



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA
APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS
LEAN MANUFACTURING EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE
PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS
VILEMA EN EL CANTÓN GUANO”**

LUIS MIGUEL ANTÓN CANCHINGRE

OSCAR DANIEL CLAVIJO SIMBAÑA

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Riobamba–Ecuador

2019

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

2018-10-01

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

LUIS MIGUEL ANTÓN CANCHINGRE

Titulado:

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN
E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN
LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN
INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA EN EL CANTÓN GUANO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECÁNO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Jaime Iván Acosta Velarde
**MIEMBRO DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

2018-10-01

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

OSCAR DANIEL CLAVIJO SIMBAÑA

Titulado:

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN
E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN
LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN
INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA EN EL CANTÓN GUANO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECÁNO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Jaime Iván Acosta Velarde
**MIEMBRO DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

LUIS MIGUEL ANTON CANCHINGRE

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA EN EL CANTÓN GUANO”

Fecha de Examinación: 2019-02-14

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano DIRECTOR			
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde MIEMBRO			

*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Homero Almendáriz Puente
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

OSCAR DANIEL CLAVIJO SIMBAÑA

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA EN EL CANTÓN GUANO”

Fecha de Examinación: 2019-02-14

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano DIRECTOR			
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde MIEMBRO			

*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Homero Almendáriz Puente
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, LUIS MIGUEL ANTÓN CANCHINGRE y OSCAR DANIEL CLAVIJO SIMBAÑA, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación denominado **“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA EN EL CANTÓN GUANO”**, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y nos sometemos a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Luis Miguel Antón Canchingre

C.I. 171982416-9

Oscar Daniel Clavijo Simbaña

C.I. 171528043-2

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Luis Miguel Antón Canchingre y Oscar Daniel Clavijo Simbaña, declaramos ser los autores del presente trabajo de titulación y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Luis Miguel Antón Canchingre

C.I. 171982416-9

Oscar Daniel Clavijo Simbaña

C.I. 171528043-2

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme dado salud, fuerza y capacidad necesaria de llegar a esta etapa de mi vida para lograr mis objetivos planteados desde el primer día, además por su bendita bondad y amor.

A mi madre

Por haberme apoyado en cada instante y brindarme confianza en cada momento de necesidad, por cada consejo entregado para ser una persona de bien, en fin, por su infinito amor demostrado.

A mi padre

Por ser un pilar fundamental de constancia, perseverante y de no permitir que decaiga en cada momento de necesidad, entregándome su confianza total, para dar solución al objetivo planteado desde que ingresé a esta prestigiosa institución.

A mi hermano

Sin duda alguna por ser unos de los ejes fundamentales en mi vida personal y estudiantil, por brindarme su apoyo incondicional sin necesidad de interés alguno.

Y a toda mi familia que estuvieron presente y supieron guiarme en cada etapa de mi vida, que con su constancia y la mía se logró lo deseado.

A mis amigos Vicente, Fabrizio, Jefferson, Edwin, Cristian, Liana, Henry, que fueron parte de este gran logro.

Luis Miguel Antón Canchingre

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme bendecido cada día en esta etapa de mi vida, porque sin su bendición no hubiese podido lograr alcanzar este logro tan importante.

A mi abuelita Laura

Que es como mi padre y madre, por haberme cuidado y guiado desde niño por el camino del bien, que nunca me desamparo y sobretodo que gracias a sus consejos y su infinito amor pude alcanzar este logro tan importante en mi vida.

A mi hermana, Estefanía

Porque juntos aprendimos a seguir adelante y a pesar de las adversidades de la vida siempre supimos levantarnos.

A Orlando, Regina y Janeth,

Por haberme apoyado en toda circunstancia de la vida, su fuerza de voluntad y liderazgo me guiaron hacia el camino del bien para poder alcanzar todas las metas que uno se propone.

A todo el resto de mi familia y amigos que de alguna manera me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Oscar Daniel Clavijo Simbaña

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Remigio Antón y Hilda Canchingre, Laura Cruz - Orlando y Regina Clavijo, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ingeniero Ángel Guamán y al Ingeniero Iván Acosta director y miembro respectivamente de nuestro proyecto de titulación quienes han guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes y por su valioso aporte para nuestro trabajo.

Luis Miguel Antón Canchingre

Oscar Daniel Clavijo Simbaña

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. <i>Formulación del problema</i>	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. <i>General</i>	3
1.3.2. <i>Específicos</i>	3
1.4. Justificación	4
1.4.1. <i>Justificación teórica</i>	4
1.4.2. <i>Justificación metodológica</i>	4
1.4.3. <i>Justificación practica</i>	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Lean Manufacturing.....	5
2.1.1. Objetivo del Lean Manufacturing.....	5
2.1.2. Pilares del Lean Manufacturing.....	5
2.1.3. Estructura del sistema lean manufacturing	6
2.1.4. Herramientas más comunes y utilizadas en el sistema lean	6
2.2. Metodología Kaizen.....	8
2.2.1. Componentes esenciales de la metodología kaizen	8
2.2.2. ¿Cuándo se utilizan los eventos kaizen?.....	8
2.2.3. Ciclo PHVA.....	9
2.3. Metodología de las 5S.....	10

2.3.1.	<i>Objetivos de la técnica de las 5S</i>	10
2.3.2.	<i>Fases de la técnica de las 5S</i>	10
2.3.2.1.	<i>Seiri (eliminar)</i>	11
2.3.2.2.	<i>Seiton (ordenar)</i>	11
2.3.2.3.	<i>Seiso (limpieza)</i>	11
2.3.2.4.	<i>Seiketsu (estandarizar)</i>	12
2.3.2.5.	<i>Shitsuke (disciplina)</i>	12
2.4.	<i>Estudio del trabajo</i>	13
2.4.1.	<i>Estudio de métodos</i>	13
2.4.1.1.	<i>Objetivos del estudio de métodos</i>	14
2.4.1.2.	<i>Herramientas para el estudio de métodos</i>	14
2.4.1.3.	<i>Símbolos utilizados en gráficos y diagramas</i>	15
2.4.1.4.	<i>Cursograma analítico</i>	16
2.4.1.5.	<i>Diagrama de recorrido</i>	17
2.4.2.	<i>Medición del trabajo</i>	17
2.4.2.1.	<i>Tiempo de ciclo</i>	17
2.4.2.2.	<i>Criterio de la General Electric</i>	18
2.4.2.3.	<i>Sistema de valoración Westinghouse</i>	18
2.4.3.	<i>Tiempo normal</i>	20
2.4.4.	<i>Tiempo estándar</i>	20
2.4.4.1.	<i>Suplementos</i>	21
2.5.	<i>Hojas de trabajo estandarizado (SOS)</i>	21
2.5.1.	<i>Utilidades de las hojas de trabajo estandarizado (SOS)</i>	22
2.6.	<i>Productividad</i>	22
2.6.1.	<i>Eficaz</i>	22
2.6.2.	<i>Eficiente</i>	23
2.6.3.	<i>Importancia de la productividad</i>	23
2.6.4.	<i>Criterios para analizar la productividad</i>	23
2.6.5.	<i>Medición de la productividad</i>	24
2.6.5.1.	<i>Productividad total</i>	24
2.6.5.2.	<i>Lead time</i>	25
2.6.5.3.	<i>Tack time</i>	25
2.6.5.4.	<i>Capacidad</i>	26
2.6.6.	<i>Mejoramiento de la productividad</i>	26

2.7.	Método no paramétrico de mann- whitney.....	26
CAPÍTULO III		28
3.	MARCO METODOLÓGICO	28
3.1.	Tipo de investigación.....	28
3.2.	Población y muestra.....	28
3.3.	Plan de recolección de datos.....	29
3.4.	Diseño metodológico	29
CAPÍTULO IV		31
4.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	31
4.1.	Generalidades de la empresa	31
4.1.1.	<i>Reseña Histórica.....</i>	<i>31</i>
4.2.	Planificación (PHVA).....	32
4.2.1.	<i>Datos de la empresa</i>	<i>32</i>
4.2.2.	<i>Localización.....</i>	<i>32</i>
4.2.3.	<i>Productos de la empresa</i>	<i>33</i>
4.2.4.	<i>Misión</i>	<i>33</i>
4.2.5.	<i>Visión</i>	<i>33</i>
4.2.6.	<i>Valores Institucionales</i>	<i>33</i>
4.2.7.	<i>Organigrama estructural.....</i>	<i>34</i>
4.2.8.	<i>Descripción de los cargos de la empresa.....</i>	<i>34</i>
4.2.9.	<i>Jornada laboral.....</i>	<i>36</i>
4.2.10.	<i>Layout de la línea de producción de puertas enrollables</i>	<i>36</i>
4.3.	Descripción de materiales.....	36
4.4.	Descripción de maquinaria y herramientas.	37
4.4.1.	<i>Máquinas</i>	<i>37</i>
4.4.2.	<i>Herramientas</i>	<i>38</i>
4.5.	Descripción del producto.....	38
4.6.	Área de estudio	39
4.7.	Situación actual de la línea de producción de puertas enrollables	40
4.7.1.	<i>Descripción del proceso</i>	<i>40</i>

4.8.	Diagrama de proceso para elaboración de puertas enrollables.....	40
4.9.	Cálculo de producción de la situación actual	41
4.9.1.	<i>Análisis de tiempo de situación actual</i>	42
4.9.2.	<i>Productividad</i>	43
4.9.3.	<i>Capacidad de producción actual</i>	44
4.10.	Tiempos Lean Manufacturing	44
4.10.1.	<i>Calculo lead time</i>	44
4.10.2.	<i>Calculo del Tack time</i>	45
4.11.	Análisis de costo situación actual.....	46
4.11.1.	<i>Mano de obra directa (MOD)</i>	47
4.11.2.	<i>Costo de materia prima (MP)</i>	47
4.11.3.	<i>Costo total</i>	47
4.12.	Análisis de problemas: Diagrama Causa-Efecto	48
4.13.	Evaluación inicial del nivel de la metodología Kaizen	49
4.13.1.	<i>Análisis del valor porcentual inicial de la metodología Kaizen</i>	51
4.14.	Evaluación inicial del nivel de la metodología 5S.	52
4.14.1.	<i>Análisis del valor inicial porcentual de la metodología de las 5S.</i>	54
4.15.	Hacer (PHVA)	55
4.15.1.	<i>Implementación de la metodología Kaizen y 5S</i>	55
4.15.2.	<i>Fases</i>	55
4.15.3.	<i>Implementación para el mejoramiento de la productividad</i>	56
4.16.	Implementación de las dos herramientas lean	57
4.17.	Desarrollo del método mejorado: Implementación metodología Kaizen.	57
4.17.1.	<i>Layout implementación</i>	57
4.17.2.	<i>Hojas estandarizadas de proceso</i>	60
4.18.	Desarrollo del método mejorado: Implementación metodología 5S.	61
4.18.1.	<i>Implementación Eliminar-Seiri</i>	63
4.18.2.	<i>Implementación Ordenar-Seiton</i>	65
4.18.3.	<i>Implementación Limpiar-Seiso</i>	65
4.18.4.	<i>Implementación Estandarizar-Seiketsu</i>	66
4.18.5.	<i>Implementación Disciplina-Shitsuke</i>	67

4.19.	Desarrollo de la implementación	68
4.18.1.	<i>Desarrollo de la primera s: Eliminar-Seiri</i>	69
4.18.2.	<i>Desarrollo de la segunda s: Seiton-Ordenar</i>	74
4.18.3.	<i>Desarrollo de la tercera s: Seiso-Limpieza</i>	77
4.18.4.	<i>Desarrollo de la cuarta s: Seiketsu-Estandarizar</i>	78
4.18.5.	<i>Desarrollo de la quinta s: Shitsuke-Disciplina</i>	79
4.20.	Evaluación del área de trabajo	80
4.20.1.	<i>Evaluación final del nivel de la metodología Kaizen</i>	80
4.20.2.	<i>Análisis del valor porcentual final de la metodología Kaizen</i>	82
4.20.3.	<i>Evaluación final del nivel de la metodología 5S</i>	82
4.20.4.	<i>Análisis del valor final porcentual de la metodología de las 5S</i>	84
4.21.	Calculo implementación herramientas lean	84
4.21.1.	<i>Cálculo de tiempo de ciclo</i>	85
4.21.2.	<i>Análisis de tiempo de implementación</i>	87
4.21.3.	<i>Cálculos de producción de implementación</i>	88
4.21.3.1	<i>Tiempo total de producción de implementación</i>	88
4.21.4.	<i>Productividad</i>	88
4.21.5.	<i>Capacidad de producción</i>	89
4.21.6.	<i>Análisis de costos método mejorado</i>	90
4.21.7.	<i>Costo de materia prima</i>	91
4.21.8.	<i>Costo total método mejorado</i>	91
4.22.	Verificar (PHVA)	91
4.22.1.	<i>Comparación situación actual vs implementación</i>	91
4.23.	Aplicación de la prueba no paramétrica de mann- whitney	96
4.24.	Actuar (PHVA)	99
CAPÍTULO V		100
5.	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	100
5.1	Conclusiones	100
5.2	Recomendaciones	100

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2: Gráficos y diagramas para el estudio de métodos	15
Tabla 2-2: Número de ciclos recomendados	18
Tabla 3-2: Valoración de la habilidad	19
Tabla 4-2: Valoración del esfuerzo.....	19
Tabla 5-2: Valoración de las condiciones.....	19
Tabla 6-2: Valoración de la consistencia.....	20
Tabla 1-4: Datos de la empresa	32
Tabla 2-4: Descripción de cargos de la empresa IMEV	35
Tabla 3-4: Área utilizada en la línea de puertas enrollables	36
Tabla 4-4: Descripción de materiales	37
Tabla 5-4: Descripción de herramientas	38
Tabla 6-4: Especificaciones de piezas	38
Tabla 7-4: Área de estudio.....	39
Tabla 8-4: Tabla de resumen del diagrama de proceso de la situación actual.....	41
Tabla 9-4: Muestra de tiempo observado	41
Tabla 10-4: Medición del proceso actual.....	42
Tabla 11-4: Medidas de Productividad.....	43
Tabla 12-4: Toma de tiempos observados	46
Tabla 13-4: Costo de mano de obra directa situación actual	47
Tabla 14-4: Costo de materia prima situación actual	47
Tabla 15-4: Costo total situación actual	47
Tabla 16-4: Valoración inicial de	50
Tabla 17-4: Evaluación inicial de la metodología Kaizen.....	50
Tabla 18-4: Valor porcentual inicial de la metodología Kaizen.....	51
Tabla 19-4: Valoración inicial	52
Tabla 20-4: Evaluación inicial de la metodología 5S.....	53
Tabla 21-4: Valor porcentual inicial del análisis de la metodología 5S.....	54
Tabla 22-4: Desorden existente	55
Tabla 23-4: Área ocupada por estación de trabajo	58
Tabla 24-4: Valor de proximidad	59
Tabla 25-4: Justificación de proximidad	59

Tabla 26-4: Procedimiento de implementación metodología 5S.....	62
Tabla 27-4: Horario de limpieza IMEV.....	66
Tabla 28-4: Formato de cumplimiento 3S	67
Tabla 29-4: Visualización del área de trabajo.	70
Tabla 30-4: Lista de elementos identificados en la línea de producción.....	71
Tabla 31-4: Registro de materia prima existente.....	72
Tabla 32-4: Aplicación de tarjetas rojas	72
Tabla 33-4: Señalización del área de trabajo.....	76
Tabla 34-4: Evaluación final de la metodología Kaizen.	81
Tabla 35-4: Valor porcentual de la metodología Kaizen.....	82
Tabla 36-4: Evaluación final del nivel de la metodología 5S.....	83
Tabla 37-4: Valor porcentual final del análisis de la metodología 5S.....	84
Tabla 38-4: Resumen del diagrama de procesos de implementación.....	85
Tabla 39-4: Número de observaciones implementación	86
Tabla 40-4: Medición del proceso mejorado	87
Tabla 41-4: Medidas de Productividad.....	89
Tabla 42-4: Análisis de costo mano de obra directa (MOD) método mejorado.....	90
Tabla 43-4: Costo de materia prima situación actual	91
Tabla 44-4: Costo total método mejorado	91
Tabla 45-4: Situación inicial vs implementación	92
Tabla 46-4: Distancias de la situación actual vs implementación	93
Tabla 47-4: Variabilidad de costo de producción.....	94
Tabla 48-4: Variabilidad de costo de mano de obra	95
Tabla 49-4: Datos de la toma de tiempos	96
Tabla 50-4: Rango de los tiempos empleados	96
Tabla 51-4: Valores críticos para el estadístico U de mann-whitney	97
Tabla 52-4: Resumen comparativo de resultados	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2: Casa del sistema de producción Toyota	6
Figura 2-2: Estudio del trabajo	13
Figura 3-2: Etapas del estudio de métodos.....	14
Figura 4-2: Simbología y actividades de operación	15
Figura 5-2: Símbolo y actividades de inspección.....	15
Figura 6-2: Símbolo y actividades de transporte	16
Figura 7-2: Símbolo y actividades de demora	16
Figura 8-2: Símbolo y actividades de almacenamiento.....	16
Figura 9-2: Cursograma analítico	17
Figura 10-2: Tipos de suplementos	21
Figura 11-2: Hoja estandarizada de trabajo	22
Figura 12-2: Modelos de factores	24
Figura 1-4: Localización, Industrias Metálicas Vilema	32
Figura 2-4: Localización, Industrias Metálicas Vilema	33
Figura 3-4: Organigrama estructural de Industrias Metálicas Vilema	34
Figura 4-4: Layout de la línea de producción de puertas enrollables.....	36
Figura 5-4: Análisis diagrama Causa – Efecto (ISHIKAWA)	49
Figura 6-4: Herramientas Lean.....	57
Figura 7-4: Matriz de relaciones de los puestos de trabajo	60
Figura 8-4: LayOut de la nueva distribución.....	60
Figura 9-4: Diseño de tarjetas rojas	64
Figura 10-4: Gigantografías acerca de la metodología lean manufacturing.....	69
Figura 11-4: Capacitación de metodología 5S.	69
Figura 12-4: Antes de la implementación de la primera s.	74
Figura 13-4: Después de la implementación de la primera s.....	74
Figura 14-4: Desorden de materia prima.....	75
Figura 15-4: Asignación de casilleros.	75
Figura 16-4: Colocación de cintas de seguridad.....	75
Figura 17-4: Antes de la aplicación de la segunda s.	77
Figura 18-4: Aplicación de la segunda s.	77
Figura 19-4: Aplicación de la tercera s.....	78

Figura 20-4: Capacitación acerca de la cuarta s. 79

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1-4: Diagrama de flujo de la situación actual de la línea de puertas enrollables	40
Gráfico 2-4: Variabilidad de toma de tiempos en la situación actual	42
Gráfico 3-4: Comparación de Tack time vs actividades	46
Gráfico 4-4: Análisis de la situación inicial metodología Kaizen.....	51
Gráfico 5-4: Análisis de la situación inicial 5S.....	54
Gráfico 6-4: Análisis final metodología Kaizen	82
Gráfico 7-4: Análisis final metodología Kaizen.	84
Gráfico 8-4: Tack Time implementado.....	87
Gráfico 9-4: Medición del proceso mejorado	88
Gráfico 10-4: Numero de actividades situación actual vs implementación.	92
Gráfico 11-4: Ahorro de actividades.....	93
Gráfico 12-4: Tiempo total de situación actual vs implementación.....	93
Gráfico 13-4: Distancia total.....	94
Gráfico 14-4: Ahorro en porcentaje de: tiempo, actividades en general.....	94
Gráfico 15-4: Variabilidad de costo de producción	95
Gráfico 16-4: Variabilidad de costo de producción	95

LISTA DE ABREVIACIONES

SLP	Systematic Layout Planning/ Planificación sistemática del diseño
CMO	Costo de Mano de Obra
MOD	Mano de Obra Directa
MOI	Mano de obra Indirecta
CMP	Costo de materia prima
OIT	Organización Internacional del trabajo
EPI	Equipo de Protección Individual
EPP	Equipo de Protección Personal

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Descripción de productos.

ANEXO B. Descripción de maquinaria y tipo de mantenimiento

ANEXO C. Diagrama de actividades

ANEXO D. Hojas de proceso estandarizado

ANEXO E. Manual de limpieza

ANEXO F. Diagrama de proceso general implementado

ANEXO G. Cronograma de actividades

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo mejorar la productividad en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema en el Cantón Guano, mediante la aplicación de la metodología Kaizen y 5S, pilares fundamentales del sistema lean manufacturing. La aplicación de la metodología Kaizen, inició con la medición del trabajo, estudio de métodos y redistribución de planta, estos métodos ayudaron a comprender el proceso de forma general, de tal manera que se identificaron factores críticos en el proceso que se pudieron mejorar. Para complementar el estudio se aplicó la metodología 5s. Con la ayuda de estas dos herramientas, se implementó en la empresa una nueva metodología de trabajo, que consistió en el uso adecuado de hojas estandarizadas de proceso, una nueva distribución de los puestos de trabajo, un mejor orden y limpieza en el área de trabajo, como fue la adecuación de la maquinaria, espacios visibles, estanterías de los materiales que se ocupan en el área de trabajo, generando así una correcta optimización en todo el proceso productivo. Con la implementación se elevó el porcentaje de cumplimiento de la metodología 5S del 32% (deficiente) al 85% (eficiente) y la metodología Kaizen del 32,5% al 72,5%. En conclusión, al implementar estas dos herramientas la empresa generó una productividad superior al 34 % de puertas por cada hora, con una capacidad instalada de 70 puertas/mes teniendo un ahorro del 45,73%, respecto a la cantidad de actividades del proceso y disponiendo de un Tack time de 3, 4 horas.

Palabras claves: < TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <MANUFACTURA ESBELTA>, <PRODUCTIVIDAD>, <DIAGRAMAS>, <PRODUCCIÓN>, <ESTUDIO DE MÉTODOS>

ABSTRACT

The present degree work has as objective to improve the productivity in the production line of rolling doors in Industrias Metálicas Vilema in Guano Canton, through the application of Kaizen and 5S methodology, fundamental pillars of the lean manufacturing system. The application of the Kaizen methodology began with the measurement of the work, the study of methods and redistribution of the plant, these methods helped to understand the process of the general form, in such a way critical factors were identified in the process that could improve. To complement the study, the 5s methodology was applied. With the help of these two tools, a new work methodology was implemented in the company, it consisted of the proper use of standardized process sheets, a new distribution of workplaces, a better order and cleanliness in the work area, as was the adequacy of the machinery, visible spaces, shelves of the materials that are occupied in the work area, thus generating a correct optimization in whole production process. With the implementation, the compliance percentage of the 5S methodology rose from 32% (deficient) to 85% (efficient) and the Kaizen methodology from 32.5% to 72.5%. In conclusion, when implementing these tools, the company generated productivity greater than 34% of doors per hour, with an installed capacity of 70 doors with a saving of 45.73%, with respect to the number of activities of the process and having a Tack time of 3, 4 hours.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCE>, <LEAN MANUFACTURING >, <PRODUCTIVITY>, <DIAGRAMS>, <PRODUCTION>, <METHODS STUDY>

INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica ha venido ocupando un gran espacio en el sector económico y productivo del Ecuador, es así que hoy en día contribuye de una manera considerable al desarrollo de la Matriz Productiva, como es en la generación de empleos de una manera directa o indirecta. En su gran mayoría la industria metalmecánica no cuenta con una regulación en sus estándares de trabajo, por tal razón en su gran mayoría su trabajo se maneja de una manera artesanal.

Bajo este énfasis, para que la industria metalmecánica se pueda consolidar de una manera adecuada en el sector productivo, y dejar de lado la manera tradicional de hacer las cosas, estas deben regularizarse y ajustarse a los parámetros y requerimientos que el mercado exige en la actualidad, como es el de tener un adecuado estándar de trabajo, entender cada uno de los procesos productivos que se requieren y se manejan en la actualidad y a su vez que estos deben de estar constantemente mejorándose en aspectos como maquinaria, materia prima, métodos de trabajo y sobretodo la mano de obra que cada vez vaya siendo mejorada, para de esta manera lograr constituirse y posicionarse en el sector productivo.

Industrias Metálicas Vilema (IMEV), pretende mejorar el proceso de producción, para lo cual resulta necesario la optimización de los recursos disponibles en el interior de la organización, construcción de un esquema o modelo, que permita la interrelación e interacción de todos sus elementos de trabajo, de esta manera puede realizarse el esfuerzo coordinado que lleve a la obtención de objetivos, definiendo las relaciones y aspectos más importantes para la organización, que estarán coordinadas con la aplicación de la metodología Kaizen y 5S para un mejor desenvolvimiento en todo el proceso de producción.

Es así que, el presente trabajo de titulación se enfoca en mejorar la productividad en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, bajo el estudio y análisis de la situación actual, la observación directa y para su posterior desarrollo la fundamentación teórica de las dos herramientas Lean.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Industrias Metálicas Vilema (IMEV), es una industria de cerrajería metálica ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, con más de 23 años de trayectoria, en donde los productos que más se resaltan en la línea de metalmecánica son, la fabricación de ventanas de ángulo, puertas de tol y cerrajería en general, para luego en el año 2001 incursionar en la fabricación de puertas enrollables, así como en los años 2004, 2006 dedicarse a las actividades de aluminio y vidrio forja, como también involucrarse en la rama del automatismo.

En Ecuador la industria metalmecánica constituye un pilar fundamental en la cadena productiva del país, por tal razón al analizar el PIB (producto interno bruto) a nivel de industrias, el sector metalmecánico y manufacturero representaron el 15,05% de ingresos al país en el año 2012 con un crecimiento anual del 7%. (Aguiar, y otros, 2012 pág. 12)

Actualmente, Industrias Metálicas Vilema al tener un sistema de producción tradicional en la fabricación de puertas enrollables, la línea no cuenta con ningún tipo de estudio para determinar si las características con las que se está produciendo son las más adecuadas, lo cual contempla un estudio minucioso de todo el personal que integra toda la línea de producción. En cuanto a investigaciones realizadas sobre esta temática, únicamente existen estudios similares pero que se relacionan al proceso de fabricación de puertas forjadas, las mismas que se encuentran reflejadas en estudios anteriores.

Cabe recalcar que existen varias investigaciones acerca de la metodología lean, pero con la diferencia que han sido reflejadas en distintos procesos productivos, en procesos administrativos y hasta en prestación de servicios, como en empresas madereras, carroceras, textiles, etc., teniendo un enfoque diferente por ciertos aspectos que varían según la necesidad de la empresa y la visión que cada investigador le ha dado. La metodología lean al ser una herramienta de gran ayuda sobre el mejoramiento de la productividad ha venido teniendo una gran acogida en distintas áreas del sector productivo, al poseer diferentes técnicas de apoyo como es el caso de la metodología

Kaizen y 5S, estas herramientas han sido utilizadas en diferentes investigaciones y a su vez han dado resultados considerables.

1.2.Planteamiento del problema

En la actualidad Industrias Metálicas Vilema (IMEV), específicamente su línea de producción de puertas enrollables carece de un sistema organizacional en su línea de producción y esto genera una serie de inconvenientes que no les permite adaptarse a las exigencias que impone el mercado.

Al momento IMEV, ha notado que su línea de producción de puertas enrollables carece de una correcta distribución en sus puestos de trabajo y una deficiente cultura en cuanto al orden, limpieza y disciplina y más aún que los métodos de trabajo son incorrectos por la ausencia de un estándar de trabajo, equipos deficientes y herramientas inadecuadas. Todos los aspectos mencionados anteriormente junto con las entrevistas realizadas a la gerencia y la observación directa, generan retraso en las entregas del producto terminado, consecuencia que se denota en la insatisfacción de los clientes, que llevan a la empresa a buscar medidas de optimización de tiempo, recursos y costos para mejorar el proceso de fabricación. Por todas estas razones nace la necesidad de mejorar la productividad de la línea de producción de puertas enrollables, para lo cual se aplicó la metodología Kaizen y 5S.

Para solucionar lo planteado anteriormente, se desarrolló la metodología Kaizen y la metodología 5S, las cuales proporcionaron procedimientos claros y concretos, que permitan un mejor desenvolvimiento en todo el proceso de producción.

Es por ello, que, si no se optimizan los métodos de trabajo la productividad se verá afectada y esto ocasionara pérdida de clientes y una reducción en la rentabilidad, dando como resultado una desorganización de todas las personas que integran la empresa.

1.2.1. Formulación del problema

¿Las herramientas Kaizen y 5S mejoraran la productividad en la línea de puertas enrollables?

1.3.Objetivos

1.3.1. General

Mejorar la productividad mediante la aplicación e implementación de herramientas Lean Manufacturing en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema en el Cantón Guano.

1.3.2. Específicos

- Describir la situación actual del proceso de puertas enrollables a través de la metodología Kaizen y 5S en Industrias Metálicas Vilema.
- Definir un método ideal de trabajo utilizando herramientas lean, metodología Kaizen y 5S.
- Implementar el método ideal definido, mediante la capacitación y colocación de documentos en las instalaciones de la línea.
- Evaluar los resultados del proceso con las herramientas lean, metodología Kaizen y 5S aplicado a la fabricación de puertas enrollables.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

La metodología Kaizen y 5S, son conjuntos de procedimientos comprobados tanto científica como estadísticamente que buscan una mejora al cambio aplicado a las personas, enfocándose a la optimización de los procesos productivos, en eliminar la sobreproducción, tiempos de espera, transportes, exceso de procesos y movimientos innecesarios, que no agregan valor al producto terminado. Al implementar estas herramientas se busca crear una nueva cultura de trabajo dentro de la organización, basada en la comunicación y trabajo en equipo, por cuanto generan soluciones a los problemas productivos

1.4.2. Justificación metodológica

La metodología Kaizen permitió establecer una nueva redistribución de los puestos de trabajo, tomando en consideración las operaciones y transportes innecesarios que se generaban en el proceso, lo cual generaba una insatisfacción a la interna de la línea de producción. La metodología de las 5S, permitió tener una visión clara sobre la importancia de mantener el área de trabajo limpia y ordenada, para lo cual se emplearon check list para dar con el cumplimiento de esta metodología, la observación directa para identificar el área de trabajo a mejorar y sobretodo la comunicación entre el líder de trabajo y el personal operativo que integra la línea de producción

1.4.3. Justificación practica

Se logró mejorar la productividad, previo a la mejora de los estándares de trabajo, una nueva redistribución de los puestos de trabajo y un cumplimiento con el orden y la limpieza; consiguiendo reducir las operaciones y transportes innecesarios, dando como resultado una disminución en el tiempo de producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que busca la mejora y optimización de un sistema de producción, enfatizándose en la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios (sobreproducción, tiempos de espera, transporte, inventarios, etc.,) que no agregan valor al sistema de producción. (Hernández, y otros, 2013 págs. 10-11)

Para (Rajadell, y otros, 2010 pág. 2), se entiende por Lean Manufacturing o producción ajustada a la mejora de un sistema de fabricación mediante la eliminación de todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

2.1.1. *Objetivo del Lean Manufacturing*

El Lean Manufacturing tiene como objetivo la eliminación de desperdicios que no agregan valor al producto final, mediante la utilización de una colección de herramientas (*kaizen, kanban, 5s, heijunka, jidoka, TPM, SMED, etc.*), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. (Rajadell, y otros, 2010 pág. 1)

2.1.2. *Pilares del Lean Manufacturing*

Para (Rajadell, y otros, 2010 pág. 11), la implantación de lean manufacturing en una planta exige el conocimiento de conceptos, herramientas y técnicas con el hecho de alcanzar tres objetivos fundamentales, rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes.

Tal es así que los pilares fundamentales del lean manufacturing se han conformado de la siguiente manera:

- La filosofía de la mejora continua: el concepto Kaizen.
- Control total de la calidad: calidad que se garantiza para todas las actividades.
- El just in time.

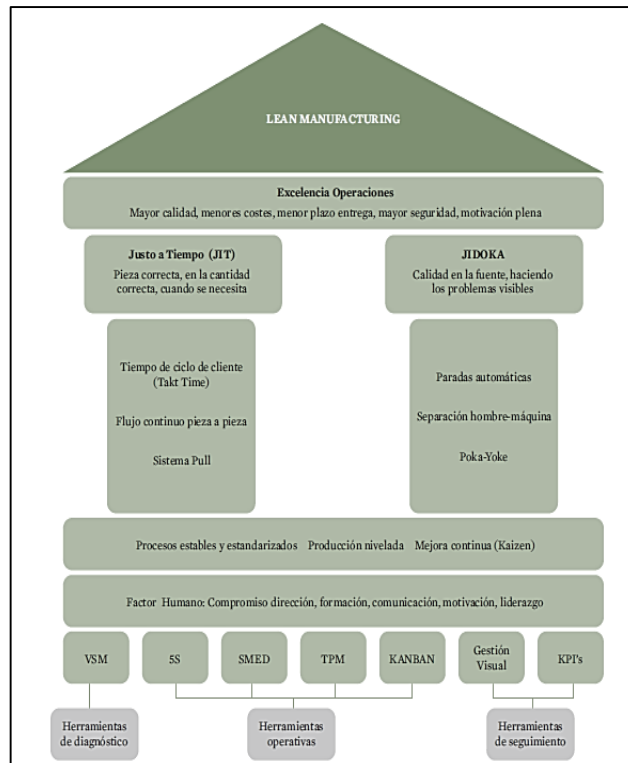


Figura 1-2: Casa del sistema de producción Toyota
Fuente: (Hernández, y otros, 2013 pág. 18)

2.1.3. Estructura del sistema lean manufacturing

(Hernández, y otros, 2013 págs. 16-17), mencionan que las estructuras del sistema lean manufacturing suponen un cambio cultural en toda la organización que contempla múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que el consultor o académico adopta y elige lo esencial para tener en cuenta los principios básicos que pueden ser utilizadas en el tema de investigación. Se detalla algunos de ellos:

- Detección de defectos y problemas.
- Eliminación de actividades improductivas.
- Aumento de la productividad y mejora continua del proceso.
- El cliente es el que determina y solicita los productos.

2.1.4. Herramientas más comunes y utilizadas en el sistema lean

Estas herramientas pueden implantarse de manera independiente o conjunta, previo a un diagnóstico de las características específicas del tema en el cual se profundizará la investigación.

(Hernández, y otros, 2013 págs. 34-35), afirman que lo verdaderamente importante es tener los conceptos claros y una visión simplificada de las técnicas que pertenecen al área de estudio, sin antes tener una firme voluntad de cambiar las cosas a mejor y centrarse en el compromiso de la empresa en invertir en su personal y promover la cultura de la mejora continua. Las herramientas más comunes y utilizadas en el sistema lean son las siguientes:

- **Las 5 S.**- técnica utilizada para mejorar las condiciones de trabajo en una empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- **Kaizen.** - es una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, reduciendo los costos de producción con sencillas modificaciones en el día a día.
- **Kanban.** – sistema de control y programación sincronizada de la producción, basada en el uso de tarjetas normalizadas.
- **Just in time.** – permite reducir costos, inventarios de materia prima, partes de ensamblaje y de los productos finales, a través de la eliminación del despilfarro o actividades que usan más recursos de los necesarios.
- **Jidoka o autonominación.** – técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar errores.
- **TPM (mantenimiento productivo total).** – sistema basado en el mantenimiento productivo que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada en las máquinas y la ineficiencia en el proceso.
- **Control visual.** - técnicas de control y comulación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el estado y avance de todas las acciones de mejora en función del proceso de producción.
- **Heijunka.** – técnica que adapta la producción a la demanda indeterminada del cliente durante un periodo de tiempo y que permite planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad.
- **SMED (minuto de intercambio).** – o cambio rápido de herramienta, es un enfoque de mejora en la reducción del tiempo de cambio (tiempo entre la última pieza

producida “A” y la primera pieza “B”), con el objetivo de emplear un sistema de disminución de tiempos de preparación.

- **VSM (mapa de cadena de valor).** - es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente.

De todas estas herramientas se hace relevancia a la aplicación de la metodología Kaizen y 5S, por ser motivo de estudio.

2.2. Metodología Kaizen

Kaizen o mejora continua, es una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas que consiste en la acumulación gradual y continúa de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados, incluyendo a los directivos. El proceso de la mejora continua se enfatiza que cuando aparece un problema productivo se detiene para analizar las causas, tomar medidas correctivas que ayuden a aumentar la eficiencia del sistema productivo. (Rajadell, y otros, 2010 págs. 12-13)

Para (Imai, 2001 pág. 39), kaizen significa mejoramiento progresivo que involucra a trabajadores, gerentes que conformen una empresa u organización. La filosofía kaizen mantiene que nuestra forma de vida sea nuestra vida de trabajo, vida social o vida familiar que merece ser mejorada de manera constante.

2.2.1. Componentes esenciales de la metodología kaizen

La metodología kaizen comprende tres componentes esenciales que ayudaran a escoger la mejor propuesta, planificar su realización y llevarla a la práctica para lograr un efecto determinado.

- **Percepción.** - descubrir los problemas.
- **Desarrollo de ideas.** - hallar soluciones creativas.
- Tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto.

2.2.2. ¿Cuándo se utilizan los eventos kaizen?

La aplicación de eventos de mejora se lleva a cabo cuando:

- Existe un problema de calidad.
- Queremos mejorar la distribución de las áreas.
- Necesitamos reducir el tiempo de preparación de las máquinas.
- Necesitamos disminuir el tiempo de entrega a los clientes (internos o externos).
- Deseamos reducir los gastos de operación.
- Necesitamos mejorar el orden y la limpieza.
- Queremos reducir la variabilidad de una característica de calidad.
- Deseamos hacer más eficientes el uso de los equipos.

2.2.3. Ciclo PHVA

(Gutiérrez, 2010 pág. 120), menciona que el ciclo PHVA o también conocido como ciclo Deming, es una secuencia lógica basada en cuatro pasos (planear, hacer, verificar y actuar), utilizada para ejecutar proyectos de manera objetiva y profunda en cuanto a la mejora de la calidad y productividad en una determinada organización.

Para (Gutiérrez, 2010 págs. 120-121), los cuatro pasos del ciclo PHVA se pueden cumplir de la siguiente manera:

1. Planear:

- Definir y analizar el problema.
- Buscar las posibles causas.
- Considerar las medidas de remedio.

2. Hacer:

- Poner en práctica las medidas de remedio.

3. Verificar:

- Revisar los resultados obtenidos.
- Prevenir la recurrencia del problema.

4. Actuar

- Conclusiones

2.3. Metodología de las 5S

Es una metodología que sigue un proceso establecido en cinco pasos y que permite organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos limpios, agradables, ordenados y seguros, bajo este paradigma se pretende atender problemas en oficinas, espacios de trabajo que generen desorden en herramientas, equipos y documentos de trabajo que se encuentran entremezclados en lugares incorrectos. Por lo tanto, bajo este escenario es preciso aplicar la metodología de las 5S. (Gutiérrez, 2010 pág. 110)

Para (Hernández, y otros, 2013 pág. 37), el principio de las 5S puede ser utilizado para romper el estilo tradicional (viejos procedimientos existentes) y adoptar una nueva cultura, en el que incluya el mantenimiento, el orden, la limpieza, la seguridad e higiene como factores esenciales dentro del proceso productivo.

2.3.1. Objetivos de la técnica de las 5S

(Rajadell, y otros, 2010 págs. 48-49), afirma que la técnica de las 5S tiene por objetivo evitar que se presenten estos síntomas disfuncionales en las empresas:

Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, herramientas, etc.

Desorden: pasillos ocupados, herramientas sueltas, cartones, etc.

No usar elementos de seguridad: gafas, guantes, auriculares, cascos, etc.

Falta de espacio en la zona de los almacenes.

Movimientos innecesarios de personas, materiales, etc.

2.3.2. Fases de la técnica de las 5S

(Gutiérrez, 2010 pág. 110), indica que la implantación de la técnica de las 5S sigue un proceso establecido en 5 pasos, cuyos nombres provienen de los siguientes términos japoneses:

- **Seiri:** eliminar
- **Seiton:** ordenar

- **Seiso:** limpiar
- **Seiketsu:** estandarizar
- **Shitsuke:** disciplina

2.3.2.1. *Seiri (eliminar)*

La primera de las 5S consiste en clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza, este principio implica en separar lo que se necesita y lo que no de los espacios laborales para evitar estorbos y elementos inútiles que originen despilfarros como pérdida de tiempo en localizar cosas, falta de espacio, materiales obsoletos, etc. (Hernández, y otros, 2013 pág. 38).

(Gutiérrez, 2010 págs. 110-111), afirma que el objetivo de la primera S es que los espacios estén libres de piezas, muebles, herramientas rotas, documentos, desechos, que no se requieran para efectuar el trabajo, por lo tanto, la aplicación de esta primera S implica aprender y librarse de las cosas, liberación de espacios, reutilización de las cosas en otro lugar que ayuden a tener un mejor ambiente de trabajo.

2.3.2.2. *Seiton (ordenar)*

Consiste en organizar y ordenar todos los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, establecer su lugar de ubicación y así, este disponible y accesible para que cualquiera lo pueda usar en el momento oportuno, así como el retorno a su posición inicial. (Hernández, y otros, 2013 pág. 39)

La implantación de Seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado.

2.3.2.3. *Seiso (limpieza)*

Esta S consiste en limpiar e inspeccionar el lugar y los equipos de trabajo para prevenir el polvo y la suciedad de todos los elementos que integran un área de trabajo, implementando acciones que permitan disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. En esta S se llevan a cabo diversas actividades que permitan tener un mayor control visual de las instalaciones (limpieza, orden, defectos, procesos,

desviaciones, etc.), utilizando herramientas básicas como diagramas de Ishikawa y los gráficos de Pareto. (Gutiérrez, 2010 págs. 111-112)

Para (Rajadell, y otros, 2010 pág. 57) , los beneficios del Seiso se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Reducción del riesgo de accidentes.
- Incremento de la vida útil de los equipos y maquinaria.
- Reducción de averías

2.3.2.4. *Seiketsu (estandarizar)*

Esta S pretende consolidar las metas alcanzadas con el uso de las primeras 3S mediante la aplicación continua de éstas, estandarizar pretende seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de la manera más práctica y fácil, ya sea con documentos, fotografías o dibujos que impliquen elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente. (Rajadell, y otros, 2010 pág. 59)

(Hernández, y otros, 2013 pág. 40), expresa que la aplicación de Seiketsu, tiene las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza.

2.3.2.5. *Shitsuke (disciplina)*

Pretende evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos en las cuatro anteriores “S”, convirtiendo en hábitos la utilización de los métodos de limpieza ya estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. La disciplina es la conexión entre las 5 “S” y el mejoramiento continuo que implica un respeto por sí mismos y por los demás que lleve a la organización a un mejor nivel de vida laboral. (Gutiérrez, 2010 pág. 112)

2.4. Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es un análisis sistemático de todas las tareas que se realizan en una determinada actividad, a tal punto de simplificar el trabajo excesivo o innecesario que se genere en una actividad de trabajo, con la finalidad de establecer normas de rendimiento respecto a las actividades que se estén realizando mediante la utilización eficaz de todos los recursos disponibles. (Kanawaty, 1996 pág. 9)

El estudio del trabajo es un medio de aumentar la productividad y da resultados porque es sistemático, tanto para investigar los problemas como para darles solución; sistemático porque se recogen todos los datos que se relacionan con la operación. (Alzate, 2006 págs. 45-46)

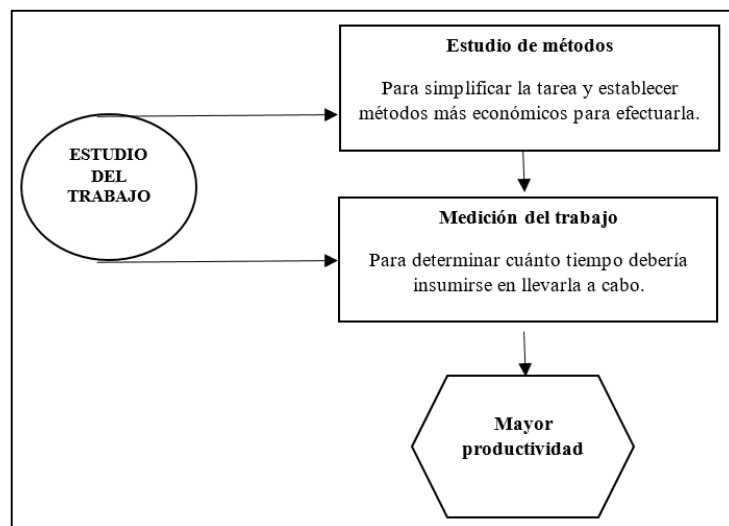


Figura 2-2: Estudio del trabajo

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 20)

2.4.1. Estudio de métodos

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de las maneras de realizar las actividades, con el fin de efectuar mejoras. (Kanawaty, 1996 pág. 19)

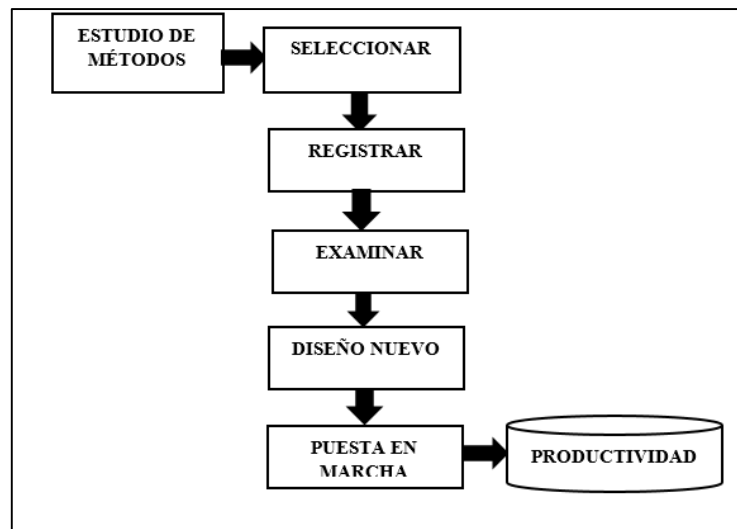


Figura 3-2: Etapas del estudio de métodos
 Fuente: (Díaz, 2014 pág. 25)

2.4.1.1. *Objetivos del estudio de métodos*

Según (García, 2005 pág. 35), el estudio de métodos persigue diversos propósitos, los cuales se resumen a continuación:

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materiales, mano de obra y máquinas.
- Aumentar la seguridad.
- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Hacer más rápido, sencillo y seguro el trabajo.

2.4.1.2. *Herramientas para el estudio de métodos*

Las herramientas más comunes para el estudio de métodos son los gráficos y diagramas, se dividen en dos categorías cada uno con su respectivo propósito:

- Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurra, pero sin reproducirlos a escala.
- Los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurra, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe la relación mutua de acciones y sucesos relacionados entre sí.

Tabla 1-2: Gráficos y diagramas para el estudio de métodos

A. Gráficos	Que indican la SUCESIÓN de los hechos Cursograma analítico
B. Gráficos	Que se incluya el tiempo Que se incluya las distancias Que se incluya el transporte

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 84)

2.4.1.3. Símbolos utilizados en gráficos y diagramas

La *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*, estableció un estándar de simbología que puede ser utilizada en un sinnúmero de procesos, puesto que esta simbología permite ahorrar mucha escritura y sobretodo permite indicar con mucha claridad todo lo que ocurre en una actividad. (Janania, 2008 pág. 7)

La simbología ASME es la siguiente:

- **Operación:** se grafica una operación cuando el material sufre una transformación durante el proceso, es decir cuando se cambia intencionalmente la característica del material. (Díaz, 2014 pág. 25)

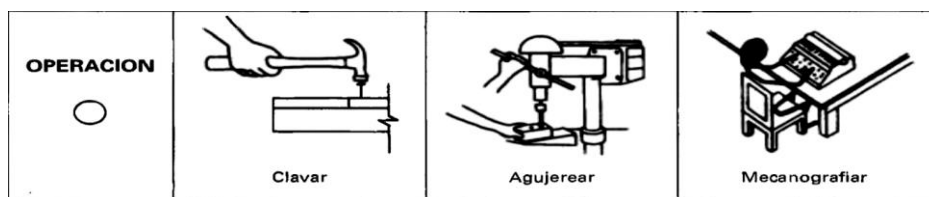


Figura 4-2: Simbología y actividades de operación

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 87)

- **Inspección:** se grafica una inspección cuando un objeto es examinado para su identificación, así como para verificar la calidad y características de un producto. (García, 2005 pág. 50)

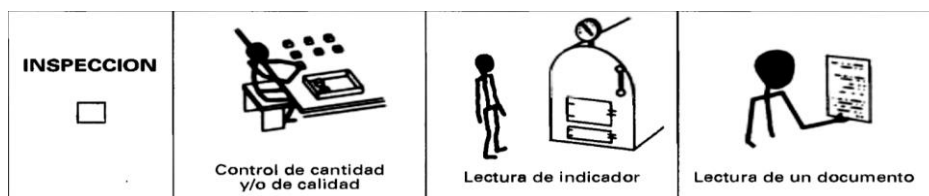


Figura 5-2: Símbolo y actividades de inspección

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 87)

- **Transporte:** se grafica un transporte cuando el material se desplaza de un lugar a otro, indica si el proceso avanza o retrocede, mide las distancias que recorre. (Díaz, 2014 pág. 29)

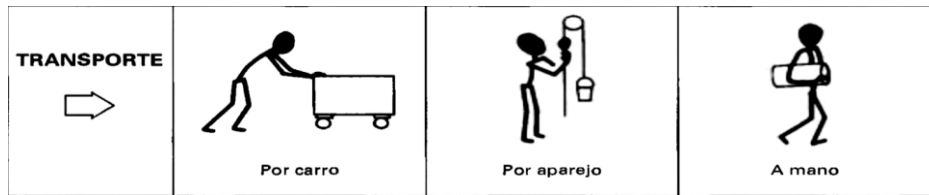


Figura 6-2: Símbolo y actividades de transporte

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 87)

- **Demora:** se grafica una demora cuando el proceso no se inicia inmediatamente después de una operación, es decir una interrupción entre la acción inmediata y la acción siguiente. (Janania, 2008 pág. 11)



Figura 7-2: Símbolo y actividades de demora

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 87)

- **Almacenamiento:** se grafica un almacenamiento cuando se guarda el material o producto en un lugar seguro y necesita de una orden superior para ser retirado. (Díaz, 2014 pág. 29)

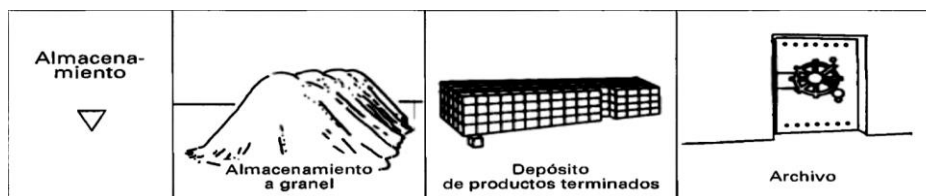


Figura 8-2: Símbolo y actividades de almacenamiento

Fuente: (Kanawaty, 1996 pág. 87)

2.4.1.4. Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama que muestra toda la trayectoria de un producto o procedimiento, utilizando los símbolos de operación, inspección, transporte, demora y almacenamiento. (Kanawaty, 1996 pág. 91)

- **Cursograma de material.** - diagrama que registra como se manipula o trata el material.
- **Cursograma de equipo.** - diagrama que registra como se usa el equipo.
- **Cursograma de operario.** - diagrama que registra todas las actividades de la persona que trabaja. (Kanawaty, 1996 pág. 91)

2.4.2.2. Criterio de la General Electric

(NIEBEL, y otros, 2009 pág. 340), menciona que la práctica estadística no puede estar completamente gobernada por el análisis de tiempos, ya que demanda grandes tamaños de muestra por la gran dispersión de lecturas; es por ello que sugiere para la selección del número de ciclos a observar, la aplicación de la tabla propuesta por la General Electric Company.

Tabla 2-2: Número de ciclos recomendados

Tiempo de ciclo (min)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10

Fuente: (NIEBEL, y otros, 2009 pág. 340)

2.4.2.3. Sistema de valoración Westinghouse

Es un sistema de calificación que fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation en el año de 1940, el cual consta de cuatro factores que ayudan a evaluar el desempeño de los operarios en su área de trabajo: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (NIEBEL, y otros, 2009 pág. 358)

- **Habilidad:** se refiere a la destreza que tenga el operario para realizar un determinado trabajo, y que está relacionada a la experiencia y aptitudes que se hayan adquirido en el lugar de trabajo. Este factor aumenta a medida que transcurre el tiempo, debido al acoplamiento del trabajo, el cual proporciona una mejor velocidad y suavidad en los movimientos. (NIEBEL, y otros, 2009 pág. 358)

Tabla 3-2: Valoración de la habilidad

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: (Niebel, y otros, 2009 pág. 359)

- **Esfuerzo:** es una demostración de la voluntad para trabajar de una manera eficiente, es decir, el empeño que pone el operario para llevar a cabo sus actividades. (NIEBEL, y otros, 2009 pág. 358)

Tabla 4-2: Valoración del esfuerzo

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Fuente: (Niebel, y otros, 2009 pág. 359)

- **Condiciones:** se consideran las condiciones que afectan directamente al operario y no al proceso como la ventilación, temperatura, iluminación y el ruido. (NIEBEL, y otros, 2009 pág. 359)

Tabla 5-2: Valoración de las condiciones

+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: (Niebel, y otros, 2009 pág. 359)

- **Consistencia:** es la forma repetitiva de acción de la persona en un determinado trabajo.

Tabla 6-2: Valoración de la consistencia

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: (Niebel, y otros, 2009 pág. 360)

2.4.3. Tiempo normal

Para (Díaz, 2014 pág. 68), es el tiempo que emplea un trabajador en realizar un proceso, trabajando a ritmo normal y que está influenciado por la calificación de actuación de un trabajador. El tiempo normal está constituido por la siguiente formula:

$$T_n = T_m \times F_v$$

$$T_n = T_m \times [1 + (H + E + C + K)]$$

Donde:

- T_n = tiempo normal
- T_m = tiempo promedio
- F_v = factor de valoración
- H = habilidad
- E = esfuerzo
- C = condiciones
- K = consistencia

2.4.4. Tiempo estándar

Es el tiempo requerido para que un operario plenamente calificado, trabajando a un ritmo normal lleve a cabo una operación. (Díaz, 2014 pág. 68)

$$T_s = T_n \times (1 + \%S)$$

Donde el %S (Suplementos), está en función de la tabla recomendada por la OIT

2.4.4.1. Suplementos

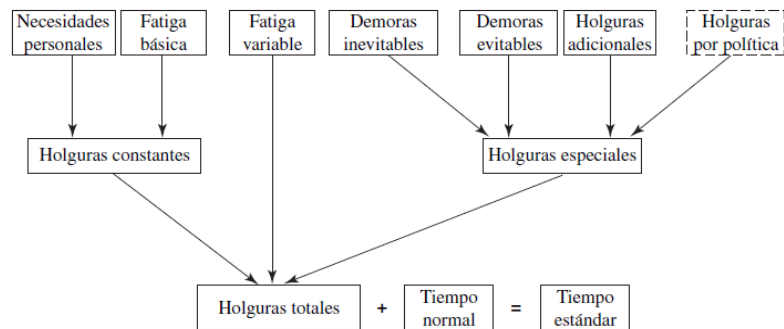


Figura 10-2: Tipos de suplementos

Fuente: (Niebel, y otros, 2009 pág. 367)

Los suplementos, es el tiempo que se le concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos y demoras que se generaron en el transcurso del proceso. (MANOBANDA BOSQUE, 2017 pág. 20)

2.5. Hojas de trabajo estandarizado (SOS)

(ALOMÍA, 2011 págs. 39-41) , menciona que una hoja estandarizada de trabajo es un método que describe y determina la secuencia de las actividades que debe efectuar un operador en su puesto de trabajo, en estas hojas o conocidas en sus siglas en inglés como (*standard operation sheet*) intervienen aspectos como seguridad, calidad, repetitividad y cero desperdicios.

Una hoja de trabajo estandarizado es una representación visual de la secuencia de actividades que realiza un operador, los tiempos que se requieren y recorridos que realiza el operador, así como los puntos de atención con respecto a la calidad, inspección y seguridad.

2.5.1. Utilidades de las hojas de trabajo estandarizado (SOS)

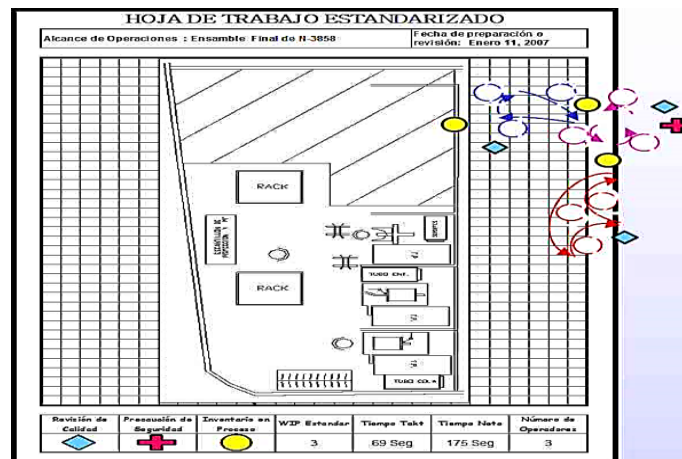


Figura 11-2: Hoja estandarizada de trabajo
Fuente: (ALOMÍA, 2011 pág. 41)

Para (ALOMÍA, 2011 págs. 39-41), las hojas estandarizadas de trabajo sirven para que el trabajador este enterado de la secuencia del proceso de trabajo y lo que se debe de realizar dentro de la operación de la máquina.

Estas hojas poseen dos aspectos muy importantes a considerar y son:

- Todos los operadores deben tener una o varios SOS para el proceso.
- Los SOS deben cumplirse siempre y cuando esté aprobada por el Líder de Equipo de Trabajo.

2.6.Productividad

La productividad se define como los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, es decir el valor de los productos (bienes o servicios) que se divide entre los valores de los recursos (costo de mano de obra, costo de equipos, etc.) que se han usado como insumos. (Krajewski, y otros, 2008 pág. 23)

Hace varios años atrás la OIT viene promoviendo un criterio liberal acerca de la productividad basada en la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos, es decir; el capital, la tierra, los materiales, la energía, la información, el tiempo, además del trabajo. (Prokopenko, 1989 pág. 4)

2.6.1. Eficaz

Cumplimiento de metas y objetivos en el menor tiempo posible.

2.6.2. Eficiente

Cumplimiento de metas y objetivos en un tiempo determinado, usando los recursos adecuadamente.

2.6.3. Importancia de la productividad

La única forma en la que una empresa o negocio pueda incrementar sus ganancias es con el aumento de la productividad, no por tanto Estados Unidos ha tenido la tasa más alta de productividad del 4 % anual durante mucho tiempo en el mundo. Sin embargo, en las últimas décadas esta se ha visto superada por la de Japón, Alemania y Corea, esta lucha se ha venido presentando debido a que cada país busca tener una mejora en sus estándares de trabajo, con la ayuda de herramientas fundamentales que se ajusten a la mejora de la productividad. (Niebel, y otros, 2009 pág. 1)

Las herramientas más utilizadas para un aumento óptimo de la productividad son la medición y el estudio del trabajo, estas pueden verse utilizadas en todos los aspectos de una industria, ventas, administración, finanzas, producción, costos y mantenimiento. (Niebel, y otros, 2009 pág. 2)

2.6.4. Criterios para analizar la productividad

Para (García, 2005 págs. 11-12), existe una gran variedad de factores para analizar la productividad, pero los más utilizados son los factores conocidos como las “M” mágicas, ya que en inglés todas empiezan con Eme. Las cuales son las siguientes:

- Hombres (man)
- Dinero (money)
- Materiales
- Métodos
- Mercados (markets)
- Máquinas (machine)
- Medio ambiente
- Mantenimiento del sistema
- Misceláneas (controles, costos, inventarios, cantidad, tiempo, etc.)
- Manufactura

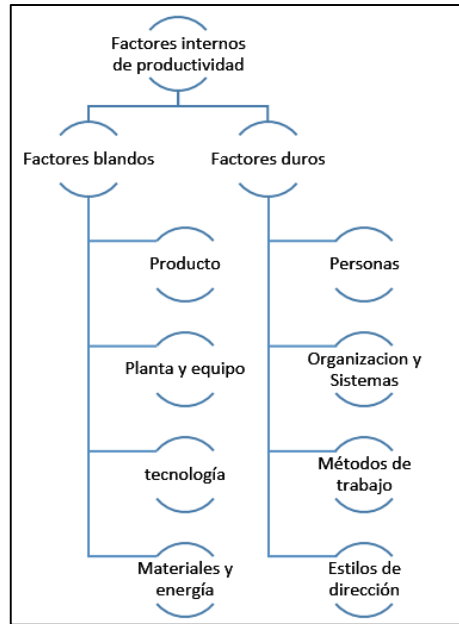


Figura 12-2: Modelos de factores internos de productividad.

Fuente: (Prokopenko, 1989 pág. 16)

2.6.5. *Medición de la productividad*

La medición de la productividad tiene como objetivo primordial mejorar el nivel de vida de las personas, con el mejoramiento de la productividad se puede aumentar la remuneración del trabajo, el capital de la empresa y beneficios de ley que ayuden a un mejor desenvolvimiento de las personas que conformen una empresa u organización. Es por ello, que cuando se incremente la productividad los precios tiendan a bajar, debido a que se está produciendo más con los mismos recursos que dispongan una empresa u organización. (Heizer, y otros, 2007 pág. 17)

Por tanto (Heizer, y otros, 2007 pág. 18) menciona que, la medición de la productividad puede ser muy directa utilizando recursos como el capital, los materiales y la energía, tal y como se muestra a continuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factores productivos empleados}}$$

2.6.5.1. *Productividad total*

La manera más rápida de analizar la productividad es interrelacionando todos los factores que intervienen en la producción para saber de qué manera se están aprovechado todos los recursos de la empresa. Este índice de productividad debe estar por encima de una

unidad para poder asegurar la utilidad de la empresa, de tal manera que nos indicará los resultados en marcha de la empresa. (Díaz, 2014 pág. 18).

2.6.5.2. *Lead time*

Para (FERRAS, 2015 pág. 55), es el tiempo que se tarda en la compra de materia prima, fabricación del producto y su distribución, en pocas palabras es, el tiempo transcurrido desde la adquisición de la materia prima hasta la entrega del producto terminado y que está representado por la siguiente ecuación:

$$\text{Lead Time} = \text{LT Abastecimiento} + \text{LT Transporte} + \text{Lt Produccion}$$

Donde:

Lead-time Abastecimiento: Tiempo transcurrido desde la orden de compra hasta que la materia prima se encuentren dentro de la empresa.

Lead-time Producción: Tiempo medio de un producto en los procedimientos de producción.

Lead-time Transporte: Significa el tiempo invertido en días normales desde que se ejecuta la carga de un auto hasta que se produzca la descarga en el punto de destino.

2.6.5.3. *Tack time*

El Tack time es el tiempo en el que se debe de producir un producto para satisfacer la demanda del cliente, representa el valor de origen del ritmo de producción. (MOYANO ALULEMA, 2016 pág. 28)

(Rajadell, y otros, 2010 pág. 248), afirma que el Tack time es el tiempo en el que una pieza debe de ser producida para satisfacer las necesidades del cliente, en otras palabras es, la frecuencia en la que un producto terminado sale de la línea de producción. Y esta representada por la siguiente ecuación:

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible de trabajo}}{\text{Producción requerida}}$$

2.6.5.4. Capacidad

(MANOBANDA BOSQUE, 2017 pág. 28), afirma que la capacidad es el volumen de producción o número de unidades que puede recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo específico de tiempo.

$$TT = \frac{\text{Producción requerida}}{\text{Tiempo disponible}}$$

2.6.6. Mejoramiento de la productividad

El mejoramiento de la productividad es un proceso de cambio, en el que conviene planificar y coordinar todos los elementos principales de una organización, incluyendo la tecnología, los productos, el mercado, los valores y actitudes del personal.

La estrategia más importante para mejorar la productividad está determinada por las actitudes de las personas que trabajan en una empresa, tanto positiva como negativa, por tanto, al adoptar estos cambios se generarán actitudes positivas y conocimientos generales en toda la organización que orientarán al mejoramiento de la productividad. (Prokopenko, 1989 págs. 69-70)

2.7. Método no paramétrico de mann- whitney

Para (GARCÍA PÉREZ, 2014 págs. 641-643), es una prueba no paramétrica con la que se identifica las diferencias entre dos poblaciones basadas en el análisis de dos muestras independientes.

Pasos para efectuar la prueba:

- Se combinan dos muestras en un arreglo ordenado.
- Se determina el tamaño de las muestras n_1 y n_2 , si las muestras son mayores a 20 se consideran muestras grandes y si son menores a 20 se consideran muestras pequeñas.
- Se ordenan los valores de menor a mayor, se asigna el valor de uno al valor más pequeño.
- Cuando se encuentren valores iguales, se les asigna el promedio de los rangos.
- Se calculan los valores de U_1 y U_2 , de modo que se elija el valor más pequeño para comparar con los críticos de U Mann-Whitney de la tabla de probabilidades asociadas con valores pequeños.

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2 (n_2 + 1)}{2} - \sum R_2$$

Donde:

U_1 y U_2 : valores estadísticos de U Mann-Whitney

n_1 y n_2 : tamaño de muestra del grupo 1 y 2.

R_1 y R_2 : sumatoria de los rangos del grupo 1 y 2.

- Luego se designa mediante U a la estadística que se calcula para realizar esta prueba y el cual se basa en el número de veces que un puntaje de un grupo antecede a un puntaje de otro grupo, si hay dos grupos.
- Decidir si se acepta o se rechaza la H_0

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter:

No experimental-longitudinal: El cálculo de la muestra es en base al tiempo de producción de todo el proceso, se tomaron datos y mediante el análisis de las dos metodologías a implementar, se modificaron operaciones y transportes innecesarios que generaban un retraso en todo el ciclo de producción.

Explicativa: debido a que se analizó e interpretó toda la situación actual de la línea de puertas enrollables que ayudaron al desarrollo del objeto de estudio, identificando las causas de procesos, materiales, equipos y herramientas inadecuados, los cuales se optimizaron y explicaron logrando así una correcta mejora de la productividad en la línea de puertas enrollables.

Cuantitativa: porque el estudio se basó en la mejora de la productividad en la línea de puertas enrollables, a través de la aplicación e implementación de la metodología Kaizen y 5S, herramientas del Lean Manufacturing.

Investigación de campo: porque se estuvo en contacto directo con el personal operativo de toda la línea de producción, así como en todas sus demás instalaciones, para la toma de datos, uso y verificación de las herramientas de apoyo que se utilizan para el desarrollo del proceso.

3.2. Población y muestra

- El tamaño de muestra que se utilizó fue de 12 puertas enrollables, es decir el 25% de producción que se fabrican en un mes aproximadamente, esto según sea el plan de producción.

3.3. Plan de recolección de datos

- Para mejorar la productividad en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, se procedió a describir las actividades que forman parte de la línea, como es los materiales de trabajo, maquinaria disponible, datos históricos de producción, insumos de materia prima, etc.
- La recolección de los datos para la investigación, se realizó con el uso de una cámara de videograbación y un cronómetro decimal de horas que representa un diezmilésimo de hora es decir (0,0001), donde la observación se hizo de manera continua con la cual se pudo obtener de manera exacta el tiempo total de fabricación en jornadas normales de trabajo, posterior a eso, analizar los movimientos y métodos que se estuvieron aplicando.
- Se utilizó el cursograma analítico para describir todas las actividades que incidieron en todo el proceso de fabricación, para finalmente darles un seguimiento y mejora.
- Para la recolección de distancias recorridas en el transcurso del proceso de fabricación, se utilizó un flexómetro, estas distancias recorridas se colocaron en el cursograma analítico.
- Se utilizó una cámara fotográfica para evidenciar cada uno de los puestos de trabajo y de sus demás instalaciones, para realizar un estudio minucioso acerca de la metodología Kaizen y 5S.
- La recolección de datos sobre la metodología Kaizen y 5S, fueron receptados por un Check List, quien fue elaborado en función de las necesidades básicas que se requieren para el uso y funcionamiento de estas dos metodologías.

3.4. Diseño metodológico

- Para la mejora del proceso, se realizó un análisis ordenado a través del círculo de Demming o ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar)
- Mediante la utilización de una filmadora, cámara fotográfica, cursograma analítico, check list, se determinó la situación actual del proceso que se ejecuta en la elaboración de puertas enrollables.

- Con la ayuda de hojas de chequeo (check list) se evaluó la aplicación de los principios de la metodología Kaizen y 5S en el interior de la línea de producción.
- Para la medición de la productividad se utilizaron indicadores como la capacidad instalada, el tiempo de ciclo, tiempo normal, tiempo estándar, Tack time y lead time, con el fin de conocer la situación actual de la línea de producción.
- A través de hojas estandarizadas de proceso y una nueva adecuación de los puestos de trabajo mediante la aplicación de la mejora continua (Kaizen) y metodología de las 5S, se definió el nuevo proceso de elaboración de puertas enrollables
- Para la eliminación de los elementos innecesarios que afecten el ciclo de producción, se hizo el uso y la aplicación de tarjetas rojas, con el fin de ordenar los materiales y herramientas de trabajo según su frecuencia de uso
- Con la implementación de un manual de limpieza, se estableció una nueva cultura al cambio, en puestos de trabajo, almacenamiento, maquinaria.
- Mediante la aplicación de la mejora continua (Kaizen) y la metodología de las 5S, se implementó la nueva metodología de trabajo.
- Evaluar los resultados mediante el uso y aplicación de check list, indicadores de medidas de productividad, capacitación al personal, control visual, correcto uso y orden de los materiales de trabajo.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Generalidades de la empresa

4.1.1. *Reseña Histórica*

Industrias Metálicas Vilema (IMEV), es una empresa constituida legalmente como privada, la cual se dedica desde hace ya 23 años a la elaboración de productos de metalmecánica, iniciando sus actividades primogénitas en la producción de ventanas de ángulos y ciertas puertas constituidas de tol, que se las atendían bajo pedidos para clientes de los sectores limítrofes al lugar.

Ya para el año de 1998 se inclina hacia la línea de la ebanistería, dando excelentes resultados, luego más tarde para el año 2001 se inducen a la fabricación de puertas y ventanas enrollables, que en la actualidad es uno de sus fuertes, generando una excelente rentabilidad para la misma; en el 2004 prueban en el área del aluminio y vidrio forjado o conocido también como marquetería artística, finalmente para el año 2006 implementan el automatismo entre sus actividades.

Gracias al enfoque de liderazgo y compromiso constante de quienes conforman la entidad, en el año 2007, la empresa fue nominada por el Gremio de Mecánicos de la ciudad de Riobamba, como, la empresa cerrajera líder en la provincia de Chimborazo, a su vez que también fue reconocida por la Ilustre Municipalidad del cantón Guano como la industria más importante que aporta un gran desarrollo generando un decremento en el índice del desempleo para el cantón Guano.

A consecuencia de la aprobación del certificado de calificación artesanal, emitida por la Junta Nacional de Defensa del Artesano, favorece a la empresa de tal manera que realiza sus declaraciones de impuesto con un 0%, además de que se exhorta el pagar los décimos y fondos de reserva a su cuerpo de trabajo.

La obtención del Certificado de calificación artesanal otorgado por la Junta nacional de Defensa del Artesano beneficia a la empresa realizar sus declaraciones de impuestos con el 0%, además se exime de pagar los décimos y fondos de reserva a sus colaboradores.

4.2. Planificación (PHVA)

4.2.1. Datos de la empresa

En la tabla 1-4 se detalla los datos primordiales de la empresa.

Tabla 1-4: Datos de la empresa

RAZÓN SOCIAL		Industrias Metálicas Vilema (IMEV)			
SECTOR ECONÓMICO		Metalmecánica / cerrajería			
CATEGORÍA		Industrial			
TIPO DE EMPRESA		Microempresa familiar de producción			
RUC		060411701-001			
LOCALIZACIÓN	Provincia	Chimborazo			
	Ciudad	Riobamba			
	Cantón	Guano	Dirección	Km 3½ vía a Guano	
				Parroquia	La Matriz
			Sector	La Capilla	
CONTACTOS					
Gerente propietario	Flavio Marcial Vilema Padilla		Teléfono	(03) 222 1071	
Gerente general	Marisela Vilema		Teléfono	0999716336	
Producción	Sr. José Molina		Teléfono	0984265214	
PAGINA WEB			www.imev.com.ec		
CORREO INSTITUCIONAL			imev.acero@hotmail.com		

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.2.2. Localización

Las instalaciones administrativas y operativas de Industrias Metálicas Vilema (IMEV), se encuentran ubicadas en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, parroquia La Matriz, sector La Capilla, con una latitud de: 1°37'45.97"S, longitud: 78°38'5.08"O, como se observa en la figura 1-4.



Figura 1-4: Localización, Industrias Metálicas Vilema

Fuente: Google Earth Pro

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019



Figura 2-4: Localización, Industrias Metálicas Vilema

Fuente: Google Earth Pro

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.2.3. *Productos de la empresa*

El área física de la empresa y la maquinaria de metalmecánica que se maneja en el interior de la misma, se encuentra en la capacidad de ofrecer productos prefabricados bajo las especificaciones del cliente y materiales de buena calidad (**Véase Anexo A**).

4.2.4. *Misión*

Industrias Metálicas Vilema produce y comercializa productos relacionados a la cerrajería mecánica, gracias a la ayuda de maquinaria industrial y al aporte incondicional de sus trabajadores capacitados, garantizando exclusividad en sus productos y satisfacción de sus clientes en la provincia de Chimborazo.

4.2.5. *Visión*

Ser una industria líder en el Mercado de la Provincia de Chimborazo entregando a nuestros clientes productos de calidad garantizados, procurando siempre que las obras cubran sus expectativas.

4.2.6. *Valores Institucionales*

- Calidad
- Compromiso
- Eficiencia
- Responsabilidad
- Comunicación
- Trabajo en equipo

4.2.7. Organigrama estructural

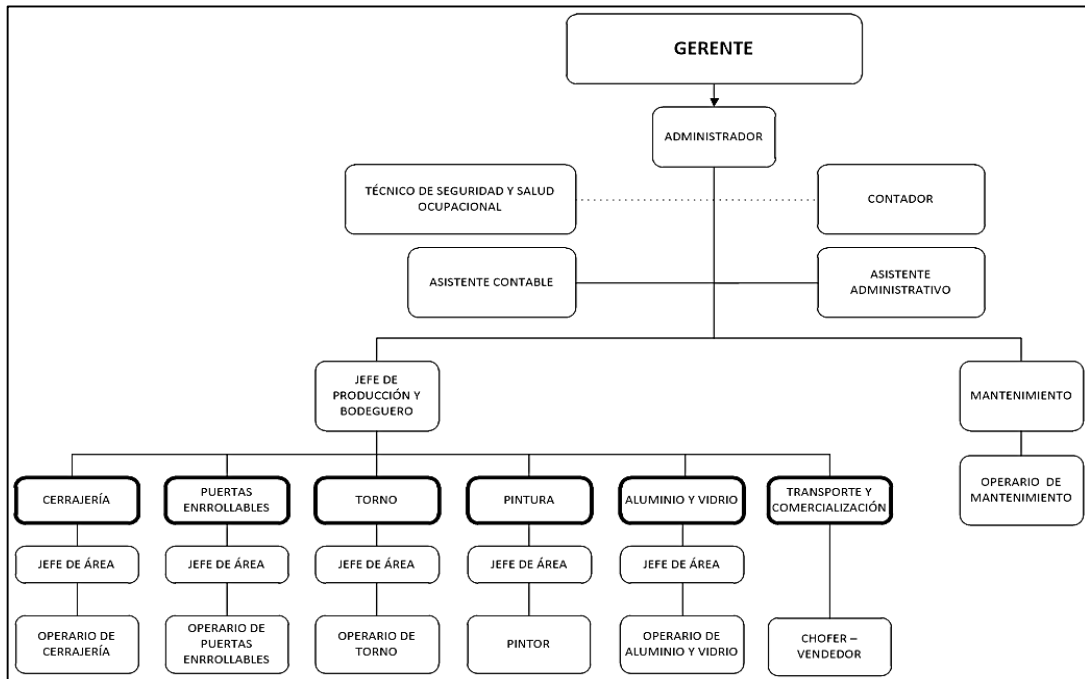


Figura 3-4: Organigrama estructural de Industrias Metálicas Vilema

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.2.8. Descripción de los cargos de la empresa

En la tabla 2-4 se muestra la descripción de las funciones de trabajo de cada cargo que presenta la empresa IMEV.

Tabla 2-4: Descripción de cargos de la empresa IMEV

Descripción de cargos de la empresa IMEV	
Cargo	Función
Gerente	<p>Los gerentes de producción trabajan en la industria manufacturera y son los responsables de gestionar los materiales y los trabajadores. Se aseguran de que la producción es tan eficiente como sea posible.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- La planificación y supervisión del trabajo de los empleados; 2.- La supervisión de los procesos de producción o fabricación 3.- El control de stocks y la gestión de almacenes; 4.- La resolución de las incidencias (como las averías de la maquinaria, por ejemplo); 5.- La gestión de los recursos materiales; 6.- La búsqueda de estrategias para aumentar la eficiencia y eficacia de la producción; 7.- La innovación y el diseño de productos o servicios, etc.
Administrador	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Planeación 2.-Organización 3.-Control 4.- Comportamiento Humano
Técnico de seguridad ocupacional	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad. 2.-Adiestrar e informar sobre los programas de seguridad laboral establecidos en la empresa. 3.-Fomentar el orden y la limpieza en los lugares de trabajo. 4.-Informar sobre el uso y mantenimiento correcto de equipos de trabajo. 5.-Capacitación sobre el uso obligatorio de equipos de protección individual y colectiva. 6.-Colaborar en la investigación de accidentes laborales. 7.-Revisar la correcta ubicación de los equipos de extinción de incendios, así como su correcta ubicación. 8.-Verificar el contenido del botiquín de primeros auxilios.
Contador	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Se encarga del pago mensual a los operarios, cuentas tributarias, administración de la contabilidad. 2.- imprimir los roles de pago de cada mes. 3.-Control de gastos y cuentas por cobrar para recaudación de dinero en caja chica. 4.-Permisos para las compras de materia prima.
Asistente Contable	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Realización de operaciones ordinarias y extraordinarias relacionadas con la compra de insumos requeridos para las operaciones de la empresa. 2.- responsabilidad de llevar el registro y el control del inventario de activos institucionales y de insumos para oficina. 3.-Facturación que emite la empresa, cumpliendo con las normativas institucionales y legales que apliquen. 4.- Registro de cuentas por cobrar y por pagar de la propia empresa. 5.- Redacción de los informes contables.

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.2.9. Jornada laboral

El horario de trabajo en IMEV inicia desde las 8:00 a 18:00 de lunes a viernes con una hora consignada para el almuerzo, de esta manera la empresa cuenta con nueve horas que equivale a 540 minutos de jornada laboral.

4.2.10. Layout de la línea de producción de puertas enrollables

Industrias Metálicas Vilema (IMEV) cuenta con un área total de 1199,3 m², de los cuales 203,16 m² son utilizados para la línea de producción de puertas enrollables. En la siguiente tabla 3-4 se muestra el área utilizada en las líneas de puertas enrollables.

Tabla 3-4: Área utilizada en la línea de puertas enrollables

Área total (m ²)	Área utilizada (m ²)			Área disponible (m ²)
203,16	104,2			98,96
	Máquinas y Equipos	Insumos y Materia Prima	Ensamble y almacenamiento	
	20,20	4,48	79,52	

Fuente: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En la siguiente figura 4-4 se visualiza la distribución de la situación actual, existen puestos de trabajo, insumos, materia prima, puestos de trabajo, maquinaria, casilleros, troqueladora, taladro de pedestal, y materiales en general que obstaculizan el recorrido de un puesto a otro disminuyendo el ciclo de producción.

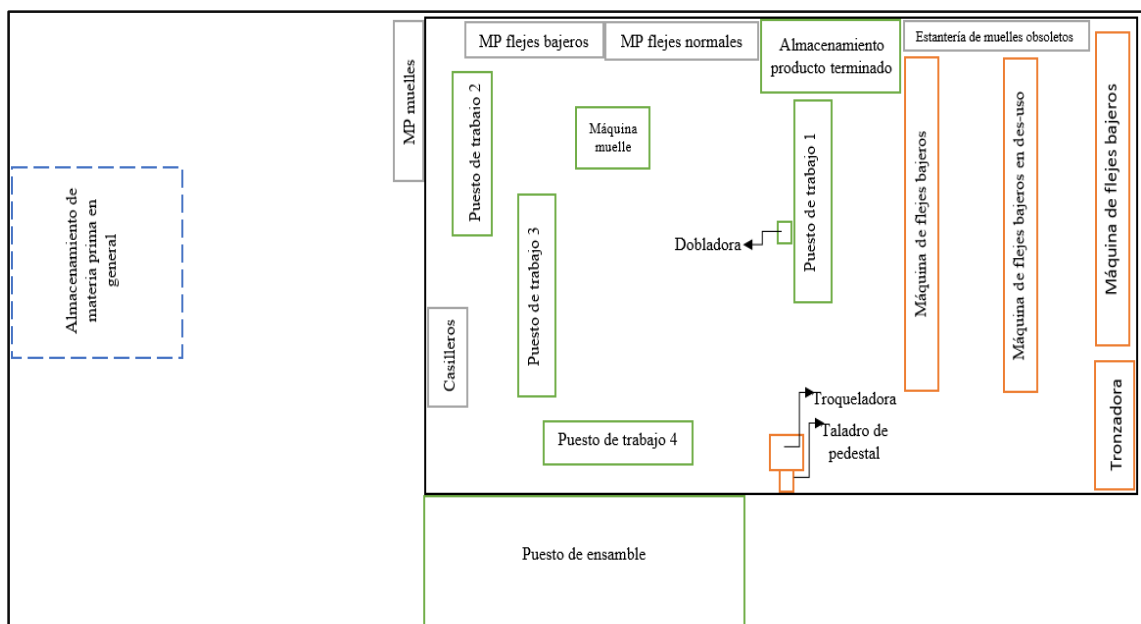


Figura 4-4: Layout de la línea de producción de puertas enrollables

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.3.Descripción de materiales

La empresa no ejecuta los estudios para la verificación de la calidad de los materiales que abastecen los proveedores ya que los mismos son los encargados de conceder certificados autorizados que acredite la calidad de los mismos. En la siguiente tabla 4-4 nos indica la descripción de los materiales.

Tabla 4-4: Descripción de materiales

Materiales	Descripción
Ángulos	3/4" x 2 mm x y 1 1/2" x 1/8mm
Bobina de flejes galvanizada	120 x 0,7 mm
Viga U	50mm x 20mm x 2mm
Pernos	3/8 x 2 1/2" y 1/4 x 3/4"
Cerradura	IMEV
Electrodos	6011
Pletina	1 x 1/8" y 3/4 x 3/16"
Varilla redonda	10mm
Rollo de alambre	5.5 mm
Tol	Galvanizado

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En lo que representa a los flejes galvanizados estos se localizan en varias ciudades del país y con un amplio mercado que contiene un peso aproximado de 240 kilogramos cada una; las bobinas de alambre son adquiridas en rollos de 500 kilogramos, los diferentes materiales tales como pletinas, canales en U, tubos, planchas de tol, varillas entre otras mencionadas en la tabla 4-4 se encuentran en piezas de 6m.

4.4.Descripción de maquinaria y herramientas.

A continuación, se describe las máquinas y herramientas empleadas para la producción de puertas enrollables.

4.4.1. Máquinas

IMEV actualmente cuenta con maquinaria de calidad para la fabricación de los diferentes productos que en la misma se elaboran. Respecto al mantenimiento que recibe la maquinaria no se ejecuta con una planificación adecuada, es decir se lo hace cuando existe baja demanda de fabricación de puertas. La asistencia y el mantenimiento inmediato lo ejecutan los operarios que utilizan las mismas, los daños de gran magnitud la empresa

contrata personal técnicos calificados para el respectivo arreglo. Para un mayor detalle de la maquinaria existente (**Véase Anexo B**).

4.4.2. Herramientas

En la siguiente tabla 5-4 se indica las herramientas.

Tabla 5-4: Descripción de herramientas

N.º	Descripción
1	Escuadra
2	Martillo combo
3	Rayador
4	Granete
5	Punta remachadora
6	Extensión
7	Plato de presión
8	Rache
9	Dado de copa
10	Broca
11	Flexómetro

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.5. Descripción del producto

Las puertas enrollables son comerciales en el sector – industrial, para el hogar, locales comerciales, bodegas, oficinas entre otros. En la siguiente tabla 6-4 se muestra las especificaciones de piezas.

Tabla 6-4: Especificaciones de piezas

Piezas	Cantidad
Rieles	2
Muelles	3
Pernos	6
Pernos –Cerradura	4
Pernos-base	24
Hoja de puerta	1
Eje	1
Cerradura	1
Base	1
Angulo	1

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.6. Área de estudio

La identificación del área de proceso de fabricación de puertas enrollables, se la realizó en cada una de las estaciones de trabajo como se puede observar en la tabla 7-4, mismas que tienen la función de elaborar las partes elementales de la puerta enrollable, para finalmente proceder con el ensamble de la puerta en general y a su vez con la instalación que se la realiza en el lugar del contrato.

Tabla 7-4: Área de estudio

Puestos de trabajo	
	
	

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.7. Situación actual de la línea de producción de puertas enrollables

4.7.1. Descripción del proceso

El proceso para la elaboración de puertas enrollables empieza cuando el cliente se encuentra interesado en adquirir el producto y posterior a eso se registra el pedido procediendo a la toma de medidas de la puerta enrollable y la ubicación donde se colocará la misma. IMEV cuenta con 6 trabajadores dentro del departamento de producción de puertas enrollables. En el gráfico 1-4 se muestra el diagrama de flujo de la situación actual del proceso de producción de puertas enrollables.

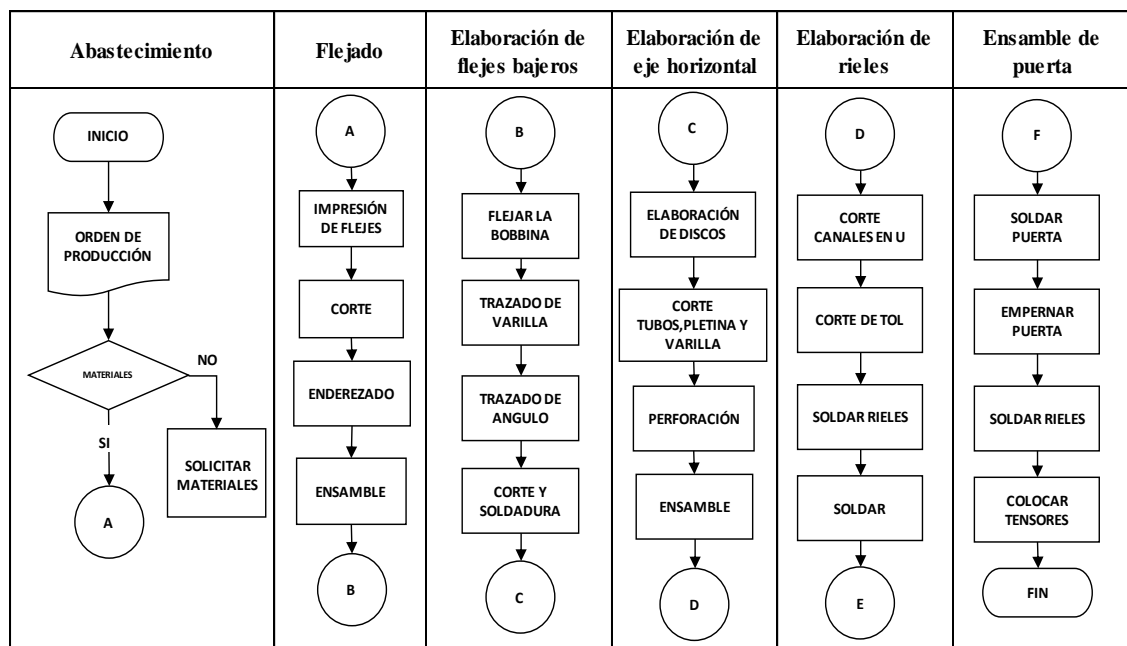








Gráfico 1-4: Diagrama de flujo de la situación actual de la línea de puertas enrollables
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.8. Diagrama de proceso para elaboración de puertas enrollables

El proceso de elaboración de puertas enrollables es continuo, en donde los seis operadores que integran la línea de producción son los encargados de fabricar la puerta y para conocer el proceso de fabricación se utilizó el diagrama de proceso con la finalidad de determinar el número de operaciones, transportes, inspecciones, demoras existentes en el proceso, así como el de determinar el tiempo exacto que tarda el proceso en elaborar las puertas enrollables. El resumen del proceso en general, con sus respectivos tiempos se encuentra en la tabla 8-4, y para un mayor detalle de las actividades (Véase ANEXO C).

Tabla 8-4: Tabla de resumen del diagrama de proceso de la situación actual

RESUMEN					
Actividad	Simbología	Cantidad	Tiempo [s]	Distancia [m]	Tiempo [h]
Operación		98	13532	0	3,76
Transporte		52	2310	754	0,64
Retrasos		0	0	0	0
Inspección		0	0	0	0
Almacenamiento		12	0	0	0
Operación combinada		2	34	0	0,0094
TOTAL		164	15876	754	4,41

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Como se puede observar que para la fabricación de una puerta enrollable en la situación actual se necesitaba un tiempo total 15876 segundos, que corresponde a 4,41 horas.

4.9.Cálculo de producción de la situación actual

Para el cálculo se tomó como datos la producción total y por unidad, costo de mano de obra y capacidad de producción actual.

Tabla 9-4: Muestra de tiempo observado

Número de observaciones de elaboración de puertas enrollables				
Actividades				
Nº	Operación [s]	Transporte [s]	Operación combinada [s]	Σ Tiempo observado [h]
1	13005	2154	30	4.22
2	13453	2326	36	4.39
3	13499	2525	38	4.46
4	13557	2271	28	4.40
5	13583	2296	40	4.42
6	13599	2343	39	4.44
7	13606	2234	35	4.41
8	13610	2523	30	4.49
9	13613	2315	34	4.43
10	13619	2211	36	4.41
11	13620	2281	29	4.43
12	13620	2246	35	4.42
Tiempo observado promedio [s] / [h]				4,41[h]

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En la tabla anterior se puede apreciar el tiempo promedio de producción de puertas enrollables que es 4,41 horas.

4.9.1. Análisis de tiempo de situación actual

Tabla 10-4: Medición del proceso actual

Datos obtenidos de medición de proceso												
	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Observación 5	Observación 6	Observación 7	Observación 8	Observación 9	Observación 10	Observación 11	Observación 12
Tiempo de producción [h]	4.22	4.39	4.46	4.40	4.42	4.44	4.41	4.49	4.43	4.41	4.43	4.42
Tiempo promedio de producción [h]	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

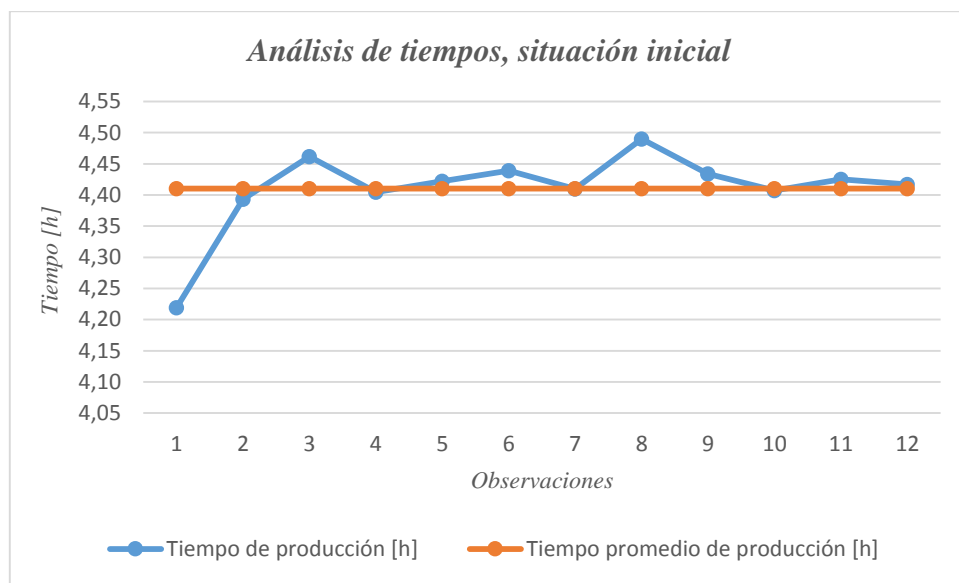


Gráfico 2-4: Variabilidad de toma de tiempos en la situación actual

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En el gráfico 2-4, se puede determinar la variabilidad existente de la toma obtenida en las 12 puertas que se tomaron como muestra para el análisis del proceso.

Tiempo total de producción= Tiempo de abastecimiento + Tiempo de producción

Tiempo total de producción= 4,41 h.

En conclusión, para la producción de 44 puertas enrollables al mes, se requiere de un tiempo total de 194,04 horas, donde se adiciona el tiempo de abastecimiento que para el caso actual es de 0 min por motivo que la empresa tiene disponible su materia prima.

4.9.2. Productividad

- Productividad actual

Para obtener las medidas de productividad se procede a utilizar la siguiente la información que se muestra en la tabla 11-4:

Tabla 11-4: Medidas de Productividad

Datos Obtenidos		Unidades
Días de Trabajo al mes	20	día
Horas de trabajo al día	10	hora
Horas de trabajo al mes	200	hora
Numero de puertas elaboradas al mes	44	unidad
Tiempo de ciclo (min/unidad de puerta enrollable)	264,6	min/unidad
Tiempo total de producción(minutos)	11642,4	min
Total de producción en horas	194,04	hora
Numero de trabajadores	6	unidad

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Posteriormente se realiza el cálculo de la productividad laboral tomando en cuenta las 44 puertas enrollables que se producen al mes junto con el periodo de tiempo de producción y números de trabajadores.

- Productividad de la jornada laboral actual

Para realizar los cálculos se considera el total de unidades que se producen al mes, entre el total de horas hombres trabajadas para la cantidad de operarios que laboran en IMEV.

A continuación, se realiza el cálculo mediante la ecuación:

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Total de unidades producidas}}{\text{Total de horas hombres trabajadas} \times \text{Num.de trabajadores}} \quad (1)$$

$$\text{Productividad laboral} = \frac{44}{194,04 \times 6} = 0.038 \text{ puerta}/(\text{hora}/\text{trabajador})$$

- Productividad en general de la situación actual.

De la misma manera, para calcular la productividad se requiere del total de unidades producidas y el tiempo total requerido, tal y como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo Total}} \quad (2)$$

$$\text{Productividad} = \frac{44}{194,04} = 0.23 \text{ puertas enrollables/hora}$$

De acuerdo a lo anterior se concluye:

La productividad laboral es de 0.038 puertas/ (hora/trabajador) lo cual indica un rendimiento muy bajo, sin embargo, se debe considerar que los operarios elaboran otro tipo de productos, la productividad en el proceso de elaboración de puertas enrollables es de 0.23 puertas por hora obteniendo una producción de 44 puertas al mes.

4.9.3. Capacidad de producción actual

- Capacidad Instalada

$$\text{Capacidad de producción instalada} = \frac{\text{Numero de unidades o piezas}}{\text{tiempo}} \quad (3)$$

$$\text{Capacidad de producción instalada} = 0.23 \frac{\text{puertas}}{\text{hora}} * 10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 20 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de producción instalada} = 46 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}$$

La capacidad instalada o requerida para la situación actual es de 46 puertas al mes, teniendo relevancia las diez horas diarias de trabajo más los 20 días al mes, determinando que la producción instalada anual es de 552 puertas anuales.

En definitiva, existe una diferencia mensual de 2 puertas y anualmente 24 puertas concluyendo que la capacidad instalada está siendo utilizada en un 94,74%.

4.10. Tiempos Lean Manufacturing

A continuación, se realiza el cálculo de Lead Time y Tack Time para determinar la situación actual de la empresa.

4.10.1. Calculo lead time

Lead-time Abastecimiento: Tiempo transcurrido desde la orden de compra hasta que la materia prima se encuentren dentro de la empresa.

Lead-time Producción: Tiempo medio de un producto en los procedimientos de producción.

Lead-time Transporte: Significa el tiempo invertido en días normales desde que se ejecuta el abastecimiento de materia prima hasta que se produzca la descarga en el punto de destino.

$$\text{Lead Time} = \text{LT Abastecimiento} + \text{LT Transporte} + \text{Lt Producción} \quad (4)$$

$$\text{Lead Time} = 4,41 \text{ horas}$$

El lead time actual es de 313,44 minutos donde su fórmula está comprendida por lead time de abastecimiento, lead time de producción y lead time de transporte para la elaboración de puertas de enrollables.

4.10.2. Calculo del Tack time

Calculo del tiempo disponible de trabajo:

$$\text{Tiempo disponible de trabajo (TDT)} = \text{hora de jornada laboral} + \text{tiempos extra} \quad (5)$$

$$TDT = 8h + 2h = 10 \text{ horas}$$

$$TDT = 480 \text{ min} + 120 \text{ min} = 600 \text{ min}$$

Calculo de los tiempos no cíclicos:

$$\text{Tiempo no ciclicos (TNC)} = \text{almuerzo} + \text{break} \quad (6)$$

$$TNC = 60 \text{ min} + 30 \text{ min} = 90 \text{ min}$$

Calculo del tiempo real disponible de trabajo:

$$\text{Tiempo real disponible de trabajo (TRDT)} = TDT - TNC \quad (7)$$

$$TRDT = 600 \text{ min} - 90 \text{ min} = 510 \text{ min} = 8,5 \text{ horas}$$

Demanda mensual puertas $2 \times 3 \text{ m}^2 = 50$ puertas

Demanda del mercado/cliente (DMC): $50 \text{ puertas} / 20 \text{ días} = 2,5 \text{ puerta/día}$ (8)

Calculo del Tack time

$$\text{Tack Time} = \frac{\text{Tiempo real disponible de trabajo}}{\text{Demanda del mercado/cliente}} \quad (9)$$

$$TT = \frac{TRDT}{DMC} = \frac{510 \text{ min/día}}{2,5 \text{ puerta/día}} = 204 \frac{\text{min}}{\text{puerta}} = 3,4 \frac{\text{horas}}{\text{puerta}}$$

Con los datos calculados se puede establecer que el Tack con el que se mueve el proceso de producción o en otras palabras la velocidad a la que se debe producir el producto para satisfacer la demanda del cliente, es de 3,4 horas para obtener 2,5 puertas al día, haciendo relación con el tiempo de ciclo no se cumple con la demanda especificada.

Tabla 12-4: Toma de tiempos observados

Toma de datos de tiempos observados en horas												
Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tiempo de proceso	4,22	4,39	4,46	4,40	4,42	4,44	4,41	4,49	4,43	4,41	4,43	4,42
Tack time	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En el gráfico 3-4 que se muestra a continuación se indica la variabilidad existente en el proceso:

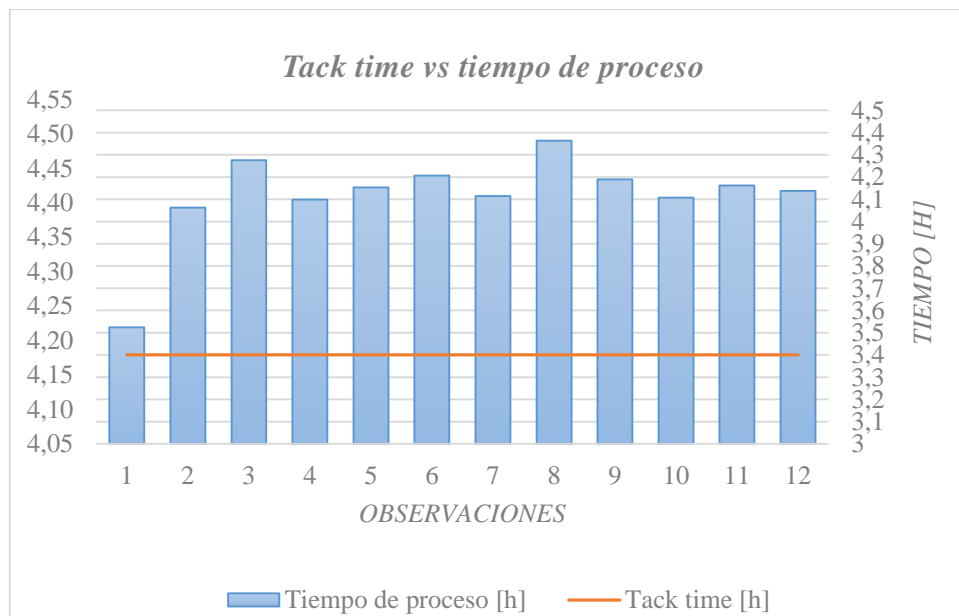


Gráfico 3-4: Comparación de Tack time vs actividades

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En el gráfico 3-4, se puede evidenciar que el tiempo de proceso sobrepasa el Tack time, de lo cual se puede concluir que no se está cumpliendo con la demanda requerida.

4.11. Análisis de costo situación actual

4.11.1. Mano de obra directa (MOD)

Tabla 13-4: Costo de mano de obra directa situación actual

Costo de mano de obra puertas enrollables				
N° Operarios		1). SBU[\$]	1)/200[h] Tasa por hora [\$]	
6		2364	11,82	
Tiempo 44 puertas [h]		1)/200[h] Tasa por hora [\$]	Costo total MO 44 puertas [\$]	
194,04	197,12	11,82	2293,55	2329,96
	190,96			2257,15
Costo de mano de obra por cada puerta [\$]			52,13	52,95
				51,30

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.11.2. Costo de materia prima (MP)

Tabla 14-4: Costo de materia prima situación actual

Costo de MP por cada puerta [\$]	
Materiales	Costo
Fleje bajero	0.9
Fleje normal	30.4
Muelle	50.69
Varilla	0,60
Pletina	2.85
Viga	9.3
Cerradura IMEV	14.95
Tubo	7.44
Tol	1.04
Ángulo	3.1
Costo total	120.67

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.11.3. Costo total

Tabla 15-4: Costo total situación actual

Costo total situación actual	
CMO	52,95
	52,13
	51,30
CMP	120,67
Costo total	173,62
	172,80
	171,97

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Al multiplicar el costo de unidad por cada puerta \$172,80 dólares por las 44 unidades que se producen al mes se obtiene un costo total de producción mensual de \$7603,20 dólares.

4.12. Análisis de problemas: Diagrama Causa-Efecto

Luego de haber analizado el sistema productivo, se utilizó el diagrama causa-efecto para determinar las falencias que existe en el proceso de fabricación de puertas enrollables. Con la ayuda de la observación directa se pudo determinar las falencias que existen en la línea de producción, dándonos como problema principal el deficiente uso de los recursos en el proceso productivo, el cual quedo definido como el bajo nivel de productividad en la línea de producción de puertas enrollables.

Para ello se utilizó la relación de las 5M, maquinaria, mano de obra, medio ambiente, método y una lluvia de ideas en función al desarrollo del proceso, ya que esta relación ayudara a identificar la causa principal del bajo nivel de productividad.

Estas ideas son clasificadas de acuerdo a las 5M y ordenadas en el diagrama causa-efecto.

- **Maquinaria:** en mal estado, falta de revisiones periódicas, maquinaria insuficiente.
- **Mano de obra:** falta de organización, personal no capacitado, falta de delegación de funciones específicas.
- **Métodos:** falta de check list, el proceso no cumple con la demanda de mercado, mala gestión de materia prima, mala organización de puestos de trabajo, mala organización en cuanto a orden y limpieza, las herramientas de trabajo no son visibles.
- **Medio Ambiente:** deficiente iluminación en el área, no hay compañerismo.

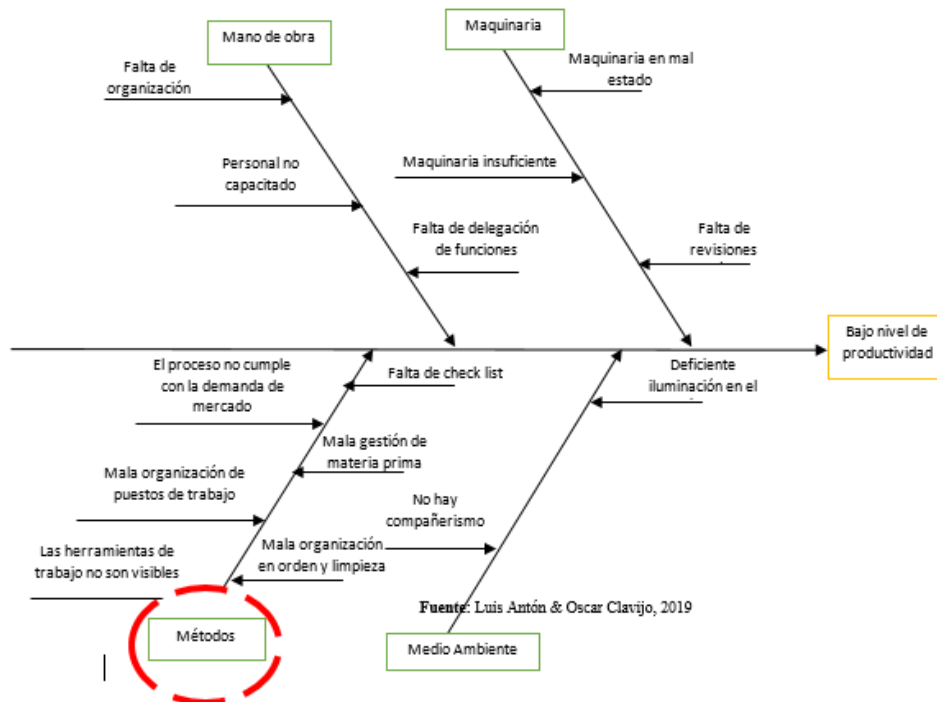


Figura 5-4: Análisis diagrama Causa – Efecto (ISHIKAWA)
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

De acuerdo al diagrama Causa-efecto y la relación 5M, se puede evidenciar que la causa del bajo nivel de productividad en la línea de producción de puertas enrollables es el método, por ser el nivel que más efectos produce en cuanto a la mala distribución de puestos de trabajo junto con la organización inadecuada en orden y limpieza. Pues estos elementos serán parte del motivo de estudio que se relacionarán con la metodología Kaizen y 5S.

4.13. Evaluación inicial del nivel de la metodología Kaizen

Antes de iniciar con el proceso de implementación es necesario conocer cómo se encuentra la situación del área de estudio con respecto a la metodología Kaizen.

Para la evaluación del nivel de la metodología Kaizen se desarrolló una encuesta a todo el personal operativo que conforma la línea de producción, el cual está conformado por 6 operarios y el líder de trabajo (Supervisor), la encuesta consta de varios ítems netamente relacionada con la metodología Kaizen y para su valoración se utilizó la escala de Likert, esta escala relaciona las respuestas colectivas en un grupo de ítems, las respuestas deben de ser puntuadas en un rango de valores.

En la tabla 16-4 se menciona el criterio utilizado para la puntuación de la encuesta.

Tabla 16-4: Valoración inicial de la metodología Kaizen.

Criterio	Puntuación
Muy mal	0
Mal	1
Regular	2
Bien	3
Muy bien	4

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En la tabla 17-4 se muestran los datos obtenidos en el área de producción de puertas enrollables, según la encuesta realizada.

Tabla 17-4: Evaluación inicial de la metodología Kaizen.

EVALUACIÓN INICIAL DE LA METODOLOGÍA KAIZEN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA		
Encuesta inicial metodología Kaizen	Evaluador: Antón Luis, Clavijo Oscar.	
Principio	Ítem	Puntaje
Elementos básicos Se refiere si se tiene alguna idea sobre la implantación de Kaizen.	Existe conocimiento sobre las 5S	1
	Tiene alguna referencia sobre la estandarización de procesos	2
Subtotal:		3 /8 (37,5%)
Mantenimiento y mejora del proceso Las actividades que se realizan tienen una relación directa al proceso productivo.	Planean la producción	2
Subtotal:		2/4 (50%)
Enfoque de los procesos Kaizen se enfoca en la reorganización de los procesos.	Existe un rediseño de los procesos	0
Subtotal:		0/4 (0%)
Enfoque de las personas Kaizen centra su mejora con la participación de los trabajadores.	Existe capacitación alguna referente a los procesos y metodologías que aplica la empresa	1
	Existe un motivación antes y después de la jornada de trabajo	1
	Existe relación empleador y empleado.	2
Subtotal:		4/12 (33,33%)
Mejora continua del trabajo diario Actividades que consuman recursos y que no cumplan con los requisitos del cliente.	Existen diagramas, cronogramas	2
	Existe una correcta administración de los problemas en el lugar de trabajo	1
	Existen mejoras rápidas (talleres, materiales, métodos de trabajo, máquinas y equipos)	1
Subtotal:		4/12 (33,33%)
TOTAL:		13/40 (32,50%)

Tabla 17-4: Evaluación inicial de la metodología Kaizen (Continua)

0= muy mal	1= mal	2= regular	3= bien	4= muy bien
------------	--------	------------	---------	-------------

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En la tabla 18-4 se muestra el valor porcentual de la tabulación de los datos obtenidos en la tabla 17-4.

Tabla 18-4: Valor porcentual inicial de la metodología Kaizen.

Principio	Calificación	Máximo	%
Elementos básicos	3	8	37,50%
Mantenimiento y mejora del proceso	2	4	50,00%
Enfoque de los procesos	0	4	0%
Enfoque de las personas	4	12	33,33%
Mejora continua del trabajo diario	4	12	33,33%
Total	13	40	32,50%

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.13.1. Análisis del valor porcentual inicial de la metodología Kaizen

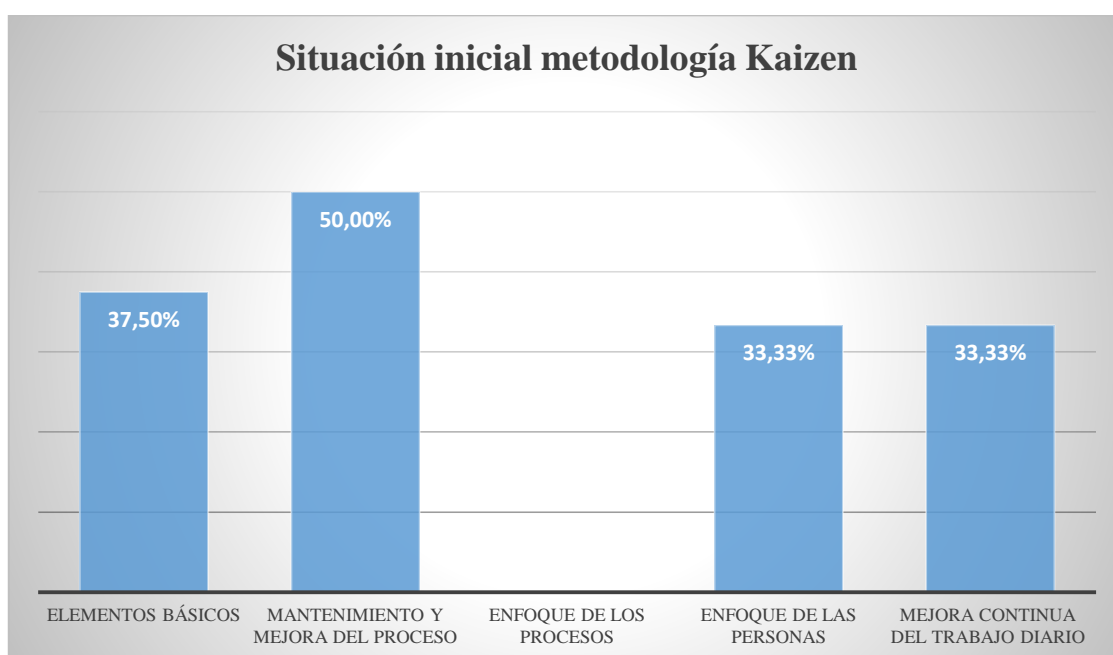


Gráfico 4-4: Análisis de la situación inicial metodología Kaizen.

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

De acuerdo al análisis de la gráfico 4-4 se puede evidenciar que el nivel de la metodología Kaizen en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, es de un 32,5% de un total de cinco principios, en donde se puede apreciar que el principio

que más nivel tiene es el de Mantenimiento y mejora del proceso con un valor porcentual del 50% respecto del máximo de puntuaciones que es de 4.

En cuanto al nivel más bajo es el Principio de enfoque de los procesos con un valor porcentual del 0% respecto del máximo de puntuaciones que es de 4, indicándonos que se requiere realizar un rediseño en el proceso de producción.

4.14. Evaluación inicial del nivel de la metodología 5S.

Para la evaluación inicial del nivel de la metodología 5S se desarrolló una encuesta a todo el personal operativo, el cual está conformado por 6 operarios y el líder de trabajo (Supervisor), de igual manera se utilizó la escala de Likert para conocer la situación real del área de estudio con respecto a cada uno de los cinco componentes que constituyen la metodología 5S, para lo cual se basó en una puntuación de 0 a 4, puntuación que se detalla en la tabla 19-4:

Tabla 19-4: Valoración inicial de la metodología 5S.

Criterio	Puntuación
Muy mal	0
Mal	1
Regular	2
Bien	3
Muy bien	4

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Cada componente de la metodología 5S cuenta con 5 preguntas sencillas, de tal manera que el trabajador las podrá responder según sea la necesidad personal, dando como resultado una puntuación máxima de 20 puntos por cada componente de la metodología.

En la tabla 20-4 se puede observar los datos obtenidos en el área de producción de puertas enrollables, según la encuesta realizada.

Tabla 20-4: Evaluación inicial de la metodología 5S.

EVALUACIÓN INICIAL DE 5S EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA				
Encuesta para metodología 5S.			Evaluador: Antón Luis, Clavijo Oscar.	
Componente	#	Artículo	Descripción	Puntaje
Seiri (Eliminar)	1	Materiales	¿Existen materiales en exceso?	1
	2	Maquinaria	¿Existe maquinaria innecesaria alrededor del puesto de trabajo?	2
	3	Herramientas	¿Existen herramientas innecesarias alrededor del puesto de trabajo?	2
	4	Control visual	¿Existe control visual?	1
	5	Estándares	¿Establecen estándares de limpieza?	0
Subtotal:				6/20 (30%)
Seiton (Ordenar)	1	Lugar	¿El lugar de trabajo y área de almacenaje está marcado?	0
	2	Artículos	¿Los artículos están ordenados?	1
	3	Cantidad	¿La cantidad de productos están ordenados?	1
	4	Vías de acceso	¿Se puede identificar líneas de acceso y almacenaje?	0
	5	Herramientas	¿Están en un lugar plenamente identificados?	0
Subtotal:				2/20 (10%)
Seiso (Limpiar)	1	Inspección	¿Se realiza la inspección de los equipos?	2
	2	Máquinas	¿Las máquinas están libres de basura, grasa o aceite?	1
	3	Piso	¿Los pisos están libres de basura, grasa o aceite?	1
	4	Habito de limpieza	¿Integran la limpieza como parte del trabajo diario?	1
	5	Responsable de limpieza	¿Existe personal responsable de verificar la limpieza?	1
Subtotal:				6/20 (30%)
Seiketsu (Estandarizar)	1	Procedimientos claves	¿Usan procedimientos claros y concisos?	1
	2	Plan de mejoramiento	¿Existe a futuro alguna mejora del proceso de producción?	3
	3	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	2
	4	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?	1
	5	Primeras 3 s	¿Están mantenidas?	1
Subtotal:				8/20 (40%)
Shitsuke (Disciplina)	1	Herramientas	¿Son almacenadas correctamente?	2
	2	Entrenamiento	¿Promueven el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas?	2
	3	Descripción del cargo	¿Realizan un control personal y de respeto por las normas que regulan el funcionamiento de la organización?	2
	4	Compañerismo	¿Mejoran el respeto de su propio ser y de los demás?	3
	5	Auditoría	¿Auditan para verificar el cumplimiento de la disciplina?	1
Subtotal:				10/20 (50%)
TOTAL:				32/100 (32%)
0= muy mal 1= mal 2= regular 3= bien 4= muy bien				

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

En la tabla 21-4 se muestra el valor porcentual de la tabulación de los datos obtenidos en la tabla 20-4.

Tabla 21-4: Valor porcentual inicial del análisis de la metodología 5S.

Componente	Calificación	Máximo	%
Eliminar	6	20	30%
Ordenar	2	20	10%
Limpieza	6	20	30%
Estandarizar	8	20	40%
Disciplina	10	20	50%
Total	32	100	32%

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.14.1. Análisis del valor inicial porcentual de la metodología de las 5S.

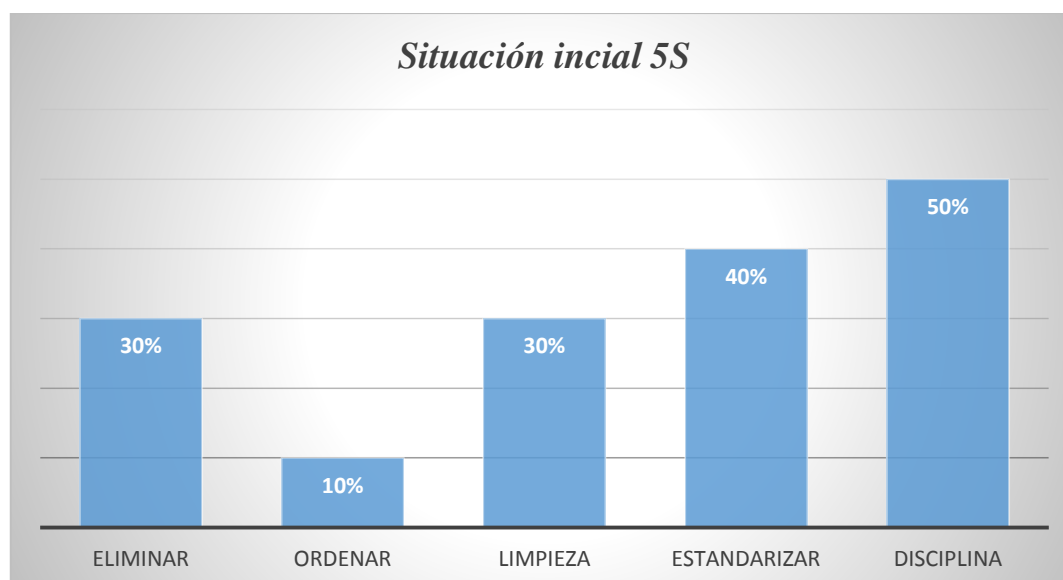


Gráfico 5-4: Análisis de la situación inicial 5S.

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

De acuerdo al análisis en la gráfico 5-4 se puede evidenciar que el nivel de la metodología 5S es del 32% en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, además nos indica que el componente más significativo es el de Disciplina con un 50% que tuvo una calificación de 10 puntos sobre un máximo de 20 y el componente que menos puntuación tuvo fue el Orden con un porcentaje del 10% con tan solo 2 puntos de un máximo de 20, para la cual en el proceso de mejora se debe enfatizar en el análisis de este componente.

La tabla 22-4 muestra la situación actual de la empresa donde se verifica el desorden existente por la falta de una distribución de puestos de trabajo, entre ellas limpieza y orden adicional como:

- Acaparamiento de materia prima en todas las áreas sin un previo orden de almacenamiento.
- Dificultad al recorrer de un área a otra que se debe a los obstáculos de la materia prima.

Tabla 22-4: Desorden existente

Actividad	Detalle	Proceso	Estrategia
Espera	Pérdida de tiempo por buscar las herramientas de trabajo	Flejado, armado	Organización, orden y limpieza
Transporte	Deficiente por la mala distribución de puestos de trabajo	Flejado, ejes y ángulos	Mejorar la distribución de los puestos de trabajo

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.15. Hacer (PHVA)

4.15.1. Implementación de la metodología Kaizen y 5S.

Una vez analizada la situación actual en base a la metodología Kaizen y 5S, y para cumplir con el objetivo principal el cual es mejorar la productividad y habiendo obtenido como problema principal la mala distribución de los puestos de trabajo y al no poseer una cultura sobre el orden y la limpieza, se procede aplicar estas dos herramientas lean, para lo cual es necesario llevar a cabo las siguientes fases representadas a continuación.

4.15.2. Fases

Etapa 1: Concientización previa. - se hizo conocer a las personas que integran la línea de producción, empezando con la alta gerencia, los gozos y beneficios que implicará implementar las dos herramientas lean.

Etapa 2: Tratamiento de la implementación. - en esta etapa se determinó las herramientas y técnicas que serán utilizadas para la implementación lean, metodología Kaizen y 5S, una vez que haya sido analizada la situacional actual.

Etapa 3: Análisis de resultados

Para determinar los resultados que se implementaran en la aplicación de las dos herramientas Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad, será necesario realizar un análisis a través de indicadores o Medidas de desempeño:

- Check list acerca de las Herramientas Lean Manufacturing (Kaizen, 5S)
- Nuevo diagrama de procesos.
- Hojas estandarizadas de proceso.
- Nueva redistribución de los puestos de trabajo.

4.15.3. Implementación para el mejoramiento de la productividad

Para el desarrollo de la implementación aplicando las dos herramientas lean, se realizaron las siguientes actividades, las cuales están divididas en dos etapas:

Etapa 1: Concientización previa

Se llevó a cabo un análisis con los miembros pertenecientes a la empresa acerca de los gozos y beneficios que implicará implementar las herramientas de la ideología Lean Manufacturing. Se elaboraron las siguientes actividades para ejecutarlos:

- a) Intervención de la alta dirección:** En una entrevista planificada con la administración y gerencia de Industrias Metálicas Vilema (IMEV), conformada por la Ing. Marisela Vilema y el Sr. Flavio Vilema, quienes con la presencia de nosotros se socializo a los trabajadores acerca de los cambios que se llevaran a cabo dentro de la línea de producción.

Etapa 2: Desarrollo de la implementación

Una vez analizada la situación actual en la línea de producción de puertas enrollables y haber determinado los retrasos en el momento del desarrollo de proceso, surge la necesidad de empezar una mejora y que este coordinada con la implementación de las dos herramientas lean. Las dos herramientas lean están conformadas por:

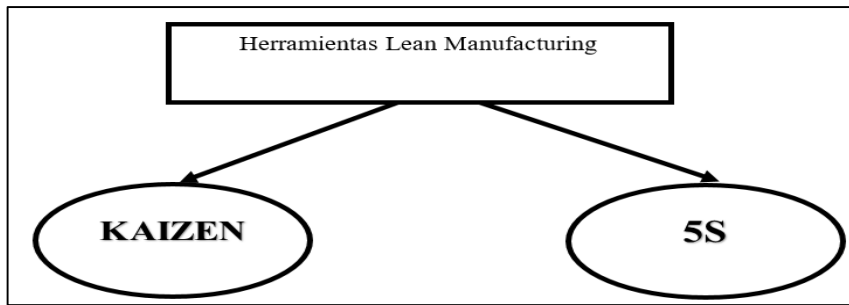


Figura 6-4: Herramientas Lean
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.16. Implementación de las dos herramientas lean

Para que la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, cumpla con la mejora de la productividad, es necesario adoptar un sistema de mejora continua, el cual los lleve a implementar ciertas herramientas que ayuden a conseguir el objetivo propuesto.

Tal es el caso de la metodología Kaizen y 5S, las cuales favorecen a la identificación y compromiso del personal y sus equipos de trabajo, induciendo a un cambio a la organización, tanto en lo motivacional, el comportamiento y una nueva estructura de trabajo.

4.17. Desarrollo del método mejorado: implementación metodología Kaizen.

Con la ayuda del diagrama Causa-efecto se determinó como problema primordial la mala distribución de los puestos de trabajo, que hace que se retrase la producción, entonces se optó por una nueva redistribución d los puestos de trabajo.

4.17.1. Layout implementación

En el Layout de la situación inicial de Industrias Metálicas Vilema se observó que existía una mala distribución de cada uno de los puestos de trabajo, donde también existían materiales y elementos ubicados indebidamente. Por aquel motivo es que es importante elaborar una mejora en la distribución de planta, es decir, redistribuir las estaciones de trabajo dentro de la sección de puertas enrollables, partiendo desde abastecimiento de materia prima hasta el producto terminado.

Para elaborar la nueva distribución de los puestos de trabajo se utilizó la metodología SLP (Systematic LayOut Planning) que es la más adecuada y utilizada para la solución de inconvenientes en lo que respecta a distribución de plantas, en donde se consideran todos

aquellos factores cualitativos. Aquella metodología si bien fue desarrollada por Richard Muther como un proceso metódico, que a su vez es aplicable a distribución que parten desde cero como también a plantas ya constituidas. El personal de trabajo y los equipos que realizan una función en general se asocian en una misma sección, de esta forma podemos diferenciar los distintos pasos a seguir para la transformación de la materia prima y obtención del producto terminado.

Si bien es cierto, antes había un exceso de despilfarros de recursos, tales como, transportes innecesarios, operaciones extras, mala distribución, no existía un puesto fijo para ciertas actividades, por lo que con el Layout implementado buscamos que exista una mejor fluidez de materiales como también de actividades varias, para así disminuir el tiempo de ciclo de elaboración de puertas enrollables. Esta metodología inserta un flujo de materiales en el estudio de distribución, estableciendo un determinado número de fases y técnicas que faciliten la identificación, valorización u visualización de los elementos involucrados en la constitución y relaciones que existen entre ellos.

El SLP está constituido de 4 fases para el desarrollo, asociados en niveles para distribución de plantas:

Fase 1: Determinación de área ocupada por estación de trabajo

Tabla 23-4: Área ocupada por estación de trabajo

N°	Estación	Área [m ²]
1	Almacenamiento MP	49,09
2	Troquelado	1,15
3	Perforación	0,77
4	Elaboración de muelles	0,90
5	Estación de trabajo 1	1,47
6	Estación de trabajo 2	1,67
7	Estación de trabajo 3	1,93
8	Estación de trabajo 4	1,53
9	Ensamble	24
10	Almacenamiento de producto terminado	3,24
11	Elaboración de flejes	11,13
12	Puesto de corte	2,07

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Fase 2: Se determinan los valores de proximidad de cada estación y la sustentación de proximidad.

- Valoración de proximidad

A beneficio de proximidad entre departamentos o estaciones de trabajo se le asigna un código de letras, como se muestra en la tabla 24-4 siguiente:

Tabla 24-4: Valor de proximidad

Conveniencia	Código	Representación
Absolutamente necesaria	A	=====
Especialmente necesaria	E	=====
Importante	I	=====
Ordinaria	O	=====
Sin Importancia	U	=====
Indeseable	X	~~~~~

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

- Justificación de proximidad

A los motivos que sustentan la proximidad entre los departamentos o estaciones se asignan las siguientes codificaciones, en la siguiente tabla 25-4 se indica el valor de proximidad.

Tabla 25-4: Justificación de proximidad

Código	Representación
1	Flujo operativo
2	Suministro de materiales

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Fase 3: En esta fase se elabora la matriz de relación de actividades, posteriormente se procede con el respectivo cálculo de superficies.

Matriz de relaciones

En la siguiente matriz se puede observar cada una de las relaciones que existen entre cada una de las estaciones de trabajo:

4.17.2. Hojas estandarizadas de proceso

Para analizar la secuencia de las actividades requeridas para realizar cada uno de los mismos, hemos elaborado hojas estandarizadas de proceso para cada uno de los operadores que conforman la línea de producción de puertas enrollables, de la misma forma se elaboraron las hojas estandarizadas de proceso para las demás actividades que se llevaran a cabo ya con la nueva implementación, (**Véase Anexo D**).

4.18. Desarrollo del método mejorado: Implementación metodología 5S.

Para desarrollar esta metodología enfocada al proceso productivo de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, se llevó a cabo la capacitación al personal acerca de la metodología 5S por parte del personal administrativo, donde primordialmente se habló acerca de la importancia de mantener el área de trabajo limpio y ordenado. Mediante la implementación de esta metodología se logró conseguir un mejor desempeño de cada operador en su respectiva área de trabajo, manteniendo un ambiente agradable y de calidad.

En la tabla 26-4 se detallan las actividades que se realizaron para implementar esta metodología.

Tabla 26-4: Procedimiento de implementación metodología 5S.

PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5S EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA						
5S	Objetivo	Actividades	Herramientas	Indicador	Participantes	Fecha
Seiri (Eliminar)	Garantizar que existan artículos necesarios y eliminar los innecesarios en cada puesto de trabajo.	Registro fotográfico del área de trabajo en la línea de puertas enrollables. Evaluar artículos necesarios e innecesarios. Diseñar y aplicar tarjetas rojas. Dejar los artículos necesarios en el lugar de trabajo. Eliminar los artículos innecesarios.	Fotografías. Tarjetas rojas.	Check List (5S)	Personal de área.	Semana 1.
Seiton (Ordenar)	Asignar un lugar determinado para materia prima, maquinaria, herramientas, etc.	Utilizar los artículos necesarios. Ubicar los artículos según su uso y necesidad. Señalizar el sitio de ubicación de cada elemento de trabajo.	Fotografías. Layout. Estanterías.	Check List (5S)	Personal de área.	Semana 2.
Seiso (Limpiar)	Establecer un programa de limpieza para el área de producción.	Limpiar cuando se ensucia cada área de trabajo. Limpiar después de cada jornada laboral	Artículos de limpieza.	Check List (5S)	Personal de área.	Semana 3.
Seiketsu (Estandarizar)	Crear un ambiente de trabajo en la cual el orden, la limpieza y la disciplina sean aceptados por el personal de trabajo.	Capacitación al personal de área acerca del bienestar laboral. Control visual del estado antes y después de los puestos de trabajo, mediante gigantografías ubicadas de manera estratégica dentro de la línea de producción.	Infocus. Gigantografías	Check List (5S)	Gerencia Administrativa. Personal de área.	Semana 4.
Shitsuke (Disciplina)	Crear un hábito en los empleados sobre la implementación de las 5S.	Colocar el material y herramienta de trabajo en su respectiva área luego de haber sido utilizado. Utilizar los EPP'S y aplicar todas las normas de seguridad establecidas por la empresa. Motivación al personal mediante incentivos económicos o distintivos como el empleado del mes por parte de la empresa.	Proyector	Check List (5S)	Gerencia Administrativa. Personal de área.	Semana 5.

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019.

Como indicador se estableció la herramienta de check list (5S), donde se evalúa cada componente de la metodología 5S y que anteriormente arrojó como resultados una puntuación de 32 puntos de un total de 100, es decir se está cumpliendo con un 32% de la metodología y el componente que menos puntuación obtuvo fue el de orden con una puntuación del 10%.

4.18.1. Implementación Eliminar-Seiri

Seiri significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios que no se requieran en el proceso de producción o en el área administrativa de una determinada organización, en las que se puede incluir herramientas, maquinaria, documentos, repuestos, etc.

Para llevar a cabo esta fase de implementación se realizaron las siguientes actividades con el propósito de eliminar y separar todo aquello que no aporte al proceso de producción.

- **Registro fotográfico:** con la ayuda de las fotografías se logró observar la problemática que existe en cuanto a la desorganización de los elementos que se ocupan en el proceso, así como el orden, seguridad y limpieza.
- **Evaluación de elementos necesarios e innecesarios:** para proceder a la realización de esta actividad se realizó un registro de cada elemento que interviene en la línea de producción. El registro constara con el elemento, su ubicación, cantidad, frecuencia de uso y la acción sugerida para su eliminación.
- **Diseño de tarjetas rojas:** esta herramienta se utiliza para eliminar del sitio de trabajo todo elemento innecesario y para determinar las acciones correctivas. Las tarjetas rojas se deben de colocar sobre todos los elementos de poco o ningún uso que deseemos retirar del área de producción y deben de ser colocadas en un lugar visible, así como evitar que se desprendan fácilmente.

En la figura 9-4 se puede apreciar la tarjeta roja a utilizar en el área de producción.

TARJETA ROJA (5S)					
		Fecha:		Código:	
		Área:		Responsable:	
1. Seleccione el tipo de categoría					
Maquinaria		Materia prima		Equipos de oficina	
Accesorios y herramientas		Instrumentos de medición			
2. Nombre del artículo:			3. Cantidad:		
4. Seleccione las razones					
No se necesita		Uso desconocido		Obsoleto	
				Otro	
Material de desperdicio		Excedente		Contaminante	
5. Seleccione el método de eliminación					
Tirar		Mover a áreas externas		Otros	
Vender		Mover a almacén (bodega)			
6. Observaciones					
Firma Autorizada					

Figura 9-4: Diseño de tarjetas rojas

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019.

- **Eliminar los elementos innecesarios:** luego que se tomó la decisión final respecto a los elementos innecesarios encontrados, se procede a determinar las acciones finales, es decir: vender, tirar, mover, etc., con el fin de organizar adecuadamente el área de trabajo.
- **Plan de acción de retiro de elementos:** una vez que se hayan marcado con las tarjetas de color los elementos innecesarios, se tomara una decisión en conjunto con el gerente acerca de mover los elementos a un lugar adecuado para su disposición final o la de eliminar completamente. Estableciendo este plan de acción se procede a ubicar materiales, maquinaria, accesorios y herramientas en el lugar adecuado.
- **Evaluación:** luego de que se haya aplicado todos los pasos anteriores se procede a realizar una evaluación sobre todas las decisiones tomadas durante el proceso de implementación.

4.18.2. Implementación Ordenar-Seiton

Ordenar consiste en definir los lugares de ubicación de los diferentes elementos que se utilizan en el puesto de trabajo, de modo que su ubicación, identificación, reposición sea rápida y eficiente.

Una vez que se haya cumplido con la primera S, se procede a determinar las zonas en donde se organizara adecuadamente cada elemento, para ello se tomó en cuenta el área disponible en la línea de producción.

Para el desarrollo de esta S se debe tener en cuenta una serie de pasos, las cuales se describen a continuación:

- **Organizar:** en esta fase se busca organizar (ordenar) cada uno de los elementos necesarios de trabajo, según sea su uso y utilidad.
- **Orden de los elementos necesario en las estanterías:** esta fase consistirá en ubicar cada elemento de acuerdo a la etiquetación de colores, identificando los grupos de herramientas en las estanterías de tal manera que disminuya el tiempo de búsqueda y por ende el proceso de producción.
- **Evaluación:** luego de que se hayan cumplido con todas las actividades anteriores se procederá a realizar un análisis de todos los sucesos ocurridos durante el desarrollo de todas las actividades.

4.18.3. Implementación Limpiar-Seiso

Seiso, consiste en limpiar todo el puesto de trabajo, máquinas y herramientas, paredes, pisos y todo lo referente al entorno de trabajo.

Para el desarrollo de esta S, se debe tener en cuenta las siguientes actividades que permitirán tener un mayor control visual de todas las instalaciones del área de producción:

- **Planificar la limpieza:** esta primera actividad consistirá en asignar responsabilidades de limpieza a los trabajadores dentro de su área de trabajo, el cual debe permanecer limpio y ordenado durante y después de la jornada de trabajo. Para ello de desarrollo un formato de limpieza que se puede observar en la tabla 27-4.

Tabla 27-4: Horario de limpieza IMEV.

INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA								
Día	Encargado	Flejadora 1	Flejadora 2	Área de corte	Área de soldadura	Resortera	Anaqueles	Bodega
Lunes								
Martes								
Miércoles								
Jueves								
Viernes								

Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

- **Elaborar un manual de limpieza:** en esta actividad se elaborará un manual de limpieza, el cual consta de todo el procedimiento a realizar, luego de que los operarios terminen su jornada de trabajo.
- **Limpieza:** en esta actividad se procede a limpiar todo tipo de suciedad que esté afectando a la maquinaria, pisos, paredes o ventanas, para lo cual se utilizarán elementos de limpieza como: escobas, guantes, detergentes, jabón, desengrasantes. En esta actividad se utiliza el Seiton para los elementos de limpieza que deben de estar almacenados en lugares fáciles de encontrar.
- **Evaluar:** en esta fase se procede a inspeccionar todo el sitio de trabajo para evaluar los resultados.

4.18.4. Implementación Estandarizar-Seiketsu

Seiketsu, pretende que se cumplan todas las tres primeras “S” y solo se obtiene cuando se trabaja continuamente los tres pasos anteriores, el cual implica elaborar estándares de limpieza y de inspección en toda el área de trabajo.

Para el desarrollo de esta S, se debe tener en cuenta las siguientes actividades.

- Es necesario que todo el personal conozca acerca de todas las responsabilidades que deben de cumplir en la empresa, esto se llevará a cabo con el programa de limpieza y orden establecido.
- Integrar las acciones de clasificación, orden y limpieza en conjunto con el líder de trabajo, para lo cual se controlará con la tabla de verificación 3-5, este control deberá ser integrado antes y después de la jornada de trabajo.

En la tabla 28-4 se muestra el formato de cumplimiento 3S

Tabla 28-4: Formato de cumplimiento 3S

INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA							
Tabla de verificación 3"S"							
			Evaluador				Área
			Código				Fecha
3 "S"		Criterio				Puntuación	
Seiri		Se eliminan todos los objetos innecesarios.					
Seiton		Se observa señalización y rotulación en el área de trabajo.					
Seiso		Se mantiene limpia el área de trabajo, así como maquinaria y herramientas.					
Total:							
0-2	Insatisfactorio	3-5	Regular	6-7	Bueno	8-9	Excelente

Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

4.18.5. Implementación Disciplina-Shitsuke

Shitsuke, comprende el hábito y la utilización de todos los estándares utilizados en las anteriores cuatro "S", su aplicación garantiza que la productividad y la seguridad vayan aumentando progresivamente.

A diferencia de la eliminación, orden, limpieza y estandarización, la disciplina no es medible, pero para ello se puede crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina que sea desde la gerencia hasta los operarios. Para fomentar la disciplina es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

Papel que debe ocupar la gerencia:

- Educar al personal sobre los principios de la metodología de las 5S.
- Proveer los recursos necesarios para la implementación de las 5S.
- Evaluar el progreso de la implementación.
- Dotar equipos de protección personal (EPP'S) y ropa de trabajo.
- Definir las actividades de cada trabajador.
- Fomentar la capacitación permanente de las normas de seguridad establecidas.

Papel que debe ocupar el personal de trabajo:

- Asumir con entusiasmo la implementación de la metodología de las 5S.

- Cumplir con las actividades que sean encomendadas.
- Puntualidad.
- Colocar sus pertenencias en el sitio que se haya establecido (Loker).
- Colocar en el sitio respectivo cada material o herramienta que haya sido utilizada.
- Limpiar cada área o puesto de trabajo.
- Utilizar correctamente los EPP'S y cumplir con todas las normas de seguridad establecidas.
- Asegurarse de apagar la maquinaria una vez que se haya terminado de realizar la actividad encomendada.
- Guardar la ropa de trabajo en el Loker que haya sido asignado.

4.19. Desarrollo de la implementación

Para cumplir con la implementación de la metodología 5S, se desarrolló la capacitación a todo el personal que integra la línea de producción de puertas enrollables junto con la gerencia, la cual consistió en hacerles conocer los fundamentos teóricos y prácticos sobre la metodología lean, así como la aplicación de la metodología Kaizen y 5S.

Se evidencia la implementación de esta metodología a través de fotografías del personal que conforma la línea de producción realizando las tareas ya antes mencionadas en el plan de diseño del programa de las 5S.

Se realizaron gigantografías con la finalidad de generar interés por parte del personal de la línea de producción, para luego proceder a la capacitación correspondiente.



Figura 10-4: Gigantografías acerca de la metodología lean manufacturing.
Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

Al momento de realizar la capacitación los asistentes mostraron un claro interés sobre la nueva metodología a implementarse en la línea de producción.



Figura 11-4: Capacitación de metodología 5S.
Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

4.3.1. Desarrollo de la primera s: Eliminar-Seiri

Seiri consiste en eliminar del área de trabajo todo aquel elemento innecesario es decir eliminar todos los elementos que no son útiles para el proceso, así como clasificar los necesarios que se encuentran en una determinada área de trabajo.

Para llevar a cabo la implementación de la primera S, se observó cada puesto de trabajo existente en la línea de producción de puertas enrollables y a su vez con cada operador se mantuvo un dialogo sobre cuáles son los elementos necesarios para el desenvolvimiento

de cada una de sus actividades, se analizó cada elemento que se identificó en cada puesto de trabajo tomando en consideración la frecuencia de uso, y si el elemento es innecesario, se tomó una decisión en conjunto con el jefe de área, del cual será la acción a tomar, si se decide transferir el elemento a un área que no afecte el ciclo de producción, reciclarlo o a su vez desecharlo siempre y cuando el elemento sea obsoleto.

Para seguir con el plan de implementación de la primera s descrita en la tabla 19-4, a continuación, se detallan las actividades que se siguieron:

- **Registro fotográfico:** mediante esta actividad se evidencio la situación en la que se encontraba el área de trabajo y en la cual se evidencio un sin número de elementos que obstaculizaban el desarrollo del proceso de trabajo.

Tabla 29-4: Visualización del área de trabajo.



Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

- **Evaluación de elementos necesarios e innecesarios:** una vez que se visualizó el área de trabajo, se realizó un registro de todos los elementos que estaban situados en toda la línea de producción, los cuales se pueden evidenciar en la tabla 30-4.

Tabla 30-4: Lista de elementos identificados en la línea de producción

Lista de elementos identificados en la línea de producción de puertas enrollables						
Elemento	Cantidad	Frecuencia de uso				Acción sugerida
		Frecuente	Ocasional	Raro	Improbable	
Combo	6	X				Reubicar
Puntas de remache	2	X				Reubicar
Playo de presión	4	X				Reubicar
Sierra	1		X			Reubicar
Electrodos 6011		X				Reubicar
Escuadras	4	X				Reubicar
Soldadoras	2	X				Mantener
Niveles grandes	2		X			Reubicar
Amoladora	2	X				Mantener
Flexómetro	3	X				Mantener
Pistola de pintura	1		X			Eliminar
Llave de tubo	1		X			Eliminar
Mordaza	2	X				Mantener
Alicate	2		X			Reubicar
Playo de cuatro muelas	1		X			Reubicar
Playo de punta	1	X				Reubicar
Discos de corte en buen estado	4	X				Reubicar
Discos de corte en mal estado	3				X	Eliminar
Tachos de pintura (vacíos)	4			X		Reubicar y eliminar
Llave #11	2			X		Reubicar
Llantas	2				X	Eliminar
Guantes	6	X				Reubicar
Gafas	6	X				Reubicar
Cascos soldadores	2	X				Reubicar
Baldes	3			X		Eliminar
Escobas	2		X			Reubicar y eliminar
Orejeras	6	X				Reubicar

Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

De igual manera se identificó y se registró toda la materia prima disponible en toda el área de trabajo, la cual se ve reflejada en la tabla 31-4.

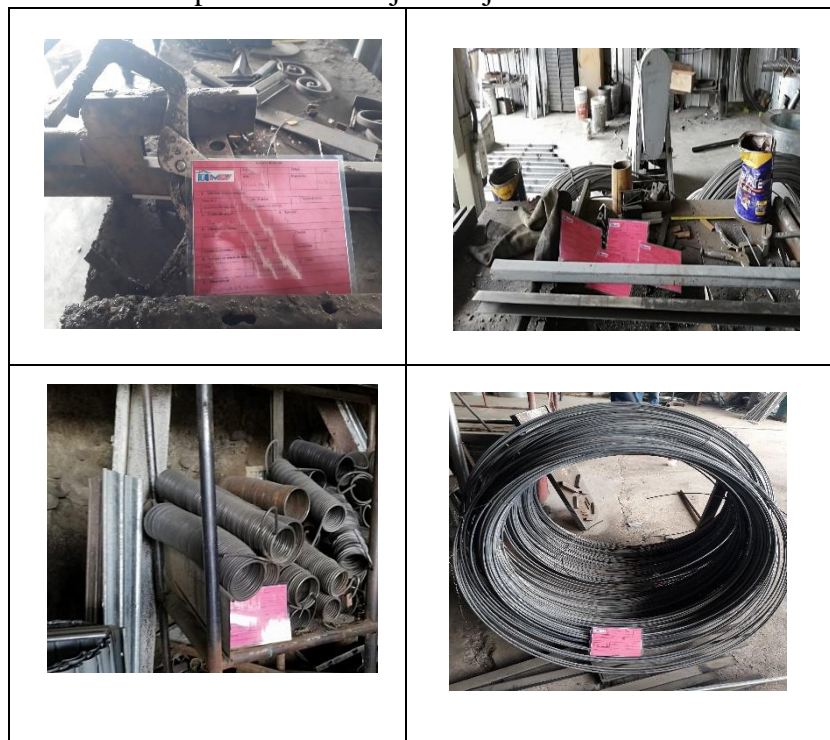
Tabla 31-4: Registro de materia prima existente

Materia prima	Cantidad	Frecuencia de uso				Acción sugerida
		Frecuente	Ocasional	Raro	Improbable	
Flejes	8	X				Reubicar
Varilla para resortes	5	X				Reubicar
Pletina	90	X				Reubicar
Plancha de tol	25		X			Reubicar
Tubos metálicos	18		X			Reubicar
Vigas	6		X			Reubicar

Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

- **Aplicación de tarjetas rojas:** una vez que se identificó todos los elementos y materia prima existente en la línea de producción, se hizo el uso de tarjetas rojas con el claro objetivo de tomar una decisión en conjunto con la gerencia, sobre todos los elementos necesarios que se requerirán para el desarrollo del proceso, así como la eliminación de los innecesarios. En la tabla 32-4 se evidencia la aplicación de tarjetas rojas.

Tabla 32-4: Aplicación de tarjetas rojas



Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

- **Elementos necesarios:** una vez aplicadas las tarjetas rojas y a modo de resumen se identificaron todos los elementos necesarios que serán utilizados de aquí en adelante para el proceso de fabricación de puertas enrollables.

Herramientas: combo, puntas de remache, playo de presión, sierra, electrodos 6011, escuadras, soldadoras, niveles grandes, flexómetro, mordaza, alicate, playo de cuatro muelas, playo de punta, disco de corte, llave #11.

Equipos de protección personal: guantes, gafas, cascos soldadores, orejeras.

Materia prima: flejes, varilla para resortes, pletina, plancha de tol, tubos metálicos, vigas.

- **Elementos innecesarios:** luego que se identificó todos los elementos necesarios, se considera como elemento innecesario a todos los elementos que no consten en el resumen anterior, de los cuales resultaron los siguientes elementos.

Pistola de pintura, llave de tubo, discos de corte en mal estado, llantas, tachos de pintura vacía.

- **Plan de acción de retiro de elementos innecesarios:** con la selección de los elementos innecesarios se tomó una decisión final en conjunto con la gerencia administrativa sobre el proceder de los elementos, y en su gran mayoría se optó por eliminar del área de trabajo aquellos elementos que no fueron considerados en la línea de producción.
- **Evaluación:** en el desarrollo de implantación de la primera s, se mostró un gran interés por parte del personal en cuanto a la identificación de todos elementos existentes en la línea de producción, así como en la aplicación y colocación de las tarjetas rojas. Logrando cumplir con la ejecución del plan de implementación descrita anteriormente.

A continuación, se presenta la evidencia fotográfica luego de la implementación de la primera s.



Figura 12-4: Antes de la implementación de la primera s.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019



Figura 13-4: Después de la implementación de la primera s.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.3.2. Desarrollo de la segunda s: Seiton-Ordenar

Una vez implantada la primera s, el siguiente paso es ordenar. Con la nueva distribución de puestos de trabajo, estudio que se realizó en el apartado anterior y la cual estuvo relacionada con la metodología Kaizen, se procedió al nuevo cambio de puestos de trabajo.

Con la aplicación de Seiton se redujo los movimientos innecesarios, esfuerzos y el tiempo de búsqueda de los elementos de trabajo, en la figura 14-4 se evidencia el caso de la materia prima como el fleje, varilla para resortes, pletina, plancha de tol que en la situación actual se encontraban en lugares inadecuados generando una demora del tiempo de producción.

Para los equipos de protección personal se asignaron casilleros individuales para cada operario, en la figura 15-4 se puede visualizar los casilleros instalados con el fin de que estos elementos no se encuentren desordenados en el lugar de trabajo.



Figura 14-4: Desorden de materia prima.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019



Figura 15-4: Asignación de casilleros.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

- **Señalización de los puestos de trabajo:** con el fin de delimitar los puestos de trabajo y las áreas de almacenamiento, se señalizó la superficie de las instalaciones de la línea de producción con una cinta de seguridad amarillo y negro, que se coloca a 80 cm de las partes más salientes de las máquinas, equipos o mesas de trabajo (según lo establecido en el artículo 74 del decreto 2393) como se muestra en la siguiente figura.



Figura 16-4: Colocación de cintas de seguridad.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Tabla 33-4: Señalización del área de trabajo

Sección	Antes	Después
Puesto de trabajo #1		
Puesto de trabajo #2		
Máquina flejadora		
Máquina resortera		
Sección de herramientas		

Realizado por: Antón, Luis & Clavijo, Oscar, 2019.

- **Evaluación:** el desarrollo de esta etapa de implementación fue acogida por la gerencia administrativa y la parte operativa, quienes gestionaron la aplicación de las

delimitaciones realizadas, pudiéndose evidenciar una mejora en la nueva distribución de los puestos de trabajo.

En la figura 18-4 se evidencia la implementación de la segunda s, según la nueva distribución de los puestos de trabajo, en donde la materia prima se encuentra ubicada cerca de cada puesto de trabajo y así reducir los esfuerzos y el tiempo de búsqueda de los elementos de trabajo.



Figura 17-4: Antes de la aplicación de la segunda s.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019



Figura 18-4: Aplicación de la segunda s.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.3.3. Desarrollo de la tercera s: Seiso-Limpieza

El Seiso consiste en limpiar de manera ordenada cada puesto de trabajo, con la finalidad de que no exista ningún tipo de suciedad, una vez haya sido finalizado el proceso de producción.

Para dar cumplimiento con el plan de implementación se desarrollaron las siguientes actividades que se describen a continuación:

- **Planificar la limpieza:** antes de iniciar con el primer paso de implementación, se efectuó una capacitación acerca de la importancia de la limpieza en los sitios de trabajo, con el claro objetivo de hacer de esta tercera s una cultura de cambio en cuanto a la limpieza y su importancia. Una vez efectuada la capacitación se planifico la limpieza a seguir, la misma que estuvo coordinada con la gerencia administrativa y el jefe de área, en donde se asignaron responsabilidades de limpieza a todo el personal operativo con la ayuda del formato de limpieza estipulado en la tabla 20-4.
- **Manual de limpieza:** se elaboró el manual de limpieza que de ahora en adelante será utilizado por parte del personal operativo de la línea de puertas enrollables (**Véase Anexo E**).
- **Instructivo de limpieza:** se realizó el instructivo de limpieza que será de mucha ayuda en la línea operativa, con el fin de que cada operario cumpla con el orden y limpieza de cada uno de sus puestos de trabajo (**Véase Anexo E**).
- **Limpieza:** una vez planificada la limpieza se suministra todos los elementos necesarios que se requerirán como: escobas, palas, brochas, basureros.
- **Evaluación:** la técnica de evaluación se desarrolló a cabalidad, por ser que la limpieza es una de las actividades que se pueden realizar sin ningún tipo de dificultad, debido a que forma parte de una cultura diaria de trabajo.

En la figura 19-4 se muestra la labor de limpieza realizada por el personal operativo de la línea de producción de puertas enrollables, esto se debe a la buena predisposición que existió para acoger y aplicar lo recomendado.



Figura 19-4: Aplicación de la tercera s.

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.3.4. Desarrollo de la cuarta s: Seiketsu-Estandarizar

Con la cuarta s, se pretende mantener el cumplimiento de las tres anteriores s en lo que se refiere a eliminar, ordenar y limpieza.

Previo a la implementación de esta S, se realizó la capacitación a todo el personal de área acerca del bienestar laboral y todo lo que implica la aplicación de Seiketsu en toda el área de producción.



Figura 20-4: Capacitación acerca de la cuarta s.
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Mediante el control visual se pretende que las condiciones de trabajo sean las adecuadas, se aplicaron fotografías de forma estratégica acerca de cómo mantener el área de trabajo un antes y después.

Con la ayuda del formato de cumplimiento de 3s descrita en la tabla 21-4, se controlará la aplicación de las tres primeras s, la cual estará dirigida por el jefe de área.

4.3.5. Desarrollo de la quinta s: Shitsuke-Disciplina

Shitsuke comprende en estimular un hábito sobre la aplicación de las cuatro anteriores “S”, en donde se necesita que por parte de los operarios exista una autodisciplina y cumplimiento de las normas y procedimientos que se han implantado para mantener el sistema productivo en condiciones adecuadas, ya que la disciplina es el canal entre las 5S y el mejoramiento continuo. Para alcanzar lo descrito anteriormente es necesario que los operarios cumplan con las siguientes actividades:

Papel que debe ocupar la gerencia:

- Educar al personal sobre los principios de la metodología de las 5S.
- Proveer los recursos necesarios para la implementación de las 5S.
- Evaluar el progreso de la implementación.
- Dotar equipos de protección personal (EPP'S) y ropa de trabajo.
- Definir las actividades de cada trabajador.

- Fomentar la capacitación permanente de las normas de seguridad establecidas.

Papel que debe ocupar el personal de trabajo:

- Asumir con entusiasmo la implementación de la metodología de las 5S.
- Cumplir con las actividades que sean encomendadas.
- Puntualidad.
- Colocar sus pertenencias en el sitio que se haya establecido (Loker).
- Colocar en el sitio respectivo cada material o herramienta que haya sido utilizada.
- Utilizar correctamente los EPP'S y cumplir con todas las normas de seguridad establecidas por la empresa.
- Asegurarse de apagar la maquinaria una vez que se haya terminado de realizar la actividad encomendada.
- Guardar la ropa de trabajo en el Loker que haya sido asignado.
- Es obligación del trabajador dejar y entregar limpio su área de trabajo, después de finalizar su jornada de trabajo.

4.20. Evaluación del área de trabajo

Una vez implementadas las cinco "S", se realizó una nueva evaluación acerca de cómo se encuentra el área de producción luego de haberse aplicado la metodología Kaizen y 5S.

Por medio del formato utilizado para el análisis de la situación actual en el capítulo dos, nuevamente se procedió a evaluar las metodologías implementadas en la línea de producción de puertas enrollables.

4.5.1. Evaluación final del nivel de la metodología Kaizen

En la tabla 34-4 se muestran los datos obtenidos en la línea de producción de puertas enrollables, según el cuestionario realizado.

Tabla 34-4: Evaluación final de la metodología Kaizen.

EVALUACIÓN FINAL METODOLOGÍA KAIZEN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA		
Cuestionario para metodología Kaizen.		Evaluador: Antón Luis, Clavijo Oscar.
Principio	Ítem	Puntaje
Elementos básicos Se refiere si se tiene alguna idea sobre la implantación de Kaizen.	Existe conocimiento sobre las 5S	3
	Tiene alguna referencia sobre la estandarización de procesos	3
Subtotal:		6/8 (75%)
Mantenimiento y mejora del proceso Las actividades que se realizan tienen una relación directa al proceso productivo.	Planean la producción	3
Subtotal:		3/4 (75%)
Enfoque de los procesos Kaizen se enfoca en la reorganización de los procesos.	Existe un rediseño de los procesos	3
Subtotal:		3/4 (75%)
Enfoque de las personas Kaizen centra su mejora con la participación de los trabajadores.	Existe capacitación alguna referente a los procesos y metodologías que aplica la empresa	3
	Existe un motivación antes y después de la jornada de trabajo	3
	Existe relación empleador y empleado.	3
Subtotal:		9/12 (75%)
Mejora continua del trabajo diario Actividades que consuman recursos y que no cumplan con los requisitos del cliente.	Existen diagramas, cronogramas	3
	Existe una correcta administración de los problemas en el lugar de trabajo	2
	Existen mejoras rápidas (talleres, materiales, métodos de trabajo, máquinas y equipos)	3
Subtotal:		8/12 (66,67)
TOTAL:		29/40 (72,5)
0= muy mal 1= mal 2= regular 3= bien 4= muy bien		

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2019

En la tabla 35-4 se muestra el valor porcentual de la tabulación de los datos obtenidos en la tabla 34-4.

Tabla 35-4: Valor porcentual de la metodología Kaizen.

Principio	Calificación	Máximo	%
Elementos básicos	6	8	75,00%
Mantenimiento y mejora del proceso	3	4	75,00%
Enfoque de los procesos	3	4	75,00%
Enfoque de las personas	9	12	75,00%
Mejora continua del trabajo diario	8	12	66,67%
Total	29	40	72,5%

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2019

4.5.2. *Análisis del valor porcentual final de la metodología Kaizen*

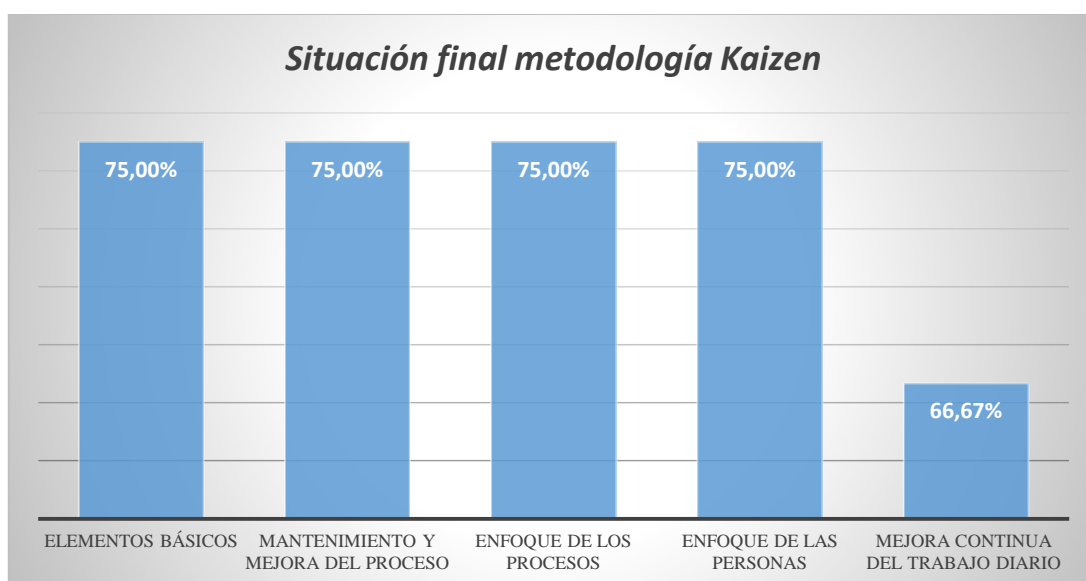


Gráfico 6-4: Análisis final metodología Kaizen

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

De acuerdo al análisis de la gráfico 6-4, el análisis final de la metodología Kaizen en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, es del 72,5%, notando un incremento del 40% y en donde se puede evidenciar que los principios que más nivel obtuvieron son los elementos básicos, mantenimiento y mejora del proceso, enfoque de los procesos, enfoque a las personas todos con un valor porcentual del 75%.

4.5.3. *Evaluación final del nivel de la metodología 5S*

En la tabla 36-4 se puede observar los datos obtenidos en el área de producción de puertas enrollables, una vez aplicada la evaluación final de la metodología.

Tabla 36-4: Evaluación final del nivel de la metodología 5S.

EVALUACIÓN FINAL DE 5S EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES EN INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA				
Cuestionario para metodología 5S.			Evaluador: Antón Luis, Clavijo Oscar.	
Componente	#	Artículo	Descripción	Puntaje
Seiri (Eliminar)	1	Materiales	¿Existen materiales en exceso?	3
	2	Maquinaria	¿Existe maquinaria innecesaria alrededor del puesto de trabajo?	4
	3	Herramientas	¿Existen herramientas innecesarias alrededor del puesto de trabajo?	3
	4	Control visual	¿Existe control visual?	4
	5	Estándares	¿Establecen estándares de limpieza?	3
Subtotal:				17/20 (85%)
Seiton (Ordenar)	1	Lugar	El lugar de trabajo y área de almacenaje está marcado.?	4
	2	Artículos	Los artículos están ordenados.?	3
	3	Cantidad	La cantidad de productos están ordenados.?	3
	4	Vías de acceso	Se puede identificar líneas de acceso y almacenaje.?	2
	5	Herramientas	Están en un lugar plenamente identificados.?	4
Subtotal:				16/20 (80%)
Seiso (Limpiar)	1	Inspección	Se realiza la inspección de los equipos.?	3
	2	Máquinas	Las máquinas están libres de basura, grasa o aceite.?	4
	3	Piso	Los pisos están libres de basura, grasa o aceite.?	3
	4	Habito de limpieza	Integran la limpieza como parte del trabajo diario.?	4
	5	Responsable de limpieza	Existe personal responsable de verificar la limpieza.?	4
Subtotal:				18/20 (90%)
Seiketsu (Estandarizar)	1	Procedimientos claves	Usan procedimientos claros y concisos.?	4
	2	Plan de mejoramiento	Existe a futuro alguna mejora del proceso de producción.?	3
	3	Ideas de mejoramiento	Se han implementado ideas de mejora.?	3
	4	Notas de mejoramiento	Se generan regularmente.?	3
	5	Primeras 3 s	Están mantenidas.?	4
Subtotal:				17/20 (85%)
Shitsuke (Disciplina)	1	Herramientas	Son almacenadas correctamente.?	3
	2	Entrenamiento	Promueven el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.?	4
	3	Descripción del cargo	Realizan un control personal y de respeto por las normas que regulan el funcionamiento de la organización.?	3
	4	Compañerismo	Mejoran el respeto de su propio ser y de los demás.?	4
	5	Auditoría	Auditan para verificar el cumplimiento de la disciplina.?	3
Subtotal:				17/20 (85%)
TOTAL:				85/100 (85%)
0= muy mal 1= mal 2= regular 3= bien 4= muy bien				

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2019

En la tabla 37-4 se muestra el valor porcentual de la tabulación de los datos obtenidos en la tabla 36-4.

Tabla 37-4: Valor porcentual final del análisis de la metodología 5S.

Componente	Calificación	Máximo	%
Eliminar	17	20	85%
Ordenar	16	20	80%
Limpieza	18	20	90%
Estandarizar	17	20	85%
Disciplina	17	20	85%
Total	85	100	85%

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2018

4.5.4. Análisis del valor final porcentual de la metodología de las 5S.

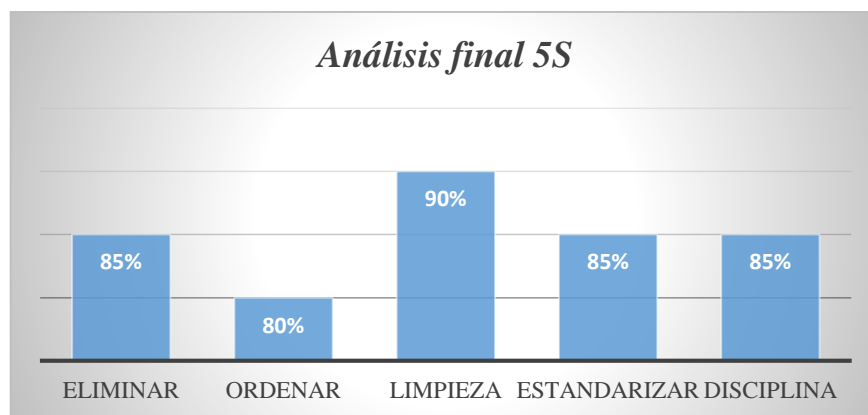


Gráfico 7-4: Análisis final metodología Kaizen.







Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

De acuerdo al análisis final de la grafico 7-4, se puede evidenciar que el nivel de la metodología 5S es del 85% en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema, indicándonos un aumento significativo del 53% en comparación al de la situación actual que fue del 32%.

4.21. Cálculo implementación herramientas lean

En la tabla 38-4 que se presenta a continuación se expresan los resultados de implementación:

Tabla 38-4: Resumen del diagrama de procesos de implementación

RESUMEN					
Actividad	Simbología	Cantidad	Tiempo [s]	Distancia [m]	Tiempo [h]
Operación		48	9469	0	2,7
Transporte		29	498	754	0,16
Retrasos		0	0	0	0
Inspección		0	0	0	0
Almacenamiento		10	0	0	0
Operación combinada		2	420	0	0,13
Total		89	10387	754	2,97

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2018

(Véase Anexo F). Diagrama de proceso general implementado

4.6.1. Cálculo de tiempo de ciclo

Se trata del tiempo disponible para cada actividad que se ejecuta dentro del proceso de elaboración de puertas enrollables.

Antes de esto se debe determinar el tiempo de ciclo real en función al factor de valoración de los operadores que relaciona la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de los mismos y los suplementos que es un valor adicional por descanso, necesidades personales, fatiga entre otros.

Para el cálculo del tiempo de ciclo, se utilizó el método de valoración de Westinghouse, del cual se obtuvo el factor de valoración para el cálculo del tiempo normal, y para el tiempo estándar se utilizó la tabla recomendada por la OIT.

En la tabla 39-4 se aprecia el tiempo observado por doce muestras, para determinar el tiempo de ciclo promedio para la elaboración de puertas enrollables:

Tabla 39-4: Número de observaciones implementación

Número de observaciones de elaboración de puertas enrollables				
Actividades				
Nº	Operación [s]	Transporte [s]	Operación combinada [s]	Σ Tiempo observado [s]
1	9469	498	420	10387
2	9551	592	460	10603
3	9584	539	448	10571
4	9580	601	492	10673
5	9597	623	518	10738
6	9640	535	468	10643
7	9675	605	496	10776
8	9751	572	519	10842
9	9545	582	496	10623
10	9560	636	515	10711
11	9711	529	486	10726
12	9714	578	505	10797
	9615	574	485	10674
Tiempo observado promedio [s] / [h]				2,97

Fuente: IMEV**Realizado por:** Luis Antón, Oscar Clavijo, 2019

Para determinar el tiempo normal se consideraron los siguientes factores de valoración:

- **Habilidad:** promedio= 0
- **Esfuerzo:** bueno= 0,02
- **Condiciones:** promedio= 0
- **Consistencia:** aceptable= -0,02

$$TN = TO * Fv \quad (10)$$

$$TN = TO * [1 + (H + E + C + K)]$$

$$TN = TO * [1 + (H + E + C + K)]$$

$$TN = 2,97 * [1 + (0,00 + 0,02 + 0,00 - 0,02)]$$

$$TN = 2,97 * [1]$$

$$TN = 2,97 [h]$$

Considerando los factores que afectan dentro de la producción, obtenemos un tiempo normal de 2,97 horas, por lo que a continuación se determinará el tiempo total de ciclo para así obtener el tiempo de ciclo real que a continuación se muestra:

$$TC = TN * (1 + S) \quad (11)$$

$$TC = 2,97 * (1 + [0,05 + 0,08])$$

$$TC = 2,97 * 1,13$$

$$TC = 3,3 [h]$$

Para poder obtener el tiempo de ciclo se consideran los factores que se refieren a necesidades personales, por fatigas personales y por factores especiales, para lo cual se seleccionó los siguientes valores de suplementos: 5% para actividades personales y 8% por fatiga.

Por lo tanto, el tiempo de ciclo para elaboración de una puerta enrollable en dimensiones de 2*3 metros, es de 3,3 horas; es muy importante evaluar este tiempo con el Tack time para determinar si satisface la demanda existente, en el gráfico 8-4 se muestra el análisis del Tack time para el nuevo método de trabajo.

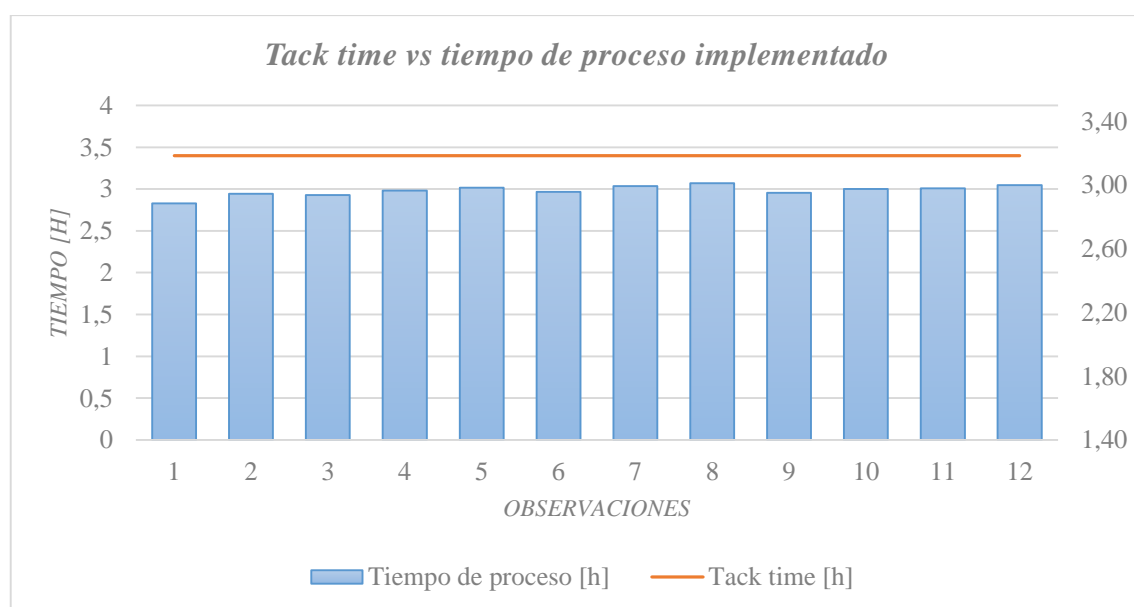


Gráfico 8-4: Tack Time implementado
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.6.2. Análisis de tiempo de implementación

Tabla 40-4: Medición del proceso mejorado

Datos obtenidos de medición de proceso												
	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Observación 5	Observación 6	Observación 7	Observación 8	Observación 9	Observación 10	Observación 11	Observación 12
Tiempo de producción	2.89	2.95	2.94	2.96	2.98	2.96	2.99	3.01	2.95	2.98	2.98	3.00
Tiempo promedio de producción	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

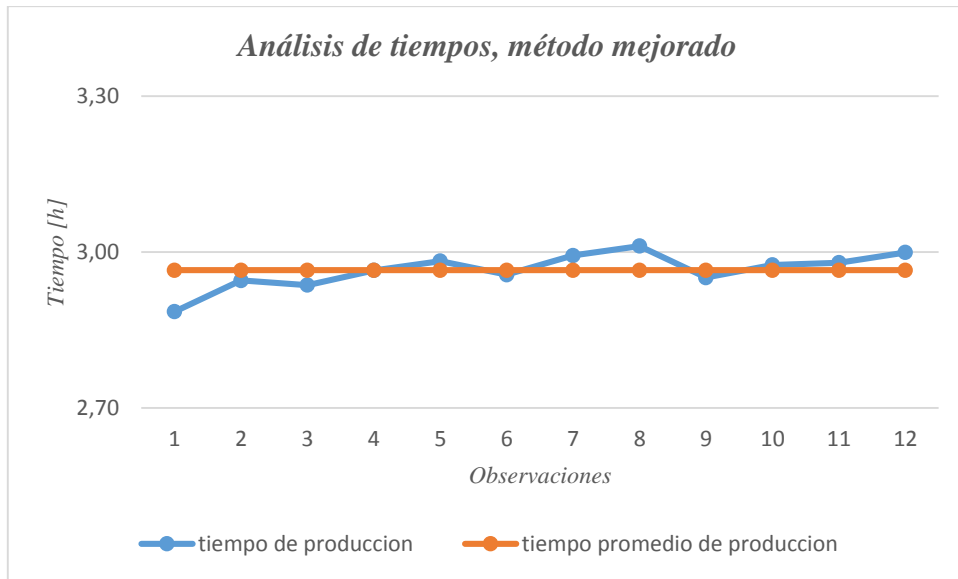


Gráfico 9-4: Medición del proceso mejorado
Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

Una vez implementado las metodologías kaizen y 5S´s se realizaron las nuevas tomas de tiempos del proceso mejorado, dando como resultado un tiempo promedio de 2,97 horas, tal como se aprecia en el gráfico 9-4.

4.6.3. Cálculos de producción de implementación

4.6.3.1. Tiempo total de producción de implementación

Se trata del tiempo disponible para cada actividad que se ejecuta dentro del proceso de elaboración de puertas enrollables.

Visualizando la tabla 40-4 se concluye, para la producción de una puerta enrollable en la implementación se requiere el tiempo de 2,97 horas, es decir, la producción semanal implementando herramientas Lean Manufacturing es de 16 puertas, al mes se llegaría a producir la cantidad de 64 puertas.

Tiempo total de producción= Tiempo de abastecimiento + Tiempo de producción

Tiempo total de producción=2,97 horas.

En conclusión, para la producción de 64 puertas enrollables al mes es de 190,08 horas.

4.6.4. Productividad

En la siguiente tabla 41-4 se indica las medidas de productividad:

Tabla 41-4: Medidas de Productividad

Datos obtenidos para implementación	
Días de Trabajo al mes	20
Horas de trabajo al día	10
Horas de trabajo al mes	200
Numero de puertas elaboradas al mes	64
Tempo de ciclo (min/unidad de puerta enrollable)	173
Tiempo total de producción(minutos)	11072
Total de producción en horas	190,08
Numero de trabadores	6

Fuente: IMEV

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2018

Posteriormente se realiza el cálculo de la productividad laboral tomando en cuenta las 64 puertas enrollables y el tiempo de ciclo por cada puerta que es de 173 min.

- **Productividad de la jornada laboral**

Aplicando la ecuación (1-4) se obtuvo:

$$Productividad\ laboral = \frac{64}{190,08 \times 6} = 0.06\ puerta/(hora * trabajador)$$

- **Productividad en general**

Aplicando la ecuación (2-4) se obtuvo:

$$Productividad = \frac{64}{190,08} = 0,34\ puertas\ enrollables/hora$$

De acuerdo al anterior cálculo se concluye:

La productividad laboral es del 0.06 puertas/ (hora*trabajador) lo cual indica que el rendimiento en sus funciones se ha elevado, es decir, ha mejorado el rendimiento en un 2,8% por cada trabajador, la productividad en el proceso de elaboración de la puerta es de 0,34 puertas por hora obteniendo una producción de 64 puertas al mes.

4.6.5. Capacidad de producción

- **Capacidad instalada**

Aplicando la ecuación (4-4), se obtuvo:

$$\text{Capacidad de produccion} = 0,34 \frac{\text{puertas}}{\text{hora}} * 10 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 20 \frac{\text{dias}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de produccion} = 70 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}$$

La capacidad instalada o requerida para la implementación es de 70 puertas al mes, tomando en consideración las diez horas diarias de trabajo más los 20 días al mes, determinado que la producción instalada anual es de 840 puertas, en la misma área de trabajo.

- Capacidad de producción real

Aplicando la ecuación (5-4), se obtuvo:

$$\text{Capacidad de produccion} = 0,34 \frac{\text{puertas}}{\text{hora}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 20 \frac{\text{dias}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de produccion} = 61 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}$$

La capacidad de producción real es de 61 puertas al mes, concluyendo que anualmente se producen 734 puertas al año.

En definitiva, existe una diferencia mensual de 5 puertas y anualmente 82 puertas concluyendo que la capacidad instalada está siendo utilizada en un 89,95 %.

4.6.6. Análisis de costos método mejorado

Tabla 42-4: Análisis de costo mano de obra directa (MOD) método mejorado

Costo de mano de obra puertas enrollables				
N° Operarios		1). SBU [\$]	1)/200[h] Tasa por hora [\$]	
6		2364	11,82	
Tiempo 44 puertas [h]		1)/200[h] Tasa por hora [\$]	Costo total MO 44 puertas [\$]	
130,68	132	11,82	1544,6376	1560,24
	129,36			1529,0352
Costo de mano de obra por cada puerta [\$]			35,11	35,46
				34,75

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2019

4.6.7. Costo de materia prima

Tabla 43-4: Costo de materia prima situación actual

Costo de MP por cada puerta	
Materiales	Costo
Fleje bajero	0.9
Fleje normal	30.4
Muelle	50.69
Varilla	0,60
Pletina	2.85
Viga	9.3
Cerradura IMEV	14.95
Tubo	7.44
Tol	1.04
Angulo	3.1
Costo total	120.67

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2018

4.6.8. Costo total método mejorado

Tabla 44-4: Costo total método mejorado

Costo total situación final [\$]	
CMO	35,46
	35,11
	34,75
CMP	120,67
Costo total	156,13
	155,78
	155,42

Realizado por: Luis Antón, Oscar Clavijo, 2019

Al multiplicar el costo de unidad por cada puerta \$155,78 dólares por las 44 unidades que se producen al mes se obtiene un costo total de producción mensual de \$6854,32 dólares.

En comparación al costo de producción por unidad anterior existe un ahorro de \$17,02 dólares, luego de la implementación del método mejorado.

4.22. Verificar (PHVA)

4.7.1. Comparación situación actual vs implementación

A continuación, en la tabla 45-4 se muestra la situación inicial versus la implementación:

Tabla 45-4: Situación inicial vs implementación

Actividad	Presente	Implementación	Ahorro de actividades
Operación	98	48	51.02%
Transporte	52	29	44.23%
Retrasos	0	0	---
Inspección	0	0	---
Almacenamiento	12	10	16.67%
Operación combinada	2	2	---
Tiempo total (s)	15189	10387	31.61%
Distancia total [m]	754	242	67.90%
TOTAL GENERAL	164	89	45.73%

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo)

Si bien es cierto en la tabla resumen podemos observar la variabilidad de las actividades entre la situación inicial y la implementación que se ha reducido en un 45,73% en general de todo el proceso productivo, lo cual es muy bueno y beneficioso para la empresa. En el siguiente gráfico 10-4 se muestra el número de actividades vs el número ya implementado.

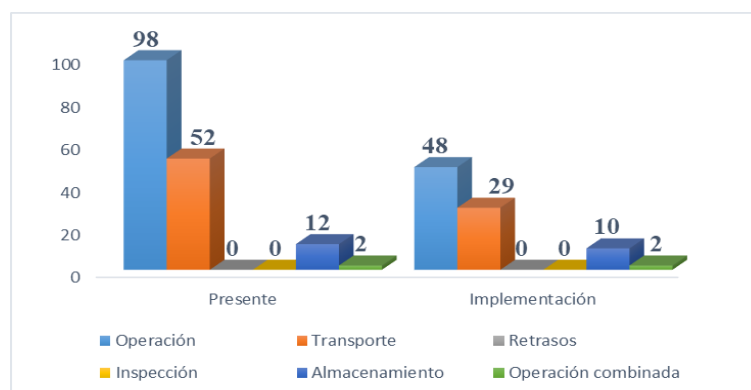


Gráfico 10-4: Numero de actividades situación actual vs implementación.

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2018)

En el siguiente gráfico 11-4 se muestra el ahorro de actividades

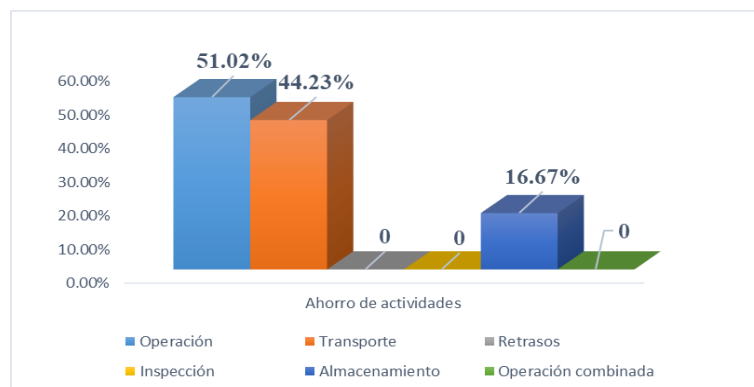


Gráfico 11-4: Ahorro de actividades
Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2018)

En la tabla 46-4 se indica el porcentaje de las distancias obtenidas en la investigación.

Tabla 46-4: Distancias de la situación actual vs implementación

Actividad	Presente	Implementación	Ahorro de actividades
Tiempo total (s)	18806	10387	55,23%
Distancia total [m]	754	242	67.90%
TOTAL GENERAL	164	89	45.73%

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2018)

En el siguiente gráfico 12-4 se muestra el tiempo total que se requiere en la situación actual e implementada.



Gráfico 12-4: Tiempo total de situación actual vs implementación.
Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

En el siguiente gráfico 13-4 se indica la distancia total.

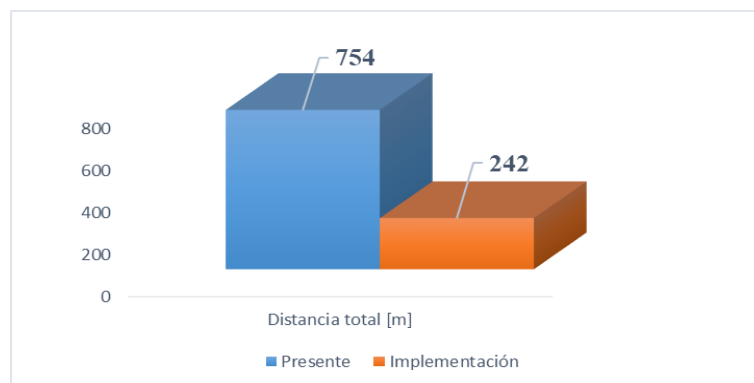


Gráfico 13-4: Distancia total.
Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2018)

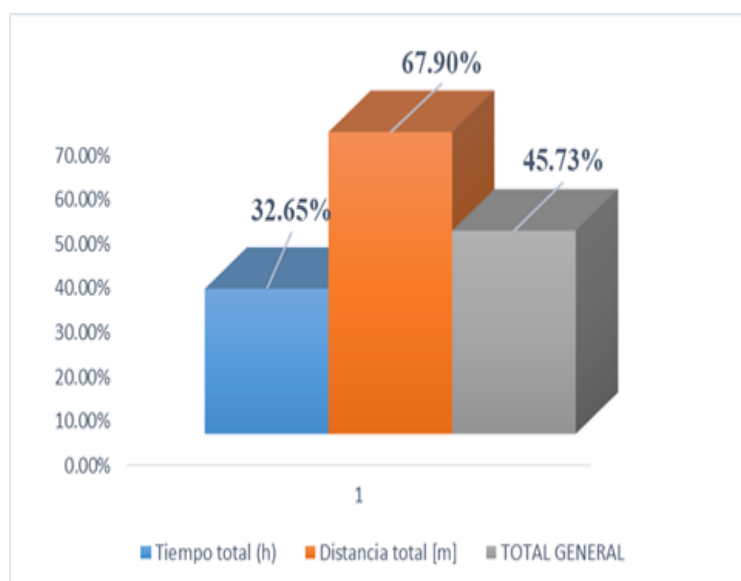


Gráfico 14-4: Ahorro en porcentaje de: tiempo, actividades en general
Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

En la tabla 47-4 se muestra la variabilidad del costo de producción por cada unidad elaborada:

Tabla 47-4: Variabilidad de costo de producción

Variabilidad de costos de producción por unidad [\$]			
	LS	LI	Promedio
1	173.62	171.97	172.8
2	156.25	154.83	155.78

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

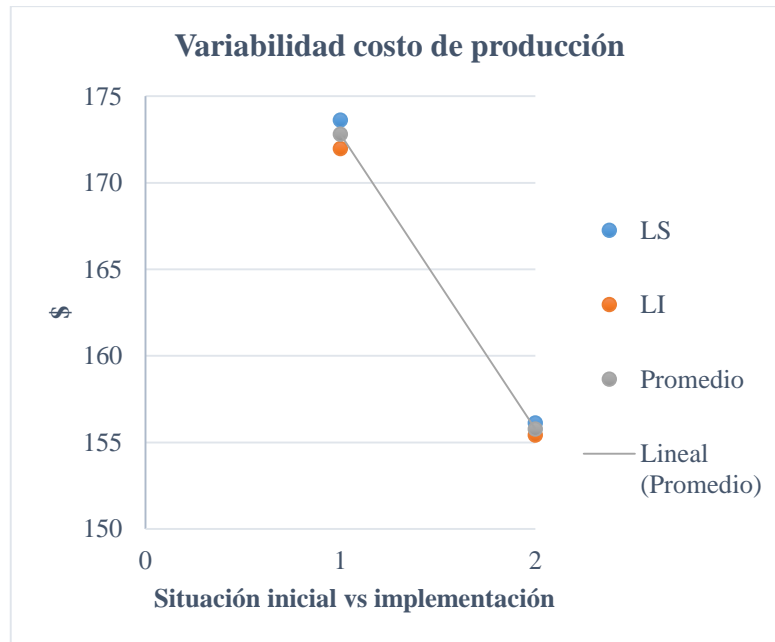


Gráfico 15-4: Variabilidad de costo de producción
Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

En la tabla 48-4 se muestra la variabilidad del costo por mano de obra:

Tabla 48-4: Variabilidad de costo de mano de obra

Variabilidad costo mano de obra/puerta [\$]			
	LS	LI	Promedio
1	52,95	51,3	52,13
2	35,46	34,75	35,11

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

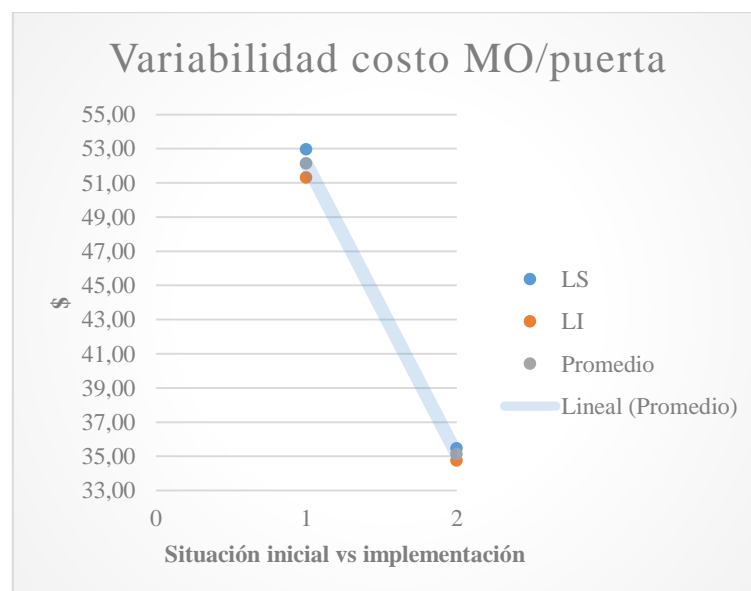


Gráfico 16-4: Variabilidad de costo de producción
Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

4.23. Aplicación de la prueba no paramétrica de mann- whitney

Mediante el uso de la prueba no paramétrica de mann-whitney se pretende comprobar si los datos medidos durante el transcurso de la investigación son aceptables, es decir si la implementación de las herramientas lea, alcanzaron una mejora en la línea de producción de puertas enrollables, en Industrias Metálicas Vilema.

Para lo cual se hará uso de la toma de tiempos en la situación actual y la situación mejorada, que se encuentra en la tabla 49-4.

Tabla 49-4: Datos de la toma de tiempos

Tiempos empleados[h]		
Datos	Sin implementación	Con implementación
1	4,22	2,89
2	4,39	2,95
3	4,46	2,94
4	4,40	2,96
5	4,42	2,98
6	4,44	2,96
7	4,41	2,99
8	4,49	3,01
9	4,43	2,95
10	4,41	2,98
11	4,43	2,98
12	4,42	3,00
Media	4,41	2,97

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

- Como el método lo explica, se ubicaron los rangos en cada valor, desde el menor valor hasta el mayor para las dos muestras, tal y como se muestra en la tabla 50-4.

Tabla 50-4: Rango de los tiempos empleados

Tiempos empleados[h]				
Datos	Sin implementación	Rango [R1]	Con implementación	Rango [R2]
1	4,22	13	2,89	1
2	4,39	14	2,94	2
3	4,4	15	2,95	3,5
4	4,41	16,5	2,95	3,5
5	4,41	16,5	2,96	5,5
6	4,42	18,5	2,96	5,5
7	4,42	18,5	2,98	8
8	4,43	20,5	2,98	8
9	4,43	20,5	2,98	8
10	4,44	22	2,99	10
11	4,46	23	3	11
12	4,49	24	3,01	12
Media	4,41	222	2,97	78

Realizado por: (Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019)

- Se plantearon las hipótesis en función del análisis de estudio:

$H_o = no\ hay\ diferencia\ entre\ los\ datos\ de\ las\ variables\ de\ la\ situación\ actual$

$H_a = hay\ diferencia\ entre\ los\ datos\ de\ las\ variables,\ en\ el\ método\ mejorado$

- Luego de ubicar los rangos se calcula los U_1 y U_2 , mediante la aplicación de las siguientes formulas:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_1 = 12 * 12 + \frac{12(12 + 1)}{2} - \sum 222$$

$$U_1 = 0$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - \sum R_2$$

$$U_2 = 12 * 12 + \frac{12(12 + 1)}{2} - \sum 78$$

$$U_2 = 144$$

- Se elige el valor mínimo entre U_1 y U_2

$$U_{min} = 0$$

- Mediante el uso de la tabla en U de Mann-Whitney-Wilcoxon, se expresa los valores críticos de U en función del número de muestras en cada grupo, tomando en consideración un nivel de confianza del 95%, dando como resultado el valor de 42 tal y como se puede observar en la tabla 51-4.

Tabla 51-4: Valores críticos para el estadístico U de mann-whitney

$N_2 \backslash N_1$	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	34 30 25 21								
12	38 33 28 24	42 37 31 27							
13	42 37 31 27	47 41 35 31	51 45 39 34						
14	46 40 34 30	51 45 38 34	56 50 43 38	61 55 47 42					
15	50 44 37 33	55 49 42 37	61 54 47 42	66 59 51 46	72 64 56 51				
16	54 47 41 36	60 53 46 41	65 59 51 45	71 64 56 50	77 70 61 55	83 75 66 60			
17	57 51 44 39	64 57 49 44	70 63 55 49	77 67 60 54	83 75 66 60	89 81 71 65	96 87 77 70		
18	61 55 47 42	68 61 53 47	75 67 59 53	82 74 65 58	88 80 70 64	95 86 76 70	102 93 82 75	109 99 88 81	
19	65 58 50 45	72 65 56 51	80 72 63 57	87 78 69 63	94 85 75 69	101 92 82 74	109 99 88 81	116 106 94 87	123 113 101 93

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

- Se evalúan las hipótesis planteadas:

Si $0 < 42$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, en conclusión los datos obtenidos en la implementación del método mejorado son los adecuados, por ende la aplicación de las herramientas utilizadas mejoraron el proceso de producción de puertas enrollables.

En la tabla 52-4 se evidencia a modo de resumen una comparación de los resultados obtenido en el desarrollo de la investigación:

Tabla 52-4: Resumen comparativo de resultados

	Situación actual	Implementación	Mejora
Kaizen			
Elementos básicos	37,50%	75,00%	Se mejoró en un 37,5%
Mantenimiento y mejora del proceso	50,00%	75,00%	Se mejoró en un 25%
Enfoque de los procesos	0%	75,00%	Se mejoró en un 75%
Enfoque de las personas	33,33%	75,00%	Se mejoró en un 41,67%
Mejora continua del trabajo diario	33,33%	66,67%	Se mejoró en un 33,34%
5S			
Eliminar	30%	85%	Se mejoró en un 55%
Ordenar	10%	80%	Se mejoró en un 70%
Limpieza	30%	90%	Se mejoró en un 60%
Estandarizar	40%	85%	Se mejoró en un 45%
Disciplina	50%	85%	Se mejoró en un 35%
Productividad			
Laboral	0,038 puertas/hora*trabajador	0,06 puertas/hora*trabajador	Se obtuvo un incremento de 2,2%
General	0,23 puertas/hora	0,34 puertas/hora	Se obtuvo un incremento de 11%
Tiempo de producción			
Proceso de producción	4,41 horas	3,3 horas	Se mejoró el proceso de producción en 1,1 horas
Costos			
Producción	\$172,80	\$155,78	Hubo un ahorro de \$17,02

Realizado por: Luis Antón & Oscar Clavijo, 2019

4.24. Actuar (PHVA)

En este ítem se procede con la toma de acciones, es decir, actuar para mejorar continuamente, en el servicio que se da a los clientes, en los productos que se elaboran haciendo auditorías internas de las herramientas implementadas entro del área de producción de puertas enrollables.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante las herramientas kaizen y 5S sin una distribución adecuada de las estaciones de trabajo se determinó que en la situación actual se obtuvo un tiempo de producción de 4,41 horas, con una productividad puerta por hora trabajador del 3,8%, y una capacidad de producción instalada de 48 puertas al mes fabricando en su totalidad 44 puertas con un tiempo disponible de trabajo de 200 horas al mes.
- En las instalaciones de Industrias Vilema se ejecutó la distribución de estaciones de trabajo aplicando la matriz de Richard-Muther que consiste en las interrelaciones entre los puestos de trabajo con el fin de delimitar los mismos y exista un buen flujo en el proceso de producción.
- Aplicada las herramientas lean, se obtuvo un tiempo estándar de producción de 3,3 horas con una productividad puerta por hora trabajador del 6%, fabricando en su totalidad 64 puertas por mes con un tiempo disponible de trabajo al mes de 200 horas, reduciendo así 75 actividades innecesarias equivalente a un 45,73% de mejoramiento.
- Luego de la evaluación se obtuvo una mejora del 40% de la metodología Kaizen y del 53% en la metodología de las 5S.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer uso de las hojas estandarizadas de proceso, para obtener un mejor flujo de las actividades y así se pueda obtener constantemente mejoras en el proceso de producción.
- Es deber de la alta gerencia dar con el cumplimiento del programa implementado de las metodologías Kaizen y 5S.
- Se recomienda analizar las ventajas y desventajas que presentan las herramientas en temas de seguridad.

- Realizar auditorías constantemente para verificar que se esté dando con el cumplimiento de las metodologías Kaizen y 5S; en donde la persona encargada de auditar cuenta el conocimiento y la experiencia necesaria en herramientas lean.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIAR, Víctor., & SÁENZ, Mayra. *Impactos macroeconómicos de la crisis internacional en el Ecuador.* [En Línea]. Quito - Ecuador: Publicaciones Adventure Works, 2012. [Consulta: 2018-08-04]: Disponible en: https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Impactos_macroeconomicos_crisis_internacional_ecuador.pdf

ALOMÍA CASTRO, Valeria Katerine. *Elaboración de hojas de trabajo estandarizadas (SOS) y hojas de elementos de trabajo (JES), aplicado en el área de preparación de materiales (steelastic y pestañas) en la Empresa Continental Tire Andina S.A.* *dspace.ups.edu.ec.* [En línea]. (Tesis). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2011. pp. 39-41. [Consulta: 2018-09-25] Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1618>.

ALZATE, Orfi. *Ingeniería de la Producción. Compilación.* Medellín-Colombia, 2006: Corporación Universitaria Remington, pp. 45-46.

CHASE, Richard . *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros.* D.F.-México: mcgraw-hill/interamericana editores, s.a. de c.v., 2014 pp. 140.

DÍAZ, César. *Ingeniería de métodos.* Manual Autoformativo. Lima-Peru. Rebelars S.A.C, 2014, pp. 18-68.

FERRAS, Xavier. *Guías de gestión de la innovación. Producción y logística.* Catalunya-España: Generalitat de Catalunya, 2015. pp. 55.

GARCÍA PÉREZ, Alfonso. *La interpretación de los datos. Una introducción a la estadística.* [En Línea] Madrid-España: Copyrihgt, 2014. [Consulta: 2018-10-19.]. Disponible en: https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

GARCÍA, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* [En Línea]. Puebla-Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2005. [Consulta: 2018-10-21.]. Disponible en : https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad.* D.F.-México: mcgraw-hill/interamericana editores, s.a. de c.v., 2010, pp. 110.

Heizer, J., & Render, B. *Dirección de la producción y de operaciones*. Madrid-España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A., 2007, pp. 17-18.

Hernández, J., & Vizán, A. *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. [En Línea]. Madrid-España: Creative Commons, 2013. [Consulta: 2018-10-26.]. Disponible en : <http://www.eoi.es/savia/documento/>

Imai, M. *La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. D.F-México: Compañía Editorial Continental 2001, pp. 39.

Janania, C. *Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos*. [En Línea]. Ciudad de México-México: LIMUSA, S. A., 2008. [Consulta: 2018-10-28.]. Disponible en : <https://es.scribd.com/document/152873031/Manual-de-Tiempos-y-Movimientos-Camilo-Janania-Abraham>

Kanawaty, G. *Introducción al estudio del trabajo*. [En Línea]. Ginebra-Belgica: Sn, 1996, pp. 9. [Consulta: 2018-10-29.]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/130397819/Libro-OIT-Introduccion-al-Estudio-del-Trabajo-pdf>

Krajewski, L. & Malhotra, M. *Administración de operaciones*. D.F-México: PEARSON EDUCACIÓN, 2008 pp. 23.

MANOBANDA BOSQUE, Andrés David, & TIGRE ORTEGA, Franklin Geovanny. "Análisis de la capacidad instalada en la línea de ensamble del modelo m4 de la ensambladora CIAUTO Cia. Ltda." [En línea] (Tesis). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2017. pp. 13-28. [Consulta: 2018-11-02.]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25697>

MOYANO ALULEMA, Julio. "Optimización de la producción en el área de soldadura de la empresa ciauto ambato mediante el balanceo de línea, utilizando estandarización de tiempos para el modelo M4". [En línea]. (Tesis). (Maestría) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 28. [Consulta: 2018-11-03.]. Disponible en : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4479>

NIEBEL, B. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. [En línea]. D.F-México: McGraw-Hill Interamericana. [Consulta: 2018-11-03.]. Disponible en : <https://es.scribd.com/document/240341451/Ingenieria-Industrial-Metodos-Estandares-y-Diseno-Del-Trabajo-Benjamin-W-Niebel-12-Edicion>

Prokopenko, J. *La gestión de la productividad.* [En línea]. Ginebra-Belgica: Mcgraw-hill, 1989, pp. 4.

Rajadell, M., & Sánchez, J. *Lean Manufacturing. La evicencia de una necesidad.* [En línea]. Madrid-España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. [Consulta: 2018-11-06.].

Disponible en :

https://www.academia.edu/15778406/Lean_Manufacturing_la_evidencia_de_una_necesidad?auto=download

Samano, J.. *Minimizar el Lead Time medio de una planificación tiene que ser uno de los objetivos principales del responsable de planificación de la producción.* [En línea]. Barcelona-España: Ediciones Díaz de Santos, 2017. [Consulta: 2018-11-08.].

Disponible en: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/164504-Que-es-el-Lead-Time-y-por-que-es-importante-medirlo.html>