



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA METALMECANICA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Jhon Martin Alva Alcalde

Carolina Orosco Huallpayunca

Asesor:

Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Cajamarca – Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, por permitirnos vivir cada momento especial en nuestras vidas.

A nuestros padres por ser el pilar más importante demostrándonos siempre su cariño y apoyo incondicional y por acompañarnos durante todo nuestro trayecto estudiantil y de vida.

Los autores

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por los triunfos y los momentos difíciles que nos han enseñado a valorarlo cada día más.

A nuestros padres por el apoyo, dedicación y ejemplo que sin duda alguna guiaron nuestros caminos para hacernos personas de bien y productivas ante la sociedad.

A los docentes y especial a nuestro asesor, por su tiempo y apoyo, así como por los conocimientos que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

Los autores

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Objetivos	20
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>20</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>20</i>
1.4. Hipótesis	20
1.5. Justificación	20
1.6. Marco teórico.....	22
1.6.1. Metodología Lean Manufacturing.....	22
1.6.2. Herramientas de Lean Manufacturing	24
VSM (Value Stream Maps).....	24
Kanban o supermercado	26
Metodología 5 S.....	27
Mantenimiento.....	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	32
2.1. Tipo de investigación	32
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	32
<i>2.2.1. Población:.....</i>	<i>32</i>
<i>2.2.2. Muestra:.....</i>	<i>32</i>
<i>2.2.3. Materiales:.....</i>	<i>33</i>
<i>2.2.4. Métodos:.....</i>	<i>33</i>

2.2.5.	<i>Metodología Kanban:</i>	34
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	35
2.4.	Procedimiento.....	39
2.4.1.	<i>Cadena de valor de la empresa</i>	39
2.4.2.	<i>Mapa general de procesos</i>	40
2.4.3.	<i>Layout actual de la empresa</i>	41
2.4.4.	<i>Análisis FODA</i>	42
2.4.5.	<i>Análisis de Stakeholders</i>	43
2.4.6.	<i>Diagnostico</i>	46
2.4.7.	<i>Matriz de variables</i>	51
2.4.8.	<i>Estado actual del sistema productivo de la empresa Metal Industria HVA bajo el enfoque Lean Manufacturing.</i>	53
2.4.9.	<i>Diagnóstico en base a la metodología 5`S</i>	65
2.4.10.	<i>Diagnóstico de los equipos – Indicador de eficiencia OEE</i>	71
2.5.	Diseño de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para la empresa Metal Industria HVA.	73
2.5.1.	<i>Propuesta de estandarización de procesos.</i>	75
2.5.2.	<i>Propuesta de implementación de la metodología 5`S</i>	77
2.5.3.	<i>Implementación de metodología Kanban</i>	84
2.5.4.	<i>Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo Anual</i>	89
2.6.	Evaluación de viabilidad de implementación de la propuesta dentro de la empresa.	107
2.6.1.	<i>Aspecto Económico por cada propuesta.</i>	107
2.6.2.	<i>Aspecto Económico por cada Beneficio</i>	109
2.6.3.	<i>Flujo de caja mensual</i>	114
2.7.	Aspectos éticos	116
CAPÍTULO III. RESULTADOS		117

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	121
4.1. Discusión	121
4.2. Limitaciones.....	124
4.3. Implicancias	125
4.4. Conclusiones	126
REFERENCIAS	128
ANEXOS	131
ANEXO N° 01.- Test de verificación Metodología 5´S.....	131
ANEXO N° 02.- Estructura de entrevista.....	132
ANEXO N° 03.- Clasificación eficiencia global de Equipos.....	133
ANEXO N°04.- Descripción de cada máquina	134
ANEXO N° 05.- Formato – Descripción actividades de mantenimiento.....	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cumplimiento de OS segundo semestre 2019 Metal Industria HVA.....	18
Tabla 2	Tipos de Mantenimiento.....	30
Tabla 3	Desglose De La Metodología Y Herramientas A Aplicar.....	36
Tabla 4	Análisis FODA de la empresa Metal Industria HVA.....	42
Tabla 5	Matriz de stakeholders de la empresa Metal Industria HVA.....	44
Tabla 6	Procesos llevados a cabo en la empresa Metal Industria HVA.....	46
Tabla 7	Porcentaje de procesos mapeados.....	47
Tabla 8	Órdenes de fabricación Julio - Diciembre 2019.....	47
Tabla 9	Porcentaje de cumplimiento de 5 “S”.....	47
Tabla 10	Valores para cálculo de OEE.....	48
Tabla 11	Costo unitario de producción.....	49
Tabla 12	Porcentaje de requerimientos atrasados.....	50
Tabla 13	Matriz de variables.....	51
Tabla 14	Órdenes de producción en la empresa Metal Industria HVA.....	53
Tabla 15	Hoja De Seguimiento Ampliación O Disminución De Eslabones De Cadena...	55
Tabla 16	Datos del proceso aumento y/o disminución de pasos de cadenas.....	56
Tabla 17	Hoja De Seguimiento Mantenimiento Y/O Reparación De Rodillos Y Ruedas Guías.....	59
Tabla 18	Datos Del Proceso Mantenimiento Y/O Reparación De Ruedas Guía.....	59
Tabla 19	Hoja De Seguimiento Recalce De Zapatas.....	62

Tabla 20	Datos Del Proceso Recalce De Zapatas.....	62
Tabla 21	Puntaje Total Por La Evaluación De Cada S.....	70
Tabla 22	Factores Para Evaluación De Eficiencia De Equipos.....	71
Tabla 23	Instructivo del proceso recalce de zapatas.....	75
Tabla 24	Cronograma De Implementación De Actividades.....	83
Tabla 25	Requisitos Mínimos Que Debe Contener La Tarjeta Kanban	88
Tabla 26	Tarjeta Kanban de producción.....	88
Tabla 27	Tarjeta Kanban de movimiento	88
Tabla 28	Codificación De las áreas de producción	93
Tabla 29	Codificación De Equipos.....	94
Tabla 30	Inventario de equipos	95
Tabla 31	Matriz de criticidad de equipos	97
Tabla 32	Instructivo de torno paralelo.....	98
Tabla 33	Instructivo de mandriladora horizontal	100
Tabla 34	Instructivo de taladro radial.....	101
Tabla 35	Instructivo de fresadora	102
Tabla 36	Programación de mantenimiento anual de la empresa Metal Industria HVA ...	104
Tabla 37	Cronograma de Implementación	106
Tabla 38	Gastos de implementación de la metodología 5 “S”	107
Tabla 39	Gastos de implementación de la metodología Kanban.....	107
Tabla 40	Gastos de implementación del Plan de mantenimiento Preventivo.....	108

Tabla 41	Matriz de costo actual y proyectado	109
Tabla 42	Costo de demoras de órdenes de producto	111
Tabla 43	Costo por falta de aplicación de la metodología 5 “S”	111
Tabla 44	Costos de producción por minuto en la empresa Metal Industria HVA.....	112
Tabla 45	Costo de los tiempos muertos en la empresa Metal Industria HVA.....	112
Tabla 46	Costos de producción por pieza en la empresa Metal Industria HVA	113
Tabla 47	Flujo de caja mensual	114
Tabla 48	Resumen de la evaluación	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Principales destinos de las Exportaciones Del Sector Metalmecánico	14
Figura 2	Empresas del sector metalmecánico a nivel nacional,2011	15
Figura 3	Empresas manufactureras en Cajamarca, 2017.....	16
Figura 4	Elementos para el diagrama de un VSM.....	25
Figura 5	Estrategias de la metodología 5 “S”	28
Figura 6	Metodología Lean Manufacturing – proceso de implementación	34
Figura 7	Fases de implementación de la metodología Kanban	35
Figura 8	Cadena de valor de la empresa Metal Industria HVA	39
Figura 9	Mapa general de procesos de la empresa Metal Industria HVA.....	40
Figura 10	Layout actual de la empresa Metal Industria HVA.....	41
Figura 11	Diagnóstico - Diagrama Ishikawa.....	46
Figura 12	Porcentaje de cumplimiento 5 “S”	48
Figura 13	Diagrama de Pareto de la demanda según órdenes de producción	54
Figura 14	VSM aumento de eslabones en cadena	57
Figura 15	Tack time vs tiempo de ciclo proceso de aumento de eslabones	58
Figura 16	VSM - proceso mantenimiento y/o reparación de rodillos y ruedas guías.	60
Figura 17	Tack time Vs tiempo de ciclo del proceso reparación de rodillo y ruedas guía	61
Figura 18	VSM Proceso de recalce de zapatas	63
Figura 19	Tack time Vs tiempo de ciclo del proceso recalce de zapatas	64
Figura 20	Imagen del desorden del área de pintura.....	65

Figura 21	Imagen del área de Soldadura	66
Figura 22	Imagen del área de Maestranza.....	67
Figura 23	Imagen del área de clasificación de residuos	68
Figura 24	Diagrama de red se evaluaron los 5 principios según la metodología 5`S	69
Figura 25	Diagrama de red de del estado actual del área Operativa de la empresa	70
Figura 26	Efectividad total de equipos de Metal Industria HVA.....	72
Figura 27	Propuesta de estandarización de procesos.	73
Figura 28	VSM con propuesta de mejoras del proceso de recalce de zapatas	74
Figura 29	Tarjeta roja de disposición final de materiales, herramientas o equipos	79
Figura 30	Tarjeta Amarilla para almacenaje de materiales herramientas o equipos.....	79
Figura 31	Propuesta de implementación de armario de herramientas.....	80
Figura 32	Diseño de mapa de distribución y riesgos propuesto.....	81
Figura 33	Mapa de distribución por áreas con líderes de cada área.....	82
Figura 34	Funcionamiento de la metodología Kanban.....	84
Figura 35	Diagrama en base a la herramienta Kanban – flujo de materiales	87
Figura 36	Flujograma del proceso de mantenimiento	90
Figura 37	Demoras de órdenes de productos	117
Figura 38	Implementación de la metodología 5 “S”	118
Figura 39	Eficiencia global de equipos	119
Figura 40	Porcentaje de desperdicio.....	120

RESUMEN

La presente tesis se llevó a cabo en la empresa Metal Industria HVA con el objetivo de desarrollar una propuesta de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de la empresa.

Partimos de un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa, haciendo uso de algunas herramientas Lean Manufacturing con el fin de determinar un antes versus un después de la propuesta, en esta etapa pudimos determinar que la empresa actualmente tiene una pérdida de 11,454.35 soles mensuales.

Se desarrolló la propuesta de implementación tomando como herramientas las usadas en el diagnóstico ya que de esta manera permitirá establecer medidas e indicadores para evaluar la mejora continua en los procesos.

En general se llegó a la conclusión que mediante la implementación de las Herramientas Lean Manufacturing se logra mejorar el sistema de producción de la empresa Metal Industria HVA ya que reduce demoras en órdenes de productos, se logró una disminución de tiempos muertos y productos defectuosos generando un beneficio de 6,920.46 soles mensuales.

Finalmente, se demostró que es viable y rentable económicamente ya que tiene un VAN de S/. 18,581 y una TIR de 15%, un periodo de recuperación de 10 meses y un B/C de 1.31 por lo que es recomendable para la empresa su implementación.

Palabras clave: Herramientas Lean Manufacturing, Metodología 5s, Metodología Kanban, Plan de mantenimiento preventivo, VSM (Value Stream Maps), mejora de sistema de Producción

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo actual las empresas desarrollan variedad de procesos con el fin de satisfacer a un sector de la población a la cual llamamos mercado, es por ello que se dedican a desarrollar herramientas, métodos, sistemas, entre otros aspectos reglamentarios, de esta manera se convierte en una oportunidad y una exigencia el lograr indicadores óptimos por encima de lo esperado en cuanto a eficiencia, eficacia y productividad mejorando la competitividad y logrando la mejora continua en sus procesos (Tamayo García, 2015)

Un principio fundamental del crecimiento de las empresas es la competencia que existe entre ellas y su lucha por ganar este mercado, lo cual las obliga a desarrollar procesos productivos más tecnificados y eficientes que genere una reducción en costos de mano de obra, costos de producción, costos de materia prima, pero esto no termina ahí, en los países más desarrollados este aspecto se convirtió en la base fundamental de las organizaciones convirtiéndose en una cultura industrial. (Ugarte, 2010)

Es por ello que algunos lugares del mundo como China o Europa se desarrollaron estudios técnicos y científicos sobre los procesos productivos, desarrollando teorías, metodologías, herramientas, instrumentos que cualquier empresa de acuerdo a sus objetivos puede implementar (Ugarte, 2010).

Entre uno de estos estudios nace una filosofía Lean Manufacturing, como un conjunto de técnicas y elementos que buscan mejorar el proceso productivo de una empresa, este concepto es adaptable a cualquier área y sobre todo va evolucionando y aprendiendo según sus aplicaciones, busca eliminar todo tipo de desperdicios creando

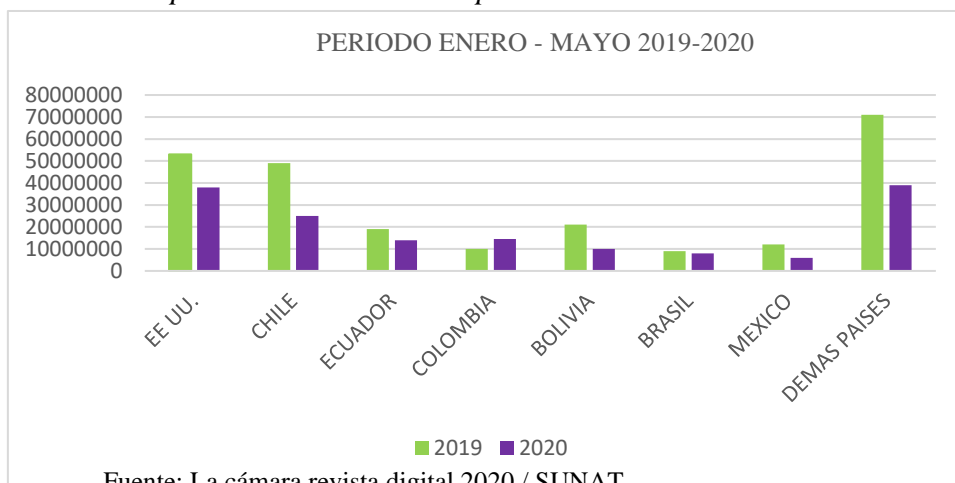
un enfoque de valor para el cliente, todo ello en base al conocimiento y experiencia de las personas relacionadas al proceso productivo. (Villalobos, 2016)

En cuanto a la industria metalmeccánica en la cual nos enfocaremos en este proyecto sabemos que es un gran sector dedicado a la transformación de un insumo básico como es el metal y las aleaciones de hierro para que estos a su vez sean usados en productos relacionados al rubro, es un sector con mucha capacidad y posibilidad de desarrollar fuentes de empleo, riquezas y bienestar para una nación pues representa una de las principales actividades y forma parte importante de los PBI en cada país en el que se desarrolla, trayendo consigo también crecimiento para las industrias relacionadas (Gestión, 2015).

Los países más desarrollados en este rubro son: Alemania, China, España, Japón y EEUU, en cuanto a Latinoamérica esta industria se encuentra en crecimiento y desarrollo en países como Brasil, Chile, Ecuador, Colombia y México pues se encuentran con grandes expectativas de adecuarse a la innovación tecnológica y con ello a los nuevos modelos de gestión para así estar a la línea con la competencia y sobre todo satisfacer las demandas de sus clientes (La Cámara revista digital, 2020).

Figura 1

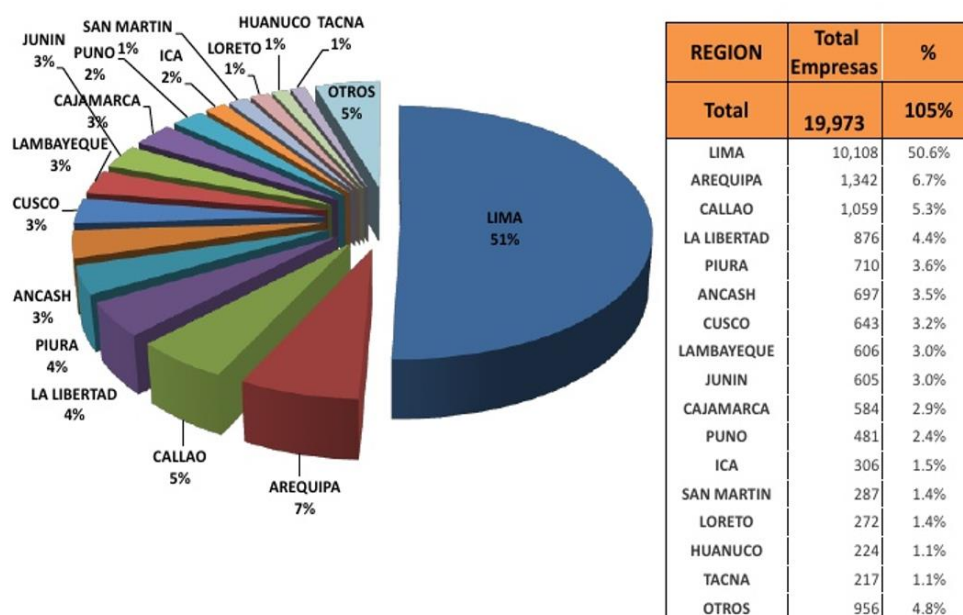
Principales destinos de las Exportaciones Del Sector Metalmeccánico



El ministro de la Producción en Perú, Raúl Pérez-Reyes indico (Gestión, 2018):
“La industria metalmeccánica es uno de los sectores que genera y dinamiza el empleo en la industria nacional. En el último año se generaron cerca de 355 mil puestos de trabajo en este sector” Así mismo en el sector metalmeccánica operan más de 45 mil empresas formales, de las cuales el 98.7% (44,918) son MYPE y el 1.3% (297), mediana y gran empresa.

Figura 2

Empresas del sector metalmeccánico a nivel nacional, 2011



Fuente: Registro de establecimiento y empresas manufactureras/Sunat Registro RUC.

Elaboración: PRODUCE / DIRECCIÓN DE COMPETITIVIDAD

A nivel local la industria metalmeccánica está vinculada a la fabricación de piezas y estructuras para la minería y para la ejecución de obras civiles, en los últimos años se ha desarrollado de manera importante la industria metal meccánica de pequeña escala para atender la demanda de servicios del sector minero, en particular, la fabricación de estructuras, montajes electromeccánicos, y componentes de piezas, partes y accesorios

de máquinas y equipo, si bien genera muchas fuentes de trabajo y es un rubro que tuvo mucho auge con la minería.

Figura 3

Empresas manufactureras en Cajamarca, 2017

	Microempresas	Pequeñas empresas	Medianas y grandes empresas	Total	
				Total	En porcentaje
Productos de metal	653	7	1	661	19,5
Alimentos y bebidas	564	7	2	573	16,9
Manufactura de madera y productos de madera	694	5	0	699	20,6
Edición e impresión	413	3	0	416	12,3
Muebles; otras industrias manufactureras	476	1	0	477	14,1
Otros minerales no metálicos	132	6	2	140	4,1
Prendas de vestir; teñido de pieles	136	1	0	137	4,0
Productos textiles	145	2	0	147	4,3
Reciclamiento	20	2	0	22	0,6
Vehículos automotores	15	0	0	15	0,4
Productos químicos	20	1	0	21	0,6
Metales comunes	26	1	0	27	0,8
Curtido y adobo de cueros	17	0	0	17	0,5
Maquinarias y equipos	15	0	0	15	0,4
Maquinaria y aparatos eléctricos	8	0	0	8	0,2
Papel y productos de papel	6	0	0	6	0,2
Caucho y plásticos	7	0	0	7	0,2
Otros equipos de transporte	3	0	0	3	0,1
Instrumentos médicos, ópticos, relojes	4	0	0	4	0,1
Total	3 354	36	5	3 395	100,0

Fuente: Informe Económico y Social Región Cajamarca – BCRP /

Elaboración: PRODUCE

METAL INDUSTRIA HVA S.R.L. es una empresa Cajamarquina, orientada a brindar servicios al sector Industrial, Minero y Petróleo en la Reparación de Componentes de Maquinaria Pesada, Maestranza (Fabricación y Recuperación de Piezas), Estructuras Metálicas, Soldadura en General, así como Mantenimiento de

Plantas Concentradoras y de Chancado, cuenta con 9 años en el mercado Cajamarquino buscando siempre ser la mejor alternativa para sus clientes.

Actualmente como empresa se enfrenta a una competencia muy dura por costos, pues existen talleres metalmecánicos con estructuras de costos muy simples que les permite realizar un trabajo a un menor precio.

Es por ello que surge la necesidad de enfocarnos en el proceso productivo, sacar un valor agregado, sin descuidar los aspectos básicos de calidad, reducir costos, optimizar los procesos, reducir tiempos de entrega todo con la finalidad de seguir creciendo como empresa y generar óptimos índices de productividad.

Sumado a ellos surge una necesidad de optimizar los procesos y ordenar el sistema pues se han reportado los siguientes problemas:

Reprocesos por piezas mal fabricadas; por ejemplo, en cuanto al proceso de fabricación de ejes de la parte superior de piezas de bomba este representa aproximadamente del 4 y 5 % de las ventas mensuales, un error en la fabricación generara pérdidas no solo en el aspecto económico pues incrementa el costo en la fabricación, también genera el incumplimiento en tiempos de entrega, si este servicio es entregado al cliente con errores generaría problemas de calidad a la empresa.

Demoras en las entregas de servicios por sobre carga laboral; la empresa no cuenta con una adecuada planificación del trabajo, un proceso de fabricación por ejemplo inicia con la adquisición de materiales, estos tienen retrasos, para evitar tiempos ociosos se les asigna nuevos trabajos y cuando llegan los materiales ambos trabajos se cruzan por lo que tienen que dividir su tiempo y en muchos casos, improvisar con doble turno u horas extras para no acumular el trabajo y buscar la forma de cumplir con los tiempos de entrega, según los datos brindados por la empresa en el

periodo julio-diciembre del año 2019 todos los meses presentaron demoras en las entregas de servicios, esto nos muestra que de todas las ordenes de servicio realizadas en promedio del 30 al 40% no cumplen con los tiempos de entrega.

Tabla 1

Cuadro de cumplimiento de OS segundo semestre 2019 Metal Industria HVA

Mes	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Total, de órdenes de servicio	12	15	13	14	13	15
N° de órdenes de servicio atrasadas	5	4	4	4	5	5
% incumplimiento de ordenes de servicio	41.6%	26.7%	30.76%	25.57%	38.46%	33.33%

Fuente: Área de operaciones de la empresa Metal Industria HVA

Tiempos muertos por parada de máquinas, la empresa no cuenta con un sistema o plan de mantenimiento preventivo de las máquinas, esto se realiza de forma empírica de acuerdo a los reportes de uso de los operarios, ante la falla de una máquina el proceso se paraliza hasta llamar al técnico para que programe su reparación.

Demoras en tiempos de cambio de una máquina a otra, se pudo observar que existe una inadecuada distribución del área de producción, porque se tiene que ir a buscar las herramientas necesarias para realizar el trabajo, las estaciones de trabajo no responden a un orden y estandarización de procesos.

La variabilidad del proceso y la espera para el acceso a los insumos; ninguno de sus procesos se encuentra mapeado o cuenta con algún registro del procedimiento a seguir, registro sobre ¿cuánto? ¿como? y ¿en qué tiempo? Se va a producir todo ello debido a que no cuentan con una programación y planificación del trabajo a realizar, sumado a ello existen demoras en cuanto a la adquisición de materias primas pues todo ello genera tiempos desperdiciados dentro de los mismos.

A través de la presente investigación buscaremos, mejorar el proceso productivo mediante las herramientas de la lean Manufacturing, buscando la filosofía de mejora continua, pues de la mano con ello consideramos que traerá mejoras en la productividad, menores costos y tiempos en la fabricación o reparación de un componente, asegurando siempre la calidad de los mismos para de ese modo hacerle frente a la competencia mediante un valor agregado en el proceso productivo.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora el proceso productivo de una empresa metalmecánica de la ciudad de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de una empresa metalmecánica de la ciudad de Cajamarca

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el estado actual del proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA bajo el enfoque Lean Manufacturing.
- Diseñar la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing enfocados en la mejora continua del proceso productivo.
- Realizar una evaluación de factibilidad económica en la implementación dentro de las herramientas Lean Manufacturing.

1.4. Hipótesis

La propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora el proceso productivo de una empresa metalmecánica de la ciudad de Cajamarca.

1.5. Justificación

A través de esta investigación se podrá desarrollar una propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing de manera que sirva como guía para la toma de decisiones y el enfoque hacia la mejora continua, pues si es ejecutada según la propuesta

se logrará el objetivo de mejorar el proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA

- **Justificación teórica**

Los conceptos y teorías tomadas del marco teórico nos brindan una orientación y enfoque para adaptarlos a nuestra realidad y dar soluciones a problemas como el de mejorar el sistema productivo de la empresa Metal Industria HVA

- **Justificación Empresarial.**

La investigación nos permite determinar y aplicar herramientas adecuadas para la disminución de pérdidas por tiempos muertos, reprocesos, cuellos de botella y desperdicios, pues una vez implementada se obtendrán resultados que servirán como referencia para futuras investigaciones.

- **Justificación Metodológica**

Para mejorar el proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA se aplicarán algunas herramientas de la metodología Lean Manufacturing con la finalidad de eliminar los desperdicios, la propuesta de implementación será medida a través de indicadores como porcentaje de demora de órdenes de productos, porcentaje de incumplimiento de la metodología 5 “S”, costo de fabricación de piezas defectuosas, los cuales son analizados para determinar el impacto económico en la empresa.

1.6. Marco teórico

1.6.1. Metodología Lean Manufacturing

La metodología Lean Manufacturing incide sobre la sobreproducción, esperas, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios. Pero hay otro aspecto fundamental en esta metodología, y es que además se basa en la filosofía de eliminar todas las actividades que no agreguen valor al proceso productivo.

Esta metodología ha sido aplicada por empresas que quieren aumentar sus niveles de competitividad en el mercado, obteniendo buenos resultados a la vez que hacen uso de menos recursos. (Tejeda, 2015).

Principios de la metodología Lean Manufacturing

Como mencionamos el objetivo principal de Lean Manufacturing es crear flujo de valor, ello implica implantar un sistema que opere bajo los pedidos de clientes y a su nivel de demanda, de forma ágil, flexible y económica, eliminando aquellas operaciones que no generen valor. Este pensamiento, según los autores Womack & Jones (1996), se sustenta en cinco principios fundamentales:

- **Identificar el valor desde la perspectiva del cliente**

El éxito de cualquier compañía está condicionado en que las empresas entiendan el valor que le da el cliente a sus productos o servicios, por lo cual la empresa debe esforzarse por eliminar los desperdicios y costos de sus procesos de manera que llegue a sus clientes a un precio óptimo y a su vez este genere beneficios.

- **Mapear el flujo de valores**

Una vez identificado los principales procesos, así como los principales desperdicios, se debe realizar el registro y análisis del flujo de información o materiales requeridos para producir un producto o servicio específico con la intención de identificar el desperdicio y los métodos de mejora.

- **Crear el flujo**

Eliminar las barreras funcionales e identificar formas de mejorar el tiempo de entrega para asegurar que los procesos sean fluidos desde el momento en que se recibe un pedido hasta la entrega. El flujo es decisivo para la eliminación del desperdicio.

- **Establecer el sistema Pull.**

Luego de establecer el flujo de valor, la empresa debe ser capaz de producir por órdenes de los clientes; es decir, no basar la producción en pronósticos sino en lo que el cliente realmente necesita. Esto permite tener menos stock y por ende menor costo de almacenamiento

- **Perseguir la perfección con la mejora continua del proceso**

Al finalizar los cuatro pasos la empresa debe buscar constantemente la perfección e involucrar a todos los actores para que se mantenga la eficiencia. Asimismo, la organización debe ser transparente y realizar feedback instantáneos para mejorar los procesos.

1.6.2. Herramientas de Lean Manufacturing

VSM (Value Stream Maps)

Según Villaseñor y Galindo (2007), el VSM (Value Stream Mapping) es un mapa que contiene todos los procesos requeridos para producir un producto, desde el ingreso de la materia prima hasta su entrega final a los clientes. Para emplear esta herramienta, es necesario conocer la situación actual de la empresa: sus procesos, política y normas. Algunas utilidades del VSM son:

- Facilita la identificación de las tareas que no agregan valor en los procesos
- Permite evidenciar las áreas de oportunidad; conocer los procesos a detalle
- Detectar cuellos de botella
- Reconocer las familias de productos: sus procesos e información

Esta herramienta se inscribe en el trabajo de conjunto, y no de una sola parte aislada. Por consiguiente, el análisis no se realiza al nivel de una máquina en el interior de una cadena de producción, sino al del proceso conjunto de esta (OPTIM, 2020).

Valor

La cadena de valor, busca producir una ventaja competitiva para el valor. Se basa en el análisis de los procesos internos y de los procedimientos de una empresa. Así, toda acción en la cadena debe conducir a una creación de valor que percibe el cliente final, o que se traduce en un aumento de negocios para la empresa. (OPTIM, 2020)

Proceso

El VSM informa de todas las llevadas a cabo en la cadena de elaboración de un proceso o servicio, partiendo desde la recepción de materia prima hasta la transformación de los mismos.

Está formado por secuencias de procesos dispuestos en función de una línea del tiempo que corresponde al Lead Time, es decir, el plazo de ejecución.

Existen tres categorías de procesos que pueden ser revisados por un VSM:

- Los **procesos estratégicos**
- Los **procesos operativos**
- Los **procesos de soporte**

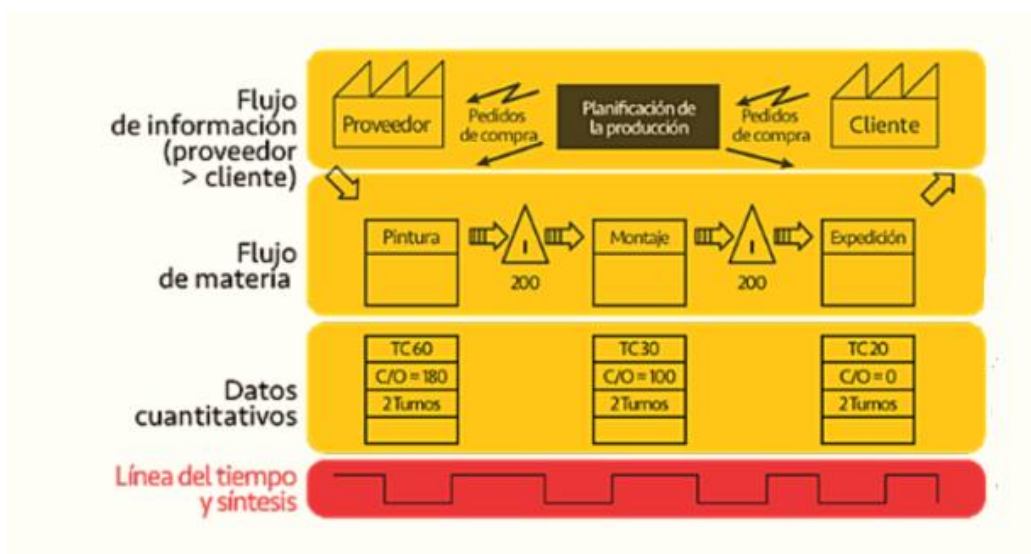
Cartografía

Toda cartografía tiene que codificarse siempre, mediante el uso de pictogramas, y tiene que ejecutarse respetando los estándares para que los diferentes grupos puedan comprenderla. Se organiza en función de tres grandes tipos de acciones:

- El flujo de información.
- El flujo de materia.
- Los datos cuantitativos.

Figura 4

Elementos para el diagrama de un VSM



Kanban o supermercado

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado.

(Vizán, 2013)

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- El kanban de producción, que indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El kanban de transporte, que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

La principal aportación del uso de estas tarjetas es conseguir el reaprovisionamiento único del material vendido, reduciéndose de este modo, los stocks no deseados.

Ventajas de la metodología Kanban

Entre las ventajas de esta metodología destacan las siguientes:

- **Transparencia**
Los tiempos de entrega son más cortos y hay una mayor fiabilidad en los mismos. Todo el mundo sabe cuál es su tarea y en qué momento está de su ciclo.
- **Evita tareas ineficientes**
Se evita la sobreproducción y la limitación de los recursos, lo que supone una mayor disponibilidad de materiales.

- Control de las tareas

El tiempo de producción es más rápido, por tanto, se reduce el control del esfuerzo y se mejora la planificación. Lo que afecta a la mayor productividad en el área de compras, abastecimiento y control. Aumenta la rotación de los inventarios y se necesita una menor capacidad de almacenamiento.

- Flexibilidad

Como todo el equipo sabe perfectamente cuál es su tarea y la realiza con eficacia, si surge alguna imprevista existe una capacidad de respuesta que permite atenderla.

En definitiva, la metodología Kanban está indicada para las empresas que necesiten cierta flexibilidad a la hora de manejar nuevas entradas de tareas y poder realizar un buen seguimiento de las mismas. Además, permite priorizar, realizar informes precisos y supervisar adecuadamente el trabajo en equipo. (APD, 2019)

Metodología 5 S

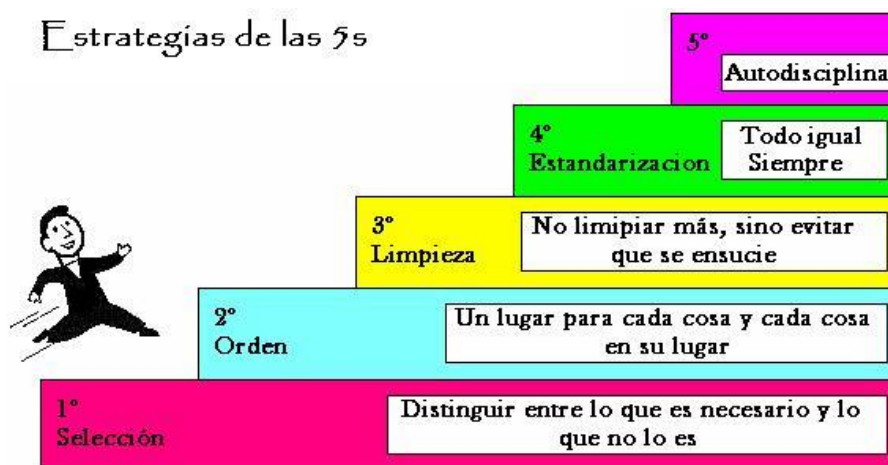
Es uno de los enfoques que forman parte de la esencia de Lean Manufacturing. Su principal objetivo es la disciplina en el lugar de trabajo y despliega recursos a la hora de la clasificación, organización, limpieza y estandarización de las tareas. (Pérez, 2017)

Esta técnica, considerada como “sencilla”, consigue resultados efectivos y, para toda empresa que aplique la filosofía Lean, esta debe ser la primera herramienta en ser implementada. Cabe resaltar que uno de los retos de esta metodología es la de promover un cambio de mentalidad hacia la creación de una cultura de autodisciplina, orden y economía (Pérez, 2017)

- **Seiri:** Significa clasificar o eliminar, y consiste en la selección de las herramientas que son útiles para la tarea que se realiza, a fin de evitar estorbos como el incremento de manipulación de herramientas y transporte, falta de espacio en la zona de trabajo, accidentes, pérdida de tiempo por localización,
- **Seiton:** Significar orden, y consiste en la organización de las herramientas clasificadas previamente, a fin de conocer el lugar a donde pertenecen y, así identificar rápidamente la búsqueda y el retorno de la misma.
- **Seiso:** Significa limpieza e inspección, y consiste en la inspección del entorno de trabajo a fin prevenir los defectos, a través de su detección y eliminación.
- **Seiketsu:** Significa estandarizar, y consiste en seguir un determinado procedimiento, donde el orden y la organización funcionan como pilares fundamentales. Lo que Seiketsu desea evitar es el “hoy si y mañana no”.
- **Shitsuke:** Significa disciplina, y consiste en crear un hábito en un conjunto de reglamentos que rigen a la empresa.

Figura 5

Estrategias de la metodología 5 “S”



Fuente: plusformacion.com Recursos/metodología 5 “S”

Estandarización

La estandarización es el punto de partida y punto final de la mejora continua, son descripciones gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables, como un modo de hacer las cosas precisas sobre personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo, seguro, barato y rápido. (Vizán, 2013)

Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

- Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
- Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
- Garantizar su cumplimiento.
- Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores. Con estas características, son muchos los estándares que deberían desarrollarse en una empresa.

Mantenimiento

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe

operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Tipos de Mantenimiento. Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad. Así, se hace una división de los diferentes tipos de mantenimiento, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines: lograr resultados que abaratan los costos. (Palencia, 2006)

Tabla 1

Tipos de Mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	Una acción
Mantenimiento Progresivo	Recomendación del fabricante
Mantenimiento Programado ❖ Periódico ❖ Sistemático	Metodología
Mantenimiento con Proyecto	Ingeniería de Proyectos
Mantenimiento Preventivo	Una Filosofía
Mantenimiento Predictivo	Una Tecnología
Mantenimiento Productivo	Una Estrategia
Mantenimiento Total	Un Ideal.

Fuente: GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Cap. III.

UIS. Bucaramanga.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar condiciones, mediante la ejecución

de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo. (Palencia, 2006)

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a falla.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios:

- **Seguridad.** Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.
- **Vida útil.** Una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparaciones.** Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo.
- **Inventarios.** Es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y se puede prever su uso en el tiempo.

En resumen y considerando los costos directos e indirectos a mediano y largo plazo, se estima que una sana combinación de mantenimientos correctivo y preventivo puede reducir los costos en 40 a 50%. Hay que recordar que entre los costos indirectos están: pérdida de prestigio por incumplimiento de programas de producción y entregas, primas por accidentes, litigios y desmandas, desmotivación a la calidad y productividad (Palencia, 2006).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación según la finalidad es de tipo aplicada porque se basa en el uso del conocimiento científico aplicado a la práctica diaria con el fin de resolver problemas (José Lozada 2014). Aplicaremos la Metodología Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de una empresa.

Por su naturaleza es una investigación pre experimental Sampieri lo define como *“Diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad”*, en esta investigación solo se evaluará, controlará una variable como es la mejora del proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA.

De acuerdo a la naturaleza de sus datos también es una investigación cuantitativa según Sampieri este tipo de investigación hace uso de datos para probar la hipótesis, basado en una medición numérica y análisis estadístico para probar teorías. En esta investigación los resultados se presentarán como un antes y un después mediante una evaluación numérica.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población:

Empresa Metal Industria HVA

2.2.2. Muestra:

Área operativa de la empresa Metal Industria HVA

Nuestra muestra es una muestra no probabilística por conveniencia, debido a que nuestro estudio se enfoca en la mejora del proceso

productivo y es en esta área donde se lleva a cabo, así mismo tomamos en cuenta la facilidad de acceso a la información y la disponibilidad de los procedimientos desarrollados.

2.2.3. Materiales:

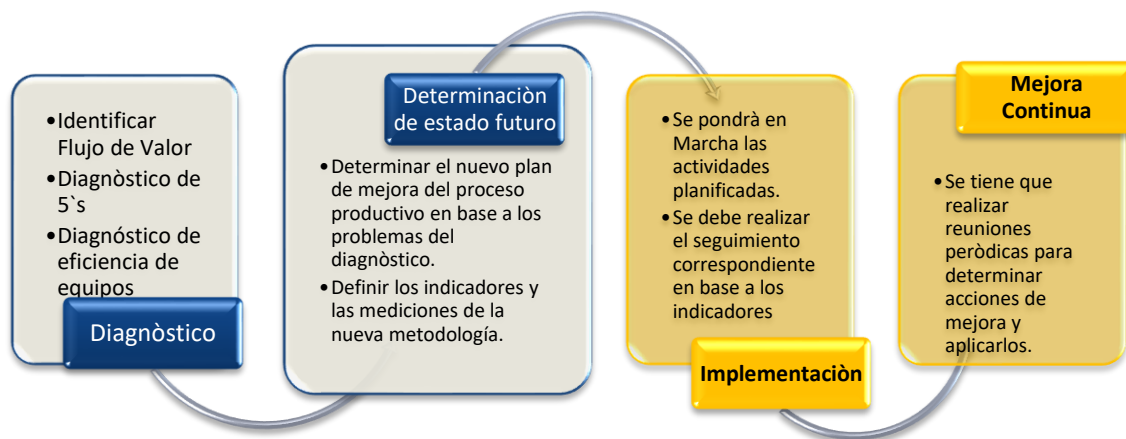
- Hojas bond
- Lapiceros.
- Engrapador
- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica.
- Libreta de apuntes.
- Tableros de trabajo y cronómetro

2.2.4. Métodos:

Para la estructuración y realización de la presente tesis consideramos las etapas de la metodología Lean Manufacturing (Ver figura 6), así mismo se consideró la secuencia y elementos de un sistema productivo como son: Personas, Materiales y Procesos en base a estos elementos es que se elegirán las herramientas de la metodología Lean Manufacturing, así mismo haciendo un análisis de algunos criterios como: accesibilidad a la información, aporte y relación con el sistema de producción actual, fácil implementación, adaptabilidad a la empresa y enfoque de mejora continua

Figura 6

Metodología Lean Manufacturing – proceso de implementación



Fuente: elaboración propia.

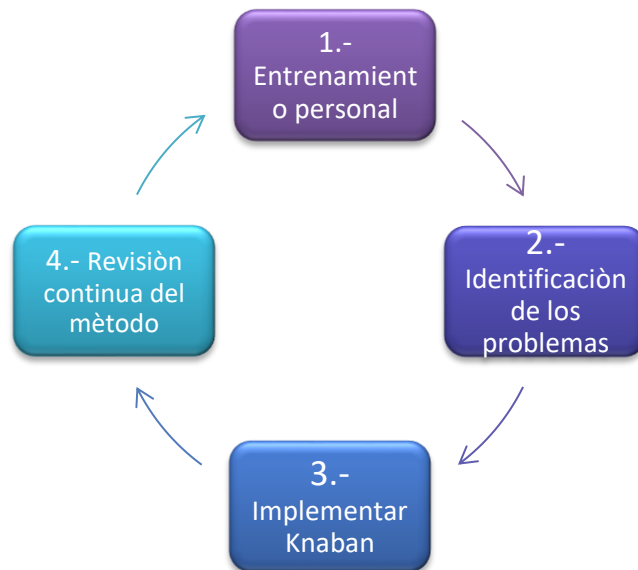
2.2.5. Metodología Kanban:

La metodología Kanban se traduce como un mecanismo de control para asegurar la producción justo a tiempo, su objetivo principal es el de reducir tiempos de espera, con el fin de mejorar el sistema productivo, es por ello que también se usará esta metodología para desarrollar el plan de mejora de procesos dentro del área operativa de la empresa Metal Industria HVA

La metodología Kanban tiene 4 elementos importantes para su implementación:

Figura 7

Fases de implementación de la metodología Kanban



2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

- El tiempo que se tomó para el estudio fue el periodo Julio a diciembre del 2019, no se toma para esta investigación el año 2020 debido a las situaciones cambiantes e inciertas que atravesó y atraviesa nuestro País.
- Después de realizada la entrevista nos informamos que la empresa no cuenta con procesos documentados y la información que se tiene de ellos es solo por referencias por lo que hicimos la relación de los procesos demandados en este periodo, elegimos a tres de ellos con mayor demanda, debido a que son los procesos con mayor incidencia en la facturación mensual y con mayor probabilidad de tener acceso a la información y de este modo poder realizar el seguimiento respectivo.

Tabla 2

Desglose De La Metodología Y Herramientas A Aplicar

Paso	Actividades	Medición y métodos	Herramientas	Descripción
Diagnostico	Recolección de datos e información sobre procesos	Enlistar los procesos desarrollados dentro del área operativa de la empresa	Observación – Gráfico de barras	Se tomaron los procesos demandados de Julio a diciembre del 2019
		Obtener datos necesarios de los aspectos operativos, número de maquinarias, número de trabajadores, turnos de trabajo	Diagrama de flujo – Reportes de sistema	Se tomaron los 3 procesos con mayor demanda
	Diagnóstico del estado actual del área en cuanto a procesos, máquinas y personas	Diagnóstico del flujo de la cadena de Valor actual del área Operativa	VSM	Se mapearon los 3 procesos de los que se obtuvieron datos
		Diagnóstico del estado actual de la maquinaria con la que cuenta.	Matriz de criticidad de equipos.	Se enlistó toda la maquinaria del área operativa de la empresa. Se tomaron datos del requerimiento que realiza la mayor parte de los procesos principales.
		Diagnóstico actual del área operativa	Check list de la Metodología 5`s – Diagrama de Red	Se aplicó el check list a toda el área operativa de la empresa.
	Análisis de datos	Análisis de datos en base a los objetivos planteados	Diagnóstico del proceso productivo	Cuadros comparativos de Matriz de Indicadores
Diseño de la propuesta de implementación			En base al diagnóstico	Se desarrolló la propuesta de cada metodología considerando como tiempo máximo un

				periodo de 12 meses.
		Evaluación de factibilidad económica	Mediante un flujo de caja mensual	Se realizó una evaluación de factibilidad a través de indicadores como VAN, TIR, PRI, B/C

Elaboración propia

Instrumentos

Cuantitativo:

- **Entrevista**

La entrevista será realizada al supervisor de operaciones ya que es el encargado directo del área operativa, con ello buscaremos obtener todos los datos necesarios para el diagnóstico del proceso (Ver Anexo N°02)

- **Diagrama de seguimiento de procesos:**

Se realizará el seguimiento a las actividades dentro de cada proceso, para determinar las acciones que no agreguen valor y así proponer una mejora para los mismos.

- **Diagrama de Pareto:** para establecer un orden de prioridad y poder tomar decisiones en cuanto a la investigación.

Cuantitativos:

- **Observación**

Se realizará por los investigadores durante todo el tiempo de investigación, así como los momentos que se determinen como visitas pactadas o seguimiento a procesos

- **Recopilación de documentos y registros**

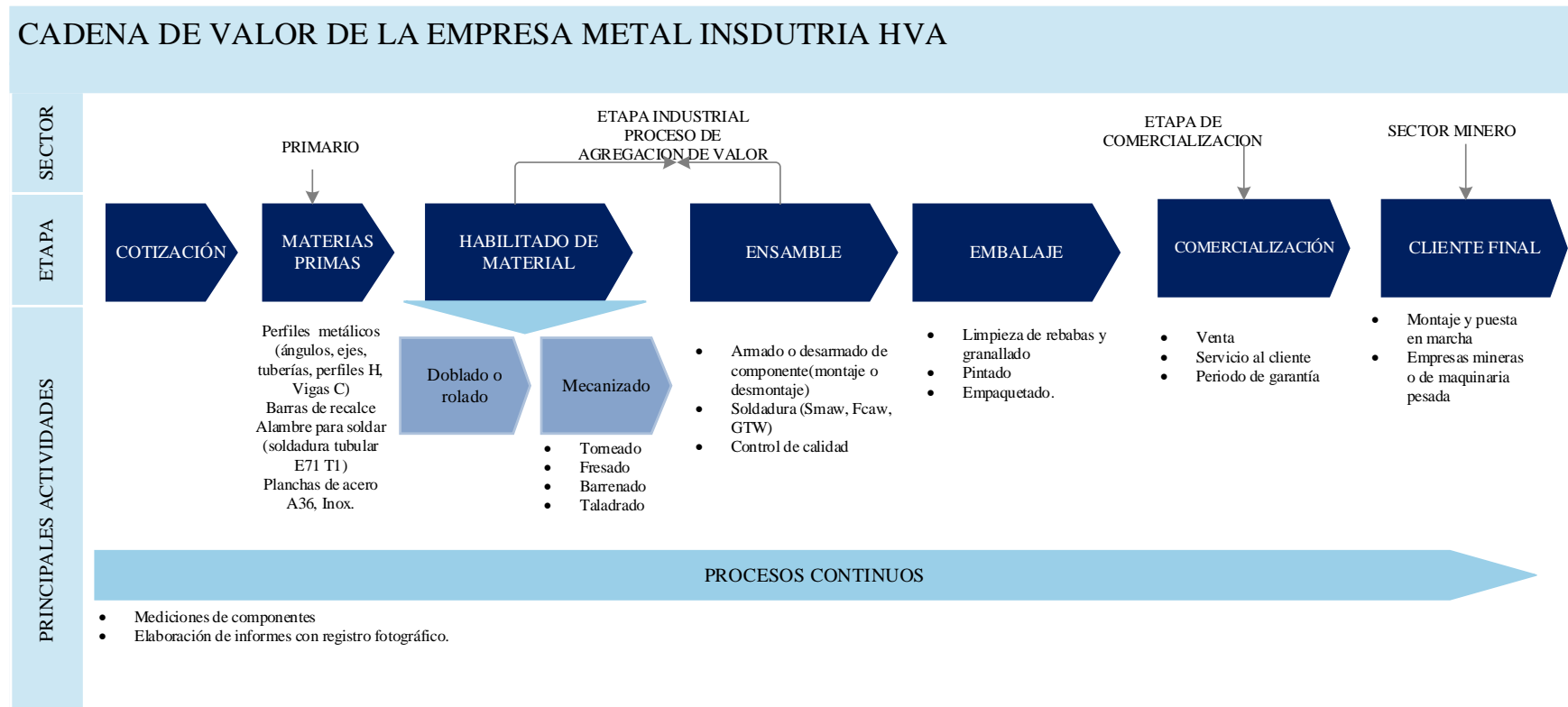
Se recurrirá a la información secundaria como, manuales, Manual de funciones, registro de planillas, hojas de trabajo horas hombre, mapa de riesgos, reporte de ventas, registro de cotizaciones, Etc.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Cadena de valor de la empresa

Figura 8

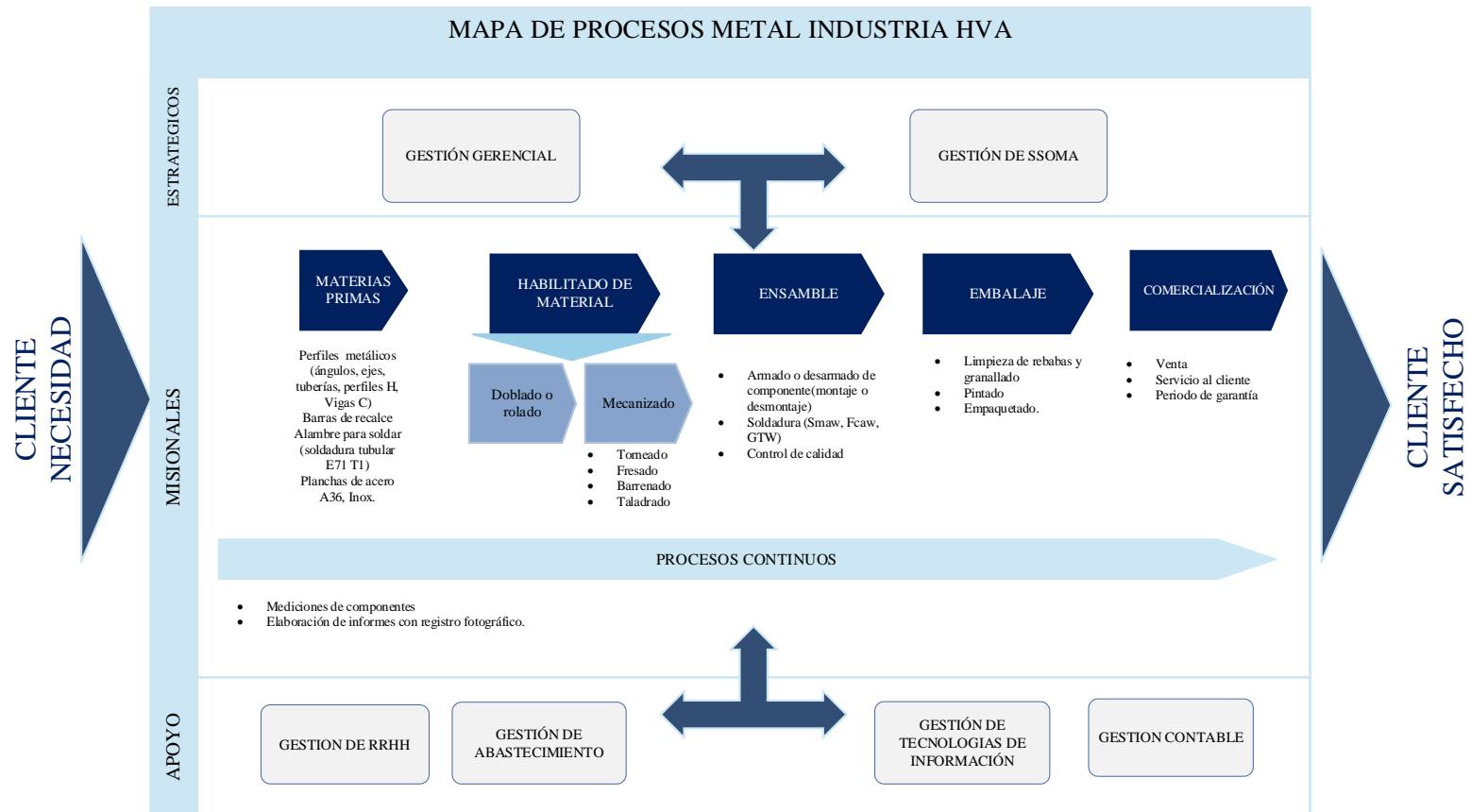
Cadena de valor de la empresa Metal Industria HVA



2.4.1. Mapa general de procesos

Figura 9

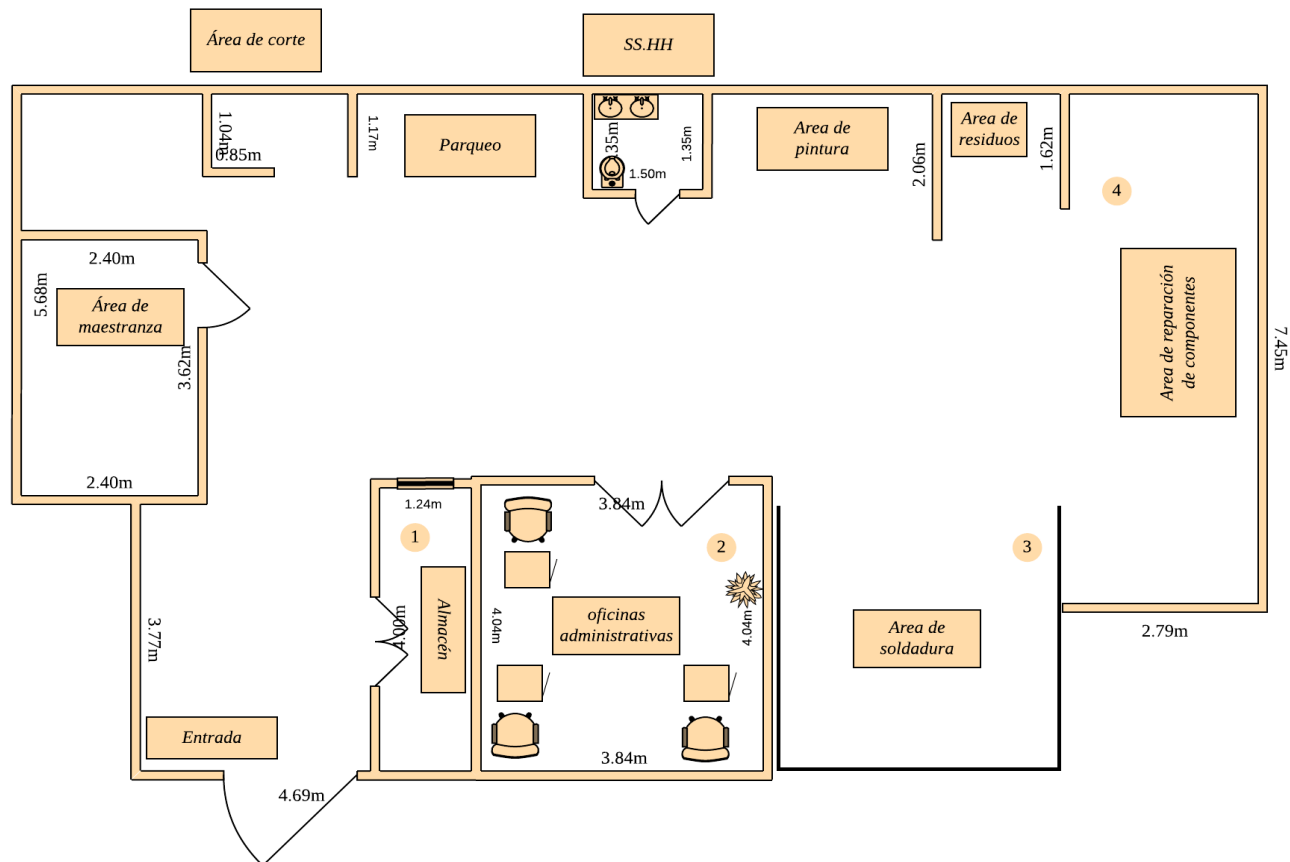
Mapa general de procesos de la empresa Metal Industria HVA



2.4.2. Layout actual de la empresa

Figura 10

Layout actual de la empresa Metal Industria HVA



2.4.3. Análisis FODA

Tabla 3

Análisis FODA de la empresa Metal Industria HVA

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> - Personal calificado - Disposición de máquinas y equipos operativos. - Dimensiones amplias del taller - Cuenta con importante cartera de clientes. - Buena relación con clientes y proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de ampliar su espacio físico. - Tiempos de ocio en los trabajadores que provoca la desconcentración. - Falta de capacidad de respuesta inmediata y altos costos operativos. - Falta de un plan de mantenimiento de equipos
<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ampliar nuestra cartera de cliente con empresas mineras fuera de la zona. - Ampliar relaciones con proveedores - Disponibilidad de adquisición de equipos con mayor tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> - El que la empresa cuente con personal calificado, garantiza que las empresas mineras de la zona tengan interés en trabajar con ella. - La empresa cuenta con una importante cartera de clientes, lo cual le permite tener liquidez ante cualquier imprevisto - 	<ul style="list-style-type: none"> - Agilizar nuestros procesos y reducir costos para ser competitivos y de esa manera ampliar nuestra cartera de clientes fuera de la zona - Realizar una matriz de criticidad de equipos para determinar los próximos a ser renovados.
AMENAZAS		

<ul style="list-style-type: none"> - Las materias primas son comercializadas en Lima lo que dificulta el transporte y genera demoras. - La creación de empresas similares además de las ya existentes. - Poca asignación de presupuesto para materiales, repuestos y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> -La creación de nuevas empresas empuja a la empresa a esforzarse más en cuanto a asegurar la calidad de los productos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar alianzas con proveedores para el suministro de materiales de modo que reducimos tiempos de ocio para los trabajadores por no contar con el material necesario para trabajar - Promover un programa de mantenimiento de equipos con el fin de mejorar la operatividad del área de producción.
---	--	--

2.4.4. Análisis de Stakeholders

Los principales grupos de interés que identificamos en nuestra empresa están asociados al gerente, trabajadores y clientes los cuales están directamente relacionados con el cumplimiento de nuestros indicadores, otros interesados externos son nuestros proveedores de materia prima, comunidad y estado.

Tabla 4

Matriz de stakeholders de la empresa Metal Industria HVA

STAKEHOLDERS	IDENTIFICACION	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	PROCESOS IMPLICADOS
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas mineras (Gold Fields la Cima SA; Yanacocha; La Zanja) - Empresas de maquinaria pesada (Ferreyros, Unimaq, Mitsui) 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento de programa de producción - Cumplimiento de especificaciones de calidad - Fabricaciones a un precio justo y competitivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones a situaciones inesperadas - Garantía por la funcionalidad de un producto. - Buena calidad en los productos. 	Gestión gerencia y comercialización
Gerente	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente general - Socio de la empresa 	<ul style="list-style-type: none"> - Rentabilidad - Crecimiento - Reconocimiento en el rubro 	<ul style="list-style-type: none"> - Liderazgo - Competitividad - Compromiso 	Gestión Gerencial
Trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> - Personal operativo con experiencia en montaje y desmontaje de componentes, 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuadas condiciones laborales. - Salario Justo y formal - Trato adecuado 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad laboral - Desarrollo personal - Incentivos 	Gestión de Recursos Humanos

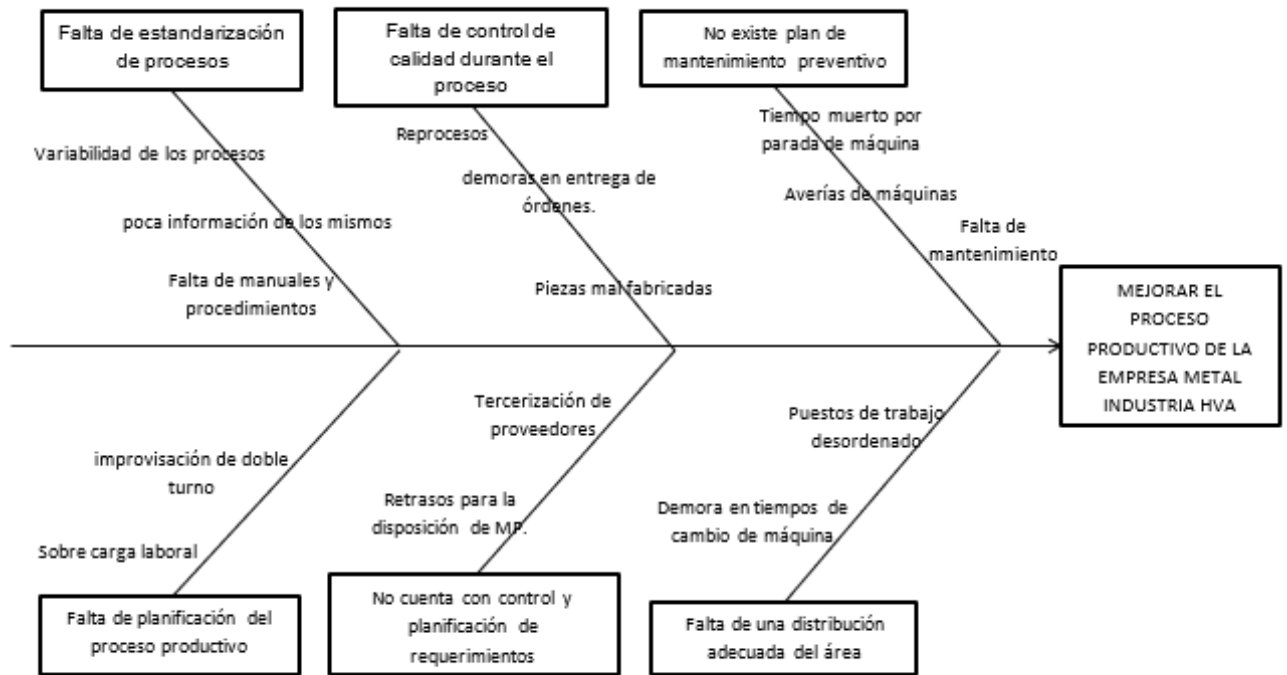
	fabricación y montaje metalmeccánico, soldadura			
Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas importadoras de láminas de acero (Aceros Bolher, Cipesa, Aceros Arequipa, Aceros Perú) - Empresas especializadas en soldadura (Fundición central) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos sin demoras. - Relaciones comerciales a largo plazo o permanentes. - Condiciones o tratos claros de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Alianzas estratégicas - Desarrollo y crecimiento como empresa proveedora 	Gestión de abastecimiento
Estado	<ul style="list-style-type: none"> - Ministerio de Trabajo - Sunat - Ministerio del Ambiente. - Ministerio de producción PRODUCE 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento de la legislación establecida - Cumplimiento de impuestos tributarios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Auto sostenibles 	Gestión gerencial Gestión contable y financiera
Comunidad	<ul style="list-style-type: none"> - Población de Cajamarca - Municipalidad de Cajamarca. 	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento sin perjudicar al entorno - Control ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidades laborales 	Todos los procesos

Fuente: Elaboración propia

2.4.5. Diagnostico

Figura 11

Diagnóstico - Diagrama Ishikawa



Cálculo de indicadores

Porcentaje de procesos mapeados

Tabla 5

Procesos llevados a cabo en la empresa Metal Industria HVA

	PROCESOS	MAPEADO
1	Requerimiento de material	SI
2	Habilitado de material	NO
3	Doblado o rolado	NO
4	Mecanizado	NO
5	Armado o desarmado del componente	NO
6	Soldadura	SI
7	Limpieza de superficie	NO
8	Pruebas de calidad	SI

9	Pintado	NO
10	Embalaje	NO

Tabla 6

Porcentaje de procesos mapeados

Total de procesos	10
Total procesos mapeados	3
Porcentaje de procesos mapeados	30%

Porcentaje de incumplimiento de órdenes de productos

Tabla 7

Órdenes de fabricación Julio - Diciembre 2019

Mes	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio
Total, de órdenes de fabricación	12	15	13	14	13	15	14
N° de órdenes de fabricación atrasadas	5	4	4	4	5	5	5
% incumplimiento de ordenes de fabricación	41.60%	26.70%	30.76%	25.57%	38.46%	33.33%	32.74

Nota: datos obtenidos del área de operaciones

Porcentaje de cumplimiento metodología 5 “S”

Tabla 8

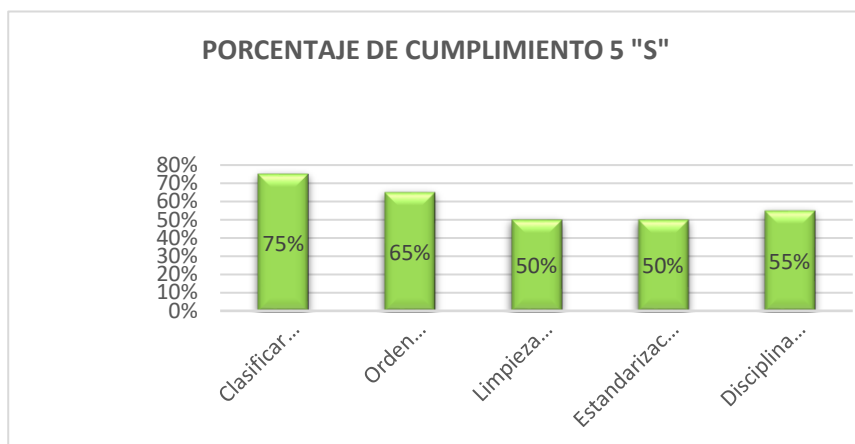
Porcentaje de cumplimiento de 5 “S”

5`S	MAXIMO	TOTAL	% DE CUMPLIMIENTO
Clasificar (Seiri)	20	15	75%
Orden (Seiton)	20	13	65%
Limpieza (Seiso)	20	10	50%
Estandarización (Seiketsu)	20	10	50%
Disciplina (Shitsuke)	20	11	55%
TOTAL	100	59	59%

Nota: datos obtenidos del diagrama de red

Figura 12

Porcentaje de cumplimiento 5 “S”



Eficiencia global de equipos

Tabla 9

Valores para cálculo de OEE

VARIABLES	TIEMPO	UNIDAD
tiempo disponible	8	horas/turno
tiempo muerto	1.35	horas/turno
tiempo productivo	6.65	horas/turno
tiempo eficiente	6	horas/turno
% Disponibilidad	83.13	tasa
Capacidad productiva	26.6	Unid/turno
% Eficiencia	93.98	tasa
% Calidad	92	tasa
Tiempo de calidad	5.75	horas/turno
% OEE	71.88%	

Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo

En la actualidad este indicador es cero ya que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, actualmente solo se lleva a cabo el mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo se lleva a cabo de manera empírica en base a la experiencia del operario.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de reportes de inspección de equipos}}{N^{\circ} \text{ de reportes planificados}} \times 100\% = 0\%$$

Tasa de desperdicio

$$\frac{N^{\circ} \text{ de piezas defectuosas}}{\text{producción real}} \times 100\%$$

$$\frac{2 \text{ unid/turno}}{25 \text{ unid/turno}} \times 100\% = 8\%$$

Costo de fabricación de piezas defectuosas

Tabla 10

Costo unitario de producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN RECALCE DE ZAPATA	CANT	UNIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Materiales	88	Unidad	85	7480
Mano de obra	160	Hr./Hombre	8.44	1350.4
Máquinas y herramientas	26	Hr./Maq	25.66	667.16
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				9497.56
COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN				S/ 101.13

(Costo unitario de fabricación * N.º piezas defectuosas)

$$S/ 101.13 \times 7 = S/ 707.95$$

Porcentaje de requerimientos atrasados

Requerimientos de materiales según el reporte de requerimiento del Periodo Julio a diciembre del 2019

Tabla 11

Porcentaje de requerimientos atrasados

N° DE REQUERIMIENTOS	TOTAL
Total de requerimientos Julio – Diciembre	52
Requerimientos cumplidos	38
Requerimientos pendientes	14
% De requerimientos atrasados	26.9%

2.4.6. Matriz de variables

Tabla 13

Matriz de variables

Causa raíz	Indicador	Formula	Valor Actual	Valor Meta	Herramienta
Falta de estandarización de procesos	Porcentaje de procesos mapeados	$\frac{N^{\circ} \text{ de procesos mapeados}}{N^{\circ} \text{ total de procesos}} \times 100\%$	30%	99%	VSM
Falta de planificación del proceso productivo	porcentaje de demoras en las entregas de productos.	$\frac{N^{\circ} \text{ de órdenes de producto atrasadas}}{N^{\circ} \text{ de órdenes de servicio total}} \times 100\%$	32.74%	< 8 %	
Puestos de trabajo desordenados y mal distribuidos	% de cumplimiento clasificación	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	75%	> 90%	5 “S”
	% de cumplimiento orden	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	65%	> 90%	
	% de cumplimiento limpieza	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	50%	> 90%	
	% de cumplimiento estandarización	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	50%	> 90%	
	% de cumplimiento disciplina	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	55%	> 90%	

No existe un plan de Mantenimiento preventivo de equipos	% de eficiencia global de equipos	$disponibilidad \times eficiencia \times calidad$	71.88%	> 85%	Plan de Mantenimiento preventivo de equipos
	Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo	$\frac{N^{\circ} \text{ de reportes de inspección de equipos}}{N^{\circ} \text{ de reportes planificados}} \times 100\%$	0%	> 95%	
Falta de control de calidad durante el proceso	Tasa de desperdicio	$\frac{capacidad \text{ productiva} - capacidad \text{ real}}{capacidad \text{ productiva}} \times 100\%$	8%	3%	Kanban
	Costo de fabricación de piezas defectuosas	$\sum (\text{Costo unitario de fabricación} * N^{\circ} \text{ piezas defectuosas})$	S/707.95	S/265.48	
No cuenta con control y planificación de requerimientos	Porcentaje de requerimientos atrasados	$\frac{N^{\circ} \text{ de requerimientos incumplidos}}{N^{\circ} \text{ de requerimientos totales}} \times 100\%$	26.9%	< 5%	

2.4.7. Estado actual del sistema productivo de la empresa Metal Industria HVA bajo el enfoque Lean Manufacturing.

La empresa Metal Industria HVA se dedica a la fabricación, diseño, realización de cálculos estructurales y recuperación de piezas y accesorios metalmecánicos con altos niveles de calidad y servicio integral cuyo objetivo principal es satisfacer las necesidades de sus clientes en las diferentes áreas, así como garantizar los mejores resultados en el desarrollo de cada actividad.

2.1.3.1. Demanda de órdenes de productos

La empresa Metal Industria HVA realiza varios procesos de fabricación y servicios los cuales detallaremos a continuación, tomando en cuenta solo los procesos que se llevan a cabo en la planta de Cajamarca.

Tabla 14

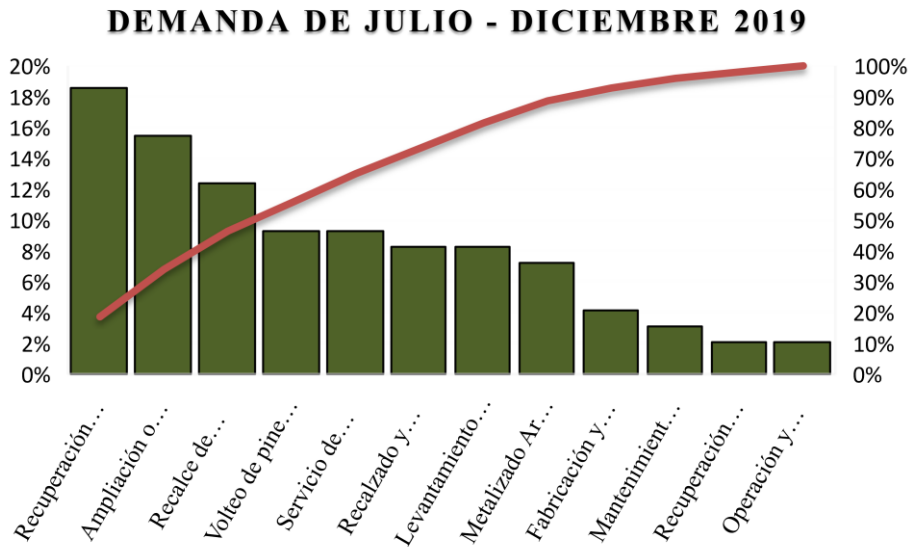
Órdenes de producción en la empresa Metal Industria HVA

<i>Productos</i>	<i>Orden de Producto</i>
Recuperación de rodillos y ruedas guía para equipos Maquinaria Pesada.	18
Volteo de pines y bocinas de cadenas de equipos de maquinaria pesada.	9
Recalce de zapatas en Arco Sumergido de equipos de maquinaria pesada.	12
Servicio de Barrenado en General (Barrenadora Eléctrica e Hidráulica).	9
Fabricación y reconstrucción de piezas y partes para minería y maquinaria pesada en general	4
Recalzado y revestimiento de Gets, así como reconstrucción de Lampones y cucharones.	8
Ampliación o disminución de pasos de cadena	19
Recuperación de accesorios de perforadoras y fabricación de los mismos.	2
Levantamiento de planos en campo y cálculos estructurales.	8
Servicio de Metalizado Arc Spray de piezas y partes para minería y maquinaria pesada en general.	7
Mantenimiento Mecánico, Eléctrico en Plantas Concentradoras	3
Operación y mantenimiento mecánico, eléctrico de plantas de chancado para producción de filtros	2

Fuente: reporte de órdenes de servicios ejecutadas Julio – diciembre 2019

Figura 13

Diagrama de Pareto de la demanda según órdenes de producción



En la figura N° 13 se observa que los procesos más demandados son recuperación de rodillos y ruedas guías que representa el 19% de la orden de servicios de operaciones en Cajamarca durante el año 2019, seguido por el proceso de ampliación o disminución de pasos de cadena que representa el 15% de las ordenes de servicios de operaciones en Cajamarca y seguido por el proceso de recalce de zapatas en Arco sumergido representando el 12% de las orden de servicios totales que fueron 101 en la Planta en Cajamarca.

Consideramos tres procesos para realizar el diagnóstico mediante la herramienta VSM para conocer el estado actual y flujo de valor porque al ser los procesos con mayor demanda nos da la oportunidad de estar presentes en la realización del mismo y gracias a ello recopilamos información sobre las actividades que se llevan a cabo en cada proceso, los tiempos de elaboración, los materiales necesarios, el personal y máquinas esta información se obtuvo a través de diagramas de flujo.

Seguimiento de procesos de la empresa Metal Industria HVA

✓ Proceso Ampliación o disminución de eslabones de cadena

Tabla 15






Hoja De Seguimiento Ampliación O Disminución De Eslabones De Cadena



HOJA DE SEGUIMIENTO DE PROCESO

Proceso: Ampliación o disminución de eslabones de cadena
 Participantes: Carolina Orosco /Jhon Alva

Recursos
 R1 Supervisor R3 Técnico
 R2 Jefe de área R4 Asistente

N°	Actividad	Área	PZA	Tiem po (Min)	Contador de				Tipo de Actividad						
					personal directo				Opera	insp	trans	demor	almac		
					R1	R2	R3	R4							
1	Recepción de orden	Supervisor de taller		10	1										
2	solicitud de materiales	Encargado de almacen	1	140		1									
3	Habilitación de materiales	mecánico	1	40											
4	Limpieza de cadena	mecánico	2	45			1								
5	Desmontaje de zapata	mecánico	88	360			1								
6	Desensamble de eslabon master	mecánico	4	5			1								
7	Desmontaje de pin y bocinas	mecanico	88	320			1								
8	Reducción o aumento de eslabon	Mecánico	2	25			1								
9	Prueba al vacío	Mecánica/supervisor	88	66	1										
10	Lubricación de cada pieza	soldaduria	88	80			1								
11	Montaje de zapata	soldaduria	88	420			1								
12	Pintado y embalado	Pintor / mecánico	2	120			1								
TOTAL				1631											

Elaboración propia – se elaboró en base a entrevistas realizadas y al registro de órdenes de compra, salidas de almacén.

Así mismo se obtuvieron los siguientes datos del sistema productivo en base a cálculos realizados considerando que en este caso no existe una demanda diaria, sino una demanda por necesidad del servicio.

- Tiempo de ciclo del proceso: 1631 minutos / 27.18 horas/ 3.39 días

Tabla 16

Datos del proceso aumento y/o disminución de pasos de cadenas

<i>Datos de trabajo</i>	
Días de trabajo al mes	24
Turnos Día	1
Horas disponibles por turno	8
Tiempo en horas	27.18
Demanda del cliente	4 eslabones
Tark time	407.75

Fuente: entrevista

Figura 14

VSM aumento de eslabones en cadena

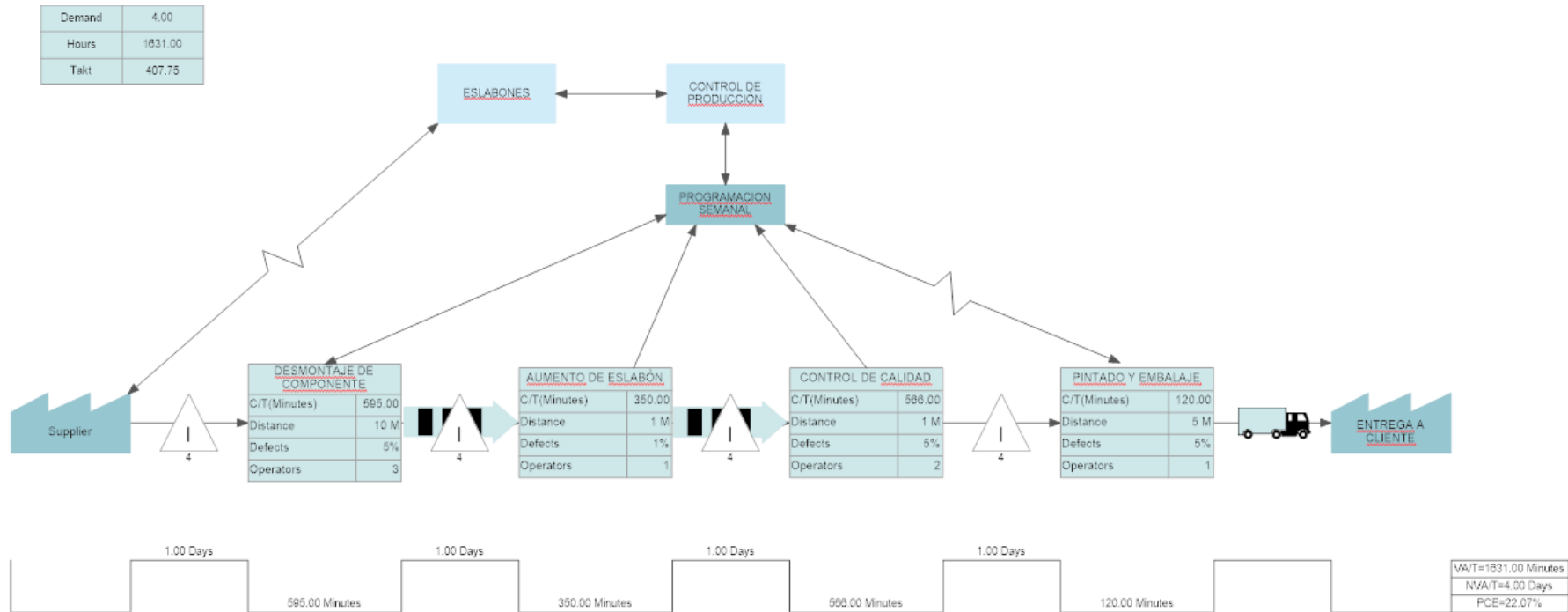


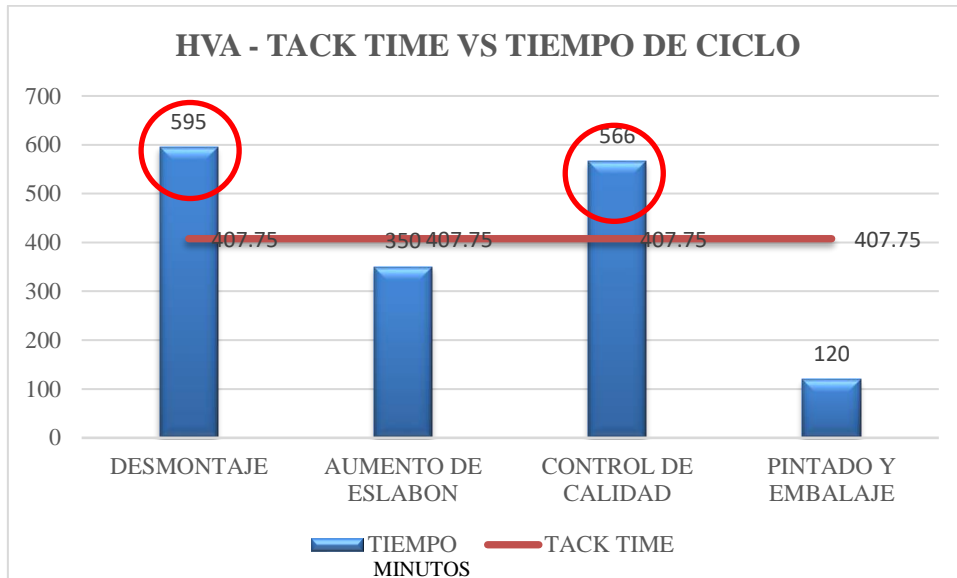
Figura 14: Value Stream maps del proceso de aumento de eslabones de cadena de maquinaria pesada.

En la figura N° 14 podemos observar el VSM del proceso Aumento de eslabones de cadena para Maquinaria pesada en el cual nos indica que el tiempo de ciclo total del proceso es de 1631 minutos, con un lead time de 4 días y una eficiencia del proceso de 22.07%.

Para la elaboración de este mapa se agruparon en subprocesos generalizados. Un takt time de 407.75 minutos, es el tiempo establecido en base a la demanda

Figura 15

Tack time vs tiempo de ciclo proceso de aumento de eslabones



Mediante figura N° 15 podemos identificar los subprocesos considerados como cuellos de botella pues son los que más tiempo demandan, por lo que tienen que ser revisados para reducirlos, el subproceso desmontaje tiene un tiempo de ciclo de 595 minutos y el de control de calidad tiene 566 los cuales están por encima del tiempo considerable de 407.75 minutos

✓ **Proceso Mantenimiento y/o reparación de rodillos y ruedas guías**

Tabla 17

Hoja De Seguimiento Mantenimiento Y/O Reparación De Rodillos Y Ruedas Guías



DIAGRAMA DE FLUJO

Proceso: Mantenimiento y/o reparación de rodillos y ruedas guía
Participantes: Carolina Orosco /Jhon Alva

Recursos

R1 Supervisor R3 Técnico
R2 Jefe de área R4 Asistente

Nº	Actividad	Área	Tiem po (Min)	Contador de personal directo				Tipo de Actividad									
				R1	R2	R3	R4	Opera	insp	trans	demor	almac					
								●	■	➔	◐	◑					
1	Recepción de orden	Supervisor de taller	20	1													
2	solicitud de materiales	Encargado de almacen	156		1												
3	Extracción de pernos de seguridad	mecánico	26			1											
4	Extracción de tapas y bocinas con prensa hidraulica	mecánico	32			1											
5	Acondicionamiento de horno por arco sumergido	soldador	35			1											
6	colocar la rueda guía o rodillo en la máquina	soldador	46			1											
7	colocar rollo de alambre de soldar en el porta alambre	soldador	14			1											
8	Realizar soldeo	soldador	362			1											
9	Verificar las medidas con vernier	soldador	15	1													
10	Inspeccion y control de Calidad del componente	soldador	19			1											
11	Esmerilado de componente	soldador	122			1											
12	Desmontaje del componente de la máquina	soldador	41			1											
13	Maquinado en torno	tornero en torno	129			1											
14	Limpieza de todos los accesorios	mecanico	54			1											
15	Armado de los componentes	mecanico	128			1											
16	Control de calidad	mecanico	15			1											
17	Pintado y embalaje de los componentes	Pintor / mecánico	124			1											
TOTAL			1338														

Elaboración propia – se elaboró en base a entrevistas realizadas y al registro de órdenes de compra, salidas de almacén.

Tabla 18

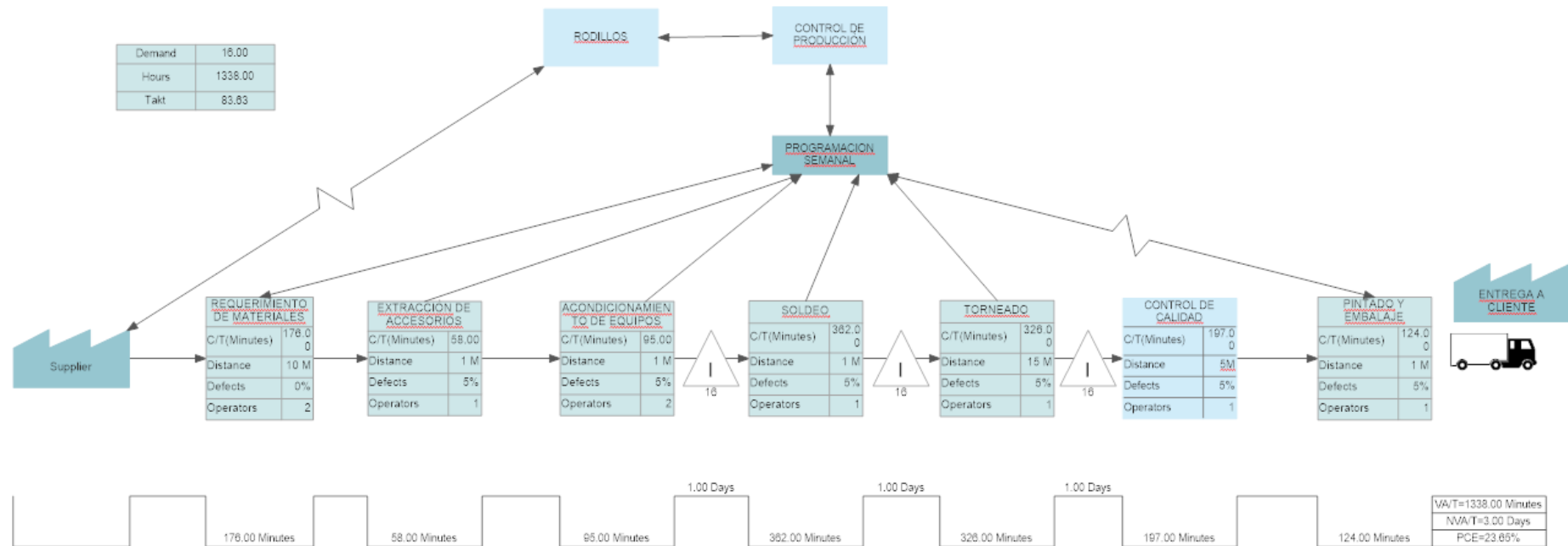
Datos Del Proceso Mantenimiento Y/O Reparación De Ruedas Guía

Datos del proceso	
Días de trabajo al mes	24
Turnos Día	1
Horas disponible por turno	8
Tiempo disponible	22.3
Demanda del cliente	16 rodillo
Tack time	83.63

Fuente: entrevista

Figura 16

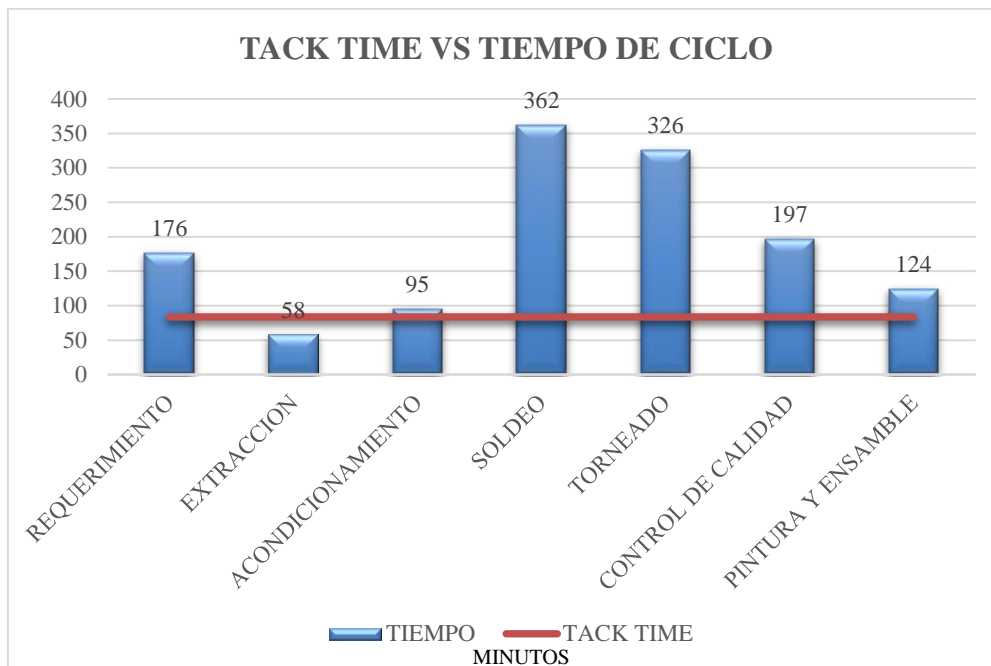
VSM - proceso mantenimiento y/o reparación de rodillos y ruedas guías.



En la figura N° 16 podemos observar el diagrama del proceso reparación y/o mantenimiento de rodillos y ruedas guías en el cual tenemos como tiempo de ciclo total 1338 minutos, con un lead time de 3 días y una eficiencia del proceso de 23.65%

Figura 17

Tack time Vs tiempo de ciclo del proceso reparación de rodillo y ruedas guía



Fuente: VSM reparación de rodillos y ruedas guía

Haciendo un análisis de la siguiente figura podemos determinar que por subprocesos de soldeo y torneado son los que generan mayor demora porque tienen 362 el subproceso de soldeo y 326 el subproceso de torneado

Pero aquí sucede algo particular debido a que son las actividades donde se desarrollan más mediciones, precisiones e inspecciones para evaluar la calidad del componente y también es donde se determina si existirán reprocesos que según la entrevista el 50 % de las reparaciones no están listas a la primera, tienen que pasar varias inspecciones.

✓ **Proceso Recalce de zapatas**

Tabla 19

Hoja De Seguimiento Recalce De Zapatas








HOJA DE SEGUIMIENTO DE PROCESO

Proceso: Recalce de zapatas
Participantes: Carolina Orosco /Jhon Alva

Recursos

R1 Supervisor R3 Técnico
R2 Jefe de área R4 Asistente

N°	Actividad	Área	Tiem po (Min)	Contador de				Tipo de Actividad										
				personal				Opera	insp	trans	demor	almac						
				R1	R2	R3	R4											
1	Recepción y asignación de materiales	Supervisor de taller	45	1														
2	solicitud de materiales	operario	12				1											
3	Habilitación de materiales	soldador	50			1												
4	Corte de calzas según medidas	operario	298				1											
5	Retirar Pernos y zapatas de la cadena	mecánico	185			1												
6	Corte de las garras de zapata	soldador	86			1												
7	Armado y apuntalado de las barras de recalce	soldador	186			1												
8	Soldeo de barra de recalce y zapata	soldador	285			1												
9	Inspección visual del cordón de soldadura	soldador	55			1												
10	Prueba NDT (mediante tintes penetrantes)	Supervisor de taller	90	1														
11	Armado de zapatas de cadena	mecánico	220			1												
12	Pintado y embalaje de los componentes	Pintor / mecánico	60			1												
TOTAL			1572															

Elaboración propia – se elaboró en base a entrevistas realizadas y al registro de órdenes de compra, salidas de almacén.

Tabla 20

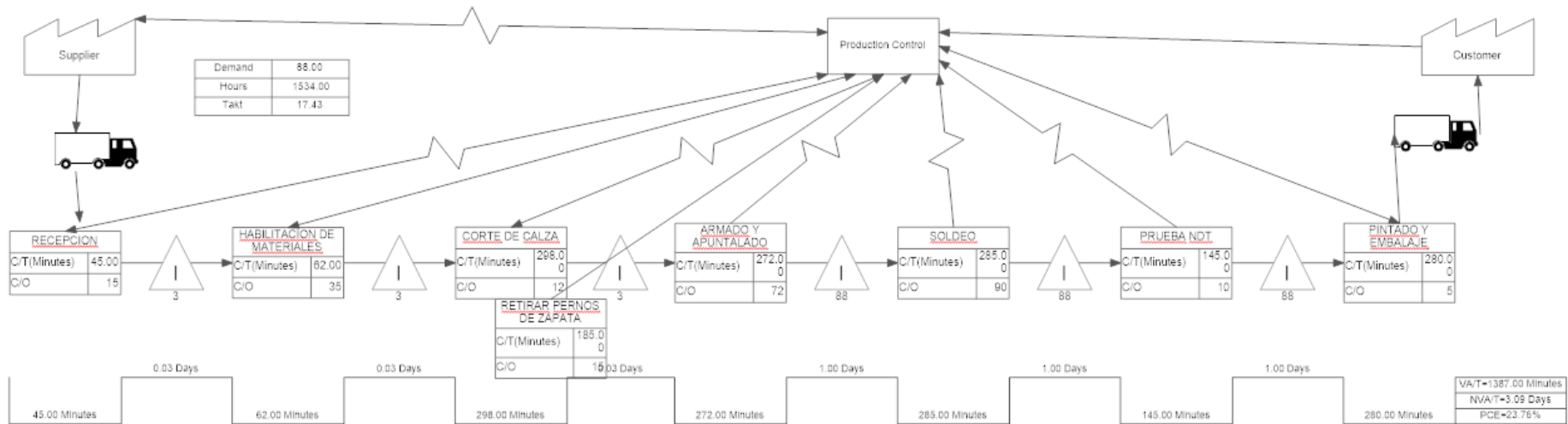
Datos Del Proceso Recalce De Zapatas

Datos del proceso	
Días de trabajo al mes	24
Turnos Día	1
Horas disponible por turno	8
Tiempo disponible hora	26.2
Demanda del cliente	88 zapatas
Tack time	17.43

Fuente: entrevista

Figura 18

VSM Proceso de recalce de zapatas



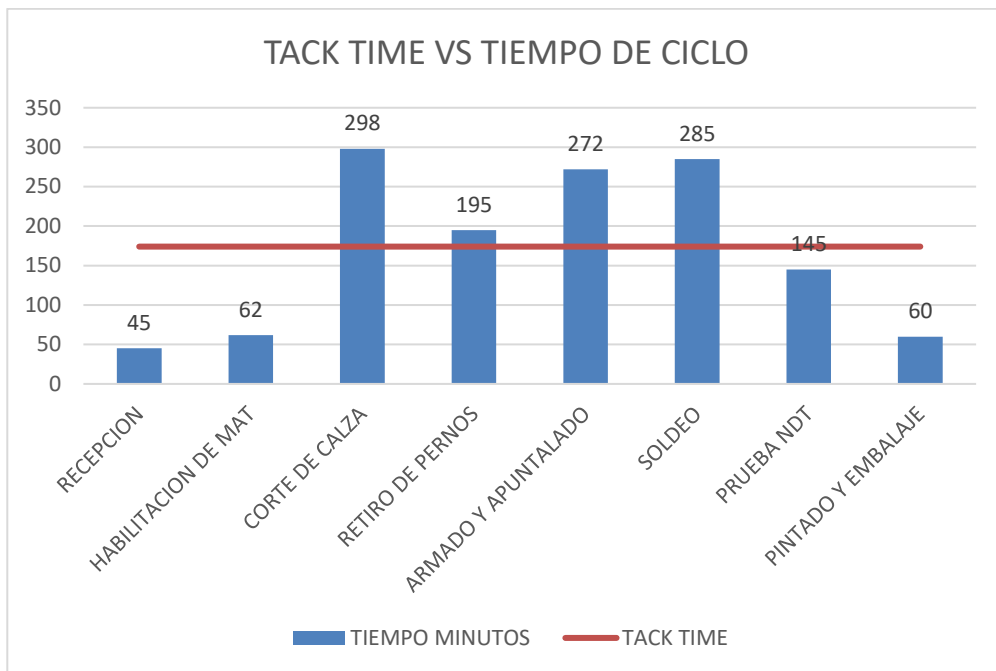
En la siguiente figura podemos determinar que uno de los problemas es la distribución de la planta pues existen actividades paralelas que deben ser desarrolladas, pero los espacios donde son desarrolladas no están juntos.

En este proceso obtuvimos los siguientes datos tiempo de ciclo 1534 minutos, el lead time 3.09 días, y la eficiencia del proceso es de 23.76%.

En este caso el proceso inicia con una compra a un proveedor debido a que las barras de recalce varían de espesor es por ello que el pedido debe realizarse cuando se dé la orden de servicio.

Figura 19

Tack time Vs tiempo de ciclo del proceso recalce de zapatas



Fuente: VSM recalce de zapatas.

Haciendo un análisis de la siguiente figura podemos determinar que los procesos de corte de calza y soldeo son los que generan mayor demora porque tienen 298 el proceso de corte de calza y 285 el proceso de soldeo, así mismo se tiene que revisar el proceso de armado y apuntalado también tiene el mayor tiempo de ejecución.

2.4.8. Diagnóstico en base a la metodología 5`S

Localización y distribución del área de operaciones.

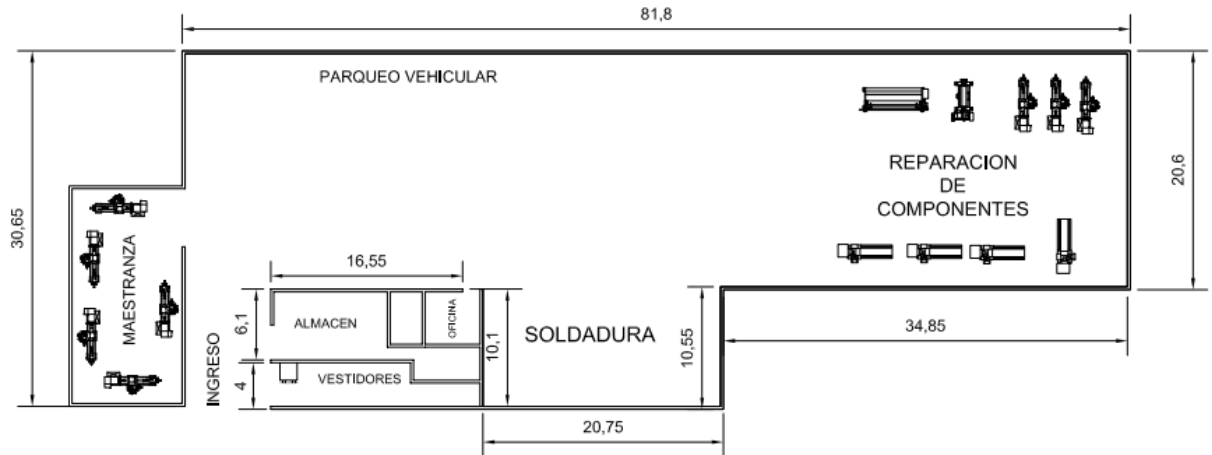


Figura 1: Plano de distribución de equipos

Para el diagnóstico de esta metodología se realizó a través de evidencia fotográfica de las áreas, así mismo se aplicó un test de evaluación para ver cada aspecto de los pilares fundamentales de esta metodología.

Área de Pintura

Figura 20

Imagen del desorden del área de pintura

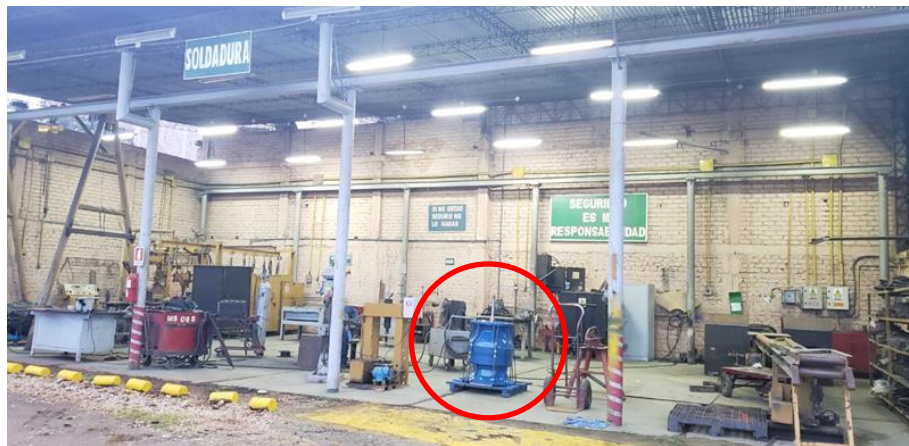


Aquí se puede observar que el área si bien se encuentra señalizada presenta un desorden, las herramientas necesarias para realizar sus trabajos se encuentran fuera de lugar y estas no están rotuladas, por lo que este aspecto genera retrasos al momento de realizar su trabajo, existe bastante probabilidad de que cuando necesiten algo esto no sea encontrado con facilidad.

Área de Soldadura

Figura 21

Imagen del área de Soldadura



El problema es casi el mismo las áreas se encuentran muy bien definidas y rotuladas, pero tienen herramientas y equipos en lugares no estratégicos obstruyendo el paso, siendo un agente de peligro para los trabajadores y generando demoras en la movilización dentro del área.

Área de Maestranza

Figura 22

Imagen del área de Maestranza



En esta imagen podemos identificar aspectos positivos pues observamos al personal con los implementos de seguridad, el cartel de los implementos que se deben usar, el área se encuentra más ordenado y cuenta con las delimitaciones reglamentarias.

Clasificación de residuos

Figura 23

Imagen del área de clasificación de residuos

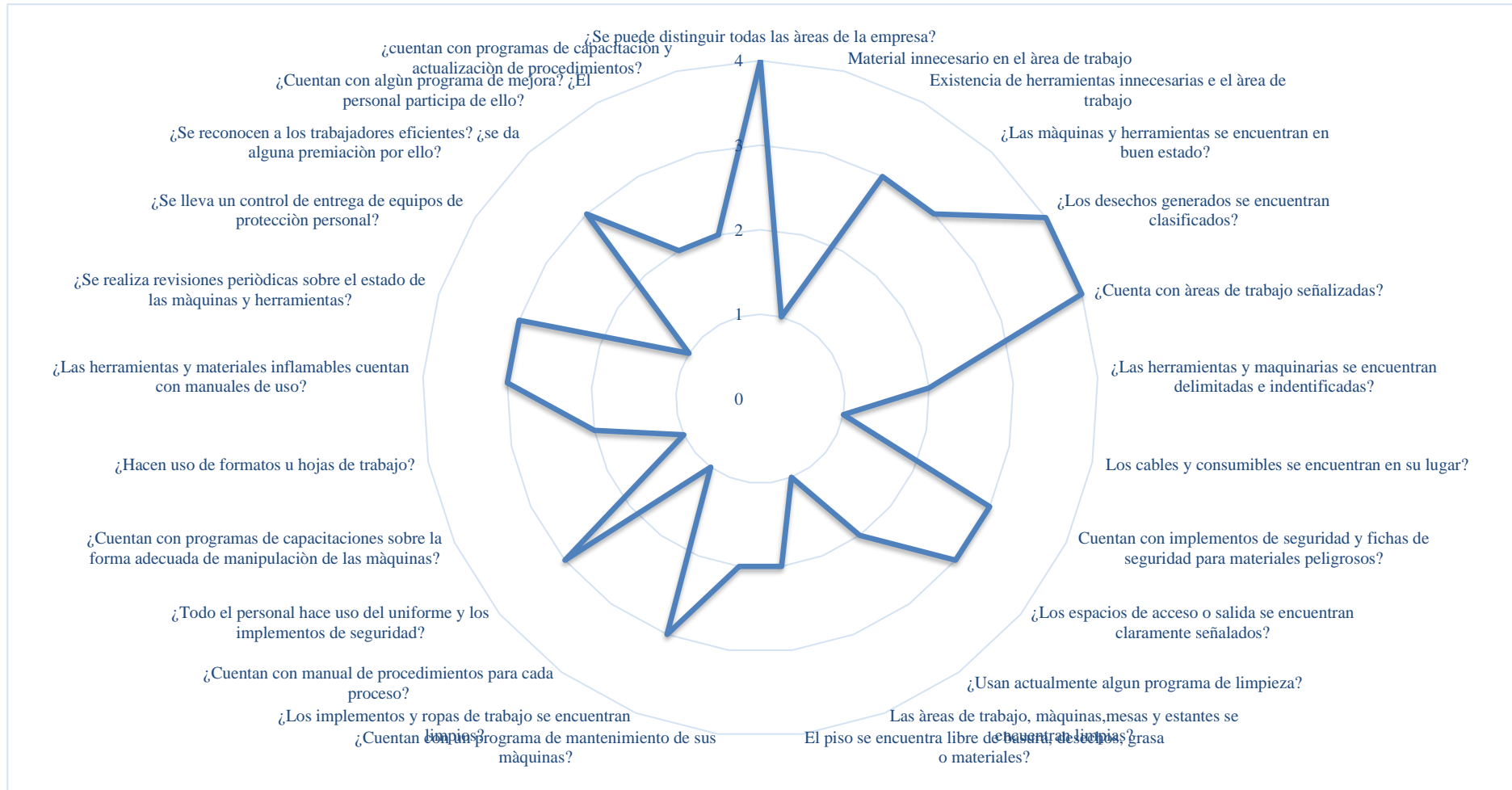


Aquí también podemos resaltar los aspectos positivos debido a que cuentan con un área de reciclado y la basura se encuentra clasificada mediante colores, esto ayuda mucho ya que se ve que el personal ya cuenta con la idea de la metodología 5`s, por supuesto aún se necesita mejorar, pero ya está en sus primeros pasos.

Para tener datos más específicos se aplicó el siguiente test, mucha de la información obtenida fue por observaciones y registro fotográfico.

Figura 24

Diagrama de red se evaluaron los 5 principios según la metodología 5`S



Clasificándolos por preguntas de los cuales podemos concluir con que hay ítems que la empresa si cumple a cabalidad como la seguridad y protección del personal, con señalizaciones de áreas de trabajo, uso de uniforme todo ello nos da indicios o indicadores de que su implementación sería sencilla pues de alguna manera ya aplican algunos aspectos de esta metodología

Tabla 21

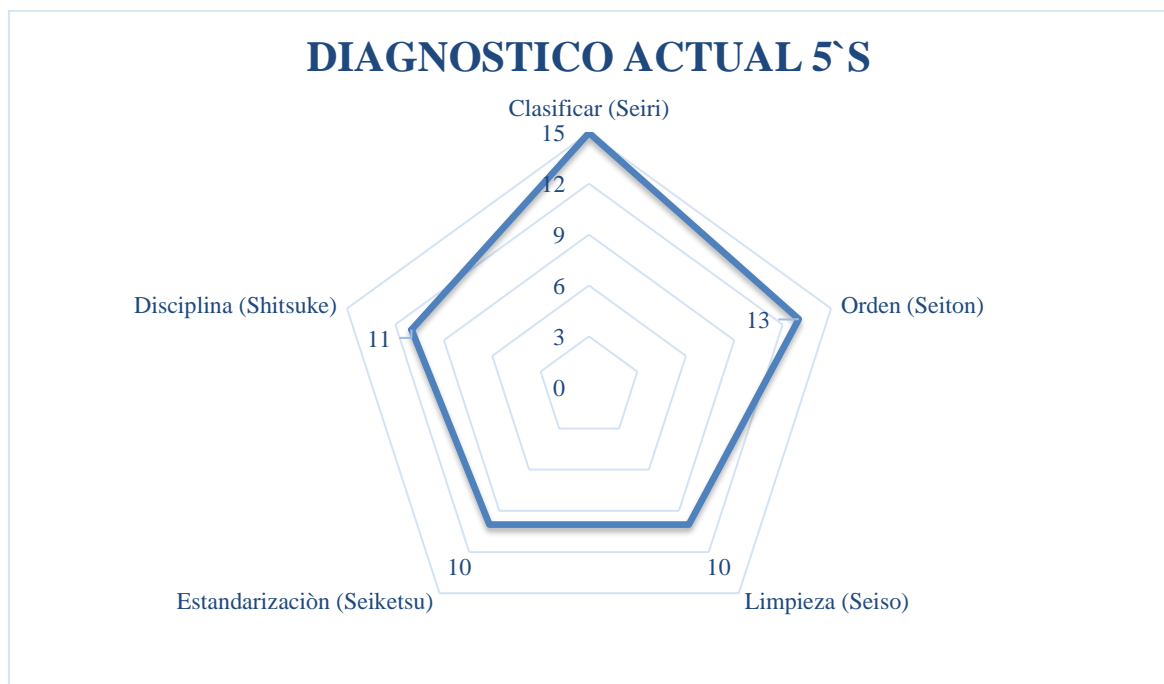
Puntaje Total Por La Evaluación De Cada S

5`S	TOTAL
Clasificar (Seiri)	15
Orden (Seiton)	13
Limpieza (Seiso)	10
Estandarización (Seiketsu)	10
Disciplina (Shitsuke)	11
TOTAL	59

Elaboración propia: Cuadro obtenido del test aplicado – resumen de puntuación

Figura 25

Diagrama de red de del estado actual del área Operativa de la empresa



En la figura anterior nos muestra que la empresa en cuanto a Limpieza, Disciplina y estandarización tiene que reforzar e implementar aspectos de mejora, por lo que se considera para la propuesta con mayor énfasis en estos aspectos.

2.4.9. Diagnóstico de los equipos – Indicador de eficiencia OEE

Como se mencionó en los datos del área operativa de Cajamarca el turno laboral es de 10 horas (8 horas y media diarias por 5 días a la semana y un día de 5 horas y media –sábado) agregando 2 horas por alimentos de 1-3 pm

Ahora miremos la eficiencia productiva de las máquinas a través del indicador OEE (Overall Equipment Efficiency)

Tabla 22

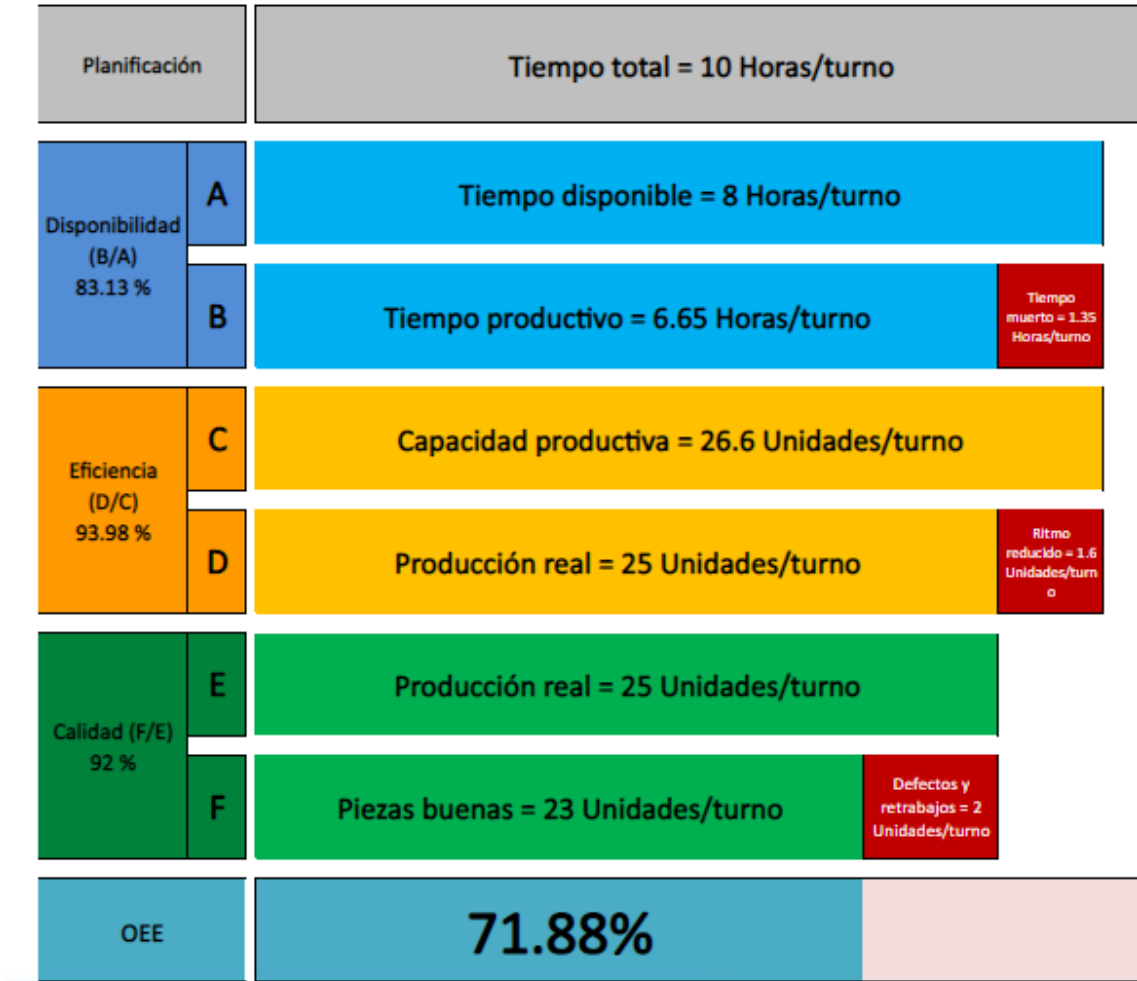
Factores Para Evaluación De Eficiencia De Equipos

	<i>DETALLE</i>	<i>UNID</i>
Tiempo estándar de fabricación	4	unid/hora
Tiempo por turno	10	horas/turno
Tiempo planeado (comidas, reuniones)	2	horas/turno
Tiempo de paradas	0.5	horas/turno
Tiempo de alistamiento	0.15	horas/turno
Tiempo de cambios	0.20	horas/turno
Tiempo de espera	0.5	horas/turno
Producción real	25	unid/turno
N° de unidades defectuosas	1	unid/turno
N° de unidades re manufacturadas	2	unid/turno

Fuente: entrevista aplicada a supervisor de planta

Figura 26

Efectividad total de equipos de Metal Industria HVA



Fuente: Bryan Salazar López – Ingenieros industriales online

Una OEE de 71.88% puede considerarse como aceptable siempre y cuando esté en proceso de mejora, por medio de este indicador podemos determinar que existen pérdidas económicas y baja competitividad.

2.5. Diseño de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para la empresa Metal Industria HVA.

Figura 27

Propuesta de estandarización de procesos.

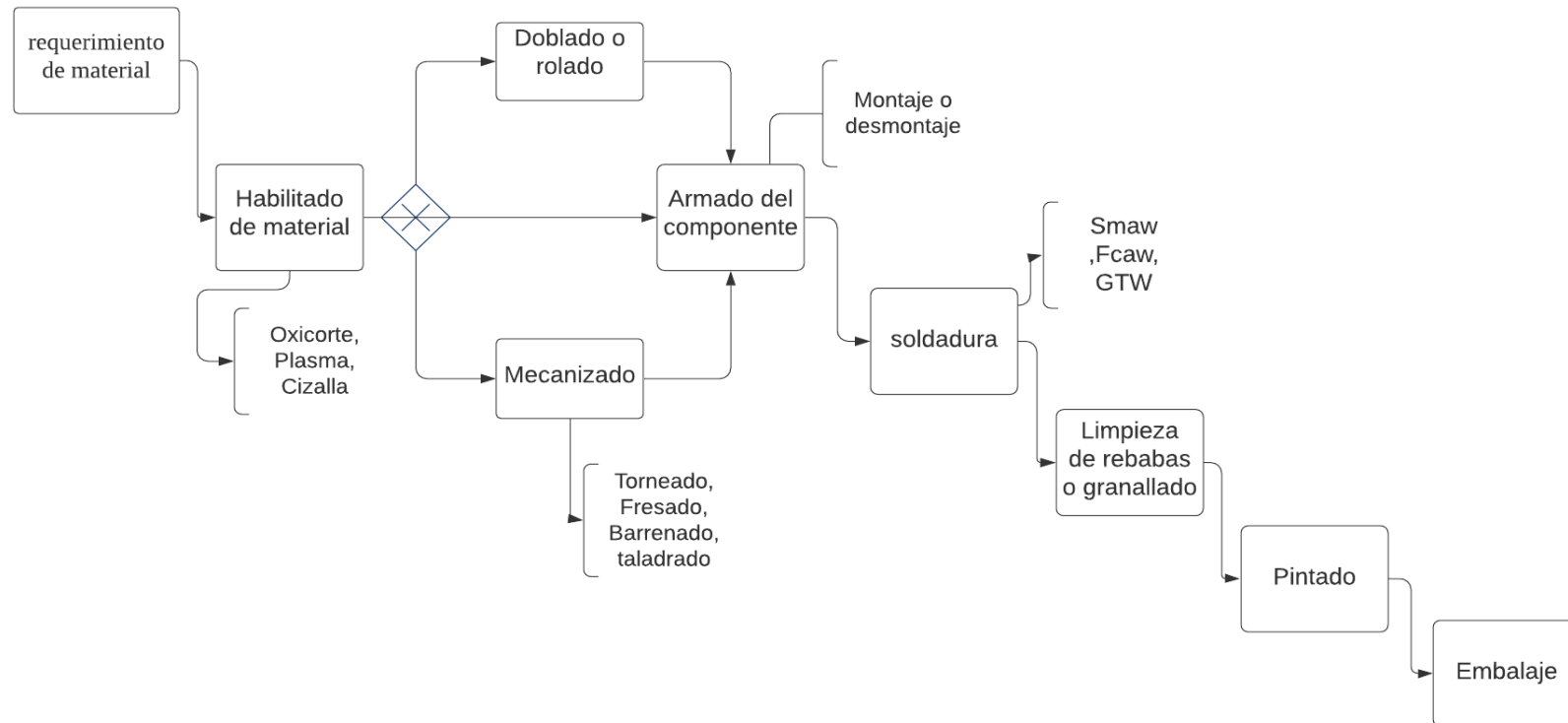
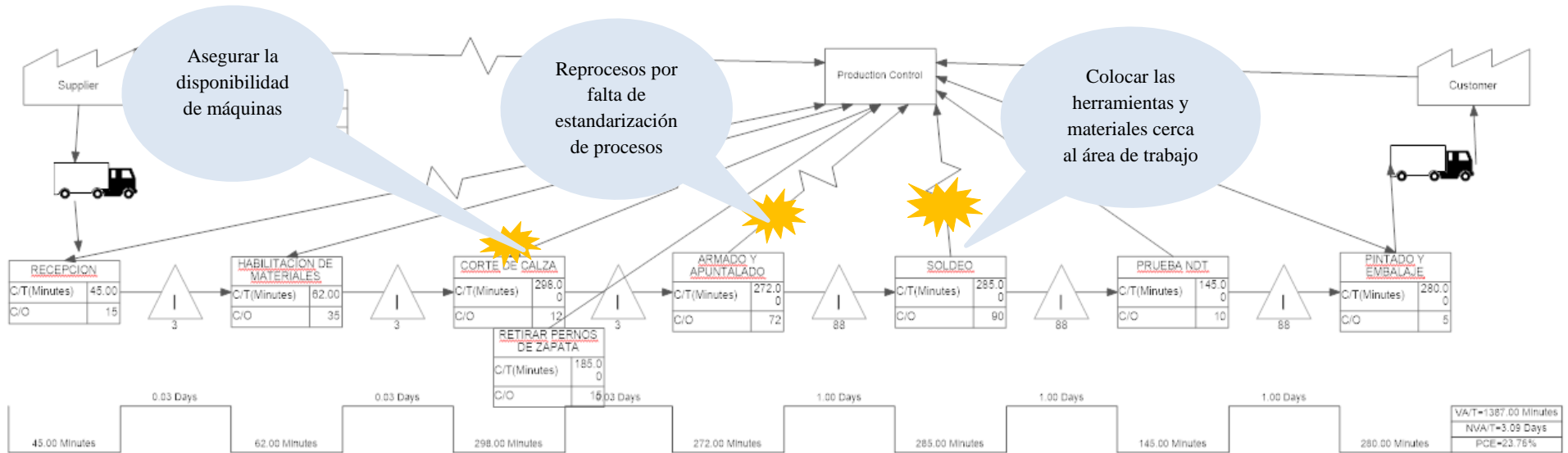


Figura 28

VSM con propuesta de mejoras del proceso de recalce de zapatas



Los procesos que generan cuello de botella y en los que se aplicará mejoras serán el proceso de corte de calza (Habilitado de material), el proceso de retirado de pernos de zapata (Armado de componente) y al proceso de soldeo (soldadura).

2.5.1. Propuesta de estandarización de procesos.

Tabla 23

Instructivo del proceso recalce de zapatas

RESPONSABLE	PASOS	ACTIVIDADES
Supervisor	1.- Recepción y asignación de trabajos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recibe orden de servicios, asigna personal y fija fecha de inicio y término de del trabajo.
Operario/ Encargado de almacén ⁰⁷	2.- Solicitud de materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se presentan dos situaciones: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ el cliente trae sus materiales (barras de recalce) entrega material a operario. ⇒ Si el servicio incluye el material se realiza el pedido de al área de almacén. ▪ Registra el pedido y firma la Solicitud de materiales y le entrega al operario para que solicite los materiales según Procedimiento de Logística y Almacén.
Soldador	3.- Habilita Material	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una vez recepcionado el material se procede a la habilitación mediante el corte de calzas según la medida
Soldador/ mecánico	4.- Retirar zapatas de cadena	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se retiran los pernos que sujetan a las zapatas para ello utilizan equipo de oxicorte. ▪ Se debe que tener cuidado de no dañar las zapatas con la flama del equipo de oxicorte. ▪ Con la ayuda de una comba se retira las zapatas de las cadenas y se ordena en parihuelas.
soldador	5.- Corte de las garras de zapatas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se posicionan las zapatas en el costado de una mesa de corte para así poder cortar las garras de las zapatas. ▪ Para el corte de las garras utilizaremos un carrito de oxicorte (tortuga) a fin de realizar un corte uniforme, para el armado de la barra de recalce.
soldador	6.- Armado y apuntalado de barra de recalzado en zapata	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para el armado de la zapata y la barra de recalzado, se junta con las piezas ya cortadas en el paso N° 3. ▪ La zapata y la barra forman una junta en “K”, la cual se apuntala con soldadura tubular E 71 T-1 de 1/16” con protección de gas mezcla previo pre calentado a 120 “C.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se apuntalan en los dos extremos de la zapata realizando un cordón de soldadura de 2” de longitud
soldador	7.- Soldeo de barra de recalzado y zapata	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El soldeo se realizará usando el proceso de soldadura de arco sumergido. ▪ Se usará como material de aporte alambre Lincoln EL-12 de Ø 3.2mm y como fundente POP Lincoln Weld 780, ubicando las zapatas sobre un marco de ángulo para mayor rapidez en el soldeo y comodidad del soldador. ▪ Terminado el soldeo de las zapatas estas se posicionan sobre parihuelas de madera para su traslado para el armado en las cadenas.
Supervisor /soldador	8.- Prueba NDT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Después de una inspección visual al cordón de soldadura se cogen al azar de las 80 unas 10 y zapatas y se procede a realizarles la prueba NDT inspección de tintes penetrantes para evaluar fisuras y porosidad. ▪ En caso se detectan fisuras se procede a abrir esta fisura con un proceso de Arcair o con amoladora dependiendo de cuan profunda sea. ▪ Se procede a soldar con el mismo procedimiento de soldadura.
Soldador	9.- Armado de zapatas en cadena	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una vez terminado el soldeo se trasladan las parihuelas con las zapatas con la ayuda de un montacargas a la zona donde se armarán las zapatas con las cadenas. ▪ Con la amoladora y disco polifan, se limpian las caras de las zapatas (superficie alrededor de los agujeros de los pernos), conjuntamente con las superficies de las cadenas donde van montadas. ▪ Se ponen los pernos untándoles previamente una cantidad de pegamento loctite 427 y se ajustan con la tuerca en forma manual unas dos vueltas. ▪ Con la ayuda de una pistola neumática se ajustan todas las tuercas de las zapatas. ▪ Terminado el montaje de las zapatas las cadenas se envuelven y se entregan como trabajo terminado.

Supervisor	9.- Finalización y cierre de la OS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registra la fecha de culminación del trabajo y Cierra la Orden de Servicio en el Sistema.
------------	---	---

2.5.2. Propuesta de implementación de la metodología 5'S

Para la implementación de la metodología 5'S partiremos del diagnóstico inicial en el cual nos indica que la empresa de algún modo ya viene cumpliendo con los estándares exigidos en calidad, nuestro objetivo es lograr en primera instancia el 95 % de eficiencia en la aplicación de esta metodología.

2.5.2.1. Alcance

Esta propuesta está orientada a todas las áreas operativas de la empresa, las cuales son:

- Maestranza
- Soldadura
- Pintura
- Reparación de componentes
- Materiales metálicos.

2.5.2.2. Creación de grupo de trabajo:

Es importante involucrar a todo el personal de la empresa si se desea alcanzar una mejora desde el gerente hasta el vigilante, por ello se asignará al supervisor de planta y un representante de los trabajadores como líderes de este proceso, dando a conocer la metodología y el objetivo de mejora continua que se pretende alcanzar.

2.5.2.3. Sensibilización:

A través de imágenes actuales y exposición de riesgos y pérdidas es que se buscará generar conciencia a todo el personal sobre la importancia del orden, limpieza y disciplina en el área de trabajo; asimismo podrán ellos mismos identificar los problemas y las propuestas de mejora, compartiendo con toda la estrategia de implementación de la herramienta por cada etapa de mejora.

- **Recursos a usar:** proyector, fotografías del diagnóstico, hojas blancas y lapiceros.
- **Tiempo a disponer:** 2 horas

2.5.2.4. Implementación por etapas

A. **Clasificación:** el primer pilar de la metodología será aplicado mediante la separación de elementos que no sirven de los que sirven a través de etiquetas rojas y amarillas.

Las etiquetas rojas denotarán que ese material, herramienta o equipos está en estado inservible y se colocará en un espacio adecuado para la disposición final.

Las etiquetas amarillas se colocarán a las herramientas, materiales o equipos que son útiles, pero no frecuentemente, motivo por el cual no es de vital importancia que estén al alcance de los trabajadores, pero si resguardado en un solo lugar y que sea de conocimiento de todos.

Para proceder con el etiquetado se tendrá que responder las preguntas ¿Es necesario este elemento?, si es necesario ¿Es la cantidad correcta? y si ¿Está correctamente localizado?

Figura 29

Tarjeta roja de disposición final de materiales, herramientas o equipos

TARJETA ROJA		
Nombre del artículo		
Categoría	1.- Maquinaria 2.- Accesorios y herramientas 3.- Instrumental de Medición 4.- Materia prima	5.- Producto terminado 6.- Equipo de oficina 7.- Papelería 8.- Químico o Inflamable
Fecha:	Área de localización:	
Cantidad:	Unidad de medida:	
Motivo:	1. No es necesario 2. Defectuoso 3. Material de desperdicio.	
Condiciones para almacenaje		
Frágil	<input type="checkbox"/>	Peligroso
Explosivo	<input type="checkbox"/>	Ambiente a _____ °C
Elaborado por:		Área:
Forma de desecho	1. Tirar 2. Vender 3. Mover a almacén de residuos 4. Devolver	
FIRMA:	FECHA:	

Figura 30

Tarjeta Amarilla para almacenaje de materiales herramientas o equipos

TARJETA AMARILLA		
Nombre del artículo		
Categoría	1.- Maquinaria 2.- Accesorios y herramientas 3.- Instrumental de Medición 4.- Materia prima	5.- Producto terminado 6.- Equipo de oficina 7.- Papelería 8.- Químico o Inflamable
Fecha:	Área de localización:	
Cantidad:	Unidad de medida:	
Motivo:		
Condiciones para almacenaje		
Frágil	<input type="checkbox"/>	Peligroso
Explosivo	<input type="checkbox"/>	Ambiente a _____ °C
Elaborado por:		Área:
FIRMA:	FECHA:	

B. **Orden:** en esta etapa de debe realizar una clasificación por área y de acuerdo a las necesidades de cada área, pues en la etapa de diagnóstico observamos que algunas herramientas estaban fuera de su lugar por el mismo hecho de la necesidad, pero si nos centramos en que cada cosa debe tener su lugar podemos mejorar en cuanto al orden.

La empresa ya cuenta con letreros que identifican cada área y además cuenta con señalizaciones en cada una de sus áreas, pero no cuenta con espacios personales para cada trabajador o armario de herramientas en cada área para evitar los movimientos innecesarios en busca de herramientas.

Figura 31

Propuesta de implementación de armario de herramientas



Señalización y distribución del área operativa

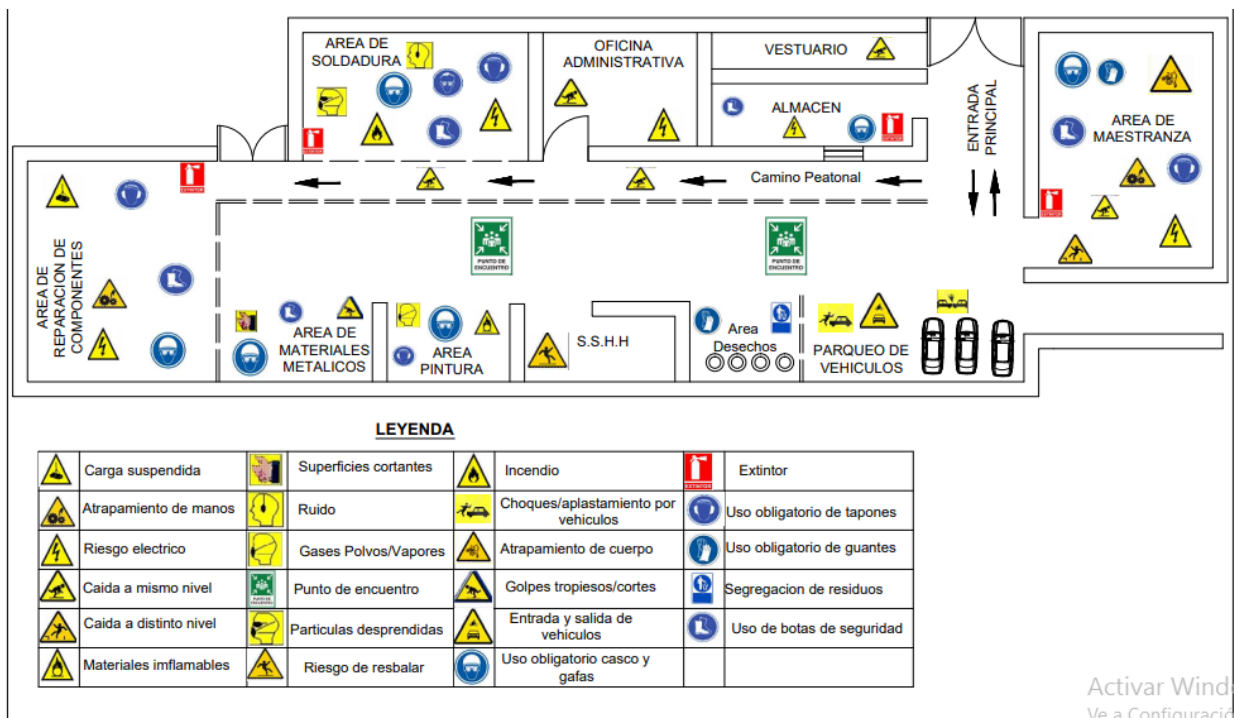
Actualmente la empresa ya cuenta con las áreas principales señalizadas y rotuladas identificando el riesgo en las mismas, sin embargo, es importante destinar áreas como desechos, accesos, materiales metálicos que están fuera de almacén también necesitan ser identificadas y señalizadas.

Por el tipo de trabajo que realizan, debido a que es considerado riesgoso es obligatorio el uso de implementos de seguridad y la identificación de riesgos en cada área en base a las máquinas que usan.

Este mapa de riesgos fue desarrollado en coordinación con la empresa pues actualmente cuenta con un plan de mejora de instalaciones.

Figura 32

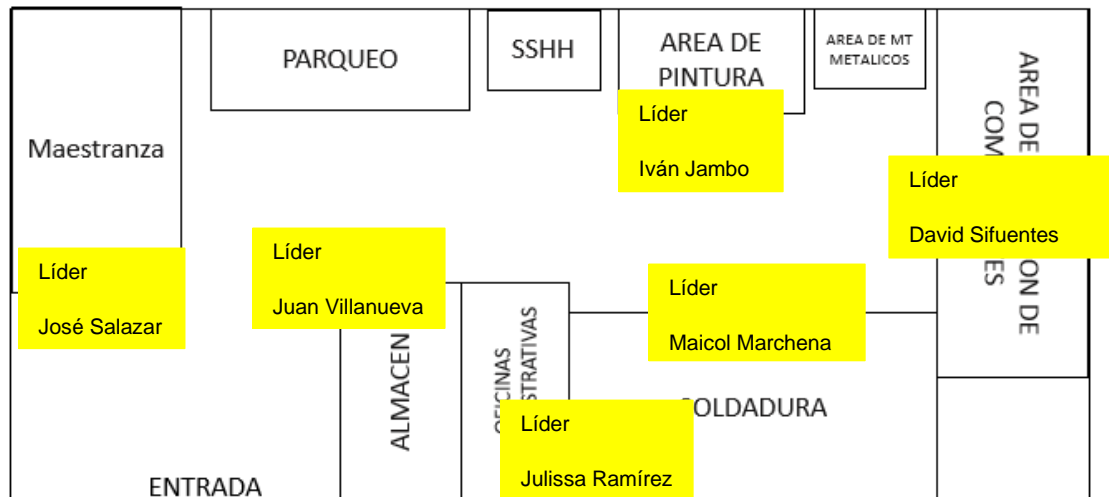
Diseño de mapa de distribución y riesgos propuesto



C. Limpieza: la limpieza puede ser sinónimo de inspección por lo que al limpiar se puede detectar alguna fuga o avería en alguna máquina, por eso es importante establecer un cronograma de limpieza por área con un líder que se encargue de la supervisión del cumplimiento de este cronograma.

Figura 33

Mapa de distribución por áreas con líderes de cada área



Asimismo, se establecerán principios básicos para esta etapa:

- Asumir la limpieza como parte del trabajo diario.
- Considerar la limpieza general y de piezas como parte de inspección de las máquinas, esto permite tener un conocimiento con mayor detalle de cada máquina, pues no solo se trata de eliminar el polvo o la suciedad sino identificar elementos que pueden dañar el trabajo.
- Cada operario debe hacerse cargo de su máquina, eliminar la distinción entre operario de máquina y operario de limpieza.

D. Estandarización: se tiene que partir por la documentación de procesos, a través de estos manuales de procesos y procedimientos, se pueden establecer tiempos de ejecución de actividades.

Otro aspecto importante para la estandarización es el manejo de formatos guías que ayuden en la realización de los trabajos.

Se deben establecer políticas internas de trabajo de manera que guíen también las actividades, así como capacitaciones constantes en cuento a las labores

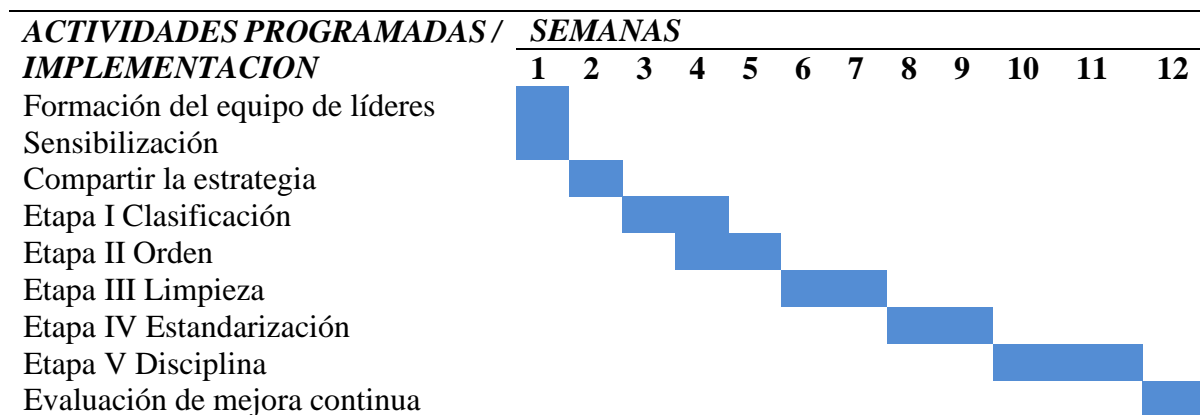
que realizan para de esa manera evitar reprocesos y mayores tiempos de entregas de los servicios.

E. **Disciplina:** este pilar es el más complicado de medir debido a que se necesita tiempo y un cambio en la mentalidad y cultura de las personas, pero no por ellos es imposible de ser medido solo se tiene que crear situaciones que estimulen la practica constante de los nuevos hábitos, pero sobre todo ser constantes en los cambios, que estos sean de conocimiento y participación de todo el personal para que se sienta identificado con los objetivos de mejora. Se deberá contar con capacitaciones continuas para involucrar a todos y establecer la cultura de seguir mejorando

2.5.2.5. Cronograma de Implementación:

Tabla 24

Cronograma De Implementación De Actividades



Fuente: elaboración propia

2.5.2.6. Seguimiento y mejora:

Se realizará evaluaciones cada 3 meses en base al check list (ver anexos), para ir evaluando el grado de implementación y cumplimiento de objetivos, en base a esta evaluación se determinará oportunidades de mejora.

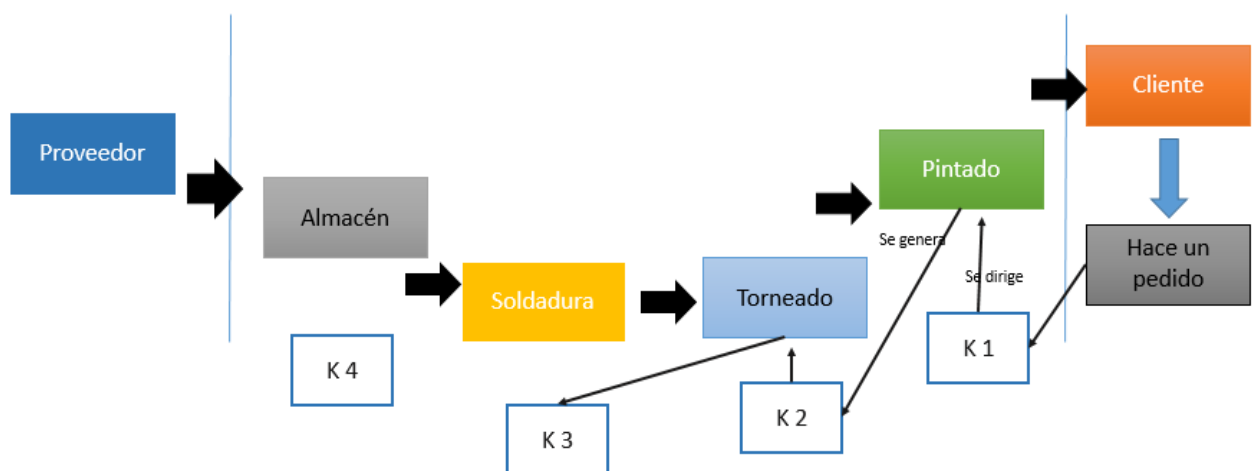
2.5.3. Implementación de metodología Kanban

Esta herramienta se basa en la aplicación de tarjetas de instrucción que brinda información del procedimiento sobre el ¿Cómo se va a producir? ¿Cuánto se va a producir? ¿Cuánto se va a necesitar? ¿Cómo se va a transportar?

En el caso de la empresa Metal Industria HVA se usará el Kanban de producción, el cual indica la cantidad a producir y el tipo de producto y lo necesario para producir.

Figura 34

Funcionamiento de la metodología Kanban



2.5.3.1. Capacitar a todo el personal involucrado:

Se debe capacitar a todo el personal involucrado en el uso y beneficios de la herramienta Kanban, dando hincapié en los conceptos fundamentales como por ejemplo ¿Qué es Kanban?, ¿Cuáles son sus características principales?, las seis reglas de la metodología y sus beneficios.

Esta capacitación tendrá una duración de 2 horas y se realizará en las Instalaciones de la empresa para lo cual será necesario:

- Una laptop
- Un proyector
- Hojas bond y lápices.

Será desarrollado a manera de taller donde todos participarán y todos los conceptos y términos manejados serán de los procesos evaluados para generar mayor confianza.

2.5.3.2. Determinar requisitos y restricciones

Es necesario hacer una pre verificación de cumplimiento de requisitos para determinar si en la empresa se puede desarrollar esta herramienta.

- Producción estandarizada, los procedimientos para mantenimiento de ruedas guías y rodillos, ampliación de pasos de cadenas y Recalce de zapatas son repetitivos por lo cual si cumple con este requisito.
- Producción por lotes pequeños, la realización de estos procedimientos se da de acuerdo a la orden de servicios que llega a la empresa por lo que se podría considerar que se trata de lotes pequeños.

En cuanto a las restricciones, estas se determinarán en base a las políticas establecidas por la propia empresa.

- Políticas de entrega: en cuanto al proceso de mantenimiento de ruedas guías y rodillos la empresa maneja un periodo de entrega de es en promedio de 2 días por rodillo o rueda guía, en el proceso de ampliación de pasos de cadena el periodo de entrega es de 2 a 3 días, considerando que se debe respetar siempre el orden de llegada de los trabajos, sobre el proceso de recalce de zapatas el periodo de entrega es de 3 días.

- Tipo de producción que desarrolla: en este caso se debe determinar el tipo de producción que se desarrolla e identificar los lotes de producción en este caso por ejemplo en la reparación de rodillos y ruedas guías a veces se tiene que reparar un lote de 16 rodillos, por lo que si se toma en cuenta el tiempo establecido de entrega demoraría muchísimo y es un factor que nos juega en contra ante la competencia.

2.5.3.3. Alcance de la herramienta kanban

En este caso tomaremos los procedimientos evaluados y verificando las actividades comunes a la realización del proceso incluidas en la herramienta son: solicitud y habilitación de materiales, acondicionamiento del repuesto, soldeo, control de calidad, pintado y embalado.

En cuanto a la materia prima que se utiliza para la realización de los procesos estos no serán incluidos en el sistema Kanban debido a que en algunos casos es el cliente quien solicita algún material o trae el suyo como por ejemplo las barras de recalce para el recalce de zapatas, por lo que sería complicado que esta herramienta se implemente desde los proveedores.

2.5.3.4. Establecer el objetivo de la herramienta kanban

Integrar los procedimientos desarrollados para cada proceso de manera que estén disponibles en la cantidad necesaria, el tiempo correcto y en la etapa que sea necesaria.

2.5.3.5. Reglas para la implementación de la herramienta Kanban

- Cualquier error dentro del procedimiento este debe ser detectado y levantado en el mismo momento por ningún motivo puede pasar un componente al

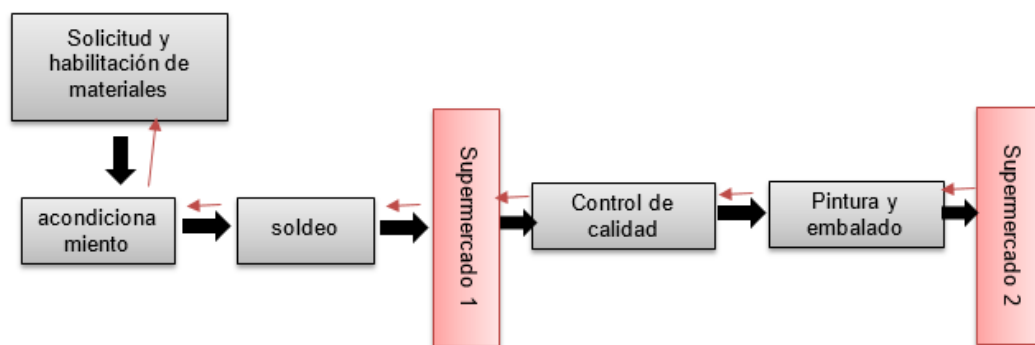
siguiente paso del proceso si no está en las condiciones adecuadas para seguir trabajando.

- Cada procedimiento solo hará uso de lo necesario, el cual debe estar descrito en la tarjeta Kanban, no puede solicitar más de lo establecido.
- Trabajar en base a la orden de proceso, solo lo necesario y de acuerdo a la tarjeta Kanban.
- Tener el ambiente y al personal disponible para la realización del trabajo, para ello se debe manejar un plan de producción para asegurar el cumplimiento de requerimiento de personal y materiales en el momento y cantidad necesaria.
- Estandarizar las actividades de los procesos.

2.5.3.6. Esquema de funcionamiento de la herramienta Kanban

Figura 35

Diagrama en base a la herramienta Kanban – flujo de materiales



En esta figura podemos determinar el flujo de materiales e información dentro del proceso, las flechas negras determinan el flujo de herramientas y las flechas rojas el flujo de información, los supermercados son áreas cerca a cada actividad para ser manejados mediante la herramienta Kanban.

Tabla 25

Requisitos Mínimos Que Debe Contener La Tarjeta Kanban

N°	Requisitos mínimos del sistema kanban	Si/No/Pobre
1	nombre o código del puesto que va a procesar el material	
2	Código del encargado de procesar	
3	Nombre del material procesado	
4	Cantidad requerida de este material	
5	Destino del material requerido	
6	Capacidad del contenedor	
7	Momento en el que debe ser procesado	
8	Momento en el que debe ser entregado	
9	Numero de turno	
10	Numero de lugar o almacén	
11	Estado del material procesado	

Fuente: Juan Sebastián Pinto

Tabla 26

Tarjeta Kanban de producción

Código	proceso anterior		proceso:
	proceso posterior		
Nombre de la actividad	contenedor		
	referencia		
	nombre de la pieza		
	capacidad de la máquina		

Tabla 27

Tarjeta Kanban de movimiento

proceso anterior		proceso siguiente
código		
dimensión		nombre del artículo
peso		especificaciones

2.5.4. Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo Anual

El modelo de mantenimiento en implementar en Metal Industria HVA. se basa en al Mantenimiento Preventivo, que significa que todas las acciones están dirigidas en mantener los equipos de la planta en buenas condiciones de operación para prevenir fallas, y si estas ocurren que sus consecuencias sean lo menos traumáticas posibles, tanto para la seguridad, como para la producción.

2.5.4.1. Objetivo

El modelo de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta de producción de Metal industria HVA. tiene como objetivo:

Garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa.

2.5.4.2. Objetivos secundarios

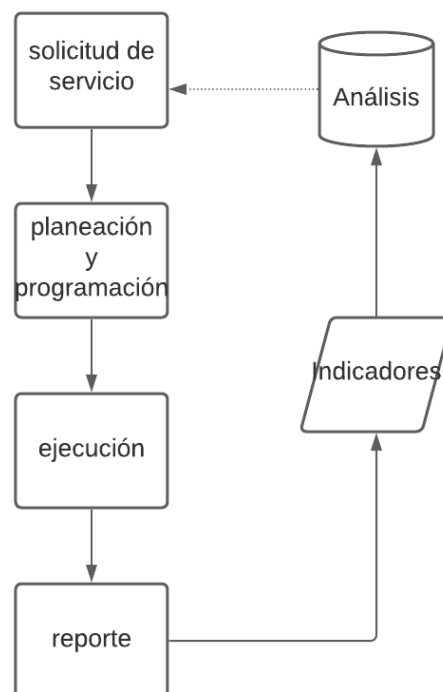
- Minimizar el tiempo muerto en producción imputable al mantenimiento.
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos que puedan afectar de una manera directa la calidad del producto.
- Incrementar la vida útil de la maquinaria y equipos da la empresa.
- Reducir los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales.

2.5.4.3. Flujograma del proceso de mantenimiento

En la siguiente figura se muestran los pasos básicos en el cual se desarrollarán los trabajos de mantenimiento, permitiendo la planeación, la organización y ejecución de éstos, con el fin de optimizar e incrementar las salidas del modelo de mantenimiento preventivo.

Figura 36

Flujograma del proceso de mantenimiento



2.5.4.4. Actividades del programa de mantenimiento

Mantenimiento autónomo: Este mantenimiento es realizado por parte de los mismos operarios de la máquina en la etapa de Limpieza de la metodología 5´s ya que de esa forma evitan el deterioro de las mismas.

- **Inspecciones periódicas programadas**

El propósito principal de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de las partes del equipo. La información de estas inspecciones es utilizada para predecir fallas y planear acciones de mantenimiento, dependiendo del estado del equipo.

- **Inspecciones de rutina.**

Es el conjunto de actividades de mantenimiento de primer nivel que ejecuta el operario al inicio y durante la marcha del equipo. Las inspecciones de rutina incluyen actividades de detección de fallas, lubricación, ajustes y aseo del equipo. A este tipo de inspección se le llama mantenimiento autónomo.

- **Inspecciones periódicas menores.**

Estas inspecciones, que por su mayor importancia, frecuencia y cantidad de ítems diferentes se realizan en forma periódica, con el objeto de la detección precoz del comienzo de anomalías o futuras fallas técnicas. Este tipo de inspecciones involucran actividades de mantenimiento tipo mecánico y eléctrico.

- **Lubricación.**

Actividades tendientes a mejorar el comportamiento de desgaste de superficies en contacto y en movimiento.

- **Ajustes.**

Actividades orientadas a devolver las características del montaje a los equipos de acuerdo a los estándares definidos.

Mantenimiento Preventivo: desarrollaremos un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas a través de formatos, de manera que permita asegurar la disponibilidad de las máquinas cuando sean necesarias.

El presente plan de mantenimiento preventivo contará con dos aspectos importantes, el de codificar a los equipos y brindar la información necesaria para el uso adecuado de cada uno de ellos.

⇒ **Codificación:** Se colocará un código a todos los equipos y máquinas de la empresa, con el fin de identificar cada uno de ellos y el área al que pertenecen.

Este código tiene un carácter alfanumérico que consta de cuatro partes, el código de la empresa, el código del área, el código de la clase de equipo y el código correlativo, por ejemplo (HVA/P-MEC-TOR-001).

⇒ **Codificación por área:** los códigos del área de producción estarán determinados por tres letras que indiquen el área al que pertenecen.

Tabla 28*Codificación De las áreas de producción*

ÁREAS DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Almacén de cilindros de gas y oxígeno.	ACL
Almacén de herramientas e insumos.	AHT
Almacén de materia prima.	AMP
Almacén de modelos.	AMD
Almacén de producto terminado.	APT
Almacén de retal.	ART
Almacén de varios.	AVR
Banco de pruebas	BPR
Ensamble y montaje.	ENS
Equipos de transporte.	ETR
Estructuras.	EST
Mantenimiento.	MTO
Mecanizado.	MEC
Pavonado	PAV
Pintura y acabado.	PIN
Suministro.	SMT

Fuente: elaboración propia

- ⇒ **Codificación de equipos:** el código de la clase de equipos está formado por dos letras que son iniciales del nombre del equipo.

Tabla 29

Codificación De Equipos

<i>EQUIPOS</i>	<i>CÓDIGO</i>
Aire Acondicionado.	AA
Compresor de aire.	CA
Cortador de Plasma.	CP
Dobladora.	DB
Esmeril.	ES
Fresadora.	FR
Limadora.	LM
Mandriladora.	MN
Moto bomba	MB
Motor eléctrico.	ME
Prensa hidráulica.	PH
Prensa manual.	PM
Puente grúa.	PG
Pulidora.	PL
Soldador de arco eléctrico.	SA
Soldador MIG.	MG
Subestación Eléctrica.	SE
Taladro manual.	TN
Taladro radial.	TR
Torno paralelo universal.	TP
Vehículos de transporte.	VT
Cepillo de codo	CC

Fuente: elaboración propia

- ⇒ **Inventario de máquinas y equipos:** se debe manejar un inventario de todas las máquinas con las que trabaja la empresa, pues estas a su vez tienen que estar codificadas e indicar el modelo y el fabricante.

Tabla 30

Inventario de equipos

CODIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
MEC-TP-01	Torno paralelo		
MEC-TP-02	Torno paralelo		
MEC-TP-03	Torno paralelo		
MEC-TP-04	Torno paralelo		
MEC-TP-05	Torno paralelo		
MEC-TP-06	Torno paralelo		
MEC-TP-07	Torno paralelo		
MEC-TR-01	Taladro radial.		
MEC-TM-01	Taladro múltiple.		
MEC-TM-02	Taladro múltiple.		
MEC-TM-03	Taladro múltiple.		
MEC-TA-01	Taladro de árbol.		
MEC-FR-01	Fresadora Universal		
MEC-FR-02	Fresadora Universal		
MEC-MN-01	Mandrinadora horizontal		
MEC-MN-02	Mandrinadora horizontal		
EST-PH-01	Prensa hidráulica.		
EST-DB-01	Dobladora.		
EST-MG-01	Soldador MIG		
EST-SA-01	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-02	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-03	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-04	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-05	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-06	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-07	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-08	Soldador arco eléctrico		
EST-SA-09	Soldador arco eléctrico		
EST-CP-01	Cortador de plasma		
ETR-PG-01	Puente-Grúa.		
SMT-SE-01	Subestación eléctrica.		
SMT-CA-01	Compresor de aire.		
SMT-CA-02	Compresor de aire.		
BAN-ES-01	Esmeril		

⇒ **Identificación de criticidad de equipos.**

Para determinar a cuáles de los equipos se va a implementar el programa de mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a la producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

Los criterios para realizar el análisis de criticidad en cada uno de los equipos se basan en los siguientes aspectos

Tabla 31
Matriz de criticidad de equipos

CÓDIGO HVA	EQUIPO	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de marcha	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del equipo	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro al mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad medio ambiente	
MEC-MN-01	Mandriladora	4	5	5	5	4	4	4	4	35
MEC-FR-01	Fresadora	4	5	5	5	2	4	4	4	33
MEC-MN-02	Mandriladora	4	4	5	5	2	4	4	4	32
MEC-FR-02	Fresadora	4	4	5	5	2	4	4	4	32
MEC-TR-01	Taladro radial.	4	5	5	4	2	2	4	4	30
MEC-TP-01	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-02	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-03	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-04	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-05	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-07	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
SMT-SE-01	Subestación eléctrica.	4	5	5	2	1	1	4	5	27
MEC-LM-01	Limadora	4	5	5	5	1	2	2	4	28
EST-CP-	Cortadores de plasma	4	4	4	4	1	1	4	4	26
ETR-PG-01	Puente-Grúa.	4	5	5	1	1	2	2	5	25
SMT-CA-01	Compresor de aire.	4	5	5	2	2	1	2	4	25
MEC-TP-06	Torno	1	5	4	5	2	2	2	4	25
EST-MG-	Soldadores MIG	4	1	4	4	1	1	4	4	23
EST-SA-	Soldadores eléctrico arco	4	1	4	4	1	1	4	4	23
EST-PH-01	Prensa hidráulica	2	5	5	2	1	2	2	2	21
BAN-ES-	Esmeriles	2	1	2	2	1	1	1	2	12
EST-DB-01	Dobladora.	1	1	1	2	1	1	1	2	10
AHT-TN-01	Taladro manual ½	1	1	2	2	1	1	1	1	10
AHT-TN-02	Taladro manual 3/8	1	1	2	2	1	1	1	1	10
EST-DB-02	Dobladora	1	1	1	2	1	1	1	1	9
SMT-CA-01	Compresor de aire.	1	1	1	1	1	1	1	2	9
SMT-CA-02	Compresor de aire.	1	1	1	1	1	1	1	2	9

2.5.4.5. Instructivos de actividades de mantenimiento preventivo para equipos críticos

Tabla 32

Instructivo de torno paralelo

		Inspección	Limpieza	Lubricación	Norma de seguridad
TORNOS PARALELOS	<i>MANTENIMIENTO DIARIO</i>	<p>Verificar que las portezuelas se encuentren cerradas.</p> <p>Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.</p> <p>Verificar sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.</p> <p>Verificar tornillos de fijación de la torre porta-herramientas.</p> <p>Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.</p>	<p>Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.</p>	<p>Verificar el nivel de aceite en todos los depósitos y reponer en caso necesario.</p> <p>Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite.</p> <p>Lubricar las guías de la bancada y de los carros longitudinal y transversal.</p> <p>Lubricar el carro longitudinal y transversal.</p> <p>Lubricar cojinetes, tornillo y ejes de la contrapunta.</p> <p>Lubricar barra de roscar y barra de cilindrar.</p>	<p>Utilice siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la Empresa.</p> <p>Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.</p> <p>Antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento apague y desconecte la máquina y rotule el interruptor con tarjeta de NO OPERAR.</p>
	<i>MANTENIMIENTO SEMANAL</i>		<p>Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen el torno.</p>	<p>Lubricar ruedas de cambio y cojinete intermedio de la lira.</p>	
	<i>MANTENIMIENTO TRIMESTRAL</i>	<p>Medir corriente de consumo del motor principal</p>		<p>Aplicar grasa a los rodamientos de los motores eléctricos.</p> <p>Aplicar grasa a la cadena y piñón del motor de avance rápido.</p>	

<i>MANTENIMIENTO SEMESTRAL</i>		Limpiar filtro del sistema de refrigeración.	Cambio de aceite de la caja de mando del carro. Cambio de aceite de la caja de avances. Cambio de aceite del cabezal de husillo. Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.	
<i>MANTENIMIENTO ANUAL</i>	Inspección de anclaje y pintura. – Revisión general de la parte mecánica. – Revisión general de motores eléctricos. -Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste: embrague, guías del carro longitudinal y transversal, carro superior, cojinetes del husillo.			

Tabla 33

Instructivo de mandriladora horizontal

		Inspección	Limpieza	Lubricación
MANDRILADORA HORIZONTAL	MANTENIMIENTO DIARIO	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentren cerrada. - Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. - Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros. - Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo sea de 30 kg/cm². - Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza sea de 75 kg/cm². 	Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la	<p>Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar el correcto funcionamiento de las bombas de aceite del cabezal de husillo y los carros de la mesa porta pieza, mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. - Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo.
	MANTENIMIENTO SEMANAL	<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen la mandriladora. 		<ul style="list-style-type: none"> - Lubricar copa porta herramienta mediante gracera - Lubricar guías de las cubiertas de las mesas. - Limpieza del filtro magnético del sistema de lubricación de las guías del cabezal y tuerca de desplazamiento vertical.
	MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	Medir corriente de consumo del motor principal.		
	MANTENIMIENTO SEMESTRAL	Ajustar las tuercas de desplazamiento del cabezal, el brazo del husillo y la mesa transversal.	<p>CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN</p> <p>Micro filtro del sistema hidráulico de fijación del cabezal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Micro filtro del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta-pieza. - Sistema hidráulico del sistema de fijación de los carros y mesa porta pieza. 	<p>CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN -</p> <p>Cambio de aceite del cabezal del husillo, carros y mesa porta pieza.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

	<p>– Inspección de anclaje y pintura. – Revisión general de la parte mecánica. – Revisión general de motores eléctricos.</p> <p>Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste:</p> <p>– Juego del cabezal del husillo en la guía del soporte. – Juego del carro longitudinal en las guías de la bancada. – Juego del carro transversal en las guías del carro longitudinal. – Juego axial del perno central de la mesa. – Juego axial del husillo principal. – Juego axial del husillo de trabajo.</p>		<p>CADA 80000 HORAS DE OPERACIÓN</p> <p>Sistema hidráulico del sistema de fijación del cabezal de husillo. – Sistema hidráulico del sistema de fijación de los carros y mesa porta pieza.</p>
--	--	--	---

Tabla 34

Instructivo de taladro radial

		Inspección	Limpieza	Lubricación
TALADRO RADIAL	MANTENIMIENTO DIARIO	<p>Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentren cerrada. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina. Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros. Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo sea de 30 kg/cm². Verificar que la presión de aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta pieza sea de 75 kg/cm².</p>	<p>Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la</p>	<p>Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo y los carros. Reponer en caso necesario. Verificar el correcto funcionamiento de las bombas de aceite del cabezal de husillo y los carros de la mesa porta pieza, mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. Verificar el nivel de aceite del depósito del sistema hidráulico de fijación del cabezal de husillo.</p>
	MANTENIMIENTO SEMANAL		<p>Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen la mandriladora.</p>	<p>Lubricar tuerca del tornillo de elevación del brazo. Lubricar superficies guías horizontales del brazo</p>
	MANTENIMIENTO	<p>Medir corriente de consumo del motor principal.</p>		

<i>TRIMESTRAL</i>			
<i>MANTENIMIENTO SEMESTRAL</i>		Limpiar filtro del sistema de refrigeración.	CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN Cambio de aceite del cabezal del husillo, carros y mesa porta pieza. Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.
<i>MANTENIMIENTO ANUAL</i>	Inspección de anclaje y pintura. Revisión general de la parte mecánica. Revisión general de motores eléctricos.		CADA 100000 HORAS DE OPERACIÓN Lubricar cojinete del husillo.

Tabla 35

Instructivo de fresadora

		Inspección	Limpieza	Lubricación
FRESADORAS	<i>MANTENIMIENTO DIARIO</i>	Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido. Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.	Al finalizar la jornada de trabajo limpiar las partes vitales de la máquina con los implementos adecuados.	Verificar el nivel de aceite en los depósitos del cabezal de husillo, caja de avances y depósito de la bomba de lubricación manual. Reponer en caso necesario. Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades mediante el goteo en el indicador de flujo de aceite. Lubricar las guías de las mesas y consola mediante el accionamiento de la bomba manual. Mínimo dos veces por turno.
	<i>MANTENIMIENTO SEMANAL</i>		Limpiar cuidadosamente cada una de las partes que constituyen la fresadora.	Lubricar Tornillos de la mesa longitudinal y transversal.
	<i>MANTENIMIENTO TRIMESTRAL</i>	Medir corriente de consumo del motor principal.		
	<i>MANTENIMIENTO SEMESTRAL</i>		Limpiar filtro del sistema de refrigeración.	CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN Cambio de aceite del cabezal del husillo.

				Cambio de aceite caja de avances de las mesas. Lubricación del cojinete del motor eléctrico principal. Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.
	<i>MANTENIMIENTO ANUAL</i>	Inspección de anclaje y pintura. Revisión general de la parte mecánica. Revisión general de motores eléctricos.		

2.5.4.6. Programación de mantenimiento anual

Tabla 36

Programación de mantenimiento anual de la empresa Metal Industria HVA

CODIGO HVA	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MEC-TP-01	TORN O PARA LELO	Lubricación de ruedas de cambio de lira.	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Lubricación de cadena y piñón del motor de avance rápido.	Trimestral																																																
		Lubricación de motores	Trimestral																																																
		Cambio de Aceite	Cada 3000 horas																																																
		Limpieza de filtros lubricación.	Cada 3000 horas																																																
		Inspección Mecánica	Trimestral																																																
		Inspección eléctrica.	Trimestral																																																
		Inspección Mecánica.	Semestral																																																
		Limpieza filtro de taladrina	Semestral																																																
		Revisión general.	Anual																																																
Regulación y ajuste del juego de acuerdo al desgaste	Anual																																																		
MEC-MN-01	MAND RILAD ORA	Lubricar cable contrapeso	Mensual			■				■				■				■				■				■				■				■				■				■									
		Cambio de aceite de los depósitos	Cada 3000 hrs																																																
		limpieza de los microfiltros de los sistemas hidráulicos	Cada 1000 hrs																																																
		Cambio de aceite del sistema hidráulico	Cada 8000 hrs																																																

2.6. Evaluación de viabilidad de implementación de la propuesta dentro de la empresa.

Ahora presentaremos una evaluación financiera, que nos permita tener una idea más clara de la factibilidad de la implementación dentro de la empresa, pues evaluaremos el impacto económico que puede representar una mejora en el proceso productivo.

2.6.1. Aspecto Económico por cada propuesta.

Tabla 38

Gastos de implementación de la metodología 5 “S”

ACTIVIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Capacitación del personal en la metodología 5`S	6	S/100.00	S/600.00
Stickers para señalización de áreas de riesgo	6	S/15.00	S/90.00
Armario industrial para herramientas	6	S/300.00	S/1,800.00
Implementos de limpieza	6	S/50.00	S/300.00
Implementos de seguridad	6	S/150.00	S/900.00
Papelería	100	S/0.10	S/10.00
TOTAL			S/3,700.00

Nota: Se considera cantidad de 6 áreas de acuerdo a la distribución de áreas de la empresa

Tabla 39

Gastos de implementación de la metodología Kanban

ACTIVIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Capacitación del personal en la metodología Kanban	12	S/200.00	S/2,400.00
Tarjetas de información	288	S/2.50	S/720.00
Útiles de escritorio	1	S/500.00	S/500.00
TOTAL			S/3,620.00

Tabla 40

Gastos de implementación del Plan de mantenimiento Preventivo.

ACTIVIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Capacitación plan de mantenimiento	1	S/1,200.00	S/1,200.00
Materiales	1	S/3,000.00	S/3,000.00
Equipo de Lubricación	1	S/1,500.00	S/1,500.00
Útiles de escritorio	1	S/1,500.00	S/1,500.00
TOTAL			S/7,200.00

2.6.2. Aspecto Económico por cada Beneficio
Tabla 41
Matriz de costo actual y proyectado

Causa raíz	Indicador	Formula	Valor Actual	Valor Meta	Herramienta	COSTO ACTUAL	COSTO PROYECTADO
Falta de estandarización de procesos	Porcentaje de procesos mapeados	$\frac{N^{\circ} \text{ de procesos mapeados}}{N^{\circ} \text{ total de procesos}} \times 100\%$	30%	99%	VSM	S/ 1,654.80	S/404.35
Falta de planificación del proceso productivo	porcentaje de demoras de órdenes de producto	$\frac{N^{\circ} \text{ de órdenes de servicio atrasadas}}{N^{\circ} \text{ de órdenes de servicio total}} \times 100\%$	32.74%	< 8%			
Puestos de trabajo desordenados y mal distribuidos	% de cumplimiento clasificación	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	75%	> 90%	5 “S”	S/ 1,080.00	S/ 263.40
	% de cumplimiento orden	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	65%	> 90%			
	% de cumplimiento limpieza	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	50%	> 90%			
	% de cumplimiento estandarización	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	50%	> 90%			
	% de cumplimiento disciplina	$\frac{\text{puntuación actual}}{\text{puntuación esperada}} \times 100\%$	55%	> 90%			

No existe un plan de Mantenimiento preventivo de equipos	% de eficiencia global de equipos	<i>disponibilidad X eficiencia X calidad</i>	71.88%	> 85%	Plan de Mantenimiento preventivo de equipos	S/ 3,763.90	S/ 2007.77
	Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo	$\frac{N^{\circ} \text{ de tareas ejecutadas}}{N^{\circ} \text{ de tareas planificadas}} \times 100\%$	0%	> 90%			
Falta de control de calidad durante el proceso	Tasa de desperdicio	$\frac{\text{cantidad de piezas defectuosas}}{\text{cantidad total de piezas fabricadas}} \times 100\%$	8.00%	3%	Kanban	S/ 4,955.70	S/ 1,858.39
	Costo de fabricación de piezas defectuosas	Costo unitario de fabricación * N.º piezas defectuosas	S/707.95	S/265.48			
No cuenta con control y planificación de requerimientos	Porcentaje de requerimientos atrasados	$\frac{N^{\circ} \text{ de requerimientos incumplidos}}{N^{\circ} \text{ de requerimientos totales}} \times 100\%$	26.90%	< 5%			

Porcentaje de demora de órdenes de productos

Tabla 42

Costo de demoras de órdenes de producto

OPERARIOS	SALARIO MENSUAL
12 horas extras	S/ 24,000.00
TOTAL	S/ 1,654.80

Nota: Costos brindados por el área de contabilidad en base a las horas extras del mes de diciembre.

✓ **Costo proyectado**

Regla de tres simple

$$\begin{array}{l}
 32.74\% \longrightarrow \text{S/ } 1654.80 \\
 8\% \longrightarrow ? \\
 \text{= S/ } 404.35
 \end{array}$$

Tabla 43

Costo por falta de aplicación de la metodología 5 “S”

COSTEO DE 5S	PUNTUACIÓN	META	COSTO
Material innecesario en el área de trabajo	1	4	0
¿Los cables y consumibles no se encuentran en su lugar?	1	4	0
¿Las áreas de trabajo, máquinas, mesas y estantes se encuentran limpias?	1	4	0
¿Cuentan con programas de capacitaciones sobre la forma adecuada de manipulación de las máquinas?	1	4	330
¿Se lleva un control de entrega de equipos de protección personal?	1	4	750
			1080

Nota: Información de acuerdo al diagrama de red de aplicación de la metodología 5 “S” en la empresa Metal Industria HVA

✓ **Costo proyectado**

$$\begin{aligned} (100-59) \% &\longrightarrow S/ 1080 \\ (100-90) \% &\longrightarrow ? \\ &= S/ 263.40 \end{aligned}$$

Gastos que genera la diferencia entre el tiempo disponible y el tiempo productivo

Tabla 44

Costos de producción por minuto en la empresa Metal Industria HVA

COSTOS DE PRODUCCIÓN RECALCE DE ZAPATA	CANT	UNIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Materiales	88	Unidad	85	S/ 7480
Mano de obra	120	Hr/Hombre	8.44	S/ 1012.8
Máquinas y herramientas	26	Hr/Maq	15.66	S/ 407.16
Total costo de producción				S/ 8899.96
Total costo de producción por minuto				S/ 5.66

Nota: Datos proporcionados por el área operativa de la empresa.

Tabla 45

Costo de los tiempos muertos en la empresa Metal Industria HVA

TIEMPO MUERTO			COSTO
Tiempo de paradas	30	minutos/turno	S/ 169.80
Tiempo de alistamiento	15	minutos/turno	S/ 84.90
Tiempo de cambios	20	minutos/turno	S/ 113.20
Tiempo de espera	30	minutos/turno	S/ 169.80
TOTAL	95		S/ 537.70

Nota: Datos proporcionados por el área operativa de la empresa.

Este costo de tiempo muerto está calculado en base a un proceso, según la ficha de recorrido del proceso este tiene una duración de 3.5 días, consideramos 24 días laborales al mes, por lo que durante todo un mes se llevaría a cabo 7 órdenes de pedido sería:

$$S/ 537.70 \times 7 = S/ 3763.90$$

✓ **Beneficio proyectado**

$$\begin{array}{rcl}
 (100 - 85) \% & & X \\
 (100 - 71.88)\% & \longrightarrow & S/ 3763.90 \\
 & \longrightarrow & \\
 x = & \frac{(100-85)(3763.9)}{(100-71.88)} &
 \end{array}$$

$$x = S/2007.77$$

Gastos de fabricación de piezas defectuosas

Tabla 46

Costos de producción por pieza en la empresa Metal Industria HVA

COSTOS DE PRODUCCIÓN RECALCE DE ZAPATA	CANT	UNIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Materiales	88	Unidad	85	S/ 7480
Mano de obra	120	Hr/Hombre	8.44	S/ 1012.8
Máquinas y herramientas	26	Hr/Maq	15.66	S/ 407.16
Total costo de producción				S/ 8899.96
Costo de producción por pieza				S/ 101.14

Nota: datos brindados por el área operativa de la empresa Metal Industria HVA

El total de piezas defectuosas en porcentaje es el 8%, esto indica que 7 piezas presentan defectos haciendo un total de S/ 707.95 soles por cada pedido; este costo será proyectado mensualmente, como se mencionó anteriormente durante el mes se llevarían a cabo 7 órdenes de pedido lo que sería un total de S/ 4955.65 soles de pérdida al mes.

✓ **Beneficio proyectado**

$$\begin{array}{rcl}
 3 \% & \longrightarrow & X \\
 8\% & \longrightarrow & S/ 4955.65
 \end{array}$$

$$x = S/1858.37$$

2.6.3. Flujo de caja mensual

Tabla 47

Flujo de caja mensual

MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
EGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Compra de equipo (Laptop)	S/. 3,000													S/. 3,000
Implementación de 5"S"	S/. 3,700													S/. 3,700
Implementación de metodología Kanban	S/. 3,620													S/. 3,620
Implementación plan de mantenimiento	S/. 7,200													S/. 7,200
Nuevo personal técnico mecánico		2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	2,513	S/. 30,156
Nuevo personal de limpieza		1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	S/. 14,326
TOTAL EGRESOS	S/. 17,520	3,707	3,707	4,707	3,707	3,707	4,707	3,707	3,707	4,707	3,707	3,707	4,707	S/. 66,002
BENEFICIOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Beneficios propuesta implementación VSM	S/. 0	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	S/. 15,000
Beneficios propuesta implementación 5"S"	S/. 0	816	816	816	816	816	816	816	816	816	816	816	816	S/. 9,792
Beneficios propuesta implementación Plan de MTT	S/. 0	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	1,756	S/. 21,074
Beneficios propuesta implementación Kanban	S/. 0	3,097	3,097	S/. 3,097	3,097	3,097	3,097	3,097	3,097	3,097	3,097	3,097	3,097	S/. 37,164
TOTAL BENEFICIOS	S/. 0	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	6,919	S/. 83,030
FLUJO MENSUAL DE CAJA	-17,520	3,212	3,212	3,212	3,212	3,212	3,212	3,212	3,212	S/. 3,212	3,212	S/. 3,212	S/. 3,212	S/. 21,028

Tabla 48

Resumen de la evaluación

TMAR/COK	1.02%
VAN	S/. 18,581
TIR	15%
B/C	1.31
PRI MESES	10.11

VAN Beneficios	S/. 77,759
VAN Egresos	S/. 59,178

2.7. Aspectos éticos

En la investigación se protegió la identidad de cada sujeto de estudio y se tomó en cuenta las consideraciones éticas como:

- Confidencialidad: la información brindada será solo para uso académico relacionado a esta investigación por lo que no podrá ser divulgada a personas ajenas al proceso académico.
- Consentimiento informado: se solicitó la autorización mediante una reunión en la que se explicó tanto al gerente, supervisores como a los trabajadores sobre la realización del estudio y de este modo lograr su participación voluntaria
- Libre participación: al tener al personal informado sobre el trabajo de investigación logrará la libre participación de los mismos.
- Anonimidad: será tomado en cuenta durante todo el desarrollo de la tesis desde la presentación inicial hasta las conclusiones.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

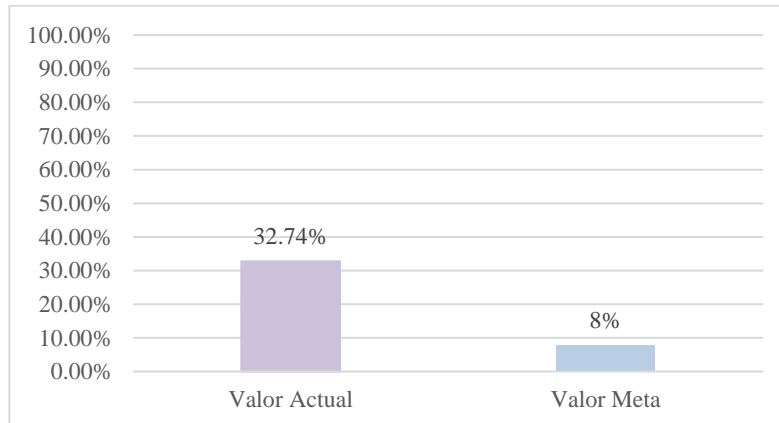
Mejoraremos el proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA a través de:

Reducción de demoras en la fabricación de productos, al reducir el índice de demoras lograremos reducir costos por tiempos extras en la producción, esta reducción se logrará debido a que se tienen identificados mediante la hoja de seguimiento y mapeo del proceso los cuellos de botella que generan retrasos, al mismo tiempo mediante la estandarización de los procesos podrán realizar una adecuada planificación del proceso productivo.

Resultado 1: Porcentaje de demora de órdenes de productos.

Figura 37

Demoras de órdenes de productos



Nota: Gráfico elaborado en base a la matriz de operacionalización de variables

En el gráfico encontramos que el porcentaje actual de demora de las órdenes de servicio es de 32.74% esto indica que de las 15 órdenes de producto que se reciben mensualmente aproximadamente 5 de ellas presentan demoras esto genera un gasto actual para la empresa de 1654.80 soles; con la implementación del proceso rediseñado esto se reducirá a 8% pues esto representa que de las 15 órdenes solo 1

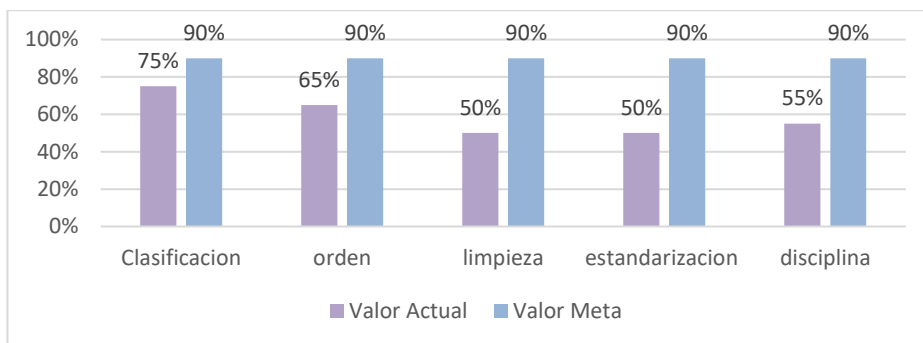
de ellas presenta demora reduciendo los costos por demora a S/404.35 soles, generando un beneficio de 1250.45 soles

La implementación de la metodología 5 “S” contribuirá a la mejora del proceso productivo, al llegar al cumplimiento de la meta de implementación se lograría obtener una reducción en el tiempo de búsqueda de herramientas y traslados, mejoraremos el trabajo en equipo, así mismo aseguraremos la limpieza y orden del área.

Resultado 2: Porcentaje de implementación de la metodología 5 “S”

Figura 38

Implementación de la metodología 5 “S”



Nota: Gráfico elaborado en base a la matriz de operacionalización de variables

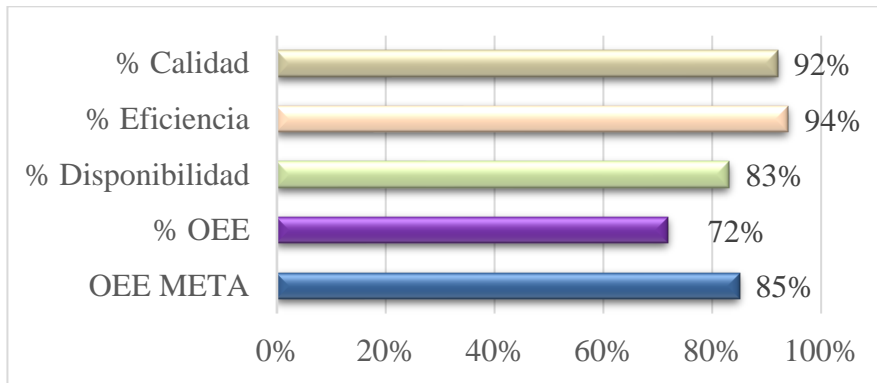
En este gráfico presentamos un comparativo sobre la implementación de la metodología 5” S” las variables con menor porcentaje de implementación son: limpieza estandarización y disciplina generando una pérdida actual para la empresa de 1080 soles, se dio mayor énfasis en ello, se busca lograr el 90% de cumplimiento en cada variable porque tenemos que dejar espacio para la mejora continua y reducción de costos a 263.40 soles logrando un beneficio de 816.60 soles

En cuanto a la Eficiencia global de equipos el indicador que nos proyectamos mejorar es el de Disponibilidad de equipos debido a paradas imprevistas por falla de equipos, a través de un plan de mantenimiento preventivo buscamos incrementar el tiempo disponible de la maquina y con ello mejorar el indicador.

Resultado 3: Porcentaje de eficiencia global de equipos

Figura 39

Eficiencia global de equipos



Nota: Gráfico elaborado en base a la matriz de operacionalización de variables

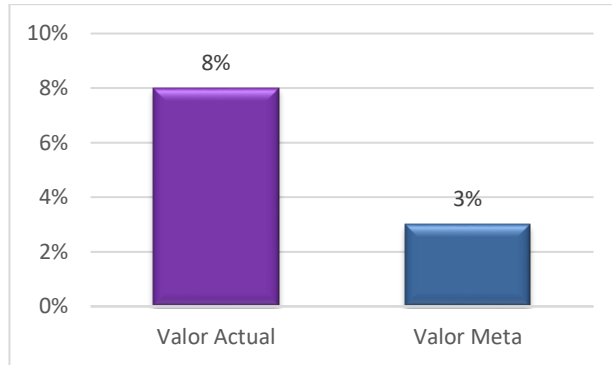
En el gráfico se muestra que la eficiencia de equipo antes era de 71.88%, esto genera pérdidas mensuales de 3763.90 soles, luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo este mejorará hasta el 85%, la pérdida se reducirá a 2007.77 soles generando un beneficio de 1756.13 soles.

Mediante la reducción de la tasa de desperdicio a través de la metodología Kanban también mejoraremos el proceso productivo, esto se logrará mejorando el indicador de calidad pues actualmente la tasa de desperdicio es alta esto debido a que existen reprocesos porque el control de calidad se realiza al finalizar el proceso, con la aplicación de las tarjetas de información el control de calidad se realizará en cada estación del proceso y será corregido de inmediato evitando así los reprocesos y demoras.

Resultado 4: Tasa de desperdicio

Figura 40

Porcentaje de desperdicio



Nota: Gráfico elaborado en base a la matriz de operacionalización de variables

En el gráfico observamos que la tasa de desperdicio por piezas defectuosas era de 8%, esto representa la pérdida de 4955.65 soles mensuales, pero luego de la implementación de la metodología Kanban este disminuirá a 3% siendo solo 1858.37 soles de pérdida generando así un beneficio de 3097.31 soles.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Dentro de los hallazgos en el diagnóstico del proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA, se aplicó la herramienta VSM (value stream maps), esta herramienta nos permite tener un acercamiento real y actualizado al proceso, pues se pudo determinar los tiempos muertos, tiempos desperdiciados, sobre todo las actividades que generan demoras en el cumplimiento de las órdenes de producto.

Consideramos que VSM es la herramienta idónea para solucionar este problema pues para algunos autores como David Aroca menciona en su página Lean Manufacturing 10 *“El VSM es útil para encontrar oportunidades de mejora, eliminando desperdicios en el proceso de producción”*.

Andrés Paredes aplicó la herramienta VSM a una empresa embaladora de productos de vidrio en ella logró establecer un plan de acción que le ha generado a la compañía considerables ahorros. (PAREDES-RODRIGUEZ, Enero - Junio, 2017).

En el diagnóstico de la metodología 5`S, determinamos que la disciplina, estandarización y limpieza son los factores con menor porcentaje de aplicación, esto por consecuencia le está generando a la empresa pérdidas económicas, con nuestra propuesta buscamos reducir estas pérdidas, elevando el cumplimiento al 90% en todos los aspectos.

En ese sentido concuerdo plenamente con (José Agustín Cruelles-2015) que en su artículo *“Iniciativas empresariales”* destaca que la estandarización, orden y limpieza son muy importantes para la productividad de los trabajadores pues si por ejemplo reducen tiempos dedicados a tareas que no agreguen valor, podrán aumentar el tiempo empleado en sus trabajos, siendo así más productivos para la empresa.

En comparación a la tesis de Julio César Pérez titulada *“Implementación de la metodología 5 “S” en un taller industrial de torno y soldadura”*, ambos coincidimos en el uso de esta metodología para lograr una disminución de desperdicios y reducción de costos por tiempos improductivos.

De acuerdo a la tesis de Simón Villegas, Eduardo 2017 cuyo tema fue *“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Metalmecánica EMECA SAC”* en ambos casos planteamos la propuesta con el objetivo de incrementar la disponibilidad de las máquinas, esto con el fin de lograr un indicador de eficiencia global de equipos OEE mayor a 85%.

A diferencia de nuestra tesis, el tesista Eduardo Villegas determinó la eficiencia y eficacia de cada equipo para mejorar la productividad de la misma, demostrando que con su propuesta se puede incrementar en un 28.2%.

Nosotros por nuestro lado trasladamos nuestra propuesta a términos monetarios en el que también demostramos que, con una reducción de costos por disminución de demoras en la ejecución de órdenes de productos, mantener un ambiente y puestos de trabajo limpios y ordenados, evitar paradas de máquinas inesperados y disminuir los reprocesos mejoraremos el proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA.

A través de la metodología Kanban se pudo disminuir la tasa de desperdicio, se trabajó con tarjetas Kanban en la línea de producción, como lo hizo la tesista Marlene Valderrama Laguna con su tema *“Propuesta de mejora para la reducción de tiempos en el proceso productivo para uvas de mesa variedad Red Globe aplicando herramientas Lean Manufacturing”* en la cual a través de un control visual y tarjetas Kanban logró nivelar la producción y hacerla flexible y adaptable según la demanda, evitando los sobre procesos, inventarios y desperdicios, de esta manera cumplió su objetivo primordial eliminar desperdicios o mudas, dando un producto con valor agregado y de menor costo.

A diferencia de la tesis mencionada, nosotros trabajamos con las tarjetas Kanban y seguimiento de procesos con el fin de integrarlos de manera que estén disponibles en el tiempo correcto y cualquier error deberá ser detectado y levantado en el mismo momento de esta manera eliminaremos piezas defectuosas.

En consecuencia, es importante la aplicación de la siguiente propuesta ya que, mediante la reducción de actividades que no agregan valor al producto, la adecuada planificación de mantenimiento de las máquinas y sobre todo estableciendo una disciplina de mejorar continua se podrá ver resultados eficientes de mejora en todo el proceso productivo de la empresa Metal Industria HVA.

Esto es justamente reforzado con lo que menciona (Hernández, Vizán, 2013) en su artículo “*Lean Manufacturing: concepto, técnicas e implementación*” para él la metodología Lean Manufacturing es una forma de trabajo, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” considerando todo aquello que usa más recursos de los que necesita.

Partiendo de esta premisa es que se propone “ordenar la casa” desde los procesos, la forma de trabajo, disponibilidad de equipos, fomentando la cultura de mejora continua.

4.2. Limitaciones

- En el desarrollo del presente trabajo se tuvieron algunas limitaciones como de información, ello debido a que la empresa no tiene documentado sus procesos por lo que fue complicado tener acceso a la secuencia de todos los procesos y se tuvo que limitar la investigación solo a tres de ellos para la toma de actividades y tiempos, así mismo se pudo recabar la información a través de entrevistas y observaciones.
- Este aspecto trajo consigo otra limitación como es del tiempo, es un poco complicado estar en el área de operaciones cuando se está llevando a cabo por ejemplo una soldadura, asimismo no se puede distraer al personal y se tiene que respetar sus horarios de trabajo, para ello nos agenciamos de información mediante entrevistas pactadas, revisión bibliográfica e identificando cada aspecto necesario para lograr un diagnóstico correcto.
- Otra de las limitaciones en nuestro caso es que el periodo de estudio que tomamos fue el segundo semestre del periodo 2019, es del último periodo que tenemos información completa pues debido a la pandemia el desarrollo de actividades y el panorama en la empresa ha cambiado completamente, por ello no tomamos como periodo de estudio el año 2020.
- El trabajo de investigación se desarrolló en el área operativa de la empresa, la falta de información documentada de los procesos fue una de las limitaciones que tuvimos por lo que tuvimos que seleccionar los procesos con mayor probabilidad de ejecución durante el periodo de estudio para obtener la información requerida.

4.3. Implicancias

Practica

Esta investigación se convierte en fuente de información para la toma de decisiones por parte de la alta gerencia, representa una guía para la solución de problemas a los que se enfrenta en la actualidad, pues logramos demostrar que si bien no es la única solución es una opción rentable y viable para ser puesto en marcha.

Teórica

En la elaboración de la investigación se abordaron conceptos y teorías que fueron adaptados a una realidad, dándonos por resultado la aplicabilidad de estos a las organizaciones.

Metodológica

La investigación siguió las pautas del método científico demostrando una hipótesis.

4.4. Conclusiones

- Se desarrolló la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing y con ello mejoramos el proceso productivo de la empresa metal Industria HVA mediante la reducción de costos por: disminución del índice de demoras en órdenes de productos, disminución de tiempos muertos por paradas inesperadas de máquinas, disminución de productos defectuosos o reprocesos, de un total de 11,454.40 soles mensuales a 4,533.91 soles logrando un beneficio mensual de 6,920.49 soles.
- En el diagnóstico de sistema de producción actual de la empresa Metal Industria HVA, se evaluaron los procesos de reparación de rodillos y rueda guías, recalce de zapatas, ampliación de eslabones de cadena, en el cual se identificó que el cuello de botella está en el procedimiento de desmontaje y control de calidad. En cuanto al diagnóstico mediante la metodología 5'S se identificó que necesita mejorar los aspectos como limpieza, disciplina y estandarización;
- Sobre la eficiencia global de equipos tuvimos como resultado 71.88 % esto debido a la poca disponibilidad de equipos por paradas inesperadas de los mismos, esto le genera a la empresa pérdidas económicas de 3,763.90 soles mensuales, La tasa de desperdicio es alta pues de cada 88 piezas 7 son defectuosas, esto representa un 8% y genera una pérdida de 707.95 soles por el proceso a la empresa.
- Se diseñó la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing, iniciando por una propuesta de estandarización de procesos para eliminar tiempos improductivos y demora en órdenes de producto, en cuanto a la metodología metodología 5 “S” el tiempo de implementación es de 12 meses con evaluaciones de mejora cada 3 meses, el monto de inversión es de 3,700 soles generando un beneficio mensual de 1,250 soles cumpliendo el objetivo de

implementación al 90% , el plan de mantenimiento preventivo de equipos busca mejorar la disponibilidad de equipos eliminando paradas imprevistas. con ello se incrementará la eficiencia operativa de 71.88% a > 85 % y con la metodología Kanban buscamos reducir la tasa de desperdicio del 8% al 3% mediante controles de calidad a través de tarjetas de información.

- Mediante la evaluación financiera podemos determinar que el proyecto es rentable, pues el valor del VAN es positivo S/. 18,581 y el valor de la TIR es de 15% el periodo de recuperación es de 10 meses y el beneficio costo es 1.31 por lo que podemos indicar que la propuesta es rentable y viable.

REFERENCIAS

- ASIMET F&K consultores. (2014). *Metalmecánica Y Políticas De Desarrollo Productivo* : [https://www.asimet.cl/wpcontent/uploads/2019/01/Industria-metalurgica-metalmeccanica-y-politicas-de-desarrollo-productivo-diagnostico- y propuestas.pdf](https://www.asimet.cl/wpcontent/uploads/2019/01/Industria-metalurgica-metalmeccanica-y-politicas-de-desarrollo-productivo-diagnostico-y-propuestas.pdf)
- BCR. (2019). *Informe Economico Y Social Region Cajamarca*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/ProyeccionInstitucional/EncuentrosRegionales/2019/cajamarca/ies-cajamarca-2019.pdf>
- Figueredo Lugo, F. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, IV (15), 7-24.
- Fraguela Formoso, J. &. (2011). La integración de los sistemas de gestión. Necesidad de una nueva cultura. <http://www.scielo.org.co/scielo>.
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación OEI.
- José Agustín Cruelles (2014) *Soluciones para la mejora de la productividad industrial 1ª Edición*. <https://zadecon.es/assets/descargas/libros/soluciones-para-la-mejora-de-la-productividad-industrial-con-zadecon.pdf>
- Ospina Delgado, Juan Pablo (2016) *Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmeccánica en Ate-Lima, Perú*. http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf

- PAREDES-RODRIGUEZ, A. M. (Enero - Junio, 2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de Entramado.
- Pérez, A. (2017). Principios de las herramientas de Lean manufacturing: <https://www.obsbusiness.school/blog/principios-de-las-herramientas-de-lean-manufacturing>
- Ponce Marreros, José Luis (2017) Distribución de planta para mejorar la eficiencia global de los equipos, Área de habilitado de productos: Empresa SIDERURGICA del Perú S.A.A Chimbote 2016
- Rodriguez, J. A. (04 de abril de 2014). Los generadores de tiempo improductivo en la estructura organizativa: el enemigo a abatir.
- Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y Sociedad, XXXVI (2), 276-310.
- Ugarte, J. C. (2010). El proceso productivo mundial en el siglo XXI. Obtenido de Página de estudios y debate sobre geografía, historia, economía, política.
- Villalobos, I. E. (2016). Mejora de procesos productivos. Trilogía, ciencia tecnología, sociedad.
- Vizán, J. C. (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. [https://scholar.google.com.pe/scholar/Vizan,J.C.\(2013\).Lean/manufacturing/Conceptos,tecnicasdeimplantacion.&hl](https://scholar.google.com.pe/scholar/Vizan,J.C.(2013).Lean/manufacturing/Conceptos,tecnicasdeimplantacion.&hl)
- Yañez, L. C. (2008). Sistema De Gestion De Calidad En Base A La Norma Iso 9001. <https://www.revistaespacios.com>.

Referencias web consultadas:

- APD, R. (2019). ¿En qué consiste la metodología Kanban y cómo utilizarla?
- Gestión, D. (2015). Las mayores empresas Peruanas.
http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi81171136fe74561a7_79.pdf
- Gestión, D. (2018). Produce. Sector metalmeccánico registró crecimiento de 6,1% durante el primer cuatrimestre del año
<https://www.produce.gob.pe/index.php/k2/noticias/item/994-produce-sector-metalmeccanico-registro-crecimiento-de-6-1-durante-el-primer-cuatrimstre-del-ano>
- OPTIM, P. (2020). ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS, S.L.
<https://blog.pro-optim.com/gestion-empresarial/la-mejora-de-procesos-un-pilar-en-la-gestion-de-la-empresa/>

ANEXOS

ANEXO N° 01.- Test de verificación Metodología 5`S

5`S	ASPECTOS EVALUADOS	PUNTUACION	TOTAL
CLASIFICAR (SEIRI)	¿Se puede distinguir todas las áreas de la empresa?	4	15
	Material innecesario en el área de trabajo	3	
	Existencia de herramientas innecesarias en el área de trabajo	2	
	¿Las máquinas y herramientas se encuentran en buen estado?	3	
	¿Los desechos generados se encuentran clasificados?	3	
ORDEN (SEITON)	¿Cuenta con áreas de trabajo señalizadas?	4	13
	¿Las herramientas y maquinarias se encuentran delimitadas e identificadas?	2	
	¿Los cables y consumibles se encuentran en su lugar?	1	
	¿Cuentan con implementos de seguridad y fichas de seguridad para materiales peligrosos?	3	
	¿Los espacios de acceso o salida se encuentran claramente señalados?	3	
ESTANDARIZACIÓN LIMPIEZA (SEISO)	¿Usan actualmente algún programa de limpieza?	2	10
	¿Las áreas de trabajo, máquinas, mesas y estantes se encuentran limpias?	2	
	¿El piso se encuentra libre de basura, desechos, grasa o materiales?	2	
	¿Cuentan con un programa de mantenimiento de sus máquinas?	2	
	¿Los implementos y ropas de trabajo se encuentran limpios?	2	
ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)	¿Cuentan con manual de procedimientos para cada proceso?	1	10
	¿Todo el personal hace uso del uniforme y los implementos de seguridad?	3	
	¿Cuentan con programas de capacitaciones sobre la forma adecuada de manipulación de las máquinas?	1	
	¿Hacen uso de formatos u hojas de trabajo?	2	
	¿Las herramientas y materiales inflamables cuentan con manuales de uso?	3	
DISCIPLINA (SHITSUKE)	¿Se realiza revisiones periódicas sobre el estado de las máquinas y herramientas?	3	11
	¿Se lleva un control de entrega de equipos de protección personal?	4	
	¿Se reconocen a los trabajadores eficientes? ¿se da alguna premiación por ello?	1	
	¿Cuentan con algún programa de mejora? ¿El personal participa de ello?	1	
	¿Cuentan con programas de capacitación y actualización de procedimientos?	2	
0	NO IDENTIFICADO		
1	IDENTIFICADO, PERO NO CUMPLE		
2	CUMPLE CUANDO SE ACUERDA		
3	CUMPLE AÚN CON ERRORES		
4	CUMPLE A LA PERFECCION		

ANEXO N° 02.- Estructura de entrevista

GUÍA DE ENTREVISTA


ENTREVISTADO: _____

CARGO: _____

FECHA: _____

1. ¿Cuáles son los problemas más comunes de su área de operaciones?
2. ¿Qué Aspectos considera que deben ser mejorados?
3. ¿Considera que la empresa y el personal están preparados para un cambio?
¿cuáles serían sus fortalezas para asumir estos cambios?
4. ¿Describa por favor el horario y turnos de trabajo con los que actualmente están operando?
5. ¿Qué procesos considera usted que necesitan ser mejorados, tiene algún plan de mejora para ellos?
6. ¿Los procesos se encuentran estandarizados y documentados? ¿Cómo es el flujo de información desde los proveedores hasta el cliente final?
7. ¿Cómo se encuentra el entorno de trabajo en cuanto a clasificación, orden y limpieza?
8. ¿Se aplica listas o formatos para la clasificación de sus materiales? ¿Cómo se lleva a cabo este procedimiento, cuentan con herramientas y equipos que faciliten este trabajo?
9. ¿Los empleados están capacitados en cuanto a soluciones de problemas? ¿Qué pasa si hay averías en las máquinas y un trabajo se retrasa?
10. ¿Sus operarios han sido entrenados y capacitados para la labor que realizan?
11. ¿Cuentan con un programa formal de mantenimiento de máquinas? ¿Qué aspectos consideran para llevar a cabo esta actividad?
12. ¿Cuentan con indicadores de mantenimiento para controlar el correcto funcionamiento de sus equipos?
13. ¿Tienen conocimiento o capacitaciones sobre la Metodología Lean Manufacturing? ¿Considera que puede ser útil para solucionar los problemas de su área?
14. ¿La empresa cuenta con áreas bien implementadas y señalizadas? ¿Considera que la distribución de estas áreas son las correctas?

Alva Alcalde Jhon Martín / Orosco Huallpayunca Carolina


JUAN HAEL VILLANUEVA PERALTA
Ingeniero Industrial
Reg. CIP N° 226332

ANEXO N° 03.- Clasificación eficiencia global de Equipos.

OEE	CALIFICATIVO	CONSECUENCIAS
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

ANEXO N°04.- Descripción de cada máquina

NOMBRE DE LA MÁQUINA							Área:	
							Modelo:	
Código:								
Proceso de adquisición			Indicaciones		Serie:		Tipo:	
Fecha	Adquisición:		Capacidad:		Altura manométrica:		Criticidad:	
	Instalación:		Fabricante:		Año de fabricación:		Velocidad:	
Características técnicas					Principales partes			

ANEXO N° 05.- Formato – Descripción de actividades de mantenimiento

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Código de la máquina:

Mantenimiento Preventivo

Número de la actividad	Actividades a realizar	Frecuencia	Materiales y repuestos
	Sistema Mecánico		
	Sistema eléctrico		
	Sistema Hidráulico		