 1	Und	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
mat60	Anclajes	Und	0.0	10.0	10.0	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
mat61	Cable automotriz AWG DE #18	Metros	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0
mat62	Manguera corrugada de 1/4" ABIERTA	Metros	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
mat63	Cintillos de 100 mm	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
mat69	Terminal ojo de 3/16"	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
mat70	Faro lateral CODIGO 01.07.145 rojo	Und	0.0	10.0	10.0	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
mat71	Faro lateral CODIGO 01.07.144 ambar	Und	0.0	6.0	6.0	6.0	0.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
mat72	Stoboles de 5/32 x 1 1/2	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat73	Alarma de retroceso de 12V	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat74	Cinta aislante 3M 1700	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 41.** Lanzamiento de Ordenes de Aprovisionamiento – Hoja 4

Código	Descripción	Unidad de Medida	Semana													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
mat75	Tiras led de 12 V	Metros	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0
mat76	Madera copaiba de 14 cm ancho x 1.4 cm espesor x 1850 m longitud	Und	12.0	12.0	12.0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0
mat77	Madera copaiba de 14 cm ancho x 1.4 cm espesor x 1700 m longitud	Und	10.0	10.0	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0
mat78	Autorrocantes #10 x 1"	Und	0.0	70.0	70.0	70.0	0.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
mat79	Laca transparente anypsa para madera	Gal	0.0	500.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat80	Lija para fierro #40	Und	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
mat81	Stickers etral mediano	Und	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat82	Cinta reflectiva de 2 tramos	Und	0.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat83	Cinta reflectiva de 4 tramos	Und	0.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat84	Seguros de puerta abierta	Und	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0
mat85	Remaches pop de aluminio de 3/16" X 1/2"	Und	0.0	500.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mat86	Perno de 5/16 x 2 1/2" completos	Und	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración Propia

### **2.3.2.3. Control de calidad:**

Causa raíz 04: Inexistencia de control de calidad en la línea de producción, se propone implementar un Ckeck List u Hoja de Verificación del Producto, para facilitar la identificación de no conformidades, permitiendo cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente.

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Figura 22. Formato de Check List del Producto – Hoja 1

			<b>FORMATO CHECK LIST DEL PRODUCTO</b>			Código: VE-FU-01					
N° CECCO: _____						OPERADOR(ES): _____					
FECHA: _____						Versión: 01					
						Página 1 de 2					
<b>VERIFICACION PRE PINTADO</b>						<b>VERIFICACION DE ACABADOS</b>					
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>			<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>			<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
Superficies limpias(Grasa, etc)						<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Lijado de superficie						Cableado					
Pintura Adherida						Faros laterales					
<b>VERIFICACION FORRADO</b>						Cinta Led					
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>			<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		Faros posteriores					
<b>EXTERIOR</b>						Tablero de control (Interior)					
Forrado sin defectos (Arrugado)						*Neblineros					
*Aplicación de sellante						*Piratas					
<b>INTERIORES</b>						<b>ACCESORIOS, PLACAS Y STICKER</b>					
Soldadura						Abrazaderas o Anclajes					
<b>VERIFICACION PISO</b>						Pegado de cinta reflectiva					
Superficie sin defectos (Globos)						Logo					
<b>VERIFICACION DE PUERTAS</b>						Guardafangos					
Kid de cierre						Regatones en defensas lat.					
Jebes						Porta conos					
						Porta extintores					
						Porta tacos					
						Pintura de acabado					
						Seguro de Puertas Abiertas					
						*Placa de rodaje					
						*Cortaviento					
Responsable: _____						Jefe de operaciones					
DNI: _____						Eder Bazán Cabanillas					

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

Figura 23. Formato de Check List del Producto – Hoja 2

	<h2>FORMATO CHECK LIST DEL PRODUCTO</h2>	Código: VE-FU-01 Versión: 01 Pagina 2 de 2
RESPONSABLE: _____ FECHA: _____		OPERADOR(ES): _____ <span style="color: green; font-size: small;">Tolerancia = +/- 2 mm</span>
<b>MONTAJE DE PLATAFORMA</b>		
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>	<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Ancho		
Largo		
Distancia entre falso chasis		
Distancia entre durmientes		
Soldadura		
Anclajes		
Patas de gallo		
<b>MONTAJE DE ESTRUCTURA LATERAL DERECHA</b>		
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>	<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Altura (Interior)		
Distribución puerta		
Distribución tubos, postes y omega		
Espacio para puerta (Interior)		
Base de faros Laterales		
<b>MONTAJE DE ESTRUCTURA LATERAL IZQUIERDA</b>		
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>	<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Altura (Interior)		
Distribución puerta		
Distribución tubos, postes y omega		
Espacio para puerta (Interior)		
Base de faros Laterales		
<b>MONTAJE ESTRUCTURA POSTERIOR</b>		
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>	<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Ancho (Interior)		
Altura (interior)		
Tapas de poste		
<b>MONTAJE ESTRUCTURA FRONTAL</b>		
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>	<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Distribución tubos, omegs y postes		
Refuerzo frontal		
<b>ESTRUCTURA DE PUERTAS</b>		
<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>	<b>C/NC</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Ancho (Exterior)		
Largo (Exterior)		
Distribución de perfiles		
Responsable: _____ DNI: _____	Jefe de operaciones Eder Bazán Cabanillas	

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.3.2.4. Plan del mantenimiento preventivo:

Causa raíz 01: Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo, se plantea implementarlo, para reducir tiempos en fallas de las máquinas, mejorando su funcionamiento y fiabilidad.

##### - **Implementación del programa de mantenimiento preventivo**

Se inicia con la etapa de diseño del programa para las máquinas eléctricas en planta, además se realiza un listado de todas las maquinas a las que se pretende cuidar con el plan de mantenimiento preventivo.

Asimismo, una vez logrado dicha lista se procederá a realizar un análisis para determinar cuál de las maquinas se debe de priorizar, según múltiples factores.

##### - **Diseño del programa de mantenimiento preventivo**

Se diseña el programa de mantenimiento preventivo según la necesidad de reducir los tiempos perdidos por parada de máquinas. Su aplicación permitirá aumentar la productividad, generando ahorro de los costos que genera.

La implementación permitirá gestionar de una manera más eficaz el mantenimiento de máquinas en planta. Este programa de mantenimiento trae muchos beneficios, pero se necesita la colaboración de todas las áreas.

Los factores que se tiene en cuenta para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo son:

- Inventario de máquinas
- Análisis de prioridad de máquinas.
- Diseño de documentación a utilizar en la implementación del programa de mantenimiento preventivo.
- Documentación de control y seguimiento del programa de mantenimiento preventivo.

##### - **Inventario de máquinas**

Con el inventario de máquinas te ayuda a conocer las características principales de las máquinas e importancia de cada una de ellas, asimismo se adición su ficha técnica de cada máquina inventariada. En el cual observamos a continuación:

**Tabla 42.** Inventario de maquinarias en planta ETRAL SAC

NOMBRE	MARCA	CODIGO DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD	CONDICION
Esmeriladora angular 5"	Dewalt	OPE-MAN-INS1	7	Operativa
Esmeriladora angular 7"	Dewalt	OPE-MAN-INS1	7	Operativa
Taladro percutor 1/2 "(13 mm)	Dewalt	OPE-MAN-INS1	7	Operativa
Atornillador inalámbrico de 1/2 "(13 mm)	Dewalt	OPE-MAN-INS1	2	Operativa
Lijadora orbital de 5"	Dewalt	OPE-MAN-INS1	1	Operativa
Soldadura electrodo	Soldamax Welding	OPE-MAN-INS1	3	Operativa
Soldadura mig	Soldamax Welding	OPE-MAN-INS1	4	Operativa
Taladro de columna	Rexon	OPE-MAN-INS1	1	Operativa
Tronzadora	Dewalt	OPE-MAN-INS1	1	Operativa
Compresora	Meiji	OPE-MAN-INS1	1	Operativa
Corte de plasma	CHD Welding	OPE-MAN-INS1	1	Operativa
Esmeril	Derek Motors	OPE-MAN-INS1	1	Operativa

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Manual de procedimiento**

La creación del manual de procedimiento brinda de manera detallada información sobre los trabajos de mantenimiento preventivo que se van a realizar en las máquinas, con el objetivo de garantizar un funcionamiento óptimo. En el cual observamos a continuación:



**Figura 25.** Portada de instructivo técnico de mantenimiento

<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b> <b>INSTRUCTIVO TECNICO DE</b> <b>MANTENIMIENTO</b>	
	
ITEM	DESCRIPCION
1	LIMPIEZA E INSPECCION GENERAL
2	INSPECCION Y/O CAMBIO DE CARBONES
3	INSPECCION Y LUBRICACION DE ENGRANES
4	INSPECCION DE INTERRUPTOR DE ENCENDIDO
5	INSPECCION Y/O CAMBIO DE RODAMIENTOS
6	PURGA DE TANQUE COLECTOR DE COMPRESORA
7	LIMPIEZA EXTERIOR DE EQUIPO
8	COMPRESORA DE AIRE - TALADRO DE COLUMNA
9	INSPECCION DE FAJA DE TRANSMISION
10	INSPECCION Y SOPLETEO DE FILTROS DE AIRE
11	CAMBIO DE ACEITE EN CABEZAL DE COMPRESORA
12	REPINTADO GENERAL DE EQUIPOS / ESTRUCTURAS
13	LIMPIEZA INTERIOR Y REAJUSTE DE CONEXIONES ELÉCTRICA
14	INSPECCION DE CABLE DE ALIMENTACION, PORTA-ELECTRODO, ANTORCHA, TIERRA Y CONDUCTOS DE GAS
15	INSPECCION Y LUBRICACION DE ENGRANES

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Inventario de repuestos:**

Se creó el inventario para el mantenimiento preventivo. En el cual observamos a continuación:

**Tabla 43.** Inventario de repuestos para máquinas en ETRAL SAC

TALADRO PERCUTOR		AMOLADORA DE 4 1/2"	
ITEM	UNIDAD	ITEM	UNIDAD
Carbón	2	Carbones	2
Rodaje	1	Rodaje 607	1
Chup c/ llave	1	Rodaje 608	1
TRONZADORA		Chupón macho	1
ITEM	UNIDAD	Chupón hembra	1
Carbones	1	Cable vulcanizado #16	5
Disco	1	AMOLADORA DE 7"	
Rodaje chico 629	1	ITEM	UNIDAD
Rodaje grande 6602	1	Carbones	2
COMPRESORA		Rodaje posterior	1
ITEM	UNIDAD	Rodaje intermedio	1
Rodaje	1	Rodaje cabezal	1
TALADRO DE COLUMNA		Chupón macho	1
ITEM	UNIDAD	Chupón hembra	1
Fajas	1	Cable vulcanizado #14	5
Poleas	1	PULIDORA	
TABLERO ELECTRICO		ITEM	UNIDAD
ITEM	UNIDAD	Carbón	1
Chupón hembra	1	Rodaje	1
TALADRO PERCUTOR		ATORNILLADORA	
ITEM	UNIDAD	ITEM	UNIDAD
Antorcha	1	Carbón	1
Tobera	1	Rodaje	1
Punta tobera	1		

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

- Cronograma de mantenimiento preventivo:

Figura 26. Cronograma de mantenimiento preventivo – Hoja 1

ETRAL		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DE LA CALIDAD									
		CÓDIGO: OPE-MAN-MP1-01					REVISION: 0 1		FECHA: 25-05-2019		
CODIGO	PROGRAMACION										
	SEMANA										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
AMO4.1.1	■	■				■			■		■
AMO4.2.1		■	■					■			■
AMO4.2.2	■	■				■			■		■
AMO4.3.1			■	■					■		■
AMO4.3.2		■					■		■		■
AMO4.4.1			■	■					■		■
AMO4.5.1		■						■			■
AMO7.2.1			■					■		■	
AMO7.2.2			■					■		■	
AMO7.3.1		■	■		■						■
AMO7.3.2		■	■					■			■
AMO7.4.1		■	■					■			■
AMO7.5.1	■						■				■
AMO7.5.2		■	■					■			■
TAL2.1		■	■					■			■
TAL2.2			■					■			■
TAL3.1	■	■	■				■		■		■
TAL3.2		■	■					■			■
TAL4.1				■							■
TAL5.1			■								■
TAL6.1	■		■				■		■		■
ATO.3.1				■							■
ATO.6.1		■	■					■			■
PUL.1.1		■		■			■			■	

OBSERVACIONES:  
TAL6.1 CAMBIO DE GUARDACABLE, PUL.1.1 SE CAMBIA EL RODAJE.

ITEM 01 ■ INSPECCION GENERAL	ITEM 04 ■ INS. DE INTERRUPTOR ENC.	ITEM 07 ■ LIM PIEZA EXTERIOR	ITEM 10 ■ INS. Y SOPLETO DE FILTROS AIRE	ITEM 13 ■ LIM. INTERIOR Y REAJUSTE DE CONEX. ELI
ITEM 02 ■ CAMBIO DE CARBONES	ITEM 05 ■ CAMBIO DE RODAMIENTO	ITEM 08 ■ LIM PIEZA INTERIOR Y BARNIZADO	ITEM 11 ■ CAMBIO DE ACEITE EN CABEZAL COM.	ITEM 14 ■ INS. CABLE AL, ANTORCHA Y COND. GAS
ITEM 03 ■ LUBRICACION DE ENGRANES	ITEM 06 ■ PURGA DE TANQUE	ITEM 09 ■ INS. FAJA TRANSMISION	ITEM 12 ■ REPINTADO GENERAL	ITEM 15 ■ INSP. Y LUBRICACION DE ENGRANES

Fuente: Elaboración Propia



### 2.3.2.5. Metodología 5S

Causa raíz 07: Falta orden y limpieza en la línea de producción, se plantea implementar la metodología 5S, para una mejor organización de las herramientas y áreas de trabajo.

**Tabla 44.** Planes de acción de la metodología 5S

ITEM	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Implementación de 5S en el Área de producción.	Para la implementación de las 5S se elabora un cronograma con todas las actividades programadas.
2	Implementación de estructuras.	Fabricar anaqueles o cajas de metal que permitan almacenar ordenadamente las herramientas del personal.
3	Capacitación al personal.	Capacitar al personal sobre los temas relacionados con la implementación de las 5S.

**Fuente:** Elaboración Propia

Esta herramienta requiere del compromiso de todos los colaboradores, ya que es primordial la participación de cada uno de ellos, para poder cumplir el objetivo trazado.

En el siguiente diagrama se muestra el cronograma de implementación del programa 5S, detalla con las actividades que se espera realizar.

**Tabla 45.** Cronograma de implementación del programa 5S

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	DIAS														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
<b>Primera "S": SEIRI</b>															
Capacitación al personal sobre el programa 5 S	X														
Lista de requerimiento necesarios para la implementación	X														
Diseño de tarjeta rojas	X														
Utilización de tarjetas rojas		X													
Diseño de tarjeta rojas		X													
Disgregación de elementos necesarios e innecesarios		X													
Evaluación de desempeño		X													
<b>Segunda "S": SEITON</b>															
Indicaciones para la aplicación de la segunda S			X												
Fabricación de cajas y anaqueles			X	X											
Organizar los elementos necesarios			X	X	X										
Evaluación de desempeño					X										
<b>Tercera "S": SEISO</b>															
Capacitación al personal sobre el manual de limpieza						X									
Limpieza del área de trabajo						X									
Evaluación de desempeño						X									
<b>Cuarta y quinta "S": SEIKETSU Y SHITSUKE</b>															
Desarrollo de normas para conservar lo avanzado							X								
Diseño de formato de inspección de orden y limpieza							X								
Diseño de formato de auditoria							X								
Capacitación del personal sobre todo el programa 5S								X							
Evaluación de desempeño								X							
Inspección de orden y limpieza									X	X	X	X	X	X	X
Auditoria 5S															X

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 28.** Portada del manual de implementación de 5S



**Fuente:** Elaboración Propia

- **Primera “S”: SEIRI**

Retirar de las áreas de trabajo todos los elementos innecesarios para la línea de producción de las unidades, utilizando la técnica de etiqueta roja que consiste en colocar sobre los elementos de menos uso o ningún uso, para luego eliminar los que son innecesarios.

Asimismo, se informará a los colaboradores sobre la implementación de dicha herramienta con el objetivo de generar una expectativa y posteriormente brindar capacitaciones.

**Figura 29.** Área de almacenamiento de autopartes



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 30.** Área de habilitado



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 31.** Área de producción



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 32.** Formato de Tarjeta roja

TARJETA ROJA 5S		
CATEGORIA	1. Maquinaria	4. Materiales
	2. Accesorios y herramientas	5. Producto terminado
	3. Instrumento de medición	6. Equipo de oficina
NOMBRE DEL ARTICULO:		FECHA:
RAZONES	1. No se necesita	5. Excede
	2. No se necesita pronto	6. Obsoleto
	3. Materiales de desperdicio	7. Contaminante
	4. Uso desconocido	8. Otro
METODO DE ELIMINACIÓN	1. Tirar 2.Vender 3. Otros	Desecho completo
	4. Mover areas externas	Firma:
	5. Mover a almacén	Autorizado:

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 46.** Cuadro de lista de objetos innecesarios

**CUADRO DE ORGANIZACIÓN DE MATERIALES**

DESCRIPCION DEL ARTICULO	UBICACION	CANTIDAD	SITUACION				OBSERVACIONES
			UF	UO	UR	UI	
Tubos cuadrados de 2 x 1	Taller	3	3				Retazos de material
Perfiles de defensas laterales	Taller	2	2				Retazos de defensas
Conos	Taller	2			2		Se usa como molde
Manguera	Taller	1		1			
Pernos	Taller	223	223				Se encuentra desordenado.
Llantas	Taller	2				2	Llanta de cliente
Latas	Taller	63		63			
Bidones	Taller	36		36			
Madera	Taller				x		
Cartón	Taller				x		
Plástico	Taller				x		
Olla	Taller	2				2	

SITUACION: UF= Uso Frecuente, UO= Uso Ocasional, UR= Uso Raro, UI=Uso Improbable

**Fuente: Elaboración Propia**

- **Segunda “S”: SEITON**

En el siguiente paso trata de organizar, es importante ya que favorece darle un sitio a cada herramienta o material, para que sea más accesible a la hora de utilizar. La organización cuenta con mesas, cajas y anaqueles que son utilizados de manera ineficiente en el área de producción.

Se reorganizará las mesas, cajas y anaqueles para poner en ellos las herramientas y materiales que son primordiales para las actividades, asimismo mejora la imagen interna de la empresa.

- **Tercera “S”: SEISO**

Siguiendo la metodología, se procedió con el siguiente peldaño que es la limpieza del área de producción, la cual se examina para precisar el estado del área de trabajo, evitando que los equipos y maquinas se deterioren en las actividades desarrolladas en la empresa.

Además, se planificó una capacitación en el que se informó sobre cómo se va a realizar la limpieza, en este caso por equipos de trabajo con el propósito de reducir el tiempo y no se vea afectado los avances en las unidades. Asimismo, se entregó el manual de limpieza la cual servirá de apoyo.

**Figura 33.** Portada de manual de limpieza



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 34.** Después de la aplicación de las 3S – Evidencia 1



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 35.** Después de la aplicación de las 3S – Evidencia 2



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 36.** Después de la aplicación de las 3S – Evidencia 3



**Fuente:** Elaboración Propia

- **Cuarta y quinta “S”: SEIKETSU Y SHITSUKE**

Por último, se procedió a estandarizar y disciplinar, esto permite conservar el trabajo realizado anteriormente, evitando perder todo lo avanzado.

Se inicia realizando una capacitación a los colaboradores involucrados, para tener en cuenta sus ideas, para crear las políticas que regirán en la empresa.

Asimismo, se enfatizó la importancia del compromiso de cada uno de los colaboradores para poder cumplir con lo establecido.

Finalmente, se debe seguir y controlar mensualmente, para revisar e identificar posibles problemas que puedan estar dentro la metodología y tomar las acciones correctivas necesarias para mejorarla.

**Tabla 47.** Formato de inspección de orden y limpieza

<b>CHECKLIST SEMANAL DE 5S</b>				
Área: _____		Líder: _____	Fecha: _____	
N°	Ítem	Criterio de mejoramiento	Si	No
1	Piso	Libre de suciedad		
2	Mesas de trabajo	Limpias y libres de objetos innecesarios		
3	Maquinas, equipos	Limpios, libres de suciedad y fugas		
4	Desperdicios y destajos	Depositadas en el área de desechos		
5	Herramientas	En su lugar apropiado		
6	Autopartes y accesorios	En su lugar apropiado		
7	Materiales	En su lugar apropiado		
8	Extintores	Libres de obstáculos		

Marcar con una "X"

**Fuente:** Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 48.** Formato de auditoria 5S

**FORMATO DE AUDITORIA DE 5S**

Elaborado por: Eduardo Román Villacorta

Fecha:

Firma:

Elemento 5S	Pregunta		Seguridad	Área de Trabajo	Máquinas	Herramientas	Inventarios, Componentes y Artículos varios	Resultados
	Si = 4 Puntos	No = 0 Puntos						
Seleccionar	¿Se ha removido todos los artículos innecesarios del área?		SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
	Comentario/ Acciones correctivas							
Ordenar	¿Están todos los artículos necesarios propiamente almacenados?		SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
	Comentario/ Acciones correctivas							
Limpiar	¿Están las áreas limpias y funcionando bien?		SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
	Comentario/ Acciones correctivas							
Estandarizar	¿Se ha establecido alguna herramienta para mantener las primeras 3S?		SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
	Comentario/ Acciones correctivas							
Sostener	¿Se está manteniendo las primeras 4S?		SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
	Comentario/ Acciones correctivas							

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4. Evaluación Económica

### 2.4.1. Inversión de la propuesta

Para poder aplicar cada herramienta propuesta se requiere de un presupuesto. A continuación, se mostrará el presupuesto de cada herramienta de mejora con el objetivo de reducir los costos operativos.

#### 2.4.1.1. Inversión de la propuesta de estudio de tiempos y MRP

**Tabla 49.** Inversión de personal para la propuesta de estudio de tiempos y MRP

MRP Y ESTUDIO DE TIEMPOS		
DESCRIPCIÓN		
Contratación	Cantidad	Remuneración (S/. - Mes)
Ingeniero industrial	1	S/. 3,500.00
<b>TOTAL (S./MES)</b>		S/. 3,500.00
<b>TOTAL (S./AÑO)</b>		<b>S/. 42,000.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 50.** Inversión de activos para la propuesta de estandarización y MRP

Compras	Cantidad	Costo (S/.)	Vida Útil (AÑOS)	Depreciación (S/.)
Laptop HP: Intel Core I3, 4GB Ram, Disco 1T	1	S/. 1,800.0	3	S/. 50.00
Impresora Multifuncional Ink Tank 410	1	S/. 500.0	3	S/. 13.89
Escritorio de melamine 1.10x0.60m, con cajones	1	S/. 465.0	5	S/. 7.75
Cronometro digital	1	S/. 35.0	3	S/. 0.97
Pizarra acrílica	1	S/. 250.0	5	S/. 4.17
Silla de escritorio gerencial con ruedas/ Negro	1	S/. 77.0	5	S/. 1.28
<b>TOTAL (S/.)</b>		S/. 3,127		S/. 78.06
<b>REINVERSIÓN</b>		<b>TOTAL SOLES AL MES- AÑO</b>		
Reinversión (4 AÑOS)	<b>S/. 2,300.00</b>	TOTAL (S/. - MES)	<b>S/. 78.06</b>	
Reinversión (8AÑOS)	<b>S/. 827.00</b>	TOTAL (S/. -AÑO)	<b>S/. 936.73</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 51.** Inversión de materiales para la propuesta de estandarización y MRP

<b>IMPLEMENTACION</b>			
<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Tinta	1	S/. 35.0	S/. 35.0
Papel Bond	50	S/. 0.1	S/. 5.0
Utensilios de Escritorio (Lapiceros, lápiz, etc)	20	S/. 0.5	S/. 10.0
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 50.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 2.4.1.2. Inversión de la propuesta de control de calidad

**Tabla 52.** Inversión de materiales para la propuesta de control de calidad

<b>IMPLEMENTACION</b>			
<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Papel Bond	100	S/. 0.1	S/. 10.0
TINTA	1	S/.35.0	S/. 35.0
Utensilios de Escritorio (Lapiceros, lápiz, etc)	1	S/.10.0	S/. 10.0
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 55.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 2.4.1.3. Inversión de la propuesta de mantenimiento preventivo

**Tabla 53.** Inversión de materiales para la propuesta de mantenimiento preventivo

<b>IMPLEMENTACION</b>			
<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Papel Bond	50	S/. 0.1	S/. 5.0
TINTA	1	S/. 35.0	S/. 35.0
Utensilios de Escritorio (Lapiceros, l+B41apiz, etc).	1	S/. 10.0	S/. 10.0
barniz industrial Tipo H - al aire	1	S/. 85.0	S/. 85.0
Disolvente SS-25	1	S/. 85.0	S/. 85.0
Desarmador Plano	1	S/. 5.0	S/. 5.0
Desarmador Estrella	1	S/. 5.0	S/. 5.0
llaves Alen	1	S/. 29.0	S/. 29.0
llaves Thor	1	S/. 34.0	S/. 34.0
Grasa SKFK LGWG 2/0.9	1	S/. 55.0	S/. 55.0
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 118.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 54.** Inversión de personal para la propuesta de mantenimiento preventivo

HORAS – HOMBRE						
ITEM	OPERACIÓN	UNIDAD	UNID. NECESARIAS	CANT. DE ITEMS	PRECIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Amoladora angular Ø4.1/2" - Ø5"	Limpieza e inspección genera, cambio de carbones, lubricación de engranes, inspección de interruptor de encendido, cambio de carbones.	H-H	2.08	9	S/. 8.17	S/. 1,838.25
Amoladora angular Ø7" - Ø9"	Limpieza e inspección genera, cambio de carbones, lubricación de engranes, inspección de interruptor de encendido, cambio de carbones.	H-H	1.75	5	S/. 8.17	S/. 857.85
Atornillador - Taladro percutor	Limpieza e inspección genera, cambio de carbones, lubricación de engranes, inspección de interruptor de encendido, cambio de carbones.	H-H	1.75	6	S/. 8.17	S/. 1,029.42
Pulidora angular	Limpieza e inspección genera, cambio de carbones, lubricación de engranes, inspección de interruptor de encendido, cambio de carbones.	H-H	0.58	1	S/. 8.17	S/. 57.14
Máquina de soldar con amplificador de corriente (GMAW) y transformador (SMAW)	Limpieza interior, inspección de conductores y manguera, reajuste de borneras internas y pintado de coche	H-H	1.5	7	S/. 8.17	S/. 1,029.42
Tablero eléctrico	Limpieza, reajuste de conexiones eléctricas, inspección de conductores y tomas eléctricas	H-H	0.17	10	S/. 8.17	S/. 163.40
Taladro de columna	Limpieza de moto eléctrico (externo e interno), inspección de faja de transmisión, conductores, tomas eléctricas, limpieza y engrase de mesa y mecanismo.	H-H	2.33	1	S/. 8.17	S/. 228.76
Tronzadora	Limpieza e inspección genera, cambio de carbones, lubricación de engranes, inspección de interruptor de encendido, cambio de carbones.	H-H	1.42	1	S/. 8.17	S/. 138.89
Compresora de aire	Purga de tanque, limpieza de motor, inspección de faja de transmisión, limpieza de cabezal, inspección y rellenado de aceite, pintado de equipo	H-H	2.46	1	S/. 8.17	S/. 241.02
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 5,584.15</b>

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 55.** Inversión de repuestos para la propuesta de mantenimiento preventivo – Hoja 1

REPUESTOS		TOTAL	1,992.90
<b>AMOLADORA DE 4 1/2"</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Carbones	2	S/. 23.00	S/. 46.00
Rodaje 607	1	S/. 5.00	S/. 15.00
Rodaje 608	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Chupón macho	1	S/. 18.00	S/. 18.00
Chupón hembra	1	S/. 22.00	S/. 22.00
Cable vulcanizado #16	5	S/. 3.80	S/. 19.00
TOTAL			S/. 135.00
<b>AMOLADORA DE 7"</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Carbones	2	S/. 25.00	S/. 50.00
Rodaje posterior	1	S/. 5.00	S/. 15.00
Rodaje intermedio	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Rodaje cabezal	1	S/. 23.00	S/. 23.00
Chupón macho	1	S/. 8.00	S/. 18.00
Chupón hembra	1	S/. 22.00	S/. 22.00
Cable vulcanizado #14	5	S/. 4.90	S/. 24.50
TOTAL			S/. 172.50
<b>PULIDORA</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Carbón	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Rodaje	1	S/. 15.00	S/. 15.00
TOTAL			S/. 40.00
<b>ATORNILLADORA</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Carbón	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Rodaje	1	S/. 15.00	S/. 15.00
TOTAL			S/. 40.00
<b>TALADRO PERCUTOR</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Carbón	2	S/. 25.00	S/. 50.00
Rodaje	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Chup c/ llave	1	S/. 45.00	S/. 45.00
TOTAL			S/. 110.00
<b>TRONZADORA</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Carbones	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Disco	1	S/. 560.00	S/. 60.00
Rodaje chico 629	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Rodaje grande 6602	1	S/. 20.00	S/. 20.00
TOTAL			S/. 625.00
<b>COMPRESORA</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Rodaje	1	S/. 80.00	S/. 80.00
TOTAL			S/. 80.00
<b>TALADRO DE COLUMNA</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
Fajas	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Poleas	1	S/. 0.00	S/. 40.00
TOTAL			S/. 70.00
<b>TABLERO ELECTRICO</b>			
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)
chupón hembra	1	S/. 22.00	S/. 22.00
TOTAL			S/. 22.00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 56.** Inversión de repuestos para la propuesta de mantenimiento preventivo – Hoja2

TALADRO PERCUTOR				
ITEM	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (S/.)	
Antorcha	1	S/. 653.40	S/.	653.40
Tobera	1	S/. 5.00	S/.	5.00
Punta tobera	1	S/. 20.00	S/.	20.00
TOTAL				S/. 698.40

### 2.4.2. Beneficio de la propuesta

Los beneficios de las propuestas de mejora se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 57.** Beneficio de las herramientas propuestas

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA DE MEJORA	PERDIDA ACTUAL	PERDIDA LUEGO DE LA PROPUESTA	BENEFICIO
Cr2	Falta de estandarización.	Estudio de tiempos: DOP, Tiempos estándar	S/6,035.40	S/0.00	S/. 54,362.81
Cr3	Inexistencia de planificación y programación de la producción.	MRP	S/19,594.90	S/1,959.49	
Cr4	Inexistencia de controles de calidad.	Control de calidad	S/7,999.58	S/799.96	
Cr1	No existe un plan de mantenimiento preventivo.	Mantenimiento preventivo	S/20,305.56	S/1,223.61	
Cr7	Inexistencia de un programa de orden y limpieza	5 S	S/4,811.37	S/400.95	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.3. Evaluación económica

Se realiza el flujo de caja proyectado a 5 años de la propuesta de implementación. Se tiene en cuenta que en el presente año se hará la inversión y se percibirán los ingresos y egresos que originan la propuesta.

Asimismo, a través de indicadores económicos (VAN, TIR, PRI y B/C), se ha podido calcular la rentabilidad de la propuesta, teniendo en cuenta un costo de oportunidad del 20%.

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 58.** Estado de resultados y flujo de caja

Inversión total	<b>S/. 10,998.05</b>
(Costo oportunidad) COK principal constante	<b>20%</b>

ESTADO DE RESULTADOS						
AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 54,362.8	S/. 57,080.9	S/. 59,935.0	S/. 62,931.7	S/. 66,078.3
Costos operativos		S/. 42,000.0	S/. 44,100.0	S/. 46,305.0	S/. 48,620.3	S/. 51,051.3
Depreciación activos		S/. 936.7				
GAV		S/. 4,200.0	S/. 4,410.0	S/. 4,630.5	S/. 4,862.0	S/. 5,105.1
Utilidad antes de impuestos		S/. 7,226.1	S/. 7,634.2	S/. 8,062.8	S/. 8,512.7	S/. 8,985.2
Impuestos		S/. 2,167.8	S/. 2,290.3	S/. 2,418.8	S/. 2,553.8	S/. 2,695.6
Utilidad después de impuestos		<b>S/. 5,058.3</b>	<b>S/. 5,343.9</b>	<b>S/. 5,643.9</b>	<b>S/. 5,958.9</b>	<b>S/. 6,289.6</b>

FLUJO DE CAJA						
AÑO	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/. 5,058.25	S/. 5,343.95	S/. 5,643.93	S/. 5,958.91	S/. 6,289.65
Depreciación		S/. 936.73				
Inversión	S/. -10,998.05				S/. 5,229.00	
	<b>S/. -10,998.05</b>	<b>S/. 5,994.98</b>	<b>S/. 6,280.68</b>	<b>S/. 6,580.67</b>	<b>S/. 1,666.65</b>	<b>S/. 7,226.38</b>

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Tabla 59.** Indicadores Económicos (VAN, TIR y PRI)

AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>Flujo Neto de Efectivo</b>	S/. -10,998.05	S/. 5,994.98	S/. 6,280.68	S/. 6,580.67	S/. 1,666.65	S/. 7,226.38

<b>VAN</b>	S/. 5,875.48
<b>TIR</b>	43.72%
<b>PRI</b>	3.3 años

**Fuente:** Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos en la tabla 51, se logra una ganancia actual con valor neto de S/. 5,875.48 y una tasa interna de retorno de 43.72%, además el periodo de recuperación de la inversión es de 3.3 años aproximadamente.

**Tabla 60.** Indicadores económicos (B/C)

AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>Ingresos</b>		S/. 54,362.81	S/. 57,080.95	S/. 59,934.99	S/. 62,931.74	S/. 66,078.33
<b>Egresos</b>		S/. 48,367.82	S/. 50,800.26	S/. 53,354.33	S/. 56,036.10	S/. 58,851.95

<b>VAN Ingresos</b>	S/. 176,530.91
<b>VAN Egresos</b>	S/. 157,135.69

<b>B/C</b>	S/. 1.1
------------	---------

**Fuente:** Elaboración Propia

Según la tabla anterior, el análisis de Costo – Beneficio es de S/. 1.1, lo que se interpreta que por cada sol invertido la empresa gana S/. 0.1.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

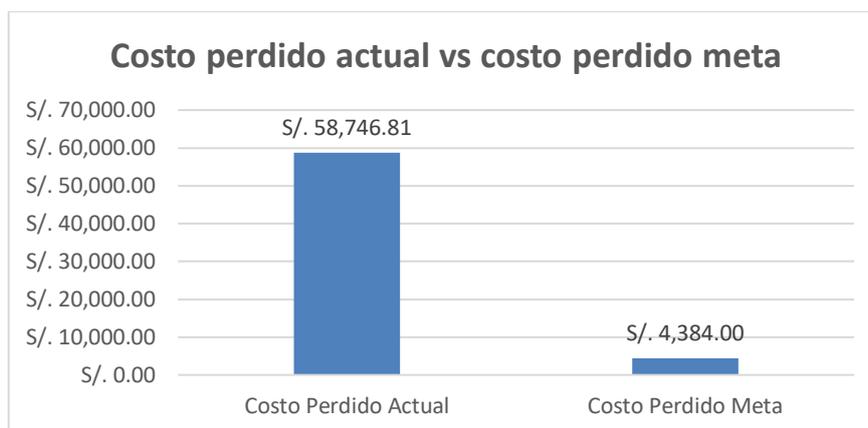
Se determina que en el área de producción se tiene un beneficio de S/. 54,362.81 soles, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 61.** Resultados del costo perdido actual y costo perdido meta

Área	Costo Perdido Actual	Costo Perdido Meta	Beneficio
Producción	S/. 58,746.81	S/. 4,384.00	S/. 54,362.81
TOTAL	S/. 63,130.81		

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 37.** Costo perdido vs costo después de la propuesta



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se muestran gráficas para mostrar los costos perdidos antes y después de las propuestas de implementación.

**Figura 38.** Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del estudio de tiempos



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 39.** Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del MPR



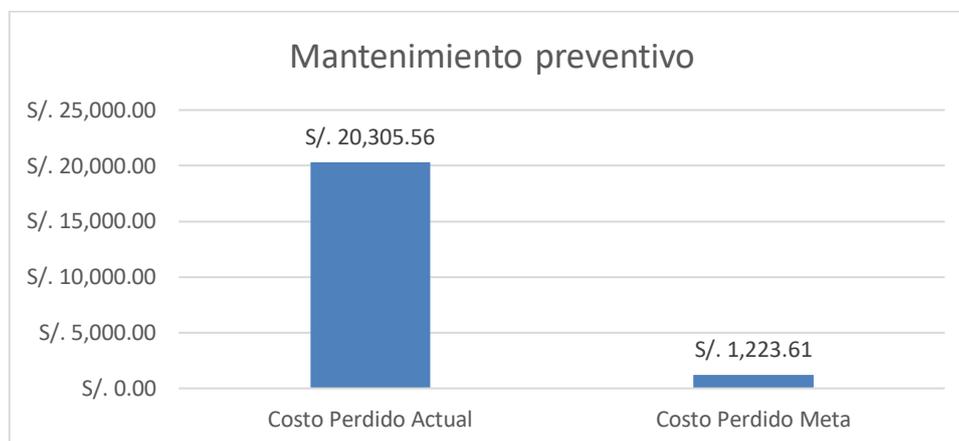
**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 40.** Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del control de calidad



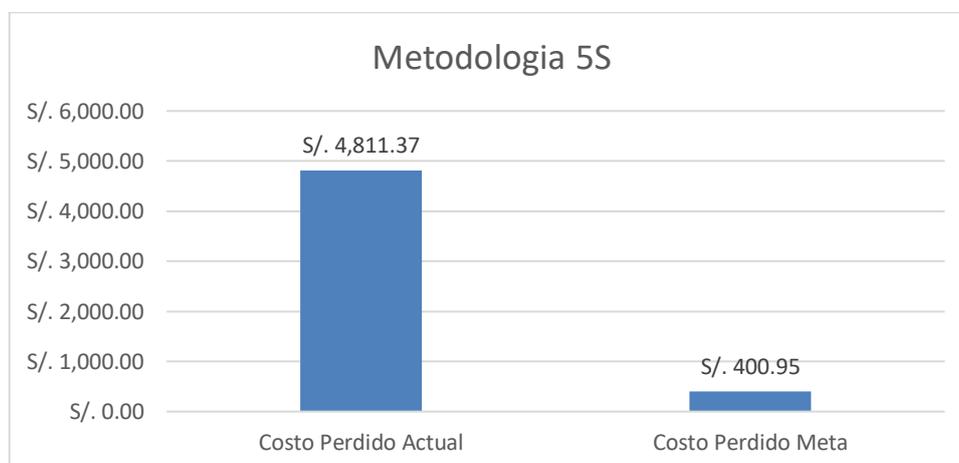
**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 41.** Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo del plan de mantenimiento



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 42.** Comparación de los costos perdidos antes y después del desarrollo de la metodología 5S

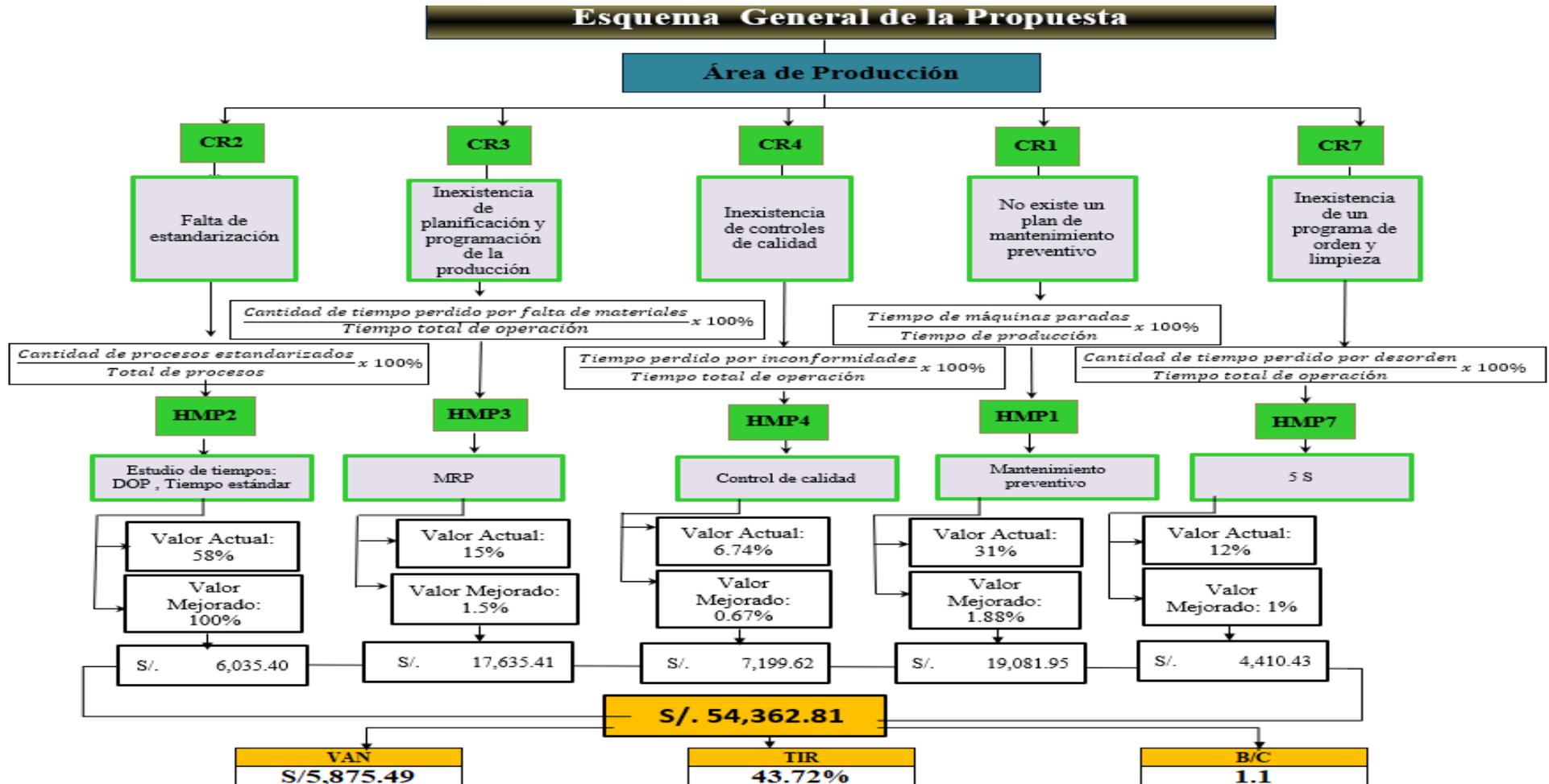


**Fuente:** Elaboración Propia

Como se puede observar existe una disminución de los costos perdidos y que las propuestas de implementación que son: Estudio de tiempos, MRP, control de calidad, plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S, son muy beneficiosos para la empresa.

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

**Figura 43.** Esquema general de la propuesta de mejora



Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Después de aplicar la presente investigación y propuestas de mejoras para reducir los costos operativos en la empresa ETRAL S.A.C., se consiguió demostrar el cumplimiento de los objetivos y se ratifica la hipótesis de investigación, ya que concuerda con los resultados logrados en el área de producción. Asimismo, se obtiene reducción del tiempo del proceso de 120 horas a 116 horas, disminuyendo en un 3% del tiempo de proceso, los resultados concuerdan con el marco teórico; pues de acuerdo con Medina, R. (2017) mediante un análisis de la situación de la empresa, se determinó los problemas y plantea herramientas parecidas a las implementadas en esta investigación, permitiendo reducir los tiempos de proceso de 612 horas a 472 horas, disminuyendo en un 23% del tiempo de proceso. Además, según Bocanegra, J. & Gutiérrez L. (2017) quien afirma que con la propuesta del MRP y el control de calidad se logra recuperar S/. 1,798.40 y S/. 1,782.88 respectivamente, lo que representa una recuperación del 90% y el 100% de la pérdida por concepto de rotura de stock y no conformidades. Así también, en este proyecto de investigación se implementó la propuesta del MRP logrando recuperar S/. 17,635.41 que representa una recuperación del 90% y la propuesta de control de calidad logrando recuperar S/. 7,199.62 que representa una recuperación del 89.99%, corroborando lo beneficioso que es para la organización; así como Reyes, E. (2017) que consigue un ahorro de S/. 30,732 donde resalta la importancia del plan de mantenimiento preventivo, puesto que reduce los tiempos de parada de máquinas, pues los mismos resultados se obtiene en la presente tesis con un ahorro de S/. 19,081.95. Por último, según Fernández, P. (2019) en su tesis planteó aplicar la metodología 5S para mejorar la organización, limpieza, estandarización y orden en el área de producción, mejorando la productividad. Así también, aplicando la misma metodología en esta investigación se obtuvo un beneficio de S/. 4,410.43 para la empresa.

## 4.2 Conclusiones

- Se logró determinar que la propuesta de mejora reduce los costos operativos de la línea de producción de furgones lisos de 2 toneladas en la empresa ETRAL S.A.C.
- Se realizó un análisis y diagnóstico de la fabricación en la línea de producción de los furgones liso de 2 toneladas, determinando un alto costo operativo total de S/.58,746.81
- Se logró identificar los principales problemas y fallas en la línea de producción de los furgones lisos de 2 toneladas.
- Se logró desarrollar las herramientas y metodologías que ayudan a reducir las pérdidas, las cuales son: Estudio de tiempos, MRP, control de calidad, mantenimiento preventivo y 5S. Se logró pasar de un costo perdido de S/.58,746.81 a S/.4,384 generando un ahorro del 93%
- Se realizó la evaluación económica como financiera de la propuesta de mejora, a través de indicadores como VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/. 5,875.48, 43.72% y 1.1 respectivamente. Por consiguiente, se concluye que la inversión si es viable para emplear en la empresa.

## REFERENCIAS

- Posada, C. (15 de abril del 2019). Metalmecánica es clave para el desarrollo. Recuperado de: [https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf)
- Agencia Peruana de Noticias (6 de enero del 2019). Industria metalmecánica peruana creció 10.2% entre enero y octubre 2018. América Economía. Recuperado de: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/industria-metalmeccanica-peruana-crecio-102-entre-enero-y-octubre-2018>
- Cosavalente, Miranda & Rumiche (2018). Síntesis de actividad económica diciembre 2018. Recuperado de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/2018/sintesis-la-libertad-12-2018.pdf>
- El Comercio Perú (06 de enero del 2019). SIN: Industria metalmecánica creció 10,2% a octubre 2018. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/economia/sni-industria-metalmeccanica-crecio-10-2-octubre-2018-noticia-nndc-594625-noticia/>
- Quispe, C. (2018). Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas lean manufacturing en carrocería Los Andes. Recuperado de: [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28070/1/Tesis\\_t1414id.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28070/1/Tesis_t1414id.pdf)
- Pinda, P. (2018). Sistema de gestión de calidad en base a la norma ISO 9001:2015 para la empresa carrocerías Copsa. Recuperado de: [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28019/1/Tesis\\_t1405id.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28019/1/Tesis_t1405id.pdf)
- Medina, R. (2017). Estandarización de los procesos de producción, basado en la metodología lean manufacturing para la fabricación de cisternas, en la empresa Remolques Tramontana S.A.C. Recuperado de: <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/285/Roxana%20Caroley%20Medina%20Calero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Romero, H. & Crisostomo, J. (2018). Propuesta de aplicación de las 5S para mejorar los procesos en el área de producción de la empresa Multisacos Quiñonez E.I.R.L. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14465/Henry%20John%20Romero%20Soto%20-%20Jackelyn%20Crisostomo%20Polo%20%28Tesis%20parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bocanegra, J. & Gutiérrez L. (2017). Propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad para reducir los costos operativos en la línea de producción de cisternas de 9000 galones de la empresa Consermet S.A.C. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13108/Bocanegra%20Salazar%2c%20Jean%20Carlos%20-%20Guti%3%a9rrez%20Salazar%2c%20Luis%20Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar, K. (2019). Propuesta de mejora de métodos de trabajo en el área de acabado, para incrementar la productividad de la empresa carrocera Metalbus S.A. Trujillo. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21869/Paucar%20Vasquez%20Kenyi%20Jhonatan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández J. & Vizán A. (2013). Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Recuperado de: <http://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/Lean-Manufacturing.pdf>
- Anaya J. (2007). Logística integral: La gestión operativa de la empresa. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=a4Tq\\_7Pmc04C&pg=PA6&dq=concepto+de+mrp&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjRovCcqsboAhWDmOAKHeF8DA8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=concepto%20de%20mrp&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=a4Tq_7Pmc04C&pg=PA6&dq=concepto+de+mrp&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjRovCcqsboAhWDmOAKHeF8DA8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=concepto%20de%20mrp&f=false)
- Gómez F. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=bOrFC3532MEC&pg=PA25&dq=tipos+de+mantenimiento+industrial&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiA4rrkINDoAhUsnOAKHTzDCGsQ6AEIMDAB#v=onepage&q=tipos%20de%20mantenimiento%20industrial&f=false>

- Jiménez, R. (2013). Organización y gestión integral de mantenimiento. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=PUovBdLi-oMC&printsec=frontcover&dq=concepto+de+programa+de+mantenimiento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjP79elpNXoAhVRTd8KHcGoCIM4ChDoAQhSMAU#v=onepage&q&f=false>
- Bravo R. (1989). Administración del mantenimiento industrial. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=KZHWH8mzUngC&printsec=frontcover&dq=concepto+de+programa+del+mantenimiento+preventivo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjg6\\_ysqdXoAhWtl-AKHa\\_AAPU4PBDoAQhUMAU#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=KZHWH8mzUngC&printsec=frontcover&dq=concepto+de+programa+del+mantenimiento+preventivo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjg6_ysqdXoAhWtl-AKHa_AAPU4PBDoAQhUMAU#v=onepage&q&f=false)
- Cuatrecasas L. (2012). Gestión de la calidad total. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=W\\_kh5TLr7uAC&printsec=frontcover&dq=concepto+de+programa+del+mantenimiento+preventivo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiTpLTeqNXoAhUxU98KHTkyBo04MhDoAQhbMAc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=W_kh5TLr7uAC&printsec=frontcover&dq=concepto+de+programa+del+mantenimiento+preventivo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiTpLTeqNXoAhUxU98KHTkyBo04MhDoAQhbMAc#v=onepage&q&f=false)
- López, Alarcón & Rocha (2014). Estudio de trabajo: Una nueva visión. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=stnhBAAQBAJ&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=stnhBAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Quesada & Villa (2007). Estudio de tiempos y movimientos: Para la manufactura ágil. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=cr3WTuK8mn0C&pg=PA1&dq=estudio+de+tiempos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwikLSrxdfoAhXtYN8KHcNFD5YQ6AEIJzAA#v=onepage&q=estudio%20de%20tiempos&f=false>
- García R. (2005). Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo. Recuperado de: [https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo\\_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw\\_hill.pdf](https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf)

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FURGONES LISOS DE 2 TONELADAS EN LA EMPRESA ETRAL S.A.C.

- Guajardo E. (2003). Administración de la calidad total. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=9zYyYc6i9JwC&pg=PA153&dq=hoja+de+verificacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjwq8201OboAhWGKLkGHWNXAZMQ6AEIJzAA#v=onepage&q=hoja%20de%20verificacion&f=false>

## ANEXOS

**Figura 44.** Furgón liso de 2 toneladas – Parte lateral izquierdo



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 45.** Furgón liso de 2 toneladas –Parte Lateral derecho



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 46.** Furgón liso de 2 toneladas – Parte posterior



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 47.** Furgón liso de 2 toneladas - Interior



**Fuente:** Elaboración Propia