



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL AREA DE PRODUCCION DEL FURGON TIPO ACANALADO DE 5 TN PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERACIONALES EN LA EMPRESA METALMECANICA ETRAL S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autora:

Katty Sheila Narcizo Felipe

Asesor:

Dr. Miguel Ángel Rodríguez Alza

Trujillo – Perú

2021

DEDICATORIA

*A Dios por mantenerme con salud en estas
circunstancias que vivimos.*

*A mis abuelos paternos que están en el cielo en
especial a ti papito Juan este logro es tuyo y a mis
padres:*

*Por el amor que me brindan día a día, y que hicieron
posible que pueda lograr mis sueños.*

*A mi esposo Juan Julio por ser quien me impulsa a
luchar por todo lo que me propongo y a mi hija Mía
Antonella por ser mi mayor motivación.*

EPÍGRAFE

“La perfección no se alcanza cuando no hay nada que añadir, sino cuando no queda nada que quitar”

(Antoine de Saint, Exupéry)

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Miguel Ángel Rodríguez, por su tiempo y dedicación durante todo el trascurso de desarrollo de la Tesis.

LISTA DE ABREVIACIONES

- **B/C:** Relación beneficio costo
- **COK:** Costo de oportunidad
- **CRP:** Planeación de requerimiento de capacidad
- **CT:** Costo total
- **DRP:** Planeación de requerimiento de distribución
- **FT:** Formato
- **MP:** Materia Prima
- **MRP:** Plan de requerimiento de materiales
- **PMP:** Plan maestro de producción
- **PRI:** Periodo de retorno de inversión
- **PT:** Producto terminado

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción utilizando herramientas de Ingeniería Industrial, con el supuesto de que la correcta y adecuada aplicación de estas disminuirá los altos costos operacionales en la empresa metalmecánica ETRAL SAC.

Se observó y se documentó información durante la mitad del proyecto se realizó un diagrama de Ishikawa por cada área, de los problemas que se mencionaron se encuestaron a 14 trabajadores; del puntaje extraído de la encuesta se trasladó a una matriz de priorización, y luego a un diagrama Pareto, para obtener el diagnóstico del proyecto. Este diagnóstico mostró que el 80% de los costos surgen a partir de la falta de manual de organización y funciones, falta de distribución en las áreas de trabajo, falta de procesos de producción estandarizados, inexistencia de un plan de mantenimiento, falta de un plan de renovación de Maquinas.

En el cual se realizó una matriz de priorización para evaluar los VA con los VM. Se desarrolló la herramienta del sistema MRP II acompañado de un DAP, manuales y procedimientos para así tener una mejor gestión de requerimientos de materiales para la producción de furgones, logrando de esta manera beneficios económicos, siendo antes del desarrollo de la herramienta el costo perdido de S/. 95.821.24 soles anuales y con la propuesta es de S/. 16.507 soles logrando un ahorro de S/. 79,314.24 soles al año. Se evaluó la propuesta de implementación a través del VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/. 44076.41, 47.60% y 1.8 para cada indicador respectivamente. Lo cual se concluye que esta propuesta es factible y rentable para la empresa de Transportes Etral SAC.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	4
LISTA DE ABREVIACIONES	5
RESUMEN.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
PRESENTACION	12
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Descripción del problema de investigación.....	14
1.2. Formulación del problema.	25
1.3. Delimitación de la investigación	25
1.4. Objetivos.....	25
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	25
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	25
CAPITULO II. METODOLOGIA	28
2.1. Tipo de investigación.....	28
2.1.1. <i>Según el propósito</i>	28
2.1.2. <i>Según la naturaleza de datos</i>	28
2.2. Hipótesis	28
2.3. Variables	28
2.3.1. Operacionalización de Variables	29
2.4. Diseño de la investigación.....	30
2.4.1. <i>Unidad de estudio</i>	30
2.4.2. <i>Población</i>	30
2.4.3. <i>Muestra</i>	30
2.4.4. <i>Diseño de contrastación</i>	30
2.5. Antecedentes de la investigación.....	31
A. Internacional	31
B. Nacional	32
C. Local	34
2.6. Base teórica	35
2.6.1. <i>Metodologías</i>	35
2.6.2. <i>Variables</i>	46

2.7.	Definición de términos.....	57
2.8.	Aspectos Éticos	61
CAPITULO III. RESULTADOS		62
3.1.	Descripción general de la empresa.....	62
3.1.1.	<i>Descripción de la empresa.</i>	62
3.1.2.	<i>Análisis FODA de la empresa</i>	63
3.1.3.	<i>Organigrama de la empresa.</i>	64
3.1.4.	<i>Ubicación de la empresa</i>	64
3.1.5.	<i>Número de trabajadores</i>	64
3.1.6.	<i>Clientes</i>	65
3.1.7.	<i>Proveedores.</i>	66
3.1.8.	Principales productos de la empresa.	67
3.2.	Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.....	70
3.2.1.	<i>Área Producción.</i>	70
3.3.	Descripción de flujo detallado de operaciones en la empresa metalmecánica ETRAL SAC.....	72
3.4.	Descripción detallada de procesos de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.	74
a.	<i>Área de corte</i>	74
b.	<i>Área de dobléz</i>	74
c.	<i>Área anticorrosiva.....</i>	75
d.	<i>Área de armado</i>	75
e.	<i>Área de forrado</i>	76
f.	<i>Área de pintado</i>	77
g.	<i>Proceso detallado de accesorios</i>	78
h.	<i>Proceso detallado de sistema eléctrico:</i>	78
3.5.	Identificación de problema y causas.	79
3.6.	Identificación de los indicadores.	80
3.8.	Desarrollo de la matriz de indicadores de variables:	83
3.9.	Propuestas	83
3.9.1.	<i>Herramientas de producción</i>	83
3.10.	Inversión de la propuesta.....	106
3.10.1.	<i>Inversión para la propuesta del Sistema MRP II</i>	106
3.10.2.	<i>Inversión para el plan de mantenimiento</i>	107
3.11.	Beneficio de la propuesta.	109

3.12. Evaluación económica.	109
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	114
4.1. Discusión	114
En esta tesis se evidencia que con la implementación del MRP II, incrementa la productividad del área y además se lleva un control del stock de materiales, se reducen claramente los tiempos muertos y las horas de demora. Sin embargo (Loor, 2015) nos indica que con la obtención de un MRP la empresa Metalcar c.a. empezó a producir con mayor eficiencia, reduciendo tiempos muertos, ha minimizado los reproceso y sobre todo ayudo a que otras áreas tengan un mayor control de los productos y materiales que se necesitan para el ensamblado de un producto.....	114
4.2. Conclusiones	117
REFERENCIAS	118
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción mundial de vehículos por País, 2016 -2017.....	16
Tabla 2 Resumen de realidad problemática del área de producción.....	24
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	29
Tabla 4 Clasificación de costos y gastos.....	56
Tabla 5 Número de trabajadores.....	65
Tabla 6 Productos ofrecidos por la empresa ETRAL SAC.	67
Tabla 7 Causas Raíz del área de estudio de acuerdo a su nivel de influencia.	79
Tabla 8 Indicadores de las causas raíces.	81
Tabla 9 Matriz de Indicadores.	82
Tabla 10 Falta de manual de organización y funciones	86
Tabla 11 Falta de distribución en las áreas de trabajo.	87
Tabla 12 Falta de procesos de producción estandarizados	87
Tabla 13 Falta de procesos estandarizados.....	88
Tabla 14 Programa de Producción Mensual	89
Tabla 15 Inventario de materiales.	90
Tabla 16 Programa de pedidos planeados.....	90
Tabla 17 Plan maestro de puesto de trabajo.....	91

Tabla 18 Hoja de Ruta	91
Tabla 19 CRP.....	91
Tabla 20 Costos perdidos antes y después del desarrollo del sistema	92
Tabla 21 Maquinas necesarias para el trabajo diario.....	96
Tabla 22 Tasa de renovación	96
Tabla 23 Situación de maquinas	97
Tabla 24 Resumen de costos perdidos debido a maquinaria obsoleta.....	98
Tabla 25 Frecuencia de mantenimiento preventivo.....	98
Tabla 26 Costo de implementación de propuesta.....	99
Tabla 27 Herramientas a las que se le aplica SMED	99
Tabla 28 Tiempo de preparación de armado.....	100
Tabla 29 Frecuencia de cambio de formato	101
Tabla 30 Pareto de actividades.....	102
Tabla 31 SMED (Descripción del proceso a analizarse)	103
Tabla 32 Separación de actividades internas.....	104
Tabla 33 Inversión para la propuesta de Sistema MRP II	106
Tabla 34 Inversión para el plan de mantenimiento.....	107
Tabla 35 Reporte de mantenimiento preventivo.....	108
Tabla 36 Costos de la propuesta.....	108
Tabla 37 Beneficio de la Propuesta.....	109
Tabla 38 Resumen de Inversiones.....	110
Tabla 39 Evaluación Económica	111
Tabla 40 Resultados	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Venta de vehículos livianos en el Perú	17
Figura 2 Participación de los principales productos de ETRAL SAC ventas del 2020.	18
Figura 3 Participación de los principales tipos de furgón de la empresa ETRAL SAC en las ventas del 2020.	19
Figura 4 Diagrama de Ishikawa del área de producción de la empresa ETRAL SAC.....	23
Figura 5 Partes de Ishikawa.....	36

Figura 6 Diagrama de Pareto	40
Figura 7 FODA de la empresa.....	63
Figura 8 Clasificación de costos y gastos.....	64
Figura 9 Ubicación de la empresa	64
Figura 10 Diagrama de flujo detallado de Operaciones.	72
Figura 11 Pareto de producción.....	80
Figura 12 Esquema general de propuesta.....	105
Figura 13 MRP II.....	116

PRESENTACION

El presente trabajo aplicativo sobre la propuesta de implementación de un sistema MRP II en la producción de furgones para reducir los costos operativos de la empresa de transporte ETRAL SAC.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación como también el objetivo general y específico, como también la hipótesis.

En el Capítulo II, se muestra la justificación y la operalización de variables respecto a los indicadores desarrollados, los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación, que servirán de base para el desarrollo de la propuesta. Así mismo se muestra los antecedentes relacionados con la propuesta.

En el Capítulo III, se describe el diagnóstico de la situación actual de la empresa, para el área de producción, identificando los problemas que conllevan a tener altos costos operativos. A la vez se detallan los procesos necesarios para la producción de furgones y también la operalización de variables con los resultados propuestos, se describe las soluciones de las propuestas de mejora, y en conjunto se desarrolla y explica los costos actuales que se pierden por no contar con las herramientas de mejora. De igual forma se desarrolla la evaluación económica financiera del proyecto, teniendo en cuenta la inversión y ahorro de la propuesta que ayudan a evaluar los indicadores económicos como el VAN, TIR y B/C, también se describe el análisis de los resultados obtenidos y discusión de los mismos, que corroboran la factibilidad de la propuesta en beneficio de la empresa.

En el Capítulo IV, Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema de investigación

El sector automotriz a nivel mundial se ha caracterizado por un constante proceso de reestructuración, sobre todo durante las últimas décadas, con lo que se ha convertido en una de las industrias más dinámicas de la era moderna, generadora de efectos importantes en las distintas economías en términos de productividad, desarrollo tecnológico y competitividad. Con la finalidad de ocupar los primeros lugares en producción y ventas en los mercados mundiales las empresas integrantes del sector han estado siempre en busca de innovaciones que les permitan fortalecer y hacer más competitivos sus procesos productivos.

En este esquema, los ámbitos en que debe analizarse la reestructuración del sector automotriz mundial son dos: la reestructuración que se da a partir de la innovación tecnológica en los procesos productivos y de organización laboral y aquella que surge a partir de la reconfiguración del mercado; es decir, de aquellos cambios que se han dado a partir de que las grandes empresas líderes en la últimas décadas del siglo XX (las tres grandes empresas norteamericanas General Motors, Chrysler y Ford) han perdido mercado ante la fuerte competencia de las empresas japonesas como Toyota y Honda. Dicha situación se acentúa a raíz de la crisis financiera de 2008, que causó grandes estragos para las tres transnacionales norteamericanas. (Yolanda Carbajal, 2013)

La producción total de vehículos en el mundo en el 2017 fue de 97.3 millones de unidades, 2.36% más que el año anterior. China manufacturo 29.5 millones de vehículos cantidad que represento 25.7% del total mundial y lo coloco como el mayor productor en el mundo por ocho años consecutivos, el crecimiento que este país tuvo con relación al año anterior, fue de casi 19%. En la segunda posición se encuentra

Estados Unidos, con la manufactura de poco más de 11 millones de vehículos, lo que representa 11.07% del total mundial, con un descenso al año anterior. (Ver Cuadro 1)

El caso de la India es también de destacarse, pues el sector automotriz en este país durante los últimos cinco años presento crecimientos muy importantes, de hecho, fue uno de los pocos países que mostraron tasa de crecimiento positiva para 2009 (13.3%) año que prácticamente el grueso de países tasas negativas como resultado de la crisis que vivió el sector originado por Gran Recesión del 2008. Este país se ha posicionado como el sexto productor de vehículos a nivel mundial. (Yolanda & Marcelino Carbajal, 2014)

En América Latina, Brasil y México continúan siendo los mayores productores de vehículos, aunque con perspectivas de crecimiento diferentes. Brasil en el 2017 manufacturó 2.1 millones de vehículos, que representaron el 2% de la producción mundial y lo colocaron en el noveno productor en el mundo; el crecimiento porcentual con respecto al año anterior fue de casi 25.2%. México por su parte, se ubicó en la séptima posición a nivel mundial con la manufactura de 3.6 millones de vehículos durante 2017, con un crecimiento de 13% con respecto al año anterior (Ver cuadro 1)

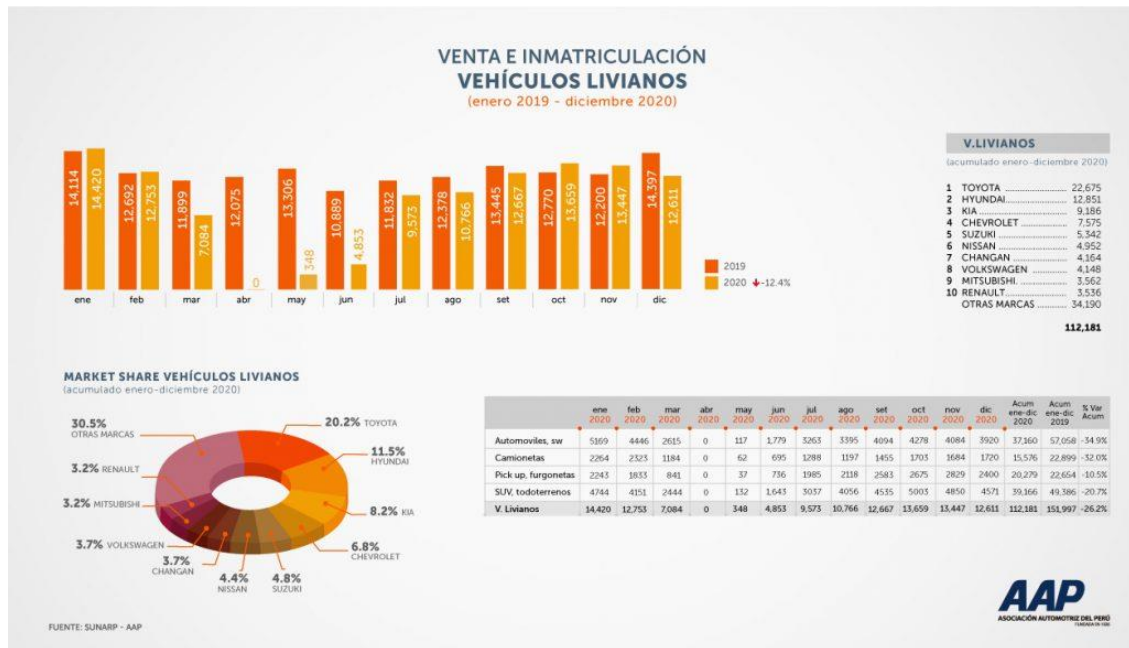
Tabla 1 Producción mundial de vehículos por País, 2016 -2017

TOP 10 MUNDIAL EN PRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS				
Posición	País	Unidades (2016)	Unidades (2017)	Variación (2017/2016)
1	China	28.118.794	29.015.434	3,20%
2	EE.UU.	12.180.301	11.189.985	-8,10%
3	Japón	9.204.813	9.693.746	5,30%
4	Alemania	5.746.808	5.645.581	-1,80%
5	India	4.519.341	4.782.896	5,80%
6	Corea del Sur	4.228.509	4.114.913	-2,70%
7	México	3.600.365	4.068.415	13,00%
8	España	2.885.922	2.848.335	-1,30%
9	Brasil	2.156.356	2.699.672	25,20%
10	Francia	2.090.279	2.227.000	6,50%

Fuente: OICA. Marzo 2018

El Perú crecía a razón de un 9 % y el sector automotor registraba un crecimiento paralelo del 20 %. Solo para tener una idea más completa de la situación real del sector automotriz, en el 2015 se vendieron 165, 000 vehículos para un país de más de 30 millones de habitantes. Un resultado que nos mantiene en los últimos lugares dentro del índice de motorización de la región, a pesar de ser la nación sudamericana que se vio menos afectada por la crisis económica mundial vivida años anteriores. (Edwin Derteano, 2016).

Figura 1 Venta de vehículos livianos en el Perú



Fuente: ARAPER 2020

En el gráfico anterior se puede ver que la demanda de autos de todo tipo está incrementando en nuestro país, por lo tanto, la demanda de accesorios, repuestos, equipos mecánicos, etc., incrementará conforme este crecimiento se mantenga.

En Trujillo este año se estimó la llegada de 600 buses para reemplazar las unidades antiguas del parque automotor del sector urbano como resultado del proyecto Mi Trujillo, el cual contempló la adquisición de mil unidades nuevas de la marca Marco Polo – Volare, por lo tanto, el crecimiento del sector automotriz no solo se ve reflejado a nivel internacional, sino también en nuestro país y provincia. (LA REPÚBLICA, 2015).

La empresa ETRAL SAC; Es una empresa dedicada al desarrollo y ejecución de proyectos vinculados al sector metal-mecánico cuya ficha técnica registra RUC 20477719784 Actividad CIU 28111. Situada en la calle Villa del Mar Mz. B Lote 7 Urbanización Semi - rustica – Trujillo –La Libertad; donde profesionales y técnicos

brindan servicios de ingeniería, fabricación y montaje electro-mecánico con los diferentes clientes que ha logrado obtener en los 9 años desde que empezó a funcionar dicha empresa.

Su estrategia de mercado está dirigido al sector de transporte, siendo la elaboración de furgones su producto de mayor rotación ya que sus ventas del año 2020 registran una concentración del 60% de sus ventas totales aproximadamente de S/ 2, 261,700.00 soles anual. Además, ETRAL SAC. También fabrica barandas, cisternas, plataformas, carrocerías de madera, tolvas que se muestran en la figura N° 1.

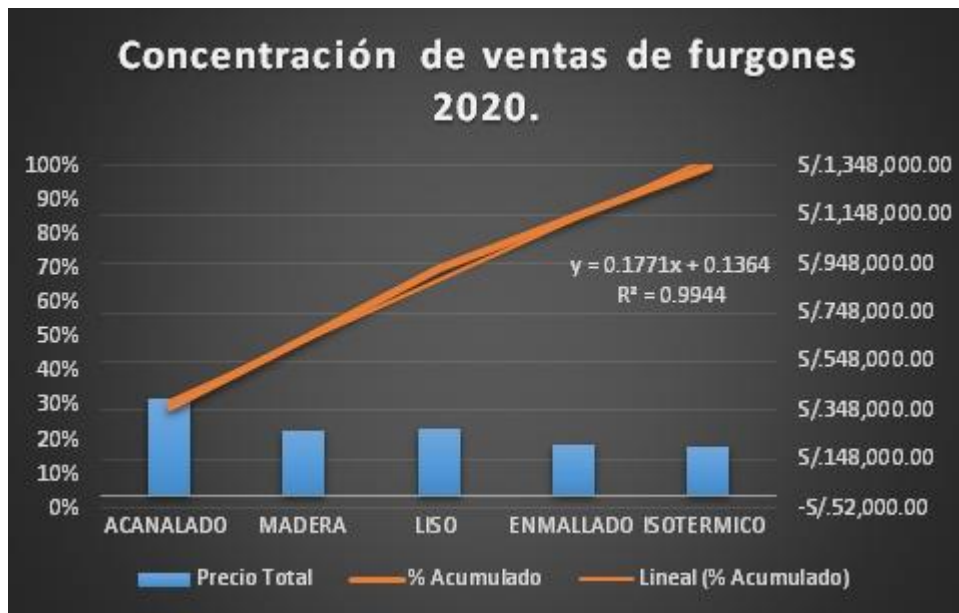
Figura 2 Participación de los principales productos de ETRAL SAC en las ventas del 2020.



Fuente: Elaboración propia

Así mismo al mes se llegan a fabricar 4 a 6 furgones de los cuales los tipos de furgones de mayor rotación son el furgón acanalado y de madera que representan el 49% de sus ganancias totales dentro de furgones, tal como se muestra en la figura n°2.

Figura 3 Participación de los principales tipos de furgón de la empresa ETRAL SAC en las ventas del 2020.



Fuente: Elaboración propia

Esta producción está supeditada a la disponibilidad de materia prima, ya que en promedio 2 furgones al mes no son entregados al tiempo pactado, como consecuencia de una deficiente gestión en otras áreas e incumpléndose estándares de calidad en su línea de producción, así también depende del tiempo logrado en el área de ensamblaje.

Debido a la alta competencia del mercado de producción metálica, es una constante preocupación de la empresa hacer más efectivos los tiempos de habilitado, ensamblado y pintado, así como también el tiempo de adquisición de las materias primas para que el tiempo de entrega se cumpla debidamente y la empresa no pierda credibilidad ante los clientes.

Por otro lado, los principales clientes de la empresa como Qumir, Promas, Agropecuaria Chimú, entre otros, exigen furgones de calidad, por lo que se necesita cumplir con los estándares necesarios para la elaboración de productos competitivos.

A pesar de ofrecer un producto de calidad, la empresa ETRAL SAC. Presenta ineficiencias, que se ven reflejadas en el retraso que genera cada etapa del proceso productivo en la entrega a la siguiente estación, originando paradas de producción de aproximadamente 3 horas a la semana por no solicitar materiales en el momento adecuado como son las planchas de acero, madera, entre otros productos que son indispensable para la fabricación del furgón u otros pedidos. Efectuado el requerimiento de los productos no se especifica de manera detallada las características de estos en: modelo, marca, medida y funciones, lo que genera que el producto se demore en su fabricación ocasionando retrasos en la entrega del pedido además de excesivos reclamos y devoluciones a proveedores.

Debido a la mala gestión de otras áreas la producción se paró aproximadamente 4 horas a la semana por no tener el volumen adecuado de materiales en el momento adecuado, ya que existe siempre una demora en tiempos de reabastecimiento además de la falta de control en el aprovisionamiento de materiales.

En el área de producción las estaciones de habilitado pintado y ensamblado no se encuentran bien distribuidas ni ordenadas lo cual impide un adecuado y fluido proceso en la fabricación del producto generando tiempos muertos de 1 hora diaria en el desplazamiento de cada operario además el almacén de materia prima y herramientas no se encuentra categorizado según el tipo y la frecuencia de uso de los productos a emplear , esto causa que en el momento que el operario solicite un material o herramienta se demore un promedio de 15 min al esperar que el almacenero encuentre su requerimiento .

Además, mantienen inventarios obsoletos con una antigüedad igual o mayor a tres años tal es el caso de productos que son aerosol como las pinturas, siliconas y ambientadores que con el pasar del tiempo se evaporan

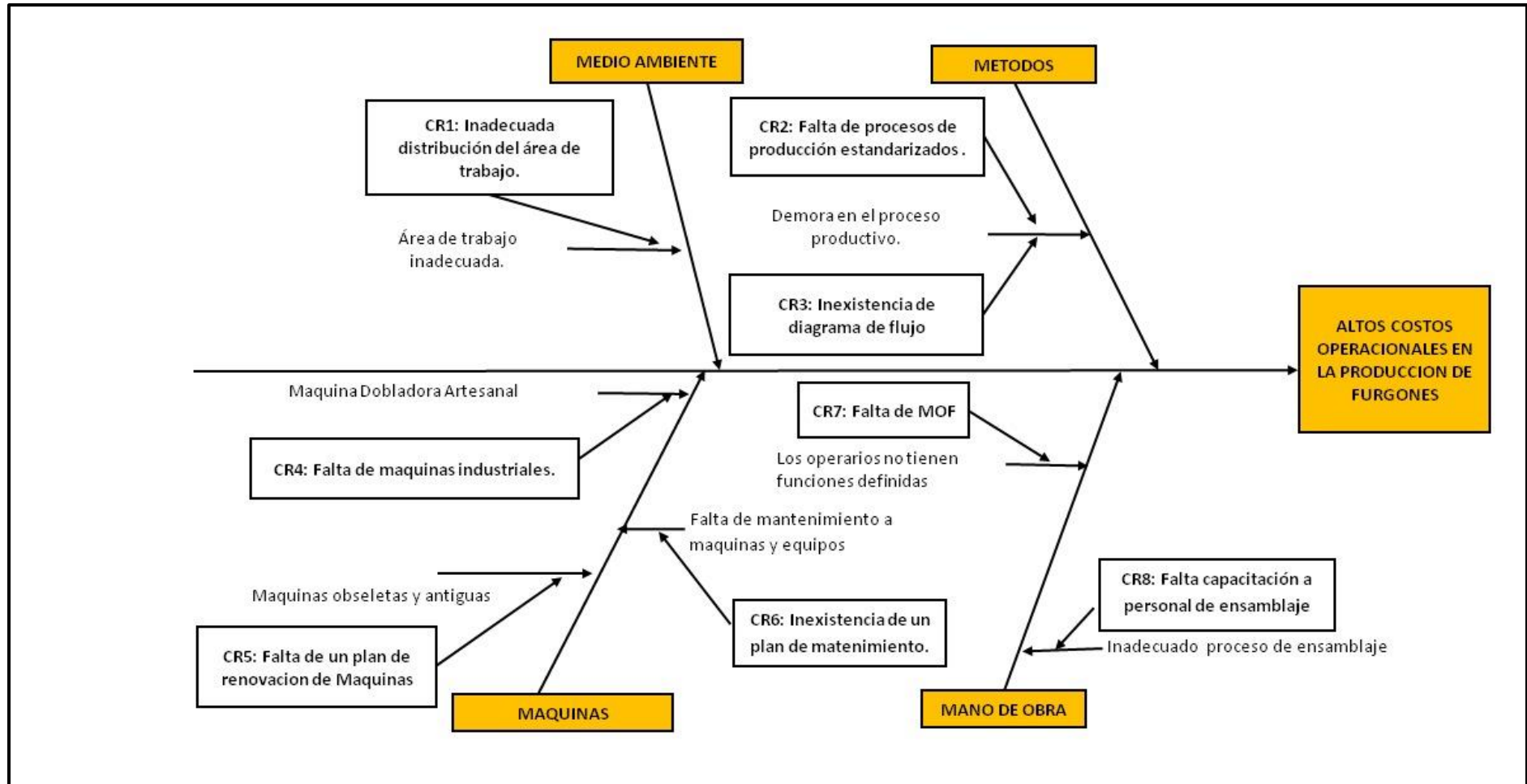
En la empresa se utilizan 10 máquinas, de las cuales 1 máquina de soldar se encuentra fuera de funcionamiento, una máquina de pintado es antigua la cual no asegura la calidad del producto entregado generando en promedio 1 reproceso mensual y costos adicionales, además la máquina dobladora es artesanal ocasionando demora en el proceso de doblado del acero generando tiempos muertos de 20 min diarios por no tener maquinaria industrial para acelerar su proceso. Además, la falta de mantenimiento preventivo origina que cada vez que se malogran las maquinas se interrumpan los diversos procesos principalmente las actividades de ensamblaje y pintado del furgón generando aproximadamente 5 horas perdidas al mes.

El no contar con un manual de organización y funciones en las diferentes áreas de la empresa origina que los operarios no se encuentren correctamente organizados, ni tengan sus funciones definidas ya que el encargado designa tareas basándose únicamente en lo que saben sin ningún estudio adecuado de análisis y descripción de puestos. Esto genera que un trabajador que no es especialista en cierta actividad tarde el 25% más del tiempo normal, además cada mes existe un reproceso del producto entregado por un mal ensamblado debido a que no existe capacitaciones de ensamblaje al personal.

Debido a la falta de estandarización en los procesos productivos no se ha podido realizar los estudios que permitan determinar el tiempo estándar de la elaboración de un furgón u otro producto además de no poder controlar las actividades debido a que no cuentan con un método estandarizado para el desarrollo de las tareas generando un tiempo muerto de aproximadamente 2 horas diarias por operario , además la empresa

no cuenta con un diagrama de procesos estandarizados para la elaboración de un furgón, barandas cisternas, plataformas, carrocerías de madera, entre otros productos que ofrecen fabricar, esto refleja un trabajo empírico que realizan los operarios de las diferentes estaciones de trabajo, lo cual reduce la posibilidad de tener un producto con calidad homogénea y aumenta la recurrencia de errores .

Figura 4 Diagrama de Ishikawa del área de producción de la empresa ETRAL SAC.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Resumen de realidad problemática del área de producción

ÁREA PRODUCCIÓN				
ENTORNO	PROBLEMA	Causa Raíz	DATOS	DESCRIPCIÓN
Medio Ambiente	Área de trabajo inadecuada.	Falta de distribución en las áreas de trabajo.	1 hora perdida por día	Desplazamientos por cada operario.
Máquinas	Maquinas Obsoletas y antiguas.	Falta de un plan de renovación de máquinas.	1 reproceso mensual.	Esta máquina es antigua y no asegura la calidad del producto entregado, generando constantes reproceso.
	Maquina dobladora artesanal	Falta de máquinas industriales.	20 min perdidos por día.	No se puede acelerar el proceso debido a al uso de una máquina artesanal.
	Falta de mantenimiento a máquinas y equipos.	Inexistencia de un plan de mantenimiento.	5 horas perdidas al mes	Ocurre por la inexistencia de un mantenimiento adecuado, interrumpiendo los diversos procesos y actividades.
Mano de Obra	Operarios no tienen sus funciones definidas	Falta de MOF	25% de exceso de tiempo	Ocurre cuando no hay un debido análisis y descripción de puestos.
	Inadecuado proceso de ensamblaje.	Falta capacitación a personal de ensamblaje	1 reproceso mensual.	Reproceso del producto entregado por un mal ensamblado.
Métodos	Demora en el proceso productivo	Falta de estandarización en el proceso	2 horas perdidas diarias.	Método estandarizado para el desarrollo de tareas.
		Inexistencia de diagrama de flujo.	0% de avance en el diagrama de flujo.	Debido a la falta de métodos estandarizados.

Fuente: Elaboración propia

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el área de Producción de furgones tipo acanalado de 5 tn, sobre los altos costos operacionales de la empresa metalmecánica ETRAL SAC?

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación se desarrollará en el área de Producción de furgones tipo acanalado de 5 tn. de la empresa metalmecánica ETRAL S.A.C., aplicando conocimientos de la carrera de Ingeniería Industrial en el año 2021.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

- ✓ Determinar el impacto de la propuesta de mejora en el área de Producción de furgones tipo acanalado de 5 Tn, sobre los altos costos operacionales de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.

1.4.2. *Objetivos específicos.*

- ✓ Calcular la variación de los costos operacionales de la empresa con efecto de la implementación de la propuesta.
- ✓ Diagnosticar la situación actual del área de producción de la línea de furgones de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.
- ✓ Diseñar la propuesta de mejora en el área de producción de la línea de furgones de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.
- ✓ Realizar la evaluación económica de la propuesta de mejora.

1.5. Justificación

1.5.1. Criterio teórico

El presente estudio busca evidenciar las deficiencias actuales de la empresa ETRAL SAC. Para diseñar una propuesta de mejora con el propósito de alcanzar beneficios para la empresa metalmecánica ETRAL SAC. Así como la mejora en la recuperación de tiempos de abastecimientos oportunos con cumplimiento de requerimientos en los tiempos solicitados de manera que ello permita alcanzar beneficios en el proceso productivo a través del análisis en el cual se investigue y se proponga una solución; teniendo en cuenta, la vanguardia tecnológica y técnica en el mejoramiento continuo de los procesos.

1.5.2. Criterio aplicativo

Se justifica la presente investigación porque se genera un costo de oportunidad que será resuelto mediante herramientas de gestión: diagrama de flujo, ciclos de producción por estaciones de trabajo, reducir los tiempos muertos, estandarizar la producción y disminuir los costos operacionales, a la vez teniendo en cuenta una mejora integral de la calidad del producto y atención al cliente.

1.5.3. Criterio valorativo

Se justifica la presente investigación porque al aplicar las herramientas de propuesta de mejora se genera el costo de oportunidad el cual se puede transformar en un beneficio para la empresa.

1.5.4. Criterio académico

Se justifica la presente investigación porque se pone a prueba las competencias adquiridas a lo largo de la carrera permitiendo proponer mejoras en la empresa ETRAL S.A.C., esperando que lo investigado y trabajado sirva como guía para la realización de futuras investigaciones.

CAPITULO II. METODOLOGIA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. *Según el propósito*

Investigación aplicada

2.1.2. *Según la naturaleza de datos*

Investigación cuantitativa

2.2. Hipótesis

La propuesta de mejora en el Área de producción de furgones disminuye los costos en la empresa metalmecánica ETRAL SAC.

2.3. Variables

2.3.1. Operacionalización de Variables

Tabla 3 Operacionalización de variables.

Problema	Hipotesis	Variables.	Área	Descripción	Indicador %	Formula
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el área de Producción de furgones , sobre los altos costos operacionales de la empresa metalmecánica ETRAL SAC. – Trujillo?	La propuesta de mejora en el área de Producción de furgones disminuye los costos en la empresa metalmecánica ETRAL SAC	VI : Propuesta de mejora en el Área de Producción de furgones.	Producción	Falta de manual de organización y funciones.	Costo por mala asignación de Funciones	$CMA = \sum_{i=1}^n TMAx(TPxPV)$
					% de personal que conoce sus funciones	$\%PCF = \frac{N^{\circ} \text{ personas que conocen sus funciones}}{\text{Personal Total}} \times 100$
				Falta de distribución en las áreas de trabajo.	% Tiempo Desplazamiento	$\%D = \frac{\text{Área utilizada}}{\text{Área total}}$
				Falta de procesos de producción estandarizados .	% de procesos de producción estandarizados	$\%PPE = \frac{N^{\circ} \text{ de procesos de producción estandarizados}}{\text{Total de procesos}} \times 100\%$
				Inexistencia de un plan de mantenimiento .	% de aplicación de planes de mantenimiento	$\%PME = \frac{N^{\circ} \text{ de planes de mantenimiento efectuados}}{\text{Total de planes de mantenimiento}} \times 100$
				Falta de un plan de renovación de Maquinas	% de de plan de renovación de maquinas.	$\%PRM = \frac{N^{\circ} \text{ de planes de renovacione de maquinas efectuados.}}{\text{Total de planes de renovación existentes.}} \times 100\%$
		VD: Costos operacionales de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.		Relación de costos actuales vs costos mejorados de la empresa.	$\frac{\sum \text{Costos Totales Acutales} - \sum \text{Costos Totales Mejorados}}{\sum \text{Costos Totales Acutales}} \times 100\%$	

Fuente: Elaboración propia

2.4. Diseño de la investigación

2.4.1. *Unidad de estudio.*

Empresa ETRAL S.A.C.

2.4.2. *Población*

Líneas de producción de la empresa ETRAL S.A.C.

2.4.3. *Muestra*

Área de Producción de la línea de producción de furgones de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.

2.4.4. *Diseño de contrastación*

Proceso en el área de producción de furgones en la empresa metalmecánica ETRAL S.A.C.

El tipo de investigación por el diseño es de Pre-Test y Post-Test.

O0 ----- **X** ----- **O1**

Pre test **Estímulo** **Post test**

Dónde:

O0: Costos operacionales de la empresa metalmecánica ETRAL S.A.C. antes de la propuesta de mejora en el área de Producción.

X: Propuesta de mejora en el área de producción de furgones.

O1: Costos operacionales de la empresa metalmecánica ETRAL S.A.C. después de la propuesta de mejora en el área de Producción.

Dónde:

O0 > O1

2.5. Antecedentes de la investigación

A. Internacional

“MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA FABRICACIÓN DE FURGONES EN LA EMPRESA METALMECÁNICA METALCAR APLICANDO LA HERRAMIENTA MRP” Loo Salvador, Violeta Katherine. Universidad De Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Guayaquil, 2015.

En este estudio, se ha propuesto una Mejora de la Producción, en el proceso de Fabricación de Furgones en la empresa metalmecánica METALCAR C.A., con la finalidad de producir a la mayor eficiencia posible, reduciendo tiempos muertos que se presentan por falta de material, disponibilidad de maquinaria o de recurso humano. Puesto que la empresa debe mantener su imagen en el mercado, se hizo importante este estudio, que procure su competitividad y permanencia a largo plazo, que no podría darse sin un análisis de sus procesos. Para ello se realizó un análisis de la situación actual, se recogió información obtenida en un trabajo de campo, donde se identificó el Problema principal. La falta de entrega a tiempo de las órdenes de Producción por la falta de Material; para lo cual se propuso la implementación del sistema MRP, como filosofía de Gestión de la Producción. Se elaboró un Project, definiendo las actividades que se deben realizar en la fabricación de furgones, puntualmente el furgón taller, objeto del Estudio. Se definió el proceso mediante un diagrama de flujo y se señaló en el Project junto con las actividades, los tiempos de duración de las mismas y la asignación de recursos, así como la

generación de informes de costo de mano de obra. Información de partida para elaborar los cálculos que se requiere desarrollar en el sistema MRP, el cual necesita el plan maestro de producción, la lista de materiales y el fichero de registro de inventarios, como datos de entrada, arrojando así el lanzamiento de órdenes de fabricación y aprovisionamiento en el momento justo en que se requieren, para la entrega del producto final al cliente en las fechas establecidas. Se sugiere por lo tanto la implementación de la herramienta MRP, como un sistema integrado de gestión, que le permita a la empresa tener un control total de todas las operaciones.

La implementación automáticamente, dará solución a otros problemas presentados como la falta de comunicación interdepartamental, puesto que para que funcione, todos los departamentos deben estar comprometidos en cumplir con las órdenes de producción en los tiempos establecidos, para lo cual se hará la gestión necesaria dentro de cada uno de los departamentos en busca de la mejora continua.

B. *Nacional*

“MEJORAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SPOOLS EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA USANDO LA MANUFACTURA ESBELTA” Córdova Rojas, Frank Pablo. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2012.

El desarrollo del presente trabajo hace posible la obtención de un modelo estructurado con pasos a seguir para una implementación exitosa de las herramientas de manufactura esbelta. Pero este modelo no solo podrá ser

utilizado para la línea de fabricación de spools, sino también para otros productos que la empresa considere importante.

Luego de realizar la priorización de los defectos y aplicar la matriz para detectar los puntos críticos, se logró determinar que los procesos críticos: habilitado, calderería y soldadura, los cuales tienen una participación del 27.18%, 23.44% y 28.13% del total de defectos detectados respectivamente.

De los doce defectos definidos como prioritarios, aproximadamente 42% de estos están relacionados con el proceso de calderería o armado, y en un 34% lo están con el proceso de corte o habilitado. Con lo dicho anteriormente, se infiere que los defectos a solucionar en primera instancia, pertenecen a los puntos críticos determinados en el proceso de producción de spools.

Como se mencionó en el marco teórico, las herramientas de manufactura esbelta permiten lograr una reducción en la frecuencia de los defectos detectados en el proceso de fabricación de spools, entonces, la aplicación de cada una de las herramientas posibilita en varios casos la reducción de más de uno de los defectos detectados.

De las seis herramientas de manufactura esbelta utilizados en el presente trabajo, se evidenció que con la aplicación de dos de estas: 5'S y Kanban, se impacta en el 62.09% de defectos totales detectados.

Con el desarrollo de las etapas del modelo, se encontró que para la aplicación de las herramientas kanban y 5'S, se requiere esencialmente capacitación y una inversión en las tarjetas kanban; con lo cual se puede inferir que únicamente con la capacitación en dichas herramientas se estaría logrando un impacto alto de 62.07%, un impacto medio de 44.83% y un impacto leve de 20.69% en los 29 defectos detectados.

El método de implementación que se desarrolla para el proyecto spools debe permitir la comprensión clara de los pasos a seguir y llegar al grado de detalle que permita comprender la propuesta que se pretende seguir.

El análisis financiero de la propuesta realizada a través de diferentes técnicas tales como: VPN, TIR y B/C, evidencia la factibilidad de la propuesta y permite determinar que las propuestas analizadas resultan atractivas para la empresa como inversionista.

C. Local.

PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA JORLUC S.A.C.” Benites Velásquez, María Alejandra, Rodríguez Sosaya, Rosana Patricia. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería Trujillo, 2015.

La presente tesis tiene el objetivo de evaluar la propuesta de mejora para las áreas de producción y logística con el fin de incrementar la rentabilidad en la empresa Jorluc S.A.C.

Se propone mejorar las áreas de Producción y Logística a través de metodologías, herramientas y técnicas como: Estudio de Métodos de trabajo, Distribución de planta, Manufactura esbelta, Plan de incentivos y Capacitaciones en buenas prácticas para el área de Producción y Matriz de reorden; Kanban; Registros y boletas de entrada y salida; Kardex; Zonificación y codificación de almacén; Análisis, perfil de puesto, reclutamiento y selección de personal para el área de logística.

Se demuestra que gracias a las metodologías aplicadas se pudo mejorar los indicadores, obteniendo un beneficio neto de S/. 35,047.53 nuevos soles representando una mejora total del 44.4% en cuanto a indicadores de la ganancia anual en el área de producción y de S/. 37,583.66 nuevos soles equivalente a un 7.59% de mejora total en cuanto a indicadores de reducción costos en el área de logística. Estos resultados se deben a un uso eficiente del tiempo, mano de obra y materiales.

La propuesta de mejora en el área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa Jorluc S.A.C. es económicamente factible. El análisis económico y financiero señala un VAN de S/.,24,463.16 y un TIR de 51.76% y una relación B/C de 1.5. Lo cual concluye que esta propuesta es rentable para la empresa.

2.6. Base teórica

2.6.1. Metodologías

2.6.1.1. Metodologías diagnósticas

2.6.1.1.1. Diagrama de Ishikawa

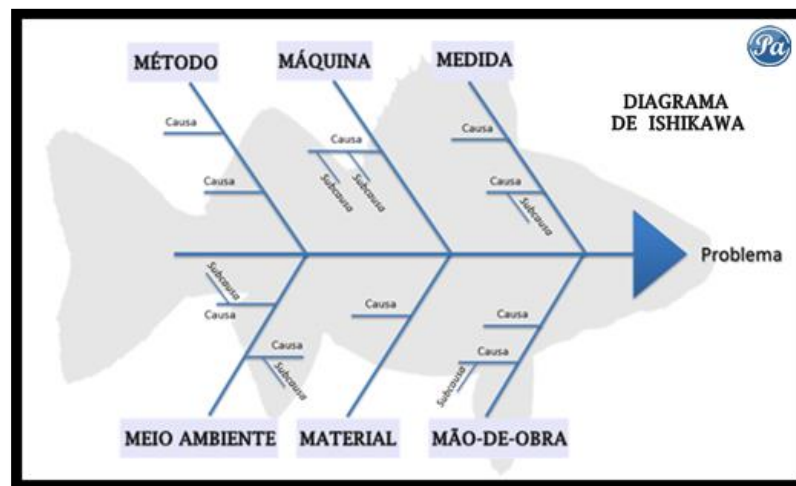
Gallet (2014) Define el diagrama de Ishikawa de la siguiente manera:

Esta herramienta (también llamada diagrama de causa y efecto, diagrama en forma de espina de pescado o, incluso, diagrama de Ishikawa) es investigar y clasificar por familias de un problema (mano de obra, métodos, entornos, materias primas, medios). También es una excelente herramienta de comunicación para explicar un fenómeno.

No da la causa del problema, pero permite elegir, entre las posibles causas, las que pueden evaluarse. (p.107)

Arica Rivas (2016), El método consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, como la “cabeza de pescado” y después identificar los factores que contribuyen, es decir, las causas, como el, “esqueleto de pescado” que sale del hueso posterior de la cabeza. Las causas principales se dividen en cuatro o cinco categorías principales: humanas, máquinas, métodos, materiales, entorno, administración, cada una dividida en sub causas. El proceso continuo hasta enumerar todas las causas posibles. Un buen diagrama tendrá varios niveles de huesos y proporcionará una visión global de un problema. Se espera que este proceso tienda a identificar las soluciones potenciales. Este diagrama será utilizado para identificar el problema y sus respectivas causas.

Figura 5 Partes de Ishikawa



Fuente: P&A

2.6.1.1.2. Etapas del diagrama de Ishikawa

Gallet (2014) Señala los siguientes pasos para utilizar un diagrama de Ishikawa:

- Plantear el problema comenzando por el “¿Por qué?; por ejemplo, “¿por qué se despegan los cartones?”.
- Hacer que surjan todas las ideas y causas posibles en una sesión de lluvias de ideas.
- Clasificar después las ideas en cinco familias: las que se relacionan con los medios, los individuos (mano de obra), las materias primas, las formas de trabajar (métodos) y las condiciones de trabajo (entorno).
- Identificar por votación en última instancia, las causas que deben evaluarse (causas probables).
- Por último, después de realizar las pruebas, hay que encuadrar la causa real la que se pondrá aplicar por fin los 5 porqués. (p.107)

2.6.1.1.3. Encuesta

Chapoñan (2016) La encuesta es un instrumento de captura de la información estructurado, lo que puede influir en la información recogida y no puede /debe utilizarse más que en determinadas situaciones en las que la información que se quiere capturar está estructurada en la población objeto de estudio.

La encuesta es útil ante todo para describir algo y para contrastar hipótesis o modelos, no es muy útil para generar ideas, teorías o hipótesis nuevas.

La encuesta captura bastante información de muchos casos o unidades de análisis; al menos tiene esa potencialidad frente a otros métodos.

Desde el punto de vista práctico, el tiempo necesario para capturar la información y el coste son muy variables debido a la multiplicidad de procedimientos de campo existentes. De un modo general, se puede afirmar que el coste es alto en comparación con otros métodos y el tiempo necesario moderado. (p.14)

2.6.1.1.4. Diagrama de Pareto

Gallet (2014) Define el diagrama de Pareto de la siguiente manera:

El diagrama de Pareto permite elegir en forma visual el problema a tratar con base en datos calculados respaldados por hecho. Se basa en la ley del 80/20: 20% de las disfunciones de una empresa ocasionan 80% de sus problemas. (p. 100)

El diagrama de Pareto constituye un sencillo y grafico método de análisis que:

- Permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos vitales) y las que son menos (los muchos triviales).
- Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:
 - Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
 - Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
 - Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
 - Su visión grafica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

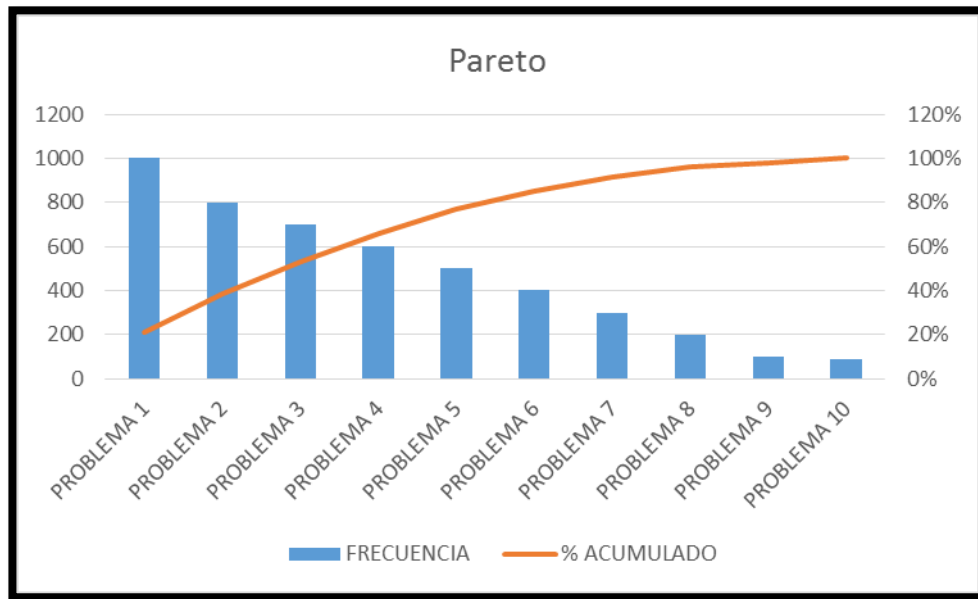
Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre él.

2.6.1.1.4.1. *Etapas del diagrama de Pareto.*

Gallet (2014) Señala los siguientes pasos para utilizar un diagrama de Pareto:

- Recopilar datos y colocarlos en un cuadro intermedio.
- Reclasificar los datos en orden decreciente desde la sección más “relevante” hasta la sección que lo sea menos. Traducir los datos en porcentaje y porcentaje acumulado.
- Trazar la gráfica de Pareto: graduar la escala vertical de 0 a 100%. Colocar un rectángulo por cada sección (la altura del rectángulo debe ser igual al porcentaje de la sección) respetando el orden decreciente del cuadro.
- Trazar la curva de los porcentajes acumulados.
- Interpretar. (p.101)

Figura 6 Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

2.6.1.2. *Evaluación económica y financiera*

2.6.1.2.1. *Flujo de caja*

Oriol Amat. (2002). El flujo de caja se calcula añadiendo a la utilidad neta aquellos gastos que no generan desembolsos de tesorería, tales como las depreciaciones y las provisiones:

$$\text{Flujo de caja} = \text{Utilidad Neta} + \text{Depreciaciones} + \text{Provisiones}$$

De esta forma, se obtiene una cifra que se aproxima a la tesorería que genera una empresa, aunque esta proximidad dependerá del plazo en que se cobren y paguen los ingresos y los gastos que forman parte de la utilidad.

2.6.1.2.2. Estado de resultado

Bustamante (2011) El estado de resultados es un estado financiero básico en el cual se presenta información relativa a los logros alcanzados por la administración de una empresa durante un periodo determinado; asimismo, hace notar los esfuerzos que se realizaron para alcanzar dichos logros. La diferencia entre logros y esfuerzos es un indicador de la eficiencia de la administración y sirve de medida para evaluar su desempeño.

El estado de resultados debe mostrar la información relacionada con las operaciones de una entidad lucrativa en un periodo contable mediante un adecuado enfrentamiento de los ingresos con los costos y gastos relativos, para así determinar la utilidad o pérdida neta del periodo, la cual forma parte del capital ganado de esas entidades.

El Estado de resultados es un estado financiero dinámico porque proporciona información que corresponde a un periodo. Los estados financieros estáticos son los que muestran información a una fecha determinada. En el Estado de resultados se detallan los logros obtenidos (ingresos) por la administración de la entidad en un periodo determinado y los esfuerzos realizados (costos y gastos) para alcanzar dichos logros.

2.6.1.2.3. VAN

Según Meza (2010) define que VAN es:

El valor presente neto es una cifra monetaria que resulta de comparar el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos. En términos concretos, el valor presente neto es la diferencia de los ingresos y los egresos en moneda de la misma fecha. (p.149)

2.6.1.2.3.1. *Criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando el VPN*

Según Meza (2010) señala que los criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando el VPN son:

- Cuando el VPN es mayor que cero, el proyecto se debe aceptar.
- Cuando el VPN es igual a cero, es indiferente aceptar o no el proyecto.
- Cuando el VPN es menor que cero, el proyecto se debe rechazar.

2.6.1.2.4. *TIR*

Saúl Fernández E. (2007). La TIR de un proyecto de inversión es la tasa de descuento (r), que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión negativos.

$$I_0 = \sum_{n=1}^n \frac{R_n}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

TIR= Tasa Interna de Retorno

R_n= Flujo de Efectivo Anual

I₀ = Inversión Inicial

Regla de decisión del TIR

- ✓ Para proyectos mutuamente excluyentes, se elige el proyecto con el TIR mayor.
- ✓ Para proyectos independientes, se usa la siguiente regla de decisión:

- Si el TIR es $> K$ $VAN > 0$, se elige el proyecto.
- Si el TIR es $< K$ $VAN < 0$, no se elige el proyecto.

Si el TIR es $= K$ $VAN = 0$, no se elige el proyecto.

2.6.1.2.4.1. Criterios para aceptar o rechazar un proyecto usando la TIR.

Según Meza (2010) los criterios de aceptación o rechazo de un proyecto, son los siguientes:

- Cuando la TIR es mayor que la tasa de oportunidad, el proyecto se debe aceptar. El inversionista obtiene un rendimiento mayor del exigido; el inversionista gana más de lo que quería ganar.
- Cuando la TIR es igual a la tasa de oportunidad, es indiferente emprender o no el proyecto de inversión.
- Cuando la TIR es menor que la tasa de oportunidad, el proyecto se debe rechazar. El inversionista gana menos de lo que quería ganar.

2.6.1.2.4.2. Procedimiento de estimación de la tasa de interés

Según Meza (2015) señala los procedimientos de estimación de la tasa de interés los siguientes:

- Se construye el flujo de caja de la operación financiera en el que aparecen los diferentes egresos e ingresos en sus respectivas fechas.
- El flujo de caja inicial se convierte en un flujo que únicamente tenga un solo egreso y un solo ingreso. Para lograr esto sumamos todos los egresos e ingresos, desconociendo el valor del dinero en el tiempo.
- Construido el nuevo flujo de caja, y por solución directa, aplicamos la ecuación básica $F = P(1+i)^n$ para calcular la tasa de interés (i),

conocidos el presente de los egresos (P), el futuro de los ingresos o valor futuro terminal (F) y el número de períodos (n).

- El valor de la tasa de interés obtenida con este procedimiento será menor a la que se debe utilizar para los tanteos en la ecuación de valor original.

2.6.1.2.5. Beneficio Costo

Según Guzmán (2004) Este método se utiliza en proyectos complejos de ingeniería tales como vías de comunicación, construcción de represas, tratamiento de residuos. La relación beneficio costo ayuda a decidir acerca de la justificación económica del proyecto

$$R\ b/c = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

Los beneficios se definen como la diferencia entre las ventajas y las desventajas para el usuario o la diferencia entre los beneficios positivos y los beneficios negativos para el usuario.

Los costos comprenden las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento menos las economías y los valores de recuperación.

Para calcular la relación, los beneficios y los costos se determinan en términos de los valores presentes o los valores anuales uniformes equivalentes.

2.6.1.2.6. ROI

Según Rubio y Villarroel (2012) define que el ROI (Return of investment) es un indicador financiero utilizado para evaluar la eficacia de una inversión o para comparar la eficacia de una serie de inversiones diferentes. (p.65)

La fórmula para calcular el ROI es:

$$\text{ROI} = \frac{\text{BENEFICIO OBTENIDO} - \text{INVERSIÓN}}{\text{INVERSIÓN}} \times 100$$

Rubio y Villarroel (2012) el ROI puede ser utilizado:

- Para evaluar una empresa operativa: Si el ROI es menor o igual que cero, significa que los inversionistas están perdiendo dinero; mientras mayor sea el ROI, más eficiente es la empresa.
- Para evaluar un proyecto de inversión/negocio: Si el ROI es menor o igual a cero significa que el proyecto o el negocio no es rentable. Cuanto mayor sea el ROI, mayor capital de la inversión se va a recuperar.
- Para comparar proyectos de inversión: El proyecto o negocio con un mayor ROI será el más rentable y, en consecuencia, el más atractivo para el inversor.

A pesar de que el ROI, debido sobre todo a su complejidad, es uno de los principales indicadores utilizados en la evaluación de un proyecto o un negocio, hay que tener en cuenta que no considera el tiempo, así que es mejor complementar este indicador con otro como VAN y TIR.

2.6.2. Variables

2.6.2.1. Variable Independiente de propuesta de mejora.

2.6.2.1.1. Producción

La producción industrial se designa aquella que se sirve de una serie de procesos, métodos y técnicas de tratamiento, transformación o modificación de los materiales primos, con intervención de mano de obra calificada y mediante el uso de maquinaria y tecnología, para la fabricación de un determinado bien o producto.

La producción industrial puede desarrollarse en distintos ramos, como el alimentario, textil, tecnológico, etc. En general, la mayoría de los productos que consumimos han pasado por un proceso de producción industrial. En este sentido, para optimizar y acelerar el proceso productivo, se han desarrollado dos tipos fundamentales de producción: la producción en serie y la producción en cadena.

a. Proceso productivo

Para saber qué es un proceso de producción es necesario atender a sus etapas. Cada una de ellas interviene de forma decisiva en la consecución del objetivo final, que no es otro que lograr la satisfacción del cliente, cubriendo las necesidades que se extraen de su demanda mediante un producto o servicio.

Existen cuatro tipos de proceso de producción diferentes:

- **Producción bajo pedido:** En esta modalidad productiva solamente se fabrica un producto a la vez y cada uno es diferente, no hay dos iguales, por lo que se considera un proceso de mano de obra intensiva. Los productos pueden ser hechos a mano o surgir como resultado de la combinación de fabricación manual e interacción de máquinas y/o equipos.
- **Producción por lotes:** Con la frecuencia que sea necesario se produce una pequeña cantidad de productos idénticos. Podría considerarse como un proceso de producción intensivo en mano de obra, pero no suele ser así, ya que lo habitual es incorporar patrones o plantillas que simplifican la ejecución. Las máquinas se pueden cambiar fácilmente para producir un lote de un producto diferente, si se plantea la necesidad.
- **Producción en masa:** Es como se denomina a la manufactura de cientos de productos idénticos, por lo general en una línea de fabricación. Este proceso de producción, a menudo, implica el montaje de una serie de subconjuntos de componentes individuales y, generalmente, gran parte de cada tarea se halla automatizada lo que permite utilizar un número menor de trabajadores sin perjuicio de la fabricación de un elevado número de productos.

- **Producción continua:** Permite fabricar muchos miles de productos idénticos y, a diferencia de la producción en masa, en este caso la línea de producción se mantiene en funcionamiento 24 horas al día, siete días a la semana, de esta forma se consigue maximizar el rendimiento y eliminar los costes adicionales de arrancar y parar el proceso de producción, que está altamente automatizado y requieren pocos trabajadores.

2.6.2.1.2. *Plan Agregado de la Producción*

(Chopra & Meindl, 2013, p. 211) Proceso por medio del cual la compañía determina los niveles ideales de capacidad, producción, subcontratación, inventario, faltantes e incluso precio en un horizonte de tiempo específico.

Insumos para la planeación agregada:

- **Operaciones**
 - Capacidad de los equipos
 - Cambios futuros de capacidad/tecnología
 - Productividad de fuerza laboral
 - Nivel actual de personal
- **Logística**
 - Situación de los proveedores (capacidades/contratos)
 - Servicios logísticos disponibles
 - Lead times de abastecimiento

- **Diseño**
 - Diseños en camino, nuevos productos
 - Cambio a diseños existentes
 - Estándares de operación necesarios
- **Distribución y Marketing**
 - Requisitos del mercado (clientes/legal)
 - Pronósticos de demanda
 - Situación competitiva, posibles cambios
- **Contabilidad y Finanzas**
 - Costos de las operaciones
 - Estado de flujo de caja, consideraciones para evitar descalce
- **Recursos Humanos**
 - Disponibilidad de personal
 - Competencia de personal existente
 - Procesos de reclutamiento y selección

2.6.2.1.3. *Planificación de Requerimiento de Materiales – MRP*

Proceso por medio del cual la compañía determina los niveles ideales de capacidad, producción, subcontratación, inventario, faltantes e incluso precio en un horizonte de tiempo específico.

Cuatrecasas, Ll. (2012). Los sistemas de planificación de productos y gestión de materiales de los procesos de producción deben ocuparse de que los productos, componentes y materiales de dichos productos estén disponibles siempre en la clase, cantidad y momento en que se precisan, lo

cual realizan tratando de reducir el nivel de stock, gestionando los aprovisionamientos para disponer justo cuando se necesiten.

El MRP opera básicamente planificando las necesidades de materiales, que es precisamente lo que significa sus siglas (Material Requirement Planning). Actúa a partir del que denominaremos Plan Maestro de Producción. Con él y la lista de materiales, las rutas de fabricación y los datos de los centros de trabajo e inventarios, efectuaremos el proceso de “explosión de necesidades”, considerando que la capacidad es infinita (en primera instancia), y que los lotes y plazos de fabricación son constantes. El MRP, una vez que se constituye la fase de planificación y se determina que los planes son realistas y alcanzables, también realizan controles de fábrica tales como: Control Input/Output, seguimiento y control de compras, informes de posibles retrasos, etc.

La gestión de los materiales en el proceso de producción, basados en el modelo MRP, parten del denominado Plan Maestro de Producción (PMP), previamente confeccionado que determina la producción del producto final a llevar a cabo y en qué cantidad y momentos (en función de los objetivos de la empresa, de previsión de las ventas y, en la medida de lo posible, de la capacidad de producción disponible) y a partir de él van deduciéndose las necesidades de los materiales y los componentes. Así mismo debe ser revisado y actualizado de manera periódica para poder adaptarse a la fluctuación de la demanda y reflejar así la situación real.

- **Plan Maestro de Producción**

El plan maestro de producción permite establecer la planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, para un plazo de un tiempo largo, en clase, cantidad y momento para cada uno. Se basará en pedidos ya recibidos con entregas maso menos largas y en la medida de lo necesario, en previsiones de ventas normales utilizando las técnicas adecuadas (fundamentalmente estadísticas).

Por ello el plazo para que se planifique la producción a partir del PMP ajustado, no podrá ser inferior a la suma de los lead times (o tiempos de duración) de los procesos a llevar a cabo secuencialmente ya que de lo contrario el primer proceso “ya debería a ver empezado” cuando se planifique la producción final.

El PMP debe contener el nivel de detalle necesario para poder hacer una planificación efectiva de la producción de los productos finales, en cantidad, en clase y en momento, por lo que debe ser más concreto que el que pueda derivarse directamente de una previsión de ventas y, como se ha dicho, debe ser revisado periódicamente.

El plan maestro y los planes de producción de cada componente y los suministros, tal y como se llevarán a cabo a través del MRP tendrán en cuenta ambas cosas en cada proceso (stock y lead time).

El PMP debe ajustarse y actualizarse con mayor grado de detalle posible a la demanda, y además encajar en el sistema productivo en el que debe desarrollarse, y no sobre pasar su capacidad.

Partiendo de la planificación de productos acabados que nos da el PMP se obtendrá, por niveles, la planificación de la producción propia o de aprovisionamiento externo de todos los componentes hasta llegar a las materias primas.

Para llevar a cabo el sistema MRP será necesario el conocimiento de:

- La lista de materiales (Bill Off Materials) o estructura de cada producto final, es decir, el conocimiento exacto de los componentes y materiales que lo forman en clase y cantidad.
- El stock inicial disponible de cada componente, material o producto final.
- El tiempo que transcurre desde que se pide un componente o material hasta que se recibe (lead time).
- El tamaño mínimo de lote que se debe pedir de componente o material.

2.6.2.1.4. *Planificación de Recursos de Manufactura (MRP II)*

McLeod, Jr. (2000). Un sistema de MRP II integra todos los procesos, dentro del área de manufactura, que se ocupa de la administración de materiales; además, se comunica con otros subsistemas del CIS. La MRP II proporciona información al sistema de información para ejecutivos y a los demás sistemas de información funcional; además, intercambia datos con los subsistemas de información contables que interviene en el flujo de materiales: captura de pedidos, facturación, cuentas por cobrar, compras, recepción, cuentas por pagar y el libro mayor.

- **Beneficios de la MRP II**

Cuando la gerencia de alto nivel se compromete con la MRP II, la compañía puede esperar beneficios en unas o más de las siguientes áreas.

- Uso más eficiente de los Recursos: se esperan reducciones en los inventarios tanto de trabajos en procesos como de productos terminados, el equipo de planta se aprovecha mejor, se localizan los cuellos de botella en los centros de trabajo y se programan mejor el mantenimiento de ¡l equipo.
- Mejor Planificación de Prioridades: se reduce el tiempo necesario para iniciar la producción de los trabajos y se facilita la modificación del programa de producción de modo que refleja los cambios en las necesidades de los clientes.
- Mejor Servicio al Cliente: se amplía la capacidad de la compañía para cumplir con la fecha de entrega prometida, con los que surge la oportunidad de mejorar la calidad y reducir los precios.
- Mejorar Animo de los Empleado: los empleados adquieren confianza en el sistema, los que mejora la coordinación y comunicación entere departamentos.
- Mejor Información General: la gerencia usa la salida del sistema para entender mejor el sistema físico de producción y medir el desempeño de ese sistema. Además, los ejecutivos de la compañía y los gerentes de todas las áreas funcionales mejoran su planificación a largo plazo.

La familia de sistemas de MPR representa la actividad usual de los fabricantes Estados unidenses y europeos que aplican la computadora como sistema de información. Sin embargo, en los últimos años los japoneses han popularizado un nuevo enfoque al cual atribuyen buena parte de su éxito en la manufactura.

2.6.2.2. *Variable dependiente*

2.6.2.2.1. *Costos operativos.*

2.6.2.2.1.1. *Generalidades sobre los costos*

Al definir los costos, Polimeni, Fabozzi y Adelberg (1995), expresan que éste “es el valor sacrificado para adquirir bienes o servicios, que se miden en dinero mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento que se obtiene el beneficio”. (p.11)

Por su parte, Warren y Fess (2000), comentan lo siguiente con relación al concepto de costo: Es un pago en efectivo o su equivalente, o el compromiso de pagar en efectivo en el futuro, con objeto de generar ingresos. Un costo representa ya sea un beneficio que se utiliza de inmediato, o bien, se difiere a un periodo futuro. Si el beneficio se utiliza de inmediato, entonces el costo es un activo, por ejemplo, un equipo. A medida que se utiliza un activo, se reconoce un gasto, tal como un gasto por concepto de depreciación. (p.637).

2.6.2.2.1.2. *Clasificación de los costos y gastos*

Según Bustamante (2011) clasifica los costos y gastos en:

- a) Ordinarios. Son los que se derivan de operaciones usuales, es decir, que son propios del giro de la entidad, ya sean frecuentes o no.
- b) No ordinarios. Se derivan de operaciones inusuales, es decir, que no son propios del giro de la entidad, ya sean frecuentes o no

Los gastos ordinarios son aquellos directamente relacionados con el giro del negocio y de ellos depende la generación de los ingresos ordinarios, y se consideran los siguientes:

- El costo de lo vendido.
- Los gastos de venta.
- Los gastos de administración.

Para las empresas comerciales el costo de lo vendido es el costo de adquisición de los artículos que vendieron; en cambio, para las empresas industriales sería lo que costó producir dichos artículos. También se le conoce como costo de ventas.

Los gastos de venta son los costos en los que incurrió una empresa para comercializar los productos o servicios, como el sueldo de los vendedores, comisiones, gasolina de las camionetas que reparten los pedidos, publicidad, etc.

Los gastos de administración son los costos en los que incurre una empresa para administrar sus operaciones. Ejemplos de estos gastos serían el sueldo del contador, los gastos de vigilancia, los gastos por el servicio de limpieza, papelería, sueldos y prestaciones del personal administrativo de la compañía, etc. Algunos conceptos pueden ser compartidos, como la renta de las oficinas. Si en el mismo edificio se tienen los departamentos de ventas y administración; el total del gasto se debe aplicar a los dos

departamentos de acuerdo con el espacio que cada uno de ellos utiliza (metros cuadrados) o a un porcentaje estimado; por lo tanto, del total de la renta una parte sería gasto de venta y otra parte gastos de administración. Los gastos no ordinarios son los costos por motivo distinto del giro del negocio. Se derivan de las actividades que no representan la principal fuente de ingresos de la entidad y son infrecuentes, por ejemplo, la cancelación de una concesión, una expropiación o el exceso del valor razonable de los activos netos adquiridos sobre su costo de adquisición.

Tabla 4 *Clasificación de costos y gastos.*

Costo de ventas	Representa el costo de los artículos que se vendieron. Si es una empresa comercial es el costo de adquisición, y para las empresas industriales sería lo que costó producir dichos artículos
Gastos de venta	Representan los gastos directamente relacionados con la comercialización de los productos o servicios, como renta de la bodega, seguros de los vehículos utilizados para el reparto de los productos, sueldo de vendedores, publicidad, etcétera.

<p>Gastos de administración</p>	<p>Es el total de los gastos relacionados con la administración de las operaciones de la empresa, como el sueldo del gerente, de las secretarias, los servicios de limpieza, la papelería utilizada, etcétera.</p>
<p>Gastos financieros</p>	<p>Costos que se derivan de la necesidad de obtener en préstamo recursos ajenos o por ciertos servicios relacionados con el manejo del dinero. Ejemplos serían las comisiones bancarias, intereses por préstamos, etcétera.</p>
<p>Otros gastos</p>	<p>Representa el total de los gastos no normales de la empresa, como las pérdidas por venta de activos o cualquier motivo que no sea normal.</p>

Fuente: Elaboración Propia (Bustamante ,2015)

2.7. Definición de términos

- **Producción:** Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. En tanto la producción es un proceso complejo, requiere de distintos factores que pueden dividirse en tres grandes grupos, a saber: la tierra, el capital y el trabajo.

- **Planeamiento:** Se denomina como planeamiento aquel proceso metódico que se diseña con la misión de lograr un objetivo, poniéndolo en términos más simples, el planeamiento implica la elaboración de un plan que nos permitirá llegar a la concreción de un fin propuesto. También el concepto suele denominarse como planeación o planificación.
- **Proceso:** Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema.
- **Requerimiento:** Petición de una cosa que se considera necesaria, especialmente el que hace una autoridad.
- **Materiales:** Un material es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto. Los elementos del conjunto pueden tener naturaleza real (tangibles), naturaleza virtual o ser totalmente abstractos. Por ejemplo, el conjunto formado por cuaderno, témperas, plastilinas, etc. Se le puede denominar materiales escolares. Al conjunto de cemento, acero, grava, arena, etc. se le puede llamar materiales de construcción. Se habla de material educativo refiriéndose a elementos como pinturas, lienzos, papel, etc.

En ingeniería, un material es una sustancia (elemento o, más comúnmente, compuesto químico) con alguna propiedad útil, sea mecánica, eléctrica, óptica, térmica o magnética.

- **TIR:** Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.
- **ROA:** Uno de los indicadores financieros más importantes y utilizados por las empresas para medir su rentabilidad es el **ROA**, por sus siglas en inglés Return On Assets, también conocido como Return on Investments o ROI.
- **VAN:** El valor actual neto, también conocido como valor actualizado neto o valor presente neto (en inglés net present value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés, NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja (en inglés cash-flow) futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial.
- **B/C:** El análisis de costo-beneficio o coste-beneficio es un término que se refiere tanto a una disciplina formal (técnica) a utilizarse para evaluar, o ayudar a evaluar, en el caso de un proyecto o propuesta, que en sí es un

proceso conocido como evaluación de proyectos; o un planteamiento informal para tomar decisiones de algún tipo, por inteligencia inherente a toda acción humana. Se usa para determinar las opciones que proveen la mejor forma de conseguir beneficios manteniendo los ahorros.

- **Sistema:** Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entradas) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salidas) información, energía o materia.
- **Recursos:** Se denomina recursos a aquellos elementos que aportan algún tipo de beneficio a la sociedad. En economía, se llama recursos a aquellos factores que combinados son capaces de generar valor en la producción de bien y servicios. Estos, desde una perspectiva económica clásica, son capital, tierra y trabajo.
- **Lead Time:** Es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente. El lead time está íntimamente relacionado con la obra en curso y con otros indicadores como plazo de entrega, stocks, etc. por lo que la reducción del Lead Time es el objetivo importante en la reducción de costos o la aplicación del Lean Manufacturing o Lean Production.

2.8. Aspectos Éticos

- a. **Confidencialidad:** La información brindada por la empresa Metalmecánica Etral SAC no será revelada y/o utilizada para otro fin que no sea académico.

- b. **Consentimiento Informado:** Se solicitó autorización al gerente de la empresa para tomar fotos dentro de la empresa y al supervisor de planta para realizar el estudio de tiempos en cada proceso.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción general de la empresa.

3.1.1. Descripción de la empresa.

La empresa ETRAL SAC; es una empresa dedicada al desarrollo y ejecución de proyectos vinculados al sector metal-mecánico cuya ficha técnica registra RUC 20477719784 Actividad CIIU 28111. Es una empresa especializada en fabricación de carrocerías y estructuras metálicas para el transporte pesado y carrocerías industriales. Los productos que ofrece son: tolvas, cisternas, furgones, barandas, entre otros a gusto del cliente.

Está Situada en la calle Villa del Mar Mz. B Lote 7 Urbanización Semi - rustica – Trujillo –La Libertad; donde profesionales y técnicos brindan servicios de ingeniería, fabricación y montaje electro-mecánico con los diferentes clientes que ha logrado obtener en los 9 años desde que empezó a funcionar dicha empresa.

3.1.1.1. Áreas de la empresa

- Gerencia General.
- Gerencia Ejecutiva.
- Área de Logística.
- Área de Producción.
- Área de Recursos Humanos.
- Área de Administración y Finanzas.

3.1.1.2. *Misión de la empresa*

Asesorar, diseñar, ejecutar proyectos y fabricar productos para satisfacer las necesidades de la Industria Regional, manteniendo como prioridad el aseguramiento de la calidad, la innovación tecnológica y constructiva; la satisfacción de nuestros clientes y la generación espacio laboral favorable capaz de incentivar a nuestro personal en su desarrollo profesional.

3.1.1.3. *Visión de la empresa*

Ser la primera opción de compra a nivel nacional en el mercado de carrocerías y estructuras metálicas, al año 2023. Ello debe ser originado por ser reconocida como una empresa con una actitud vanguardista en el desarrollo de productos y en brindar soluciones operativas que sus clientes necesitan.

3.1.2. *Análisis FODA de la empresa*

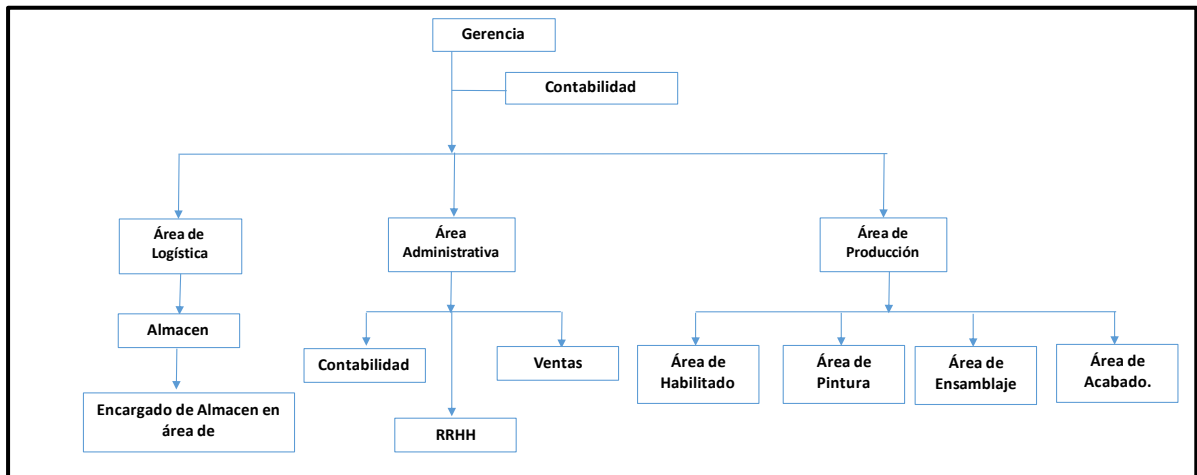
Figura 7 FODA de la empresa.



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Organigrama de la empresa.

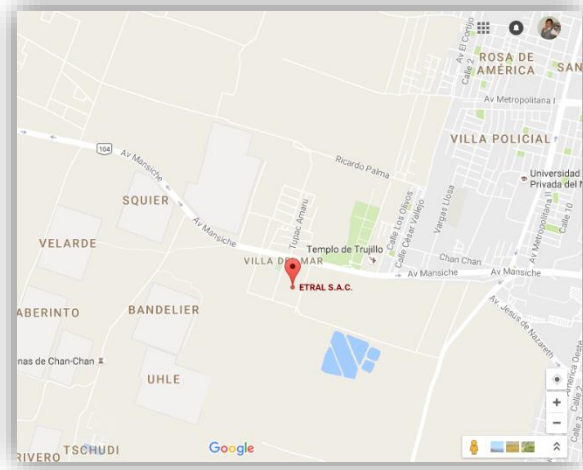
Figura 8 Clasificación de costos y gastos.



Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Ubicación de la empresa

Figura 9 Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

3.1.5. Número de trabajadores

Una metalmecánica cuenta con dos áreas definidas en tareas administrativas y operativas. En la siguiente tabla N° detallado, se encuentran la cantidad de

colaboradores que actualmente trabajan en las diferentes áreas que involucran la elaboración de carrocerías metálicas.

Tabla 5 Número de trabajadores

Proceso	Etapa	Trabajador
Habilitado	Recepción e inspección	Ha1
	Pre pintado	Pin4
Armado	Armado de plataforma	Ar1, ay3
	Armado de estructura	Ar1, ay3
	Armado de puertas	Ar1, ay3
Soldeo	Soldeo de plataforma	Sol1
	Soldeo de estructura	Sol1
	Soldeo de puertas	Sol1
Forrado	Estructuras	For1, ay2
	Puertas	For1, ay2
	Piso	For1, ay2
Detalles	Bases de faros	Ha1, ay1
	Defensa laterales	Ha2, ha3
	Guardafangos	Ha2, ha3
	Parachoques	Ha2, ha4
	Porta extintor	Ha1, ay1
	Porta conos	Ha1, ay1
Pintura	Esmerilado de soldadura	Pin2, pin3
	Masillado	Pin2, pin3
	Lijado	Pin2, pin3
	Aplicación de primer	Pin2, pin3
	Aplicación de pintura acabado	Pin 1
	Pintado fig. Y logos	Pin 1
Sistema eléctrico	Cableado	Ele1, ay4
	Fijación de cable	Ele1, ay4
	Empalmes	Ele1, ay4
	Fijación de faros	Ele1, ay4
Acabados	Montaje	Ha2, ha3
	Ajuste de abrazaderas	Ha2, ha3

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Clientes

La empresa cuenta con 25 clientes entre los principales tenemos.

- **ROSANDINA S.A.:** Dedicada a la Gestión Integral de Residuos y Saneamiento Ambiental, gestión integral de residuos, recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos. Sus principales disposiciones son:
- **PROMAS S.R.L:** Es una importante empresa Trujillana, que inicia sus actividades en el año 1999, desarrollando servicios de Limpieza Integral para luego incorporarse íntegramente en el campo de los Servicios Ambientales, contribuyendo de esta manera a proteger la salud humana y la calidad ambiental.

- **Transporte Rogelio:** Transporte de carga general Don Rogelio de Jorge Rossi, nuestra trayectoria nos avala por más de 30 años al servicio del productor agropecuario.
- **QUMIR S.A.C:** Es una empresa que brinda soluciones ambientales a través de la implementación de sistemas de gestión integral de residuos sólidos con inclusión económica y social, actuando bajo las normativas de ley vigentes, orientado a obtener resultados de mejora de calidad de vida y satisfacción de nuestros clientes.
- **Agropecuaria Chimú S.R.L. :** Es empresa Peruana constituida en 1981 es actualmente el primer mega distribuidor de agroquímicos, semillas, fertilizantes y herramientas agrícolas; con amplia trayectoria en el mercado nacional, ofreciendo a sus clientes insumos para la agricultura de los más importantes laboratorios y de las mejores calidades, poniendo por delante siempre la calidad de los productos que ofrecen y las recomendaciones técnicas que lleven a maximizar la producción y la rentabilidad del empresario.

3.1.7. Proveedores.




La empresa ETRAL SAC. Cuenta con los siguientes proveedores.



- Ingeniería y desarrollo del caucho S.A.
- Ferretería industrial LOU SAC.
- 3A S. A
- Representaciones Center S. A
- DAGESDA pernos y abrazaderas


- MATIZADOS AUTOPERU S.A.C.
- RESEDISA E.I.R.L.
- Casa Campero
- Comercial RC S.A.C

3.1.8. Principales productos de la empresa.

Tabla 6 *Productos ofrecidos por la empresa ETRAL SAC.*

FURGÓN	ENMALLADO		Usado para traslado de aves, animales, y otros.
	LISO		Empleado para transportar cualquier tipo de mercancías, ya que es un furgón cerrado el cual permite que el producto este protegido y la superficie se puede usar con fines publicitarios.
	ACANALADO		Empleado para transporte de cualquier tipo de mercancías, protege la mercadería por sus canales brinda mucha resistencia.



	ISOTÉRMICO		Empleado para transporte de alimentos, productos que necesiten estar en una temperatura apropiada, protege la mercadería manteniéndola en la temperatura deseada.
	MADERA		Empleado para transporte de alimentos, madera, entre otros productos, tiene mucha capacidad para transportar una gran cantidad.

BARANDA	TELERA		Empleado para el transporte que requiere el diseño calado de la carecería, por su uso y resistencia
	CERRADA		

			Usada generalmente para repartición de productos en zona urbana. Seguro debido a las barandas que cubren alrededor.
	REBATIBLE		Diseñada especialmente para usos que requieren un fácil acceso, ya que las barandas son desmontables.

TOLVA	TOLVA CUADRADA		Diseñada para transporte de materiales de construcción como cualquier tipo de arena, piedras, entre otros.
--------------	-----------------------	---	--

CISTERNA			
-----------------	--	--	--

	<p>CISTERNA PIPA DE AGUA</p>		<p>Diseñada para uso de transporte en su mayoría de agua, almacenando de 1000 a más litros.</p>
	<p>CISTERNA DE GAS</p>		<p>Diseñada para uso exclusivo de GLP.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. *Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.*

El área donde se realizó el estudio y se aplicó los conceptos de ingeniería de métodos fue en el área producción.

3.2.1. *Área Producción.*

En el área de producción las estaciones de habilitado pintado y ensamblado no se encuentran bien distribuidas ni ordenadas lo cual impide un adecuado y fluido proceso en la fabricación del producto generando tiempos muertos de 1 hora diaria en el desplazamiento de cada operario además el almacén de materia prima y herramientas no se encuentra categorizado según el tipo y la frecuencia de uso de

los productos a emplear, esto causa que en el momento que el operario solicite un material o herramienta se demore un promedio de 15 min al esperar que el almacenero encuentre su requerimiento .

En la empresa se utilizan 10 máquinas, de las cuales 1 máquina de soldar se encuentra fuera de funcionamiento, una máquina de pintado es antigua la cual no asegura la calidad del producto entregado generando en promedio 1 reproceso mensual y costos adicionales, además la máquina dobladora es artesanal ocasionando demora en el proceso de doblado del acero generando tiempos muertos de 20 min diarios por no tener maquinaria industrial para acelerar su proceso. Además, la falta de mantenimiento preventivo origina que cada vez que se malogran las maquinas se interrumpan los diversos procesos principalmente las actividades de ensamblaje y pintado del furgón generando aproximadamente 5 horas perdidas al mes.

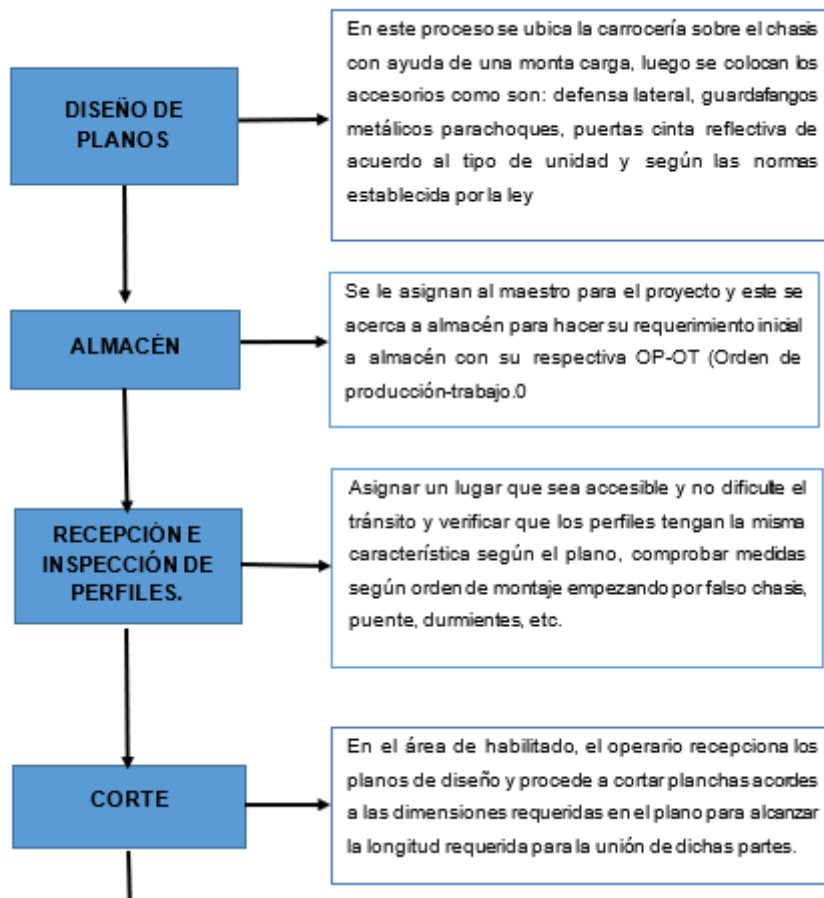
El no contar con un manual de organización y funciones en las diferentes áreas de la empresa origina que los operarios no se encuentren correctamente organizados, ni tengan sus funciones definidas ya que el encargado designa tareas basándose únicamente en lo que saben sin ningún estudio adecuado de análisis y descripción de puestos. Esto genera que un trabajador que no es especialista en cierta actividad tarde el 25% más del tiempo normal, además cada mes existe un reproceso del producto entregado por un mal ensamblado debido a que no existe capacitaciones de ensamblaje al personal.

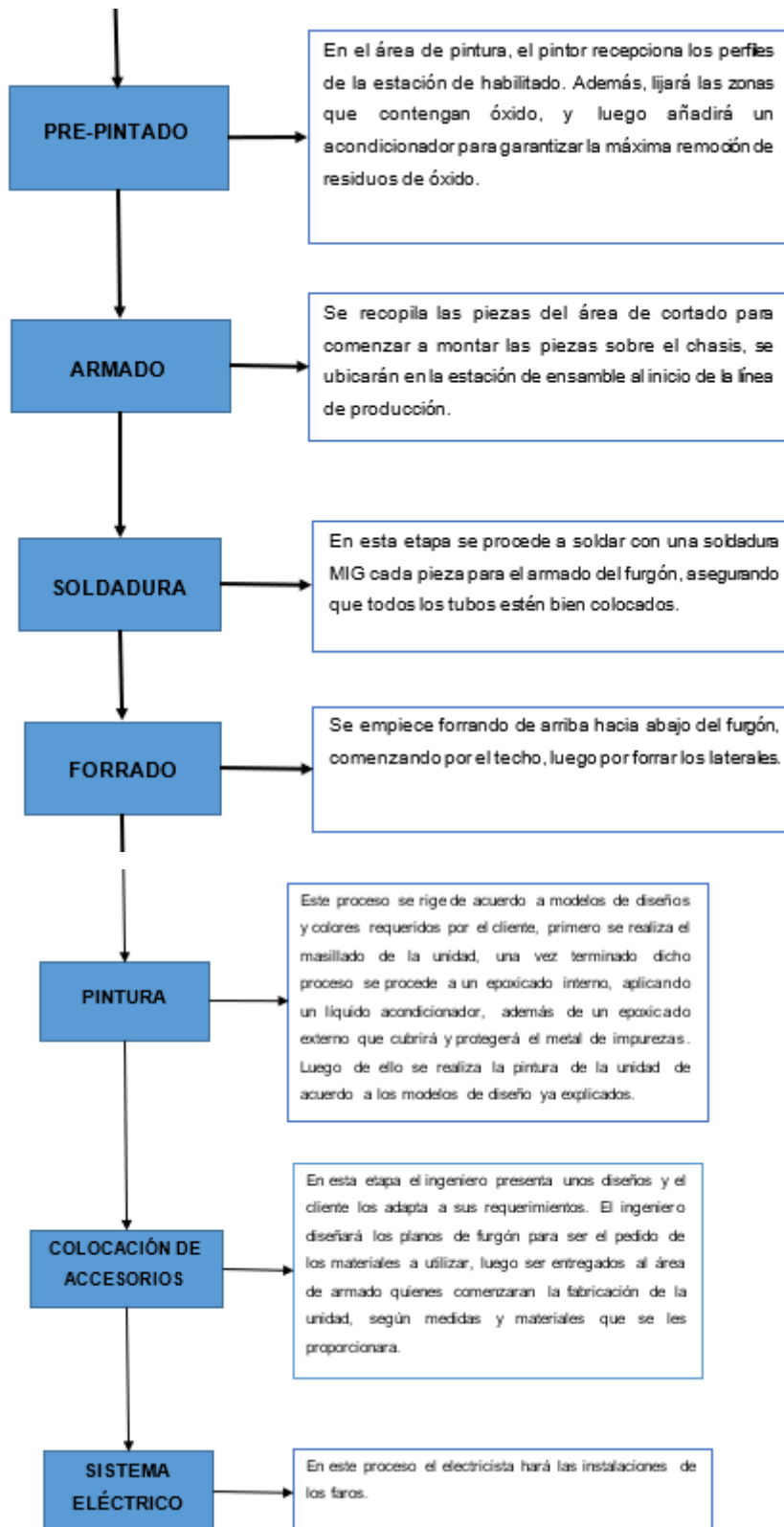
Debido a la falta de estandarización en los procesos productivos no se ha podido realizar los estudios que permitan determinar el tiempo estándar de la elaboración de un furgón u otro producto además de no poder controlar las actividades debido a que no cuentan con un método estandarizado para el desarrollo de las tareas

generando un tiempo muerto de aproximadamente 2 horas diarias por operario , además la empresa no cuenta con un diagrama de procesos estandarizados para la elaboración de un furgón, barandas cisternas, plataformas, carrocerías de madera, entre otros productos que ofrecen fabricar, esto refleja un trabajo empírico que realizan los operarios de las diferentes estaciones de trabajo, lo cual reduce la posibilidad de tener un producto con calidad homogénea y aumenta la recurrencia de errores.

3.3. Descripción de flujo detallado de operaciones en la empresa metalmecánica ETRAL SAC.

Figura 10 Diagrama de flujo detallado de Operaciones.





Fuente: Elaboración Propia.

3.4. *Descripción detallada de procesos de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.*

a. *Área de corte*

- ✓ Se inspecciona las planchas de metal y se procede a su ubicación en la estación de corte, luego el operario receptiona los planos de corte provenientes del área de diseño con las dimensiones requeridas para cada uno de los perfiles. El operario verifica que las dimensiones dadas en el plano de corte sea las correctas para cada perfil solicitado, para luego acomodar las planchas según su espesor de tal forma que se corte varios lotes sin ser necesario cambiar la calibración de la cuchilla. Lo cual se procede a medir con la wincha las medidas especificadas y marcarlas con el puntero según las piezas a cortar proporcionadas en el plano de corte, para corroborar si el corte es conforme se debe consultar con el gestor de calidad que lo contrastara con las tolerancias establecidas en el plan de calidad.

b. *Área de dobléz*

- ✓ Luego de haber sido cortadas las planchas, el operario de dobléz apila y lleva las piezas cortadas hacia la estación de dobléz para dar forma al perfil requerido, luego se verifica que las dimensiones dadas en el plano de dobléz coincidan con las de la plancha inicial proveniente del área de corte, las planchas de metal que ingresen a la bahía de dobléz serán acomodadas según su espesor en la mesa de trabajo de tal forma que se doble varios lotes sin ser necesario cambiar la "V" ni la calibración matriz. Se procede a medir con la wincha las medidas especificadas y marcarlas con el puntero según las piezas a doblar, proporcionadas en el plano de dobléz, para luego escoger la "V" apropiada en la maquina dobladora de acuerdo. Luego se

calibra la maquina es para los perfiles, en este caso sea maquina dobladora artesanal o la que se manda hacer los perfiles el procedimiento es tal cual según medidas; para el doblado se cuadrara la marca efectuada con el puntero con el filo de la cuchilla que desciende y mantenerlo fija la plancha hasta que termine el doblado, luego para corroborar todo debe pasar el gestor de calidad verificando.

c. Área anticorrosiva

- ✓ El pintor recepcionará los perfiles de la estación de doblado, luego se lijará las zonas que contengan óxido, y luego añadirá un acondicionador para garantizar la máxima remoción de residuos de óxido. El pintor medirá el volumen de pintura por galones utilizados en cada conjunto de perfiles (Falso chasis, puentes, durmientes, etc.).

d. Área de armado

- ✓ Luego de pasar por la estación de pintado con anticorrosivo los perfiles se ubicarán en la estación de ensamble al inicio de la línea de producción, se marca con tizas el número de Operación a la cual pertenece, luego se empezará el armado en el siguiente orden: falso chasis (de tubos cuadrados con 3 puentes). Verificar medida con la wincha y con el uso de la escuadra. Se colocarán los durmientes en el frontal y el posterior, de tal forma que con el uso del cordel nos aseguremos que todos los durmientes estén alineados, luego se procederá a colocar dos marcos plataforma lateral, tres postes, parantes laterales, marco plataforma frontal y posterior, tubos en el techo, marco techo lateral. Luego se procederá a colocar marcos techos

frontal y posterior, tubos en la parte frontal, marco de tubos posteriores. Posteriormente se colocará platinas (bisagras), en la puerta posterior, marco de tubos para puerta lateral, platinas (bisagras) en la puerta posterior. Finalmente, el soldador utilizara un determinado número de varillas según la siguiente distribución: Falso Chasis (2 varillas), Puentes (4 varillas), Durmientes (5 varillas), Marco plataforma lateral (2 varillas), Marco plataforma frontal (2 varillas).

e. Área de forrado

- ✓ Primero se empieza forrando el techo del furgón. Se tiene por anticipado la plancha de aluminio o fibra ya cortada y encuadrada midiendo previamente el largo y ancho del techo del furgón, posteriormente se aplica sellador poliuretano (560 en marca 3M o 252 en marca Silca), en toda la superficie de los marcos del techo del furgón con el que se unirá las planchas de aluminio. Luego se sube la plancha y se encuadra con la superficie del techo, se procede a realizar las perforaciones con taladro y broca de 1/4 en toda la superficie de los marcos superiores del techo. Se procede a colocar cada remache en cada uno de las perforaciones que se hallan realizado. Para poder remachar es necesario un tubo de metal que pueda entrar en la abertura del perfil. Luego se procede a forrar laterales, el encargado comienza a esmerilar las imperfecciones dejadas por la soldadura para luego volver a pintar con anticorrosivo dichas zonas. El forrado con plancha de aluminio se realiza primero lijando rápidamente con lija de agua 120. En las partes centrales en la cuales se pegarán las

planchas, se aplicarán 3 tramos distribuidos de cinta VHB de 10cm y al resto se aplicará sellador.

f. Área de pintado

- ✓ El pintor procederá al esmerilado exterior e interior de las zonas soldadas como uniones de los perfiles, puntos de soldadura, piso y en general cualquier zona unida por la soldadura. El pintor lijara o rayara las planchas galvanizadas con lija 60 con el propósito de darle rugosidad para que ancle la pintura, para la áreas que se pretenda masilla primero se lijara con lija de fierro 60 con el propósito de darle rugosidad a la estructura de tal forma de que ancle la masilla, colocara masilla en las zonas esmeriladas para nivelar todas las superficies y luego de que la masilla este seca aprox.1/2 hora, se procederá a lijarla de la siguiente manera, rebakar la masilla con lija de fierro 80, luego nivelar la masilla con lija de agua 120. PARA EXTERIOR: se aplicará anticorrosivo base epóxica a todo el exterior de la carrocería y puertas. PARA INTERIOR: se pintará con anticorrosivo sin cromato automotriz a todo el interior del furgón. Finalmente lijar toda la superficie de la carrocería exterior con lija de agua 320 los grumos dejados en la primera base y volver suave y liso para la superficie para he pintado final. Antes de aplicar la pintura de acabado en el exterior es primordial pintar dentro del furgón para no pulverizar la pintura exterior del furgón será pintado con marfilado gris en una proporción de 75% de marfilado gris y un 25% de Thinner. Finalmente se pinta con laca bicapa para darle brillo a la carrocería disuelta con zenacryl en una proporción de 25% de laca y 75% de Zenacryl.

g. Proceso detallado de accesorios

- ✓ El encargado del montaje haciendo uso de montacargas ubica la carrocería sobre el chasis, asegurándola según el tonelaje de la carrocería de la siguiente manera 2 TN ANCLAJES y 4.5 TN ABRAZADERAS. GUARDAFANGOS: se fijará a los durmientes a través de pernos usando taladro con broca de 1/4 pulg, y pernos de 1/4*3/4 pulg hexagonales, para cada una de los 2 pares de llantas. DEFENSA LATERAL: se colocan 2 tubos paralelos fijándolo en un lado a los marcos delanteros posteriores y otro hacia el tubo cuadrado de los guardafangos. Estos tubos se fijarán con pernos cabeza hexagonal de 3/4*1 1/2. PARACHOQUES: el tamaño depende diseño ancho de la carrocería y va soldado a través de la soldadura MIG y/o ARCO ELÉCTRICO en el marco plataforma posterior. PUERTA LATERAL: colocan el jebe tecniquito al largo de la puerta, luego colocar las bisagras con 3 platinas, cerrojo, manijas y finalmente se hará el montaje. Luego se colocará la bajada de la defensa lateral más pata de gallo.

h. Proceso detallado de sistema eléctrico:

- ✓ El electricista comenzara soldando pequeñas placas en los puntos en los que va a colocar los faros. Se fijan los faros teniendo en cuenta el voltaje que oscila entre 12 y 24 V y además dependiendo de la marca del furgón. EL número de alambre oscilara entre 14 y 16, dependiendo del tipo de faro; foco tipo jaboncillo 14 y LED 16. La cantidad de faros depende del tonelaje del furgón 2 TN: 16 Faros arriba y abajo, 9 por cada lado; 5 TN:

6 faros solo abajo 3 por cada lado. Los faros rectangulares traseros vienen de fábrica y se colocara al final de la instalación.

3.5. Identificación de problema y causas.

Luego de haber identificado las causas raíces que influyen en el área de estudio, se realizó una encuesta a los diferentes trabajadores de la empresa a fin de poder darle una priorización de acuerdo al nivel de influencia de la problemática de estudio, esto se logró gracias a la herramienta del diagrama de Pareto, en donde del total de 12 causas raíces, se llegó a priorizar a 10 causas según su puntuación del resultado de las encuestas aplicadas.

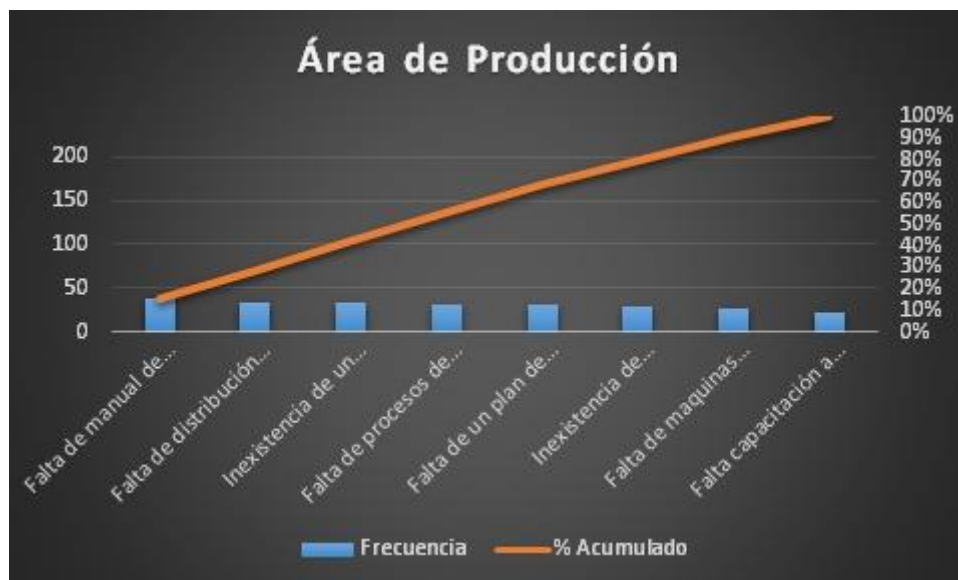
Tabla 7 Causas Raíz del área de estudio de acuerdo a su nivel de influencia.

AREA DE PRODUCCION				
ITEM	CAUSAS RAICES	Sumatoria	% Impacto	% Acumulado
CR7P	Falta de manual de organización y funciones.	37	15%	15%
CR1P	Falta de distribución en las áreas de trabajo.	34	14%	29%
CR6P	Inexistencia de un plan de mantenimiento.	33	13%	42%
CR2P	Falta de procesos de producción estandarizados.	32	13%	55%
CR5P	Falta de un plan de renovación de Maquinas	32	13%	68%

CR3P	Inexistencia de diagrama de flujo.	29	12%	80%
CR4P	Falta de máquinas industriales.	27	11%	91%
CR8P	Falta capacitación a personal de ensamblaje.	22	9%	100%
TOTAL		246		

Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Pareto de producción



Fuente: Elaboración propia

3.6. Identificación de los indicadores.

En este apartado se evalúan las 5 causas raíces que fueron resultados de una priorización de los problemas encontrados en el área producción de furgones.

Estas causas raíces serán medidas mediante indicadores, y así decidir la herramienta de mejora a aplicar por cada causa raíz o grupo de ellas, así mismo la inversión que representará la aplicación de las herramientas de mejora para la empresa de metalmecánica ETRAL SAC.

Tabla 8 Indicadores de las causas raíces.

CR	Descripción	Indicador %		VA %	Perdidas actuales integradas (\$./AÑO)	
PRODUCCIÓN	CR7P	Falta de manual de organización y funciones.	% de personal que conoce sus funciones	$\%PCF = \frac{N^{\circ} \text{ personas que conocen sus funciones}}{\text{Personal Total}} \times 100$	54%	S/. 88,577.47
	CR1P	Falta de distribución en las áreas de trabajo.	% Tiempo Desplazamiento	$\%D = \frac{\text{Área utilizada}}{\text{Área total}}$	42%	
	CR2P	Falta de procesos de producción estandarizados .	% de procesos de producción estandarizados	$\%ETO = 1 - \frac{\text{Tiempo Estándar}}{\text{Tiempo Real}} \times 100$	33%	
	CR6P	Inexistencia de un plan de mantenimiento .	% de aplicación de planes de mantenimiento	$\%PME = \frac{N^{\circ} \text{ de planes de mantenimiento efectuados}}{\text{Total de planes de mantenimiento}} \times 100$	8%	S/. 7,243.77
	CR5P	Falta de un plan de renovación de Maquinas	% de de plan de renovación de máquinas.	$\%PRM = \frac{N^{\circ} \text{ de planes de renovación de maquinas efectuados}}{\text{Total de planes de renovación existentes}} \times 100\%$	0%	

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Matriz de indicadores.

Una vez diagnosticado las causas raíz más importantes, se procedió a elaborar una matriz con indicadores para definir los costos perdidos para cada una de ellas, la influencia que tienen en la rentabilidad de la empresa metalmeccánica, las metas que se proyecta la misma y el incumplimiento que se está generando por no poder cumplirlas. Además de ello, se enuncia la herramienta de mejora que intentará erradicar estas 5 causas raíces diagnosticadas.

Tabla 9 Matriz de Indicadores.

CR	Descripción	Indicador %		VA %	Perdidas actuales integradas (\$./AÑO)	Participación de la pérdida actual	VM %	Perdidas mejoradas integradas (\$./AÑO)	Participación de la pérdida mejorada	Beneficio (\$./)	Herramienta de Mejora	Inversión (\$./)
PRODUCCIÓN	CR7P	Falta de manual de organización y funciones.	% de personal que conoce sus funciones	$\%PCF = \frac{N^{\circ} \text{ personas que conocen sus funciones}}{\text{Personal Total}} \times 100$	54%	S/. 88,577.47	92%	S/. 14,650.0	88.8%	S/. 73,927.5	DAP / Procedimientos / Documentación / manuales / MRP II	S/. 18,550.00
	CR1P	Falta de distribución en las áreas de trabajo.	% Tiempo Desplazamiento	$\%D = \frac{\text{Área utilizada}}{\text{Área total}}$	42%							
	CR2P	Falta de procesos de producción estandarizados .	% de procesos de producción estandarizados	$\%ETO = 1 - \frac{\text{Tiempo Estándar}}{\text{Tiempo Real}} \times 100$	33%							
	CR6P	Inexistencia de un plan de mantenimiento .	% de aplicación de planes de mantenimiento	$\%PME = \frac{N^{\circ} \text{ de planes de mantenimiento efectuados}}{\text{Total de planes de mantenimiento}} \times 100$	8%	S/. 7,243.77	8%	S/. 1,857.0	11.2%	S/. 5,386.8	Plan de Mantenimiento.	S/. 46,357.00
	CR5P	Falta de un plan de renovación de Maquinas	% de de plan de renovación de maquinas.	$\%PRM = \frac{N^{\circ} \text{ de planes de renovacion de maquinas efectuados}}{\text{Total de planes de renovacion existentes.}} \times 100\%$	0%							
TOTAL						S/. 95,821.24		S/. 16,507.00		S/. 79,314.24		S/. 64,907.00

Fuente: Elaboración propia.

3.8. Desarrollo de la matriz de indicadores de variables:

En este campo se desarrolló la matriz de indicadores de variables, donde las 5 causas priorizadas fueron consideradas y formuladas con indicadores para cada una de ellas en relación a la variable independiente, de la misma manera esta tabla muestra la pérdida anual antes de desarrollar las herramientas de mejora y la perdidas con las propuestas de mejora, como también los valores actuales y futuros, el beneficio que se obtiene con las herramientas de un sistema DAP, Procedimientos, Documentación ,manuales, MRP II, para las causas raíces, CR1P, CR2P , la herramienta usada para disminuir el costo de la causa raíz CR6 P, CR5 P, será un plan de mantenimiento.

3.9. Propuestas

3.9.1. Herramientas de producción

3.9.1.1. Sistema MRP II

Se desarrolló un sistema MRP II para la empresa metalmecánica ETRAL SAC. en vista que no cuentan con una planificación de producción, requerimientos óptimos de materiales, conocimiento de la capacidad de producción, horas hombre y horas máquina que se requieren para la producción planeada y de ser necesario para los pedidos adicionales de los clientes, en especial para campañas publicitarias. Cabe mencionar que actualmente la empresa tiene un escaso control en el uso de la materia prima y en registrar y conocer el stock de los mismos, lo que generaba hacer una sobre producción y en muchos casos llegar a sobre stockearnos o tener la necesidad de adquirir los materiales de manera urgente a mayor precio. Esta herramienta se desarrolló teniendo cuenta las ventas históricas de los últimos

3 años, así también se determinó la cantidad de materiales que corresponden a la producción de un furgón tipo acanalado y de madera de 5 tn, como también sus costos, lo que nos permitió la explosión del MRP para posteriormente pasar al desarrollo de las horas requeridas para la producción y conocer si la empresa cuenta con capacidad suficiente. Las causas que tienen como propuesta el sistema MRP II son las siguientes:

Causa Raíz 07: Falta de manual de organización y funciones

Esta causa hace referencia al proceso de producción del furgón tipo acanalado, debido a que la empresa de metalmecánica no tiene ninguno de sus procesos estandarizados, con tiempos establecidos y medidos, lo que genera que cuenten con estándares de tiempos para su producción, se realizó un debido análisis para estandarizar los procedimientos de las funciones a realizar.

El no contar con un manual de organización y funciones en las diferentes áreas de la empresa origina que los operarios no se encuentren correctamente organizados, ni tengan sus funciones definidas ya que el encargado designa tareas basándose únicamente en lo que saben sin ningún estudio adecuado de análisis y descripción de puestos. Esto genera que un trabajador que no es especialista en cierta actividad tarde el 25% más del tiempo normal, además cada mes existe un reproceso del producto entregado por un mal ensamblado debido a que no existe capacitaciones de ensamblaje al personal.

Causa Raíz 01: Falta de distribución en las áreas de trabajo.

En el área de producción las estaciones de habilitado pintado y ensamblado no se encuentran bien distribuidas ni ordenadas lo cual impide un adecuado y fluido proceso en la fabricación del producto generando tiempos muertos de 1 hora diaria en el desplazamiento de cada operario además el almacén de materia prima y herramientas no se encuentra categorizado según el tipo y la frecuencia de uso de los productos a emplear , esto causa que en el momento que el operario solicite un material o herramienta se demore un promedio de 15 min al esperar que el almacenero encuentre su requerimiento .

Causa Raíz 02: Falta de procesos de producción estandarizados

Debido a la falta de estandarización en los procesos productivos no se ha podido realizar los estudios que permitan determinar el tiempo estándar de la elaboración de un furgón u otro producto además de no poder controlar las actividades debido a que no cuentan con un método estandarizado para el desarrollo de las tareas generando un tiempo muerto de aproximadamente 2 horas diarias por operario , además la empresa no cuenta con un diagrama de procesos estandarizados para la elaboración de un furgón, barandas cisternas, plataformas, carrocerías de madera, entre otros productos que ofrecen fabricar, esto refleja un trabajo empírico que realizan los operarios de las diferentes estaciones de trabajo, lo cual reduce la posibilidad de tener un producto con calidad homogénea y aumenta la recurrencia de errores .

3.9.1.1.1. Explicación de costos perdidos por las causas 07, 01, 02.

- **Causa Raíz 07P: Falta de manual de organización y funciones**

Tabla 10 Falta de manual de organización y funciones

CR7 P Falta de manual de organización y funciones.								
Remuneraciones de la MO directa e indirecta de empresa metalmecánica ETRAL SAC.					Conoce sus funciones	NOTA IDEAL	Incumplimiento	Costo por Hora
Personal	Salario por hora (S/. /HR)	Salario semanal (S/. / SEM)	Salario mensual (S/. /MES)	Costo de hora extra (S/. / HR EXTRA)				
Armador 1	S/. 8.00	S/. 325.00	S/. 1,300.00	S/. 10.40	4	4	0%	0.00
Armador 2	S/. 6.25	S/. 300.00	S/. 1,200.00	S/. 8.13	3	4	25%	1.56
Armador 3	S/. 6.25	S/. 300.00	S/. 1,200.00	S/. 8.13	3	4	25%	1.56
Ayudante 1	S/. 4.43	S/. 212.50	S/. 850.00	S/. 5.76	2	3	8%	0.37
Ayudante 2	S/. 4.43	S/. 212.50	S/. 850.00	S/. 5.76	2	3	8%	0.37
Ayudante 3	S/. 4.43	S/. 212.50	S/. 850.00	S/. 5.76	2	3	8%	0.37
Ayudante 4	S/. 4.43	S/. 212.50	S/. 850.00	S/. 5.76	2	3	8%	0.37
Electricista	S/. 6.25	S/. 300.00	S/. 1,200.00	S/. 8.13	3	4	25%	1.56
Forrador	S/. 5.73	S/. 275.00	S/. 1,100.00	S/. 7.45	3	4	25%	1.43
Habilitador 1	S/. 5.21	S/. 250.00	S/. 1,000.00	S/. 6.77	3	4	25%	1.30
Habilitador 2	S/. 4.69	S/. 225.00	S/. 900.00	S/. 6.09	2	3	8%	0.39
Habilitador 3	S/. 4.69	S/. 225.00	S/. 900.00	S/. 6.09	2	3	8%	0.39
Pintor 1	S/. 5.73	S/. 275.00	S/. 1,100.00	S/. 7.45	4	4	0%	0.00
Pintor 2	S/. 4.69	S/. 225.00	S/. 900.00	S/. 6.09	3	4	25%	1.17
Pintor 3	S/. 4.69	S/. 225.00	S/. 900.00	S/. 6.09	3	4	25%	1.17
Pintor 4	S/. 4.69	S/. 225.00	S/. 900.00	S/. 6.09	3	4	25%	1.17
Soldador	S/. 7.81	S/. 375.00	S/. 1,500.00	S/. 10.16	3	4	25%	1.95
Ingeniero de producción	S/. 13.02	S/. 625.00	S/. 2,500.00	S/. 16.93	4	4	0%	0.00
Contadora	S/. 7.81	S/. 375.00	S/. 1,500.00	S/. 10.16	3	4	25%	1.95
Sub Gerente General	S/. 13.02	S/. 625.00	S/. 2,500.00	S/. 16.93	4	4	0%	0.00
Gerente General	S/. 13.02	S/. 625.00	S/. 2,500.00	S/. 16.93	4	4	0%	0.00
								17.10

CONOCE SUS FUNCIONES		Disponibilidad efectiva de tiempo de trabajo	
		Tiempo Disponible	Tiempo efectivo
Malo	1	Año	365
Deficiente	2	Domingos	52
Bueno	3	Ferriados	10
Óptimo	4	Dias disponibles	303
		Días efectivos/año	257.55
		Min efectivos/ año	145440.00
		Min efectivos/ mes	12120.00

Fuente: Elaboración propia.

- **Causa Raíz 01P: Falta de distribución en las áreas de trabajo.**

Tabla 11 Falta de distribución en las áreas de trabajo.

Personal	Salario por hora (PEN/HR)	Tiempo de desplazamiento	Retraso de Tarea	Costo por tiempo muerto por hora.
Armador 1	S/. 8.00	0.1667	0.166666667	S/.2.67
Armador 2	S/. 6.25	0.250	0.166666667	S/.2.60
Armador 3	S/. 6.25	0.250	0.2	S/.2.81
Ayudante 1	S/. 4.43	0.333	0.2	S/.2.36
Ayudante 2	S/. 4.43	0.333	0.25	S/.2.58
Ayudante 3	S/. 4.43	0.333	0.25	S/.2.58
Ayudante 4	S/. 4.43	0.333	0.17	S/.2.21
Electricista	S/. 6.25	0.267	0.13	S/.2.50
Forrador	S/. 5.73	0.333	0.15	S/.2.77
Habilitador 1	S/. 5.21	0.300	0.216666667	S/.2.69
Habilitador 2	S/. 4.69	0.417	0.2	S/.2.89
Habilitador 3	S/. 4.69	0.417	0.25	S/.3.13
Pintor 1	S/. 5.73	0.367	0.25	S/.3.53
Pintor 2	S/. 4.69	0.417	0.283333333	S/.3.28
Pintor 3	S/. 4.69	0.417	0.3	S/.3.36
Pintor 4	S/. 4.69	0.417	0.316666667	S/.3.44
Soldador	S/. 7.81	0.400	0.25	S/.5.08
Ingeniero de producción	S/. 13.02	0.417	0.25	S/.8.68
Contadora	S/. 7.81	0.167	0.25	S/.3.26
Sub Gerente General	S/. 13.02	0.333	0.083333333	S/.5.43
Gerente General	S/. 13.02	0.333	0.133333333	S/.6.08
				S/. 73.93

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Disponible	Dinero
Diario	S/. 73.93
Semanal	S/. 443.55
Mes	S/. 1,922.06
Año	S/. 22,399.38

- **Causa Raíz 02P: Falta de procesos de producción estandarizados**

Tabla 12 Falta de procesos de producción estandarizados

Costo de retraso por falta procesos de producción estandarizados	
Tiempo Disponible	Dinero
diario	S/. 197.81
semana	S/. 1,186.86
mes	S/. 5,143.05
año	S/. 59,936.34

Tabla 13 Falta de procesos estandarizados.

PRODUCTO	PROCESO	DESCRIPCIÓN	OPERARIO	COSTO POR HORA	FACTOR MIN (S./MIN)	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	TOMA DE TIEMPOS (MIN)	DIFERENCIA DE TIEMPOS (MIN)	DIFERENCIA DE TIEMPOS
FURGON ACANALADO	Inspección	Inspección de perfiles	Ingeniero de producción	S/. 13.02	S/. 0.22	150	188	38	S/.8.25
		Pre-pintado de material	Pintor 1 y Pintor 2	S/.10.42	S/. 0.17	300	357	57	S/.9.90
	Ensamblaje de plataforma	Armado de Falso chasis	Armador 1 y Ayudante 1	S/.12.43	S/. 0.21	120	186	66	S/.13.67
		Armado de Puente	Armador 1 y Ayudante 1	S/.12.43	S/. 0.21	60	66	6	S/.1.24
		Armado de Durmiente	Armador 1 y Ayudante 2	S/.12.43	S/. 0.21	60	73.4	13.4	S/.2.78
		Armado de Parachoques	Armador 2 y Ayudante 2	S/.10.68	S/. 0.18	70	106.6	36.6	S/.6.51
		Armado de marco de plataforma	Armador 2 y Ayudante 3	S/.10.68	S/. 0.18	90	97	7	S/.1.25
		Armado de anclaje	Armador 3 y Ayudante 3	S/.10.68	S/. 0.18	60	89.4	29.4	S/.5.23
		Armado de Patas de gallo	Armador 3 y Ayudante 4	S/.10.68	S/. 0.18	60	86.8	26.8	S/.4.77
	Ensamble de estructura	Armado de marco delantero	Armador 1 y Ayudante 1	S/.12.43	S/. 0.21	120	142.2	22.2	S/.4.60
		Armado de marco posterior	Armador 1 y Ayudante 1	S/.12.43	S/. 0.21	120	147.6	27.6	S/.5.72
		Armado de marco de techo	Armador 1 y Ayudante 2	S/.12.43	S/. 0.21	120	161.4	41.4	S/.8.57
		Armado de postes	Armador 2 y Ayudante 2	S/.10.68	S/. 0.18	120	127.4	7.4	S/.1.32
		Armado de entramado lateral	Armador 2 y Ayudante 3	S/.10.68	S/. 0.18	120	157.8	37.8	S/.6.73
		Armado de entramado frontal	Armador 3 y Ayudante 3	S/.10.68	S/. 0.18	120	163.2	43.2	S/.7.69
		templadores	Armador 3 y Ayudante 4	S/.10.68	S/. 0.18	120	152.2	32.2	S/.5.73
	Fabricación de puertas	Armado de marco de puerta	Habilitador 1 y Habilitador 2	S/. 9.90	S/. 0.16	120	126	6	S/.0.99
		Fijación de base de kit de cierre	Habilitador 1 y Habilitador 3	S/. 9.90	S/. 0.16	90	126	36	S/.5.94
		Fijación de base de bisagras	Habilitador 2 y Habilitador 3	S/.9.38	S/. 0.16	120	121.4	1.4	S/.0.22
		fijación de bisagras	Habilitador 1 y Habilitador 3	S/.9.90	S/. 0.16	90	85.8	-4.2	S/.0.00
		Kit de cierre	Habilitador 2 y Habilitador 3	S/.9.38	S/. 0.16	90	85.6	-4.4	S/.0.00
	Soldeo	Plataforma	Soldador y Ayudante 1	S/.12.24	S/. 0.20	120	125.4	5.4	S/.1.10
		Estructura	Soldador y Ayudante 2	S/.12.24	S/. 0.20	150	160	10	S/.2.04
		Puertas	Soldador y Ayudante 3	S/.12.24	S/. 0.20	60	76	16	S/.3.26
		techo	Soldador y Ayudante 2	S/.12.24	S/. 0.20	60	64.6	4.6	S/.0.94
	Forrado	Frontal	Forrado y Ayudante 1	S/.10.16	S/. 0.17	90	129	39	S/.6.60
		lateral	Forrado y Ayudante 2	S/.10.16	S/. 0.17	120	156	36	S/.6.09
		techo	Forrado y Ayudante 3	S/.10.16	S/. 0.17	120	148	28	S/.4.74
		Puertas	Forrado y Ayudante 1	S/.10.16	S/. 0.17	120	159.8	39.8	S/.6.74
		Fijación de piso	Forrado y Ayudante 4	S/.11.98	S/. 0.20	180	259.4	79.4	S/.15.85
	Detalles	Defensa lateral	Habilitador 1 y Habilitador 2	S/. 9.90	S/. 0.16	180	220	40	S/.6.60
		Porta extintor	Habilitador 1 y Ayudante 1	S/.9.64	S/. 0.16	160	157.6	-2.4	S/.0.00
		Porta cono	Habilitador 2 y Ayudante 2	S/.9.11	S/. 0.15	160	153.8	-6.2	S/.0.00
		Porta tacos	Habilitador 1 y Habilitador 3	S/. 9.90	S/. 0.16	120	125.2	5.2	S/.0.86
		seguro de ejes	Habilitador 2 y Ayudante 1	S/.9.11	S/. 0.15	120	129	9	S/.1.37
		Base de faros	Habilitador 3 y Ayudante 1	S/.9.11	S/. 0.15	120	133.8	13.8	S/.2.10
		guardafango	Habilitador 1 y Habilitador 3	S/. 9.90	S/. 0.16	120	136	16	S/.2.64
	Pintura y acabado	Esmerilado	Pintor 1	S/. 5.73	S/. 0.10	480	501	21	S/.2.01
		Masillado	Pintor 2	S/. 4.69	S/. 0.08	300	340	40	S/.3.13
		Lijado	Pintor 3	S/. 4.69	S/. 0.08	240	250	10	S/.0.78
		Base	Pintor 3	S/. 4.69	S/. 0.08	240	252	12	S/.0.94
		Pintura de acabado	Pintor 4	S/. 4.69	S/. 0.08	300	346.4	46.4	S/.3.63
Sistema eléctrico	Cableado	Electricista	S/. 6.25	S/. 0.10	240	302	62	S/.6.46	
	Fijación de cables	Electricista	S/. 6.25	S/. 0.10	240	282.8	42.8	S/.4.46	
	Fijación de faros	Electricista	S/. 6.25	S/. 0.10	240	290.6	50.6	S/.5.27	
montaje	fijación de furgon	Habilitador 1 y Habilitador 2	S/. 9.90	S/. 0.16	60	90	30	S/.4.95	
	ajuste de abrazaderas	Habilitador 1 y Habilitador 3	S/. 9.90	S/. 0.16	60	85.4	25.4	S/.4.19	
TOTAL									S/.197.8

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.1.2. *Desarrollo de la propuesta: Sistema MRP II*

Para el desarrollo del sistema MRP II, se partió del pronóstico de ventas para el año 2021 meses de Julio – Diciembre con datos históricos de 3 años usando el método de regresión lineal y análisis de datos en el libro de Excel se obtuvo los siguientes resultados.

Información de los productos que elabora			
SKU	Descripción	Und	ton
SKU 1	Furgon Acanalado	Und	5
SKU2	Furgon de Madera	Und	5

Tabla 14 *Programa de Producción Mensual*

Programa de Producción Mensual (Unidades)														
SKU	Descripción	MESES												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SKU1	Furgon Acanalado	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	2	2	25
SKU2	Furgon de Madera	1	-	1	1	2	2	2	1	3	2	2	2	19
	Total (Und.)	3	2	3	4	4	5	4	3	5	3	4	4	44

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.1.2.1. Inventario de materiales

Tabla 15 Inventario de materiales.

Inventario de Materiales									
Tipo	Material	Und	Nivel	Cantidad	Tam Lote	Lead Time	Stock Seguridad	Entradas previstas	
								Sem	Cant
Sku	Furgon acanalado de 5 Tn.	Und	0	0	LFL	0	0		
Sku	Furgon de madera de 5 Tn.	Und	0	0	LFL	0	0		
Comp	Falso Chasis	Und	1	5	LFL	3	0	3	5
Comp	Marco plataforma Lateral de Acero Inoxidable.	Und	1	0	LFL	2	0	2	10
Comp	Marco plataforma frontal de Acero Inoxidable.	Und	1	0	LFL	1	0		
Comp	Techo de acero Inoxidable.	Und	2	10	LFL	1	0		
Comp	Puerta de acero Inoxidable.	Und	2	8	LFL	1	0	2	4
Comp	Piso	Und	2	0	LFL	3	0		
Comp	Accesorios	Und	2	80	LFL	2	0		
Comp	Sistema Electrico	Und	1	2	LFL	1	0		
Comp	Pintura de Antoxidante	Und	1	4	LFL	1	0		
Comp	Pintura de Acabado	Und	2	0	LFL	1	0	3	2
Comp	Marco plataforma Lateral de Madera	Und	2	0	LFL	2	0		
Comp	Marco plataforma frontal de Madera	Und	2	5	LFL	2	0		
Comp	Techo de Madera	Und	1	3	LFL	1	0		
Comp	Puerta de Madera	Und	1	3	LFL	1	0		
Comp	Piso de Madera	Und	1	4	LFL	2	0	4	8
Comp	Pintura de Acabado Madera	Und	2	2	LFL	1	0	2	4

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.1.2.2. Programa de pedidos planeados (MRP II)

Tabla 16 Programa de pedidos planeados.

Programa de Pedido Planeado														
Código Pieza	Unidad de Medida	Semana												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Furgón Acanalado	Und		2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2
Furgón de Madera	Und		3	2	3	4	2	3	2	2	3	2	3	2
Falso Chasis	Und	20	14	8	12	8	8	10	10	10	8	0	0	0
Marco plataforma Lateral de Acero Inoxidable.	Und	4	0	6	4	6	4	4	4	6	4	4	0	0
Marco plataforma frontal de Acero Inoxidable.	Und	4	6	4	6	4	6	4	4	4	6	4	4	0
Techo de acero Inoxidable.	Und	0	0	0	0	2	3	2	2	2	3	2	2	0
Puerta de acero Inoxidable.	Und	0	0	2	6	4	6	4	4	4	6	4	4	0
Piso	Und	7	3	2	3	2	2	2	3	2	2	0	0	0
Accesorios	Und	0	40	56	32	48	32	32	40	40	40	32	0	0
Sistema Electrico	Und	8	10	10	4	8	2	8	8	10	10	10	8	0
Pintura de Antoxidante	Und	0	6	4	6	4	6	4	4	4	6	4	4	0
Pintura de Acabado	Und	4	6	2	6	4	6	4	4	4	6	4	4	0
Marco plataforma Lateral de Madera	Und	10	6	8	4	6	4	4	6	4	6	4	0	0
Marco plataforma frontal de Madera	Und	3	6	8	4	6	4	4	6	4	6	4	0	0
Techo de madera	Und	3	4	6	8	4	6	4	4	6	4	6	4	0
Puerta de Madera	Und	3	4	6	8	4	6	4	4	6	4	6	4	0
Piso de Madera	Und	1	3	0	0	1	2	2	3	2	3	2	0	0
Pintura de Acabado Madera	Und	4	6	8	4	6	4	4	6	4	6	4	0	0

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.1.2.3. Plan maestro de puestos de trabajo.

Tabla 17 Plan maestro de puesto de trabajo

Código	Descripción	Capacidad (und/mes)	Hrs dispon día	Días por semana	Actividad1 Preparación	Actividad2 Mano Obra	Actividad3 Tiemp Maq	Número de Maquinas	Número de operarios	Factor de velocidad	Mo	Maquinas	T Preparación (MES)	H Hombre(MES)	H Máquina (MES)
AC	Armado de Falso Chasis	5	8	6	H	HH	HM	3	2	1.00	7	3	192	1344	576
AP	Armado de Plataforma	5	8	6	H	HH	HM	2	4	1.00	7	2	192	1344	384
APES	Armado de Postes	5	8	6	H	HH	HM	3	4	1.00	7	3	192	1344	576
AT	Armado de Marco de Techos	5	8	6	H	HH	HM	2	3	1.00	7	2	192	1344	384
APUS	Armado de Puertas	5	8	6	H	HH	HM	1	2	1.00	7	2	192	1344	384
VI	Verificación e inspección	5	8	6	H	HH	HM	0	2	1.00	7	0	192	1344	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Hoja de Ruta

HOJA DE RUTA													
1 día = 8 horas													
Material				Puesto de trabajo				Actividades - Producción para 1 día			Minutos / unidad producida		
Código	Descripción	Unid	Peso (ton)	Código	Und/Mes	Actividad 1 Prepar(hrs)	Actividad 2 (hrs-hombre)	Actividad 3 (hrs-máq)	Producción (Und)	Min / Unid Preparación	Min / Unid Mano obra	Min / Unid Máquina	
AC	Furgón Acalanado	Und	5	Armado de Falso Chasis	5	1.5	1.5		5	18	18	0	
AP	Furgón Acalanado	Und	5	Armado de Plataforma	5	2			5	24	0	0	
APES	Furgón Acalanado	Und	5	Armado de Postes	5	1		1	5	12	0	12	
AT	Furgón Acalanado	Und	5	Armado de Marco de Techos	5	2	2	2	5	24	24	24	
APUS	Furgón Acalanado	Und	5	Armado de Puertas	5	3	3		5	36	36	0	
VI	Furgón Acalanado	Und	5	Verificación e inspección	5	0.5	0.5	0.5	5	6	6	6	
AC	Furgón de Madera	Und	5	Armado de Falso Chasis	5	1.5	1.5		5	18	18	0	
AP	Furgón de Madera	Und	5	Armado de Plataforma	5	2	2		5	24	24	0	
AT	Furgón de Madera	Und	5	Armado de Marco de Techos	5	2	2	2	5	24	24	24	
APUS	Furgón de Madera	Und	5	Armado de Puertas	5	3	3	3	5	36	0	36	
VI	Furgón de Madera	Und	5	Verificación e inspección	5	0.5	0.5	0.5	5	6	6	6	

Fuente: Elaboración Propia,

3.9.1.1.2.4. CRP

Tabla 19 CRP

Maquina	Armado de Marco de Techos			Armado de Puertas			Verificación e inspección		
	Preparacion	Hombre	Maquina	Preparacion	Hombre	Maquina	Preparación	Hombre	Máquina
Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs
576	192	1344	384	192	1344	384	192	1344	0
0	2	2	2	2	1	1	0	0	0
									Insuficiente

Períodos	Armado de Falso Chasis			Armado de Plataforma			Armado de Postes		
	Preparacion	Hombre	Maquina	Preparacion	Hombre	Maquina	Preparacion	Hombre	Hombre
Planificación	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs
	192	1344	576	192	1344	384	192	1344	
Horas	1	1	-	2	1	-	0	-	
Capacidad									

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo con el desarrollo del MRP II se pudo determinar que la empresa hasta la actualidad y con la demanda proyectada cuenta con capacidad en planta para producir los pedidos de los clientes y soportar el incremento de la demanda por campañas publicitarias, así mismo la empresa de transporte ETRAL SAC. Va a contar con el formato de las tablas formuladas para que actualice los datos y puede calcular la producción en caso sea menor o mayor a lo pronosticado. Los beneficios que se obtienen con el sistema MRP II son la disminución de inventarios y de los tiempos de espera en la producción y entrega de materiales y productos terminados, incrementando la eficiencia del trabajo. A continuación, se muestra los costos por causas raíces antes y después del desarrollo del MRP II.

Tabla 20 *Costos perdidos antes y después del desarrollo del sistema MRP II*

Descripción	Indicador %		VA %	Pérdidas actuales integradas (\$./AÑO)	Participación de la pérdida actual	VM %	Pérdidas mejoradas integradas (\$./AÑO)	Participación de la pérdida mejorada	Beneficio (\$./)
CR7P Falta de manual de organización y funciones.	% de personal que conoce sus funciones	$\%PCF = \frac{N^{\circ} \text{ personas que conocen sus funciones}}{\text{Personal Total}} \times 100$	54%	S/. 88,577.47	92%	100%	S/. 14,650.0	88.8%	S/. 73,927.5
CR1P Falta de distribución en las áreas de trabajo.	% Tiempo Desplazamiento	$\%D = \frac{\text{Área utilizada}}{\text{Área total}}$	42%			90%			
CR2P Falta de procesos de producción estandarizados.	% de procesos de producción estandarizados	$\%ETO = 1 - \frac{\text{Tiempo Estándar}}{\text{Tiempo Real}} \times 100$	33%			100%			

Fuente: Elaboración propia

3.9.1.2. *Plan de mantenimiento*

a. **Mantenimiento preventivo**

Es aquel que se realiza en períodos cortos, ya sea semanal o quincenal y el objetivo de éste es prevenir cualquier problema que afecte el funcionamiento correcto de la máquina.

El mantenimiento preventivo incluye:

- Lubricar todas las piezas de la máquina.
- Verificar el suministro de aceite, aire y vapor (en máquinas industriales).
- Inspeccionar todas las máquinas para limpiar donde sea necesario con aire utilizando un compresor, cepillo o pinzas.
- Mantener en orden y verificar las herramientas de trabajo.
- Descartar destornilladores o herramientas estropeadas, que deben reponerse periódicamente.

b. **Mantenimiento Correctivo**

Es el tipo de mantenimiento que se realiza inmediatamente para corregir los defectos fallas técnicas que esté realizando o presentando la máquina.

Para realizar un buen mantenimiento correctivo, debemos tomar en cuenta:

- Limpieza de la máquina
- Lubricación
- Observación del mecánico.

El más importante de estos elementos es la observación del mecánico ya que esto determinará el tipo de reparación o trabajo a realizarse para el correcto funcionamiento de la máquina.

- ❖ Antes de realizar cualquier trabajo en la máquina, debemos seguir el siguiente procedimiento:

Limpieza y lubricación de la máquina

Por lo general toda máquina nueva viene con sus manuales de instrucciones y mantenimiento, que le indican de forma precisa los cuidados que debe tener con la misma, dependiendo de la marca y uso. Sin embargo, en líneas generales, existen algunas reglas básicas que sirven para todas las máquinas

Recomendaciones para el mantenimiento

- Mantenga siempre cerca de su máquina un kit básico de herramientas y utensilios para su mantenimiento, como: una brocha o pincel de cerdas duras, un destornillador pequeño, aceite lubricante de muy buena calidad, y un trapito de franela absorbente.
- No olvide que el objetivo principal de la lubricación es evitar el desgaste de las piezas que se encuentran en movimiento. Además, evita el recalentamiento de estas piezas. La lubricación hace que se forme una película (capa) aislante entre las superficies de contacto, la cual evita la fricción o la reduce a un mínimo tolerable.

La mayoría de las máquinas de coser industriales por la carga de trabajo a que son sometidas tienen el sistema de lubricación automática; ya que poseen una bomba centrífuga la cual se encarga de repartir el aceite hacia todas las direcciones. Otras máquinas

poseen la lubricación semiautomática, otras poseen la lubricación manual.

Causa Raíz 06P: Inexistencia de un plan de mantenimiento.

Mantienen inventarios obsoletos con una antigüedad igual o mayor a tres años tal es el caso de productos que son aerosol como las pinturas, siliconas y ambientadores que con el pasar del tiempo se evaporan

La falta de mantenimiento preventivo origina que cada vez que se malogran las maquinas se interrumpan los diversos procesos principalmente las actividades de ensamblaje y pintado del furgón generando aproximadamente 5 horas perdidas al mes.

Causa raíz 05P: Falta un plan de renovación de maquinas.

En la empresa se utilizan 10 máquinas, de las cuales 1 máquina de soldar se encuentra fuera de funcionamiento, una máquina de pintado es antigua la cual no asegura la calidad del producto entregado generando en promedio 1 reproceso mensual y costos adicionales, además la máquina dobladora es artesanal ocasionando demora en el proceso de doblado del acero generando tiempos muertos de 20 min diarios por no tener maquinaria industrial para acelerar su proceso.

3.9.1.2.1. *Explicación de costos perdidos por las causas raíces CR6P, CR5P.*

Causa raíz 06P: Inexistencia de un plan de mantenimiento.

Tabla 21 *Maquinas necesarias para el trabajo diario.*

Maquinas necesarias para el trabajo diario en ETRAL SAC.								
Ítems	Máquina	Código	Parada/mes	HM/Parada	HM/furgon	% del fabricacion/furgon	costo F/F	perdida por parada
1	Máquina de soldar MIG	Mg 01	1	5	29	30%	S/. 4,455.00	S/. 768
2	Máquina de soldar eléctrica	Me 01	1	3	24	20%	S/. 2,970.00	S/. 371
3	Amoladoras 7"	Am 04	1	1	20	5%	S/. 742.50	S/. 38
4	Amoladoras 4,5"	Amp 01	1	1	24	5%	S/. 742.50	S/. 31
5	Taladro de 1/2"	Ta 04	1	2	9	10%	S/. 1,485.00	S/. 349
6	Compresor	Co 02	1	5	31	15%	S/. 2,227.50	S/. 365
7	Tronzadora	Tr 01	1	2	23	15%	S/. 2,227.50	S/. 194
TOTAL						100%	S/. 14,850.00	S/. 2,117

Fuente: Elaboración Propia

Causa raíz 05P: Falta un plan de renovación de máquinas.

Tabla 22 *Tasa de renovación*

TASA DE RENOVACIÓN									
Area de Ensamble									
ITEMS	CANTIDAD	% REAL DE RENOVACION	# de CAMBIOS POR AÑO	% DE RENOVACIÓN IDEAL	# de CAMBIOS IDEAL POR AÑO	# de CAMBIOS OBSOLETOS	% de INEFICIENCIA	COSTO DE HERRAMIENTA	SITUACIÓN
AMOLADORA DEWALT modelo D28490-B2 9" 6500 RPM	1	80%	3	<=25%	1	2	69%	S/. 420	Crítica
AMOLADORA DEWALT modelo D28491-B2 9" 8500 RPM	1	70%	3		1	2	64%	S/. 450	Mala
AMOLADORA BOSCH modelo GWS 7-115 ET 4.5" 9300 RPM	1	80%	2		1	1	69%	S/. 530	Crítica
ITEMS	CANTIDAD	% REAL DE RENOVACION	# de CAMBIOS POR AÑO	% DE RENOVACIÓN IDEAL	# de CAMBIOS IDEAL POR AÑO	# de CAMBIOS OBSOLETOS	% de INEFICIENCIA	COSTO DE HERRAMIENTA	SITUACIÓN
TALADRO DEWALT modelo DWD024-K18	2	70%	3	<=25%	1	2	64%	S/. 550	Mala
TALADRO BOSCH modelo G5B 13 RE 2800 RPM	1	80%	4		1	3	69%	S/. 500	Crítica
TALADRO KAILI modelo KP - 7369 2500 RPM	2	80%	3		1	2	69%	S/. 440	Crítica
ITEMS	CANTIDAD	% REAL DE RENOVACION	# de CAMBIOS POR AÑO	% DE RENOVACIÓN IDEAL	# de CAMBIOS IDEAL POR AÑO	# de CAMBIOS OBSOLETOS	% de INEFICIENCIA	COSTO DE HERRAMIENTA	SITUACIÓN
LIJADORA ORBITAL DEWALT D26451-B2 1200 RPM	2	80%	2	<=25%	1	1	69%	S/. 370	Crítica
Area de Habilitado									
ITEMS	CANTIDAD	% REAL DE RENOVACION	# de CAMBIOS POR AÑO	% DE RENOVACIÓN IDEAL	# de CAMBIOS IDEAL POR AÑO	# de CAMBIOS OBSOLETOS	% de INEFICIENCIA	COSTO DE HERRAMIENTA	SITUACIÓN
ROEDORA THAKITA JN 3200 1300 RPM	1	80%	2	<=25%	1	1	69%	S/. 420	Mala

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Situación de maquinas

Area de Ensamble				
ITEMS	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	% DE RENOVACION	SITUACIÓN
AMOLADORA DEWALT modelo D28490-B2 9" 6500 RPM	1	7 de 7	80%	Crítica
AMOLADORA DEWALT modelo D28491-B2 9" 8500 RPM	1	6 de 7	70%	Mala
AMOLADORA BOSCH modelo GWS 22-180 9" 8500 RPM	1	5 de 7	60%	Regular
AMOLADORA BOSCH modelo GWS 7-115 ET 4.5" 9300 RPM	1	7 de 7	80%	Crítica
AMOLADORA BOSCH modelo GWS 9-115 ET 4.5" 11500 RPM	1	5 de 7	60%	Regular
AMOLADORA DEWALT modelo DWE 4120-B2 4.5" 12000 RPM	1	5 de 7	60%	Regular
AMOLADORA DEWALT modelo DWE 4110-B2 4.5" 11000 RPM	1	4 de 7	50%	Buena
AMOLADORA BLACK & DECKER modelo G720-B2C 4.5" 11000 RPM	3	5 de 7	60%	Regular
Cantidad de amoladoras =	10			
ITEMS	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	% DE RENOVACION	SITUACIÓN
TALADRO DEWALT modelo DWD024-K18	2	6 de 7	70%	Mala
TALADRO BOSCH modelo G5B 13 RE 2800 RPM	1	7 de 7	80%	Crítica
TALADRO KAILI modelo KP - 7369 2500 RPM	2	7 de 7	80%	Crítica
TALADRO KAILI modelo KP - 072 2700 RPM	1	4 de 7	50%	Buena
TALADRO AUTOROSCANTE THAKITA FS 4000 4000 RPM	1	5 de 7	60%	Regular
TALADRO MAGNETICO TLM- 923	1	4 de 7	50%	Buena
ITEMS	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	% DE RENOVACION	SITUACIÓN
LIJADORA ORBITAL DEWALT D26451-B2 1200 RPM	2	7 de 7	80%	Crítica
Cantidad de lijadoras orbitales	2			
Area de Habilitado				
ITEMS	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	% DE RENOVACION	SITUACIÓN
AMOLADORA BOSH modelo-----	1	4 de 7	50%	Buena
Cantidad de taladros =	1			
ITEMS	CANTIDAD	FRECUENCIA DE USO	% DE RENOVACION	SITUACIÓN
CIZALLA BLACK & DECKER P84-01	1	4 de 7	50%	Buena
CIZALLA-----	1	4 de 7	50%	Buena
RECTIFICADORA BOSH GG5 27L 2700 RPM	1	5 de 7	60%	Regular
ROEDORA THAKITA JN 3200 1300 RPM	1	6 de 7	70%	Mala
Cantidad =	4			
N° total de Herramientas =	25			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Resumen de costos perdidos debido a maquinaria obsoleta.

Resumen de Costos Perdidos							
ITEMS		# de CAMBIOS OBSOLETOS	COSTO DE MAQUINA	COSTO PERDIDO	% de INEFICIENCIA		
AMOLADORA DEWALT modelo D28490-B2 9" 6500 RPM		2	S/. 420	S/. 840.00	69%		
AMOLADORA DEWALT modelo D28491-B2 9" 8500 RPM		2	S/. 450	S/. 900.00	64%		
AMOLADORA BOSCH modelo GWS 7-115 ET 4.5" 9300 RPM		1	S/. 530	S/. 530.00	69%		
TALADRO DEWALT modelo DWD024-K18		2	S/. 550	S/. 1,100.00	64%		
TALADRO BOSCH modelo G5B 13 RE 2800 RPM		3	S/. 500	S/. 1,500.00	69%		
TALADRO KAILI modelo KP - 7369 2500 RPM		2	S/. 440	S/. 880.00	69%		
LIJADORA ORBITAL DEWALT D26451-B2 1200 RPM		1	S/. 370	S/. 370.00	69%		
ROEDORA THAKITA JN 3200 1300 RPM		1	S/. 420	S/. 420.00	69%		
				Costo perdido Total	S/. 6,540.00		
				Costo perdido mens	S/. 545.00		
Número de Items	Número de cambios obsoletos	Costo de Maquinaria	Costo perdido Anual	Costo perdido mensual	Nivel Influencia	Costo perdido por Causa Raíz	% de Ineficiencia
8	14	S/. 3,680	S/. 6,540	S/. 545	63%	S/. 4,098.40	68%

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.2.2. Desarrollo de la propuesta de mejora: Plan de mantenimiento.

Tabla 25 Frecuencia de mantenimiento preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDECTIVO				
DESCRIPCIÓN		DIARIO	SEMANAL	ANUAL
Maquinas de Soldar (6)				X
Pistolas de pintura (8)		X		X
Compresora de aire (3)			X	X
Dobladora de planchas		X	X	
Maquina de corte.		X	X	
Torno			X	X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Costo de implementación de propuesta.

PROPUESTA					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Maquinas de Soldar (6)	Diodos/Condensadores	Juego	6	35	S/. 210.00
Pistolas de pintura (8)	No Aplica				S/. -
Compresora de aire (3)	Filtro de aire/anillos	Juego	3	88	S/. 264.00
Dobladora de planchas	Grasa/Niples,Sellos/Solvente	Juego	1	88	S/. 88.00
Maquina de corte .	Boquillas, sellos, solvente/lubricante/grasa	Juego	1	1114	S/. 1,114.00
Torno	Fajas/catalina/otros diversos	Juego	1	225	S/. 225.00
				TOTAL	S/. 1,901.00

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	UND. NECESARIAS	UND ITEMS	PRECIO (S/)	Total
Maquinas de Soldar (6)	Diodos/Condensadores	Hora-Hombre	1	6	8	S/. 48.00
Pistolas de pintura (8)	No Aplica	Hora-Hombre	0.5	8	8	S/. 32.00
Compresora de aire (3)	Filtro de aire/anillos	Hora-Hombre	3	3	8	S/. 72.00
Dobladora de planchas	Grasa/Niples, Sellos/Solvente	Hora-Hombre	10	1	8	S/. 80.00
Maquina de corte por plasma	Boquillas, sellos, solvente/lubricante/grasa	Hora-Hombre	12	1	8	S/. 96.00
Torno	Fajas/catalina/otros diversos	Hora-Hombre	16	1	8	S/. 128.00
				TOTAL		S/. 456.00

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.2.3. Desarrollo de la propuesta de mejora: Plan de renovación de maquina

Tabla 27 Herramientas a las que se le aplica SMED

Relación de herramientas a las que se aplica técnica SMED		
CÓDIGO	ITEMS	CANTIDAD
AMOL-01	AMOLADORA DEWALT modelo D28490-B2 9" 6500 RPM	1
AMOL-02	AMOLADORA DEWALT modelo D28491-B2 9" 8500 RPM	1
AMOL-03	AMOLADORA BOSCH modelo GWS 22-180 9" 8500 RPM	1
Cantidad de amoladoras =		3
CÓDIGO	ITEMS	CANTIDAD
TAL-01	TALADRO DEWALT modelo DWD024-B2C 2800 RPM	1
TAL-02	TALADRO DEWALT modelo DWD024-K18	1
Cantidad de taladros =		2
CÓDIGO	ITEMS	CANTIDAD
LIJ-01	LIJADORA ORBITAL DEWALT D26451-B2 1200 RPM	1
Cantidad de lijadoras orbitales		1

Area de Madera		
CÓDIGO	ITEMS	CANTIDAD
M/TAL-01	TALADRO BLACK & DECKER modelo TM 700- B2C 2600 RPM	1
Cantidad de taladros =		1
Area de Habilitado		
CÓDIGO	ITEMS	CANTIDAD
HAB/AMOL-01	AMOLADORA BOSH modelo-----	1
Cantidad de taladros =		1
N° total de Herramientas =		8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 *Tiempo de preparación de armado*

Tiempo de preparación para armado de carrocería		
ITEM	DETALLE	TIEMPO
		(Hora)
A	ARMADO DE PLATAFORMA	7
B	TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS	1
C	ARMADO DE ESTRUCTURA	2
D	TRANSLADO DE ESTRUCTURA	1
E	INSPECCION DE CALIDAD	2
F	ARMADO DE TECHO	9.5
G	ARMADO DE PUERTAS	10
H	FORRADO	4
I	SISTEMA ELÉCTRICO	8
J	ACCESORIOS	28
H	RESOLDADO	7.5
TOTAL		80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 *Frecuencia de cambio de formato*

Frecuencia de Cambio de Formato			
CAMBIOS DE FORMATOS REALIZADOS POR MAQUINA			
MES	AMOLADORA	TALADRO	LIJADORA
ENERO			1
FEBRERO	1	1	2
MARZO	2	3	1
ABRIL	1	2	2
MAYO	1	2	2
JUNIO	2	1	1
JULIO	1	1	2
AGOSTO	2	1	2
SETIEMBRE	1	1	1
OCTUBRE	2	2	1
NOVIEMBRE	2	1	1
TOTAL	22	29	35
TIEMPO INTERCAMBIO POR MAQUINA	8,13 hr	5,53 hr	6,13 hr

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Pareto de actividades

Pareto de actividades				
ITEM	DETALLE	TIEMPO	Porcentaje	Acumulado
		(min)		
J	ACCESORIOS	28	35%	35%
G	ARMADO DE PUERTAS	10	13%	48%
F	ARMADO DE TECHO	9.5	12%	59%
I	SISTEMA ELÉCTRICO	8	10%	69%
H	RESOLDADO	7.5	9%	79%
A	ARMADO DE PLATAFORMA	7	9%	88%
H	FORRADO	4	5%	93%
E	INSPECCION DE CALIDAD	2	3%	95%
B	TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS	1	1%	96%
C	ARMADO DE ESTRUCTURA	2	3%	99%
D	TRANSLADO DE ESTRUCTURA	1	1%	100%
TOTAL		80	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 SMED (Descripción del proceso a analizarse)

I.- Descripción de proceso a analizarse						
Item	Definición	Pasos	Herramientas	Descripciones	Tiempo Unitario	Tiempo Total
J	Sistema Eléctrico	Montado de puertas y accesorios	Herramientas manuales	Se coloca jebe T de tal forma que la puerta derecha selle la izquierda	7	28
		Defensa Lateral	Herramientas manuales	Se coloca parachoque	4	
		Guarda Barro	Herramientas manuales	Se fijará al muerto utilizando pernos y brocas	4	
		Enmaradero Interior	Martillo	Se martilla la madera o enmaradero a la estructura de carrocería	8.5	
		Abrazaderas	Bisagras, herramientas manuales	Se coloca estos accesorios en la carrocería haciendo uso de herramientas manuales	2.5	
		Faros posteriores	Herramientas manuales	Se instala el sistema eléctrico de manera progresiva a avance de carrocería	2	
G	Armado de puertas	Armado de puertas	Tronzadora, máquina de soldar	Se colocarán los tubos de acuerdo a la distribución indicada en el plano de montaje.	9.5	9.5
F	Armado de techo	Armado de techo	Wincha, máquina de soldar, esmeril	Se corta los tubos para la estructura y se procede a rmarlo	10	10
I	Sistema Eléctrico	Sistema Eléctrico	Herramientas manuales	Se instala el sistema eléctrico de manera progresiva a avance de carrocería	7.5	7.5
H	Resoldado	Resoldado	Máquina de soldar TIG-MIG, Arco eléctrico	Se refuerza la carrocería haciendo uso de diferentes técnicas de soldadura	8	8
A	Armado de plataforma	Armado de falso chasis	Amoladora	Corte de tubos para armar falso chasis	1	7
		Armado de puentes	Escuadra, máquina de soldar	El armador utiliza los puentes y procede a puntear con soldadura y uso de escuadra	1.5	
		Armado de muertos o durmientes	Máquina de soldar	Se punteará los muertos de acuerdo a la distribución del plano	2.5	
		Armado de marco plataforma	Amoladora	Se procede a colocar perfiles del marco inferior, posterior y lateral	2	

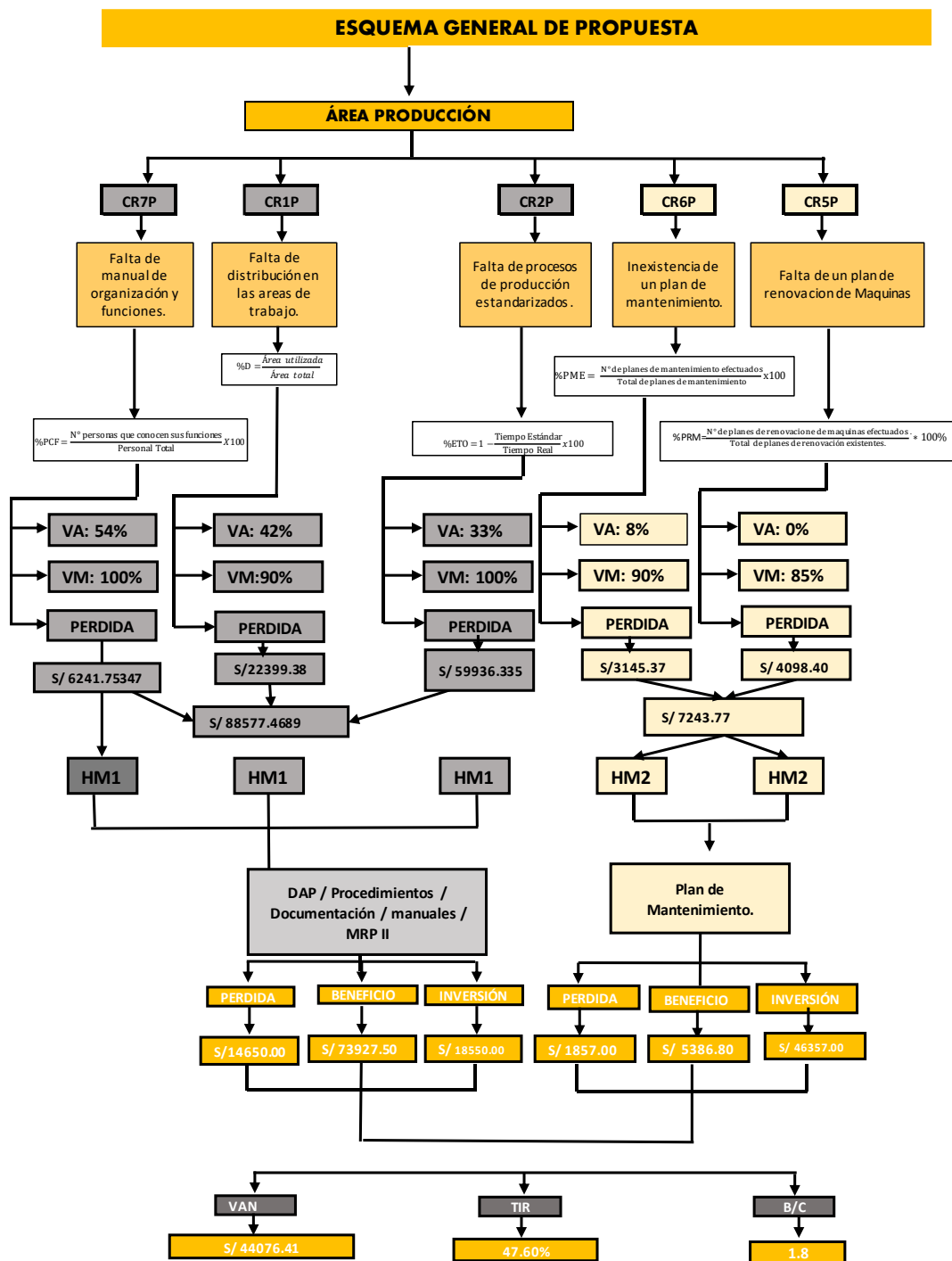
Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 Separación de actividades internas.

II.- Separación de actividades internas de externas						
Item	Definición	Pasos	Herramientas	Descripciones	Tiempo Unitario	Interno/Externo (I/E)
J	Sistema Eléctrico	Montado de puertas y accesorios	Herramientas manuales	Se coloca jebe T de tal forma que la puerta derecha selle la izquierda	7	I
		Defensa Lateral	Herramientas manuales	Se coloca parachoque	4	I
		Guarda Barro	Herramientas manuales	Se fijará al muerto utilizando pernos y brocas	4	I
		Enmaradero Interior	Martillo	Se martilla la madera o enmaradero a la estructura de carrocería	8.5	I
		Abrazaderas	Bisagras, herramientas manuales	Se coloca estos accesorios en la carrocería haciendo uso de herramientas manuales	2.5	I
		Faros posteriores	Herramientas manuales	Se instala el sistema eléctrico de manera progresiva a avance de carrocería	2	I
G	Armado de puertas	Armado de puertas	Tronzadora, máquina de soldar	Se colocarán los tubos de acuerdo a la distribución indicada en el plano de montaje.	9.5	E
F	Armado de techo	Armado de techo	Wincha, máquina de soldar, esmeril	Se corta los tubos para la estructura y se procede a rmarlo	10	E
I	Sistema Eléctrico	Sistema Eléctrico	Herramientas manuales	Se instala el sistema eléctrico de manera progresiva a avance de carrocería	7.5	I
H	Resoldado	Resoldado	Máquina de soldar TIG-MIG, Arco eléctrico	Se refuerza la carrocería haciendo uso de diferentes técnicas de soldadura	8	E
A	Armado de plataforma	Armado de falso chasis	Amoladora	Corte de tubos para armar falso chasis	1	E
		Armado de puentes	Escuadra, máquina de soldar	El armador utiliza los puentes y procede a puntear con soldadura y uso de escuadra	1.5	E
		Armado de muertos o durmientes	Máquina de soldar	Se punteará los muertos de acuerdo a la distribución del plano	2.5	E
		Armado de marco plataforma	Amoladora	Se procede a colocar perfiles del marco inferior, posterior y lateral	2	E

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Esquema general de propuesta



Fuente: Elaboración propia.

3.10. Inversión de la propuesta

Para poder proponer las mejoras de cada Causa Raíz, se elaboró un presupuesto, tomando en cuenta todas las herramientas, materiales de oficina y personal de apoyo para que todo funcione correctamente. En las tablas siguientes se detalla el costo de inversión para reducir cada una de las causas raíces

3.10.1. Inversión para la propuesta del Sistema MRP II

Tabla 33 Inversión para la propuesta de Sistema MRP II

Contratación	CANT	Remuneración (S./MES)
Practicante de Ingeniería Industrial	1	930.00
Visita de un Ing. Industrial (mensual)	1	320.00
TOTAL (S./MES)		1,250.00
TOTAL (S./AÑO)		15,000.00

Compra	CANT	Costo (S./)
Laptop HP: Intel Core i5, 4GB Ram	1	2,400.00
Multifuncional HP: Scanner, Fotocopiadora e impresora	1	450.00
Escritorio de melamine 1.00x0.50m, con cajones	1	200.00
Silla de escritorio con ruedas/ Negro	1	100.00
COMPRA TOTAL (S/)		3,150.00

Reinversión (4 AÑOS)	2,850.00
Reinversión (8 AÑOS)	300.00

Vida Util (AÑOS)	Depreciación (S./)
4	50.00
4	9.38
8	2.08
8	1.04
TOTAL (MES)	62.50
TOTAL (AÑO)	750.00

Fuente: Elaboración Propia.

3.10.2. Inversión para el plan de mantenimiento

Tabla 34 Inversión para el plan de mantenimiento

CR6P -CR5P PLAN DE MANTENIMIENTO		
Repuestos e insumos de mantenimiento preventivo de Maquinas de Soldar (6)	S/.	210.00
Repuestos e insumos de mantenimiento preventivo de Pistolas de pintura (8)	S/.	-
Repuestos e insumos de mantenimiento preventivo de Compresora de aire (3)	S/.	264.00
Repuestos e insumos de mantenimiento preventivo de Dobladora de planchas	S/.	88.00
Repuestos e insumos de mantenimiento preventivo de Maquina de corte por plasma	S/.	1,114.00
Repuestos e insumos de mantenimiento preventivo de Torno	S/.	225.00
Horas hombre mantenimiento preventivo máquina de soldar	S/.	48.00
Horas hombre mantenimiento preventivo pistolas de pintura	S/.	32.00
Horas hombre mantenimiento preventivo compresoras de aire	S/.	72.00
Horas hombre mantenimiento preventivo dobladora de planchas	S/.	80.00
Horas hombre mantenimiento preventivo máquina de corte por plasma	S/.	96.00
Horas hombre mantenimiento preventivo torno	S/.	128.00
	S/.	2,357.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35 Reporte de mantenimiento preventivo

REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
EQUIPO <input type="text"/>		CODIGO <input type="text"/>	ÁREA <input type="text"/>	
RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO <input type="text"/>				
DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO REALIZADO				
MATERIALES UTILIZADOS				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ENTREGA	PROVEEDOR	
MANO DE OBRA UTILIZADA				
NOMBRE		CARGO	FECHA	TOTAL HORAS
COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
COSTO MATERIALES	<input type="text"/>	COSTO MANO DE OBRA	<input type="text"/>	
COSTO TOTAL		<input type="text"/>		
ENTREGA DEL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO				
ENTREGADO POR			RECIBIDO POR	
FECHA DE ENTREGA			HORA DE ENTREGA	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36 Costos de la propuesta

Descripción	Costo Total
Costo de Mano de Obra por parada de Maquinaria 2021	S/. 3,145.37
Costo de Mantenimiento por Maquinaria 2021	S/. 500.00
TOTAL	S/. 3,645.37

Concepto	Monto
Perdida por sobre costos debido a falta de mantenimiento	S/. 3,645.37
Inversion en mantenimiento y repuestos	S/. 2,357.00
BENEFICIO	S/. 1,288.37

Fuente: Elaboración propia.

3.11. *Beneficio de la propuesta.*

Tabla 37 *Beneficio de la Propuesta.*

BENEFICIOS DE LA PROPUESTA		
ELEMENTO		BENEFICIO
Implementación CR7P	Falta de manual de organización y funciones.	S/.2,691.75
Implementación CR1P	Falta de distribución en las areas de trabajo.	S/.22,399.38
Implementación CR2P	Falta de procesos de producción estandarizados .	S/.48,836.34
Impelementación CR6P	Inexistencia de un plan de mantenimiento .	S/.1,288.37
Implementación CR5P	Falta de un plan de renovacion de Maquinas	S/.4,098.40
Total		S/. 79,314.24

Fuente: Elaboración propia.

3.12. *Evaluación económica.*

A continuación, se desarrolla el flujo de caja (inversión, egresos vs ingresos) proyectado a 5 años de la propuesta de implementación. Se considera que en el presente año se realiza la inversión y a partir del próximo año se perciben los ingresos y egresos que genera la propuesta.

Tabla 38 *Resumen de Inversiones.*

RESUMEN DE INVERSIONES	
TOTAL INVERSIONES	TOTAL (S./AÑO)
DESARROLLO DE MPR II	S/.3,550
DESARROLLO PLAN DE MANTENIMIENTO	S/.2,357
SUELDO DE JEFE DE SIG	S/.30,000
SUELDO DE SUPERVISOR DEL SIG	S/.14,000
AUDITORIA INICIAL	S/.15,000
TOTAL (S/.)	64,907.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39 *Evaluación Económica*

EVALUACION ECONOMICA

Inversión total	S/. 64,907.00					
(Costo oportunidad) COK	0.20					
principal constante						
Estado de resultados						
AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 79,314.24	S/. 81,693.67	S/. 84,144.48	S/. 86,668.81	S/. 89,268.88
costos operativos		S/. 15,000.00	S/. 15,450.00	S/. 15,913.50	S/. 16,390.91	S/. 16,882.63
Depreciación activos		S/. 850.00	S/. 875.50	S/. 901.77	S/. 928.82	S/. 956.68
GAV		S/. 15,467.50	S/. 15,931.53	S/. 16,409.47	S/. 16,901.75	S/. 17,408.81
utilidad antes de impuestos		S/. 47,996.74	S/. 49,436.65	S/. 50,919.74	S/. 52,447.34	S/. 54,020.76
Impuesto a la Renta (29.5%)		S/. 14,159.04	S/. 14,583.81	S/. 15,021.32	S/. 15,471.96	S/. 15,936.12
utilidad después de impuestos		S/. 33,837.70	S/. 34,852.83	S/. 35,898.42	S/. 36,975.37	S/. 38,084.63

Para poder determinar la rentabilidad de la propuesta, se ha realizado la evaluación a través de indicadores económicos: VAN, TIR, PRI y B/C.

Se ha seleccionado una tasa de interés de 20% anual para los respectivos cálculos, determinado lo siguiente:

Año	0	1	2	3	4	5
flujo neto de efectivo	-S/. 64,907.00	S/. 34,687.70	S/. 35,728.33	S/. 36,800.18	S/. 37,904.19	S/. 39,041.32
VAN	S/. 44,076.41					
TIR	47.60%					
PRI	3.0 años					

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior nos explica que se obtiene una ganancia al día de hoy con valor neto actual de S/. 44076.41 y una tasa interna de retorno de 47.60% (ampliamente superior a la de 20%), así mismo el periodo de recuperación de la inversión es de aproximadamente 3 años.

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		79314.24	81693.67	84144.48	86668.81	89268.88
Egresos		44626.54	45965.34	47344.30	48764.62	50227.56
VAN Ingresos	S/. 249,193.10					
VAN Egresos	S/. 140,209.70					
B/C	1.8					

Fuente: Elaboración propia.

Nos muestra que el valor del B/C es de 1.8 lo que nos quiere decir que la empresa de ETRAL SAC. Por cada sol invertido, obtendrá un beneficio de 1.8 céntimos.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En esta tesis se evidencia que con la implementación del MRP II, incrementa la productividad del área y además se lleva un control del stock de materiales, se reducen claramente los tiempos muertos y las horas de demora. Sin embargo (Loor, 2015) nos indica que con la obtención de un MRP la empresa Metalcar c.a. empezó a producir con mayor eficiencia, reduciendo tiempos muertos, ha minimizado los reproceso y sobre todo ayudo a que otras áreas tengan un mayor control de los productos y materiales que se necesitan para el ensamblado de un producto.

Claramente se evidencia la variación de los costos operacionales de la empresa, con la obtención de esta herramienta, los valores actuales y meta de cada una de las causas raíces que tienen como herramienta de mejora el desarrollo del sistema MRP II, en donde la cusa raíz N° 07 : Falta de manual de organización y funciones tiene un valor actual de 54% y con la herramienta se logra llegar al 100%, como también se puede apreciar en las causas N° 01, 02 que la herramienta ayuda significativamente en el incremento de los indicadores para el beneficio de la empresa metalmecánica ETRAL SAC.

El desarrollo del sistema MRP II nos permite conocer y tomar decisiones en el área de producción referente a las fechas de lanzamientos de pedidos, la cantidad de materiales que voy a requerir para cierta cantidad de producción, como también si la cantidad de MO y maquinaria es suficiente de acuerdo a las horas de trabajo, de tal modo que se compre lo necesario y evitar compras excedentes que generan costos de almacenamiento o también el caso de las roturas de stock que terminan afectando a los costos , debido a que se tienen que realizar compras urgentes

pagando mayor precio. Observamos que el costo pedido inicialmente es de S/. 88,577.47 y con el desarrollo de la herramienta es de S/. 71,928.09 reafirmando lo beneficioso que es para ETRAL SAC. Que considere la propuesta. Todo lo anteriormente dicho se corrobora con lo descrito por Flores (2013) y Llivicura (2014) que mencionan que un correcto Plan de Materiales no sólo beneficia al Departamento de Operaciones que, por un lado, podrá disminuir enormemente el tiempo dedicado a aceleración de pedidos y, por otro, el empleo extraordinario de recursos para hacer frente a una producción insuficiente en relación con los compromisos de los clientes. También el Departamento de Compras podrá reducir al mínimo la aceleración de pedidos a proveedores que, tradicionalmente, viene ocupando mucho tiempo y costo al personal de dicha área.

Se puede concluir que el área involucrada en la propuesta de mejora tiene un costo perdido actual que se detalla en la Tabla anexado a continuación. En el mismo se encuentra el costo perdido meta y el beneficio que implica la inversión realizada en las áreas respectivas. Asimismo, en la tabla se muestra este mismo detalle, pero en forma porcentual.

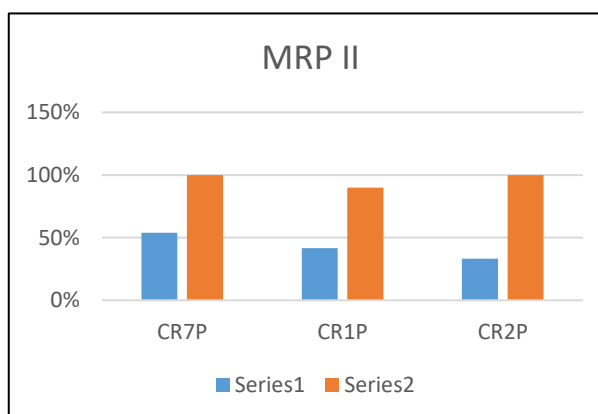
Tabla 40 Resultados

ÁREA	COSTO PERDIDO ACTUAL	COSTO PERDIDO META	BENEFICIO
Producción	S/. 95,821.24	S/. 16,507.00	S/. 79,314.24
Total	S/. 95,821.24	S/. 16,507.00	S/. 79,314.24

ÁREA	COSTO PERDIDO ACTUAL	COSTO PERDIDO META	BENEFICIO
Producción	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 MRP II



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Conclusiones

- Son 5 causas raíz que están ocasionando sobrecostos en la empresa de Transporte Etral SAC. a la que hace referencia este trabajo aplicativo en el área de producción.
- Se desarrolló la herramienta del sistema MRP II acompañado de un DAP, manuales y procedimientos para así tener una mejor gestión de requerimientos de materiales para la producción de furgones, logrando de esta manera beneficios económicos, siendo antes del desarrollo de la herramienta el costo perdido de S/. 95.821.24 soles anuales y con la propuesta es de S/. 16.507 soles logrando un ahorro de S/. 79,314.24 soles al año.
- Se evaluó la propuesta de implementación a través del VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/. 44076.41, 47.60% y 1.8 para cada indicador respectivamente. Lo cual se concluye que esta propuesta es factible y rentable para la empresa de Transportes Etral SAC.
- El presente trabajo aplicativo puede ser utilizado como referencia o plantilla para cualquier otra empresa del rubro metalmecánico.
- Se recomienda realizar las inversiones en el área producción con la finalidad de lograr la disminución de los costos perdidos actualmente, desabastecimientos y la óptima programación de la producción.
- Como apoyo a las propuestas, se recomienda las capacitaciones constantes a los trabajadores que se involucran en las áreas analizadas, con la finalidad de que hagan responsables de sus labores y estén comprometidos con la reducción de los costos que se originan por la misma falta de capacitación

REFERENCIAS

- Alvira Martín, F. (2010). *La encuesta: Una perspectiva general metodologica (2ª ed.)*.
Centro de Investigacion Tecnologica.
- Aparicio, G. (2014). *Gestion Logistica Y Comercial. GS - Edicion Revisada. McGRAW HILL*.
- Benites, M. A., & Rodríguez, R. P. (2015). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Jorluc S.A.C. Repositorio UPN*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10248>
- Bustos, J. (2007). *El impuesto al valor Agregado y el régimen de facturación en el impuesto a la renta*. *Cevallos Editorial Juridica*.
- Carbajal, Y. (2010). *Sector Automotriz: reestructuración, tecnología y reconfiguración del mercado mundial*. *StudyLib*.
<http://studylib.es/doc/6013836/reestructuraci%C3%B3n-tecnol%C3%B3gica-y-reconfiguraci%C3%B3n-del-mercad>
- Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*.
Editdiazdesantos.
<https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479789978.pdf>
- Fernández, S. (2007). *Los Proyectos de Inversión. Tecnológica de Costa Rica*.
- Florez, V. J. (2013, 26 agosto). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta*. *Repositorio PUCP*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4712>
- Fucci, T. (1999). *El grafico abc como tecnica de gestion de inventarios*.
- Guillet, F. (2014). *Administración de Recursos Humanos*. *Google Books*.
<https://books.google.com.pe/books?id=6tPhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodos+de+diagnosticos+diagrama+de+ishikawa&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwjopOiTkL_UAhUBS74KHWIMC0wQ6AEILzAD#v=snippet&q=d&f=false

Guzmán, F. (2004a). *Introducción a la ingeniería económica* / ISBN 978-958-701-509-6 - Libro. isbn.cloud. <https://isbn.cloud/9789587015096/introduccion-a-la-ingenieria-economica/>

Guzmán, F. (2004b). *ntroducción a la ingeniería Económica*. Google Ebooks. <https://books.google.com.pe/books?id=U41cHjSnKKAC&pg=PA17&dq=flujo+de+caja+define&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiW8fCR6NXUAhXE6iYKHU3RA7cQ6AEIPDAF#v=onepage&q=flujo%20de%20caja%20define&f=false>

Jiménez Boulanger, F., Espinoza Gutiérrez, C., & Fonseca, L. (2007). *Ingeniería económica*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Loor, V. (2015). *Mejoramiento de los procesos productivos en la fabricación de furgones en la empresa metalmecánica Metalcar aplicando la herramienta MRP*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7055/1/TESIS%20VIOLETA%20LOR.pdf>

Martín-Andino, R. (2006). *Gestión de Inventarios y Compras*. Escuela de Negocios.

Mc Leod, J. (2000). *Sistema de Información Gerencial (7ma ed.)*. Prentice Hall Hispanoamericana.

Meana, P. (2017). *Gestión de Inventarios*. Paraninfo. <https://books.google.com.pe/books?id=M15IDgAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Méndez Villanueva, A. (2017). *Contabilidad Financiera*.

https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Contabilidad_Financiera1_Unidad_3.pdf

Michaud, J. (2021). *Manual de Logística Integral*. Ediciones Díaz De Santos.

Oriol, A. (2002). *EVA Valor Económico Agregado*. Norma.

Parra, F. (2005). *Gestion de stocks*. Google Books.

<https://books.google.com.pe/books?id=W4vBVvEGjS8C&pg=PA96&dq=codificaci%C3%B3n+de+productos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjxkv6UxtLUAhWGZiYKHR9XDLEQ6AEITAA#v=onepage&q=codificaci%C3%B3n%20de%20productos&f=false>

Robles, A. (2016). *Propuesta de un sistema de gestión logística para reducir los costos de fabricación de semirremolques plataformas en la empresa L & S Nassi S.A.C.* Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10227>

Rubio, J., & Villarroel, S. (2012). *Gestion de Stock*. Google Ebook.

<https://books.google.com.pe/books?id=1C8bAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=gestion+de+stock&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjS9aW3ydXUAhUDWSYKHaPnBN4Q6wEIQTAG#v=onepage&q=gestion%20de%20stock&f=false>

Sánchez, L. (2015). *Aprovisionamientos: Dirección y administración de provisionamientos y logística de almacenes*. CamaraFP.

<https://www.camarafp.org/portal/index.php/empresas/.../08logistica/log006/.../download.htm>

Siliceo, A. (2006). *Capacitación y desarrollo de personal*. Limusa.

Tododeautos. (2016). *El duro desafío que fue este 2016 y la aventura que nos espera el 2017*. TotoAutos. <https://peru.todoautos.com.pe/blog/mercado-automotriz-peru/>

Vargas, C., Polo Sánchez, M., & Castro, M. (2016). *Propuesta para optimizar la gestión de inventarios en Amcor Rigid Plastics del Perú S.A.* Semantic Scholar.

Yolanda, & Carbajal, M. (2014). *El sector automotriz en el Mundo y en México. Una revisión a los datos de producción y ventas.* Economía Actual.

http://web.uaemex.mx/feconomia/Publicaciones/e703/EA_JUL_SEP_SEGUNDA_VERSION_5.pdf

ANEXOS

ANEXO n° 1. Montaje de Furgón



ANEXO n° 2 Furgón de madera



ANEXO n° 3 área de producción



ANEXO n° 4 Encuesta

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Área de aplicación: Producción

Problema: Altos costos operacionales de la Empresa Etral S.A.C.

Nombre: _____

Área: _____

Marque con una "X" el nivel que perjudica los altos costos operacionales de la empresa en las siguientes causas:

Valor	Puntaje
Alto	3
Bajo	2
Nulo	1

Causa	Preguntas con respecto a las siguientes causas	Calificación		
		Nulo	Bajo	Alto
CR1P	Falta de distribución en las áreas de trabajo.			
CR2P	Falta de estandarización en el proceso.			
CR3P	Inexistencia de diagrama de flujo.			
CR4P	Falta de máquinas industriales.			
CR5P	Falta de un plan de renovación de máquinas			
CR6P	Inexistencia de un plan de mantenimiento .			
CR7P	Falta de manual de organización y funciones			
CR8P	Falta capacitación a personal de ensamble.			

ANEXO n° 5 Matriz de priorización

Matriz de Priorización															
EMPRESA:	ETRAL SAC														
AREA:	PRODUCCIÓN														
PROBLEMA:	ALTOS COSTOS OPERACIONALES														
Causa	Causa Raiz	Caballeros Varas Luis	Cabrera Hurtado Dels	Castañeda Rojas Yanin Rider	Conteras Tovar Freddy	Correa Conteras Gabry Pilar	Cruz Mendoza Wilson	Díaz Vásquez Edwin	Morano Santos Detbun	Mosquera Velasquez Jose Manuel	Pisencia Gonzalo Eras	Sales Castillo Edgar	Sánchez Caballeros Jose Jean	Vidal Parades, Emer Martin	Total
CR1P	Falta de distribución en las áreas de trabajo.	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	34
CR2P	Falta de procesos de producción estandarizados .	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	32
CR3P	Inexistencia de diagrama de flujo.	2	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	29
CR4P	Falta de máquinas industriales.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	27
CR5P	Falta de un plan de renovación de máquinas	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	32
CR6P	Inexistencia de un plan de mantenimiento.	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	33
CR7P	Falta de manual de organización y funciones	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	37
CR8P	Falta capacitación a personal de ensamble.	2	1	1	1	2	2	2	3	2	2	1	2	1	22