



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EMPRESA
MULTISUELAS BELTRÁN UBICADA EN AMBATO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA/O INDUSTRIAL

AUTORES:

NELBIA LILIANA MUÑOZ ORTIZ

JEFFERSON DUVERLI REYES LINO

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EMPRESA
MULTISUELAS BELTRÁN UBICADA EN AMBATO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA/O INDUSTRIAL

AUTORES: NELBIA LILIANA MUÑOZ ORTIZ

JEFFERSON DUVERLI REYES LINO

DIRECTOR: ING. JAIME IVÁN ACOSTA VELARDE

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Nelbia Liliana Muñoz Ortiz & Jefferson Duverli Reyes Lino

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

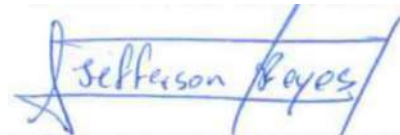
Nosotros, NELBIA LILIANA MUÑOZ ORTIZ y JEFFERSON DUVERLI REYES LINO, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 6 de julio del 2023




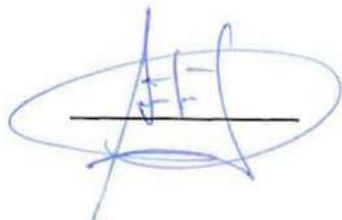

Nelbia Liliana Muñoz Ortiz
C.I. 0605014331



Jefferson Duverli Reyes Lino
C.I. 2200197859

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EMPRESA MULTISUELAS BELTRÁN UBICADA EN AMBATO**, realizado por los señores: **NELBIA LILIANA MUÑOZ ORTIZ** y **JEFFERSON DUVERLI REYES LINO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud que el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Ángel Pérez Bayas PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-07-06
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-06
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-06

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme salud, fuerza y capacidad necesaria de llegar a culminar esta etapa de mi vida para lograr mis objetivos planteados desde el primer día. A mi Madre por haberme apoyado en cada instante y brindarme confianza, seguridad, constancia en cada momento de necesidad, por cada consejo entregado para ser una persona de bien por su infinito amor demostrado día a día. A mi Padre por ser un pilar fundamental 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 mis hermanos y hermana. 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 Maury, Faby que fueron parte de este gran logro.

Nelbia

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mi familia quienes son el pilar fundamental en mi vida académica, en especial a mi madre, padre y hermana quienes confiaron en mí y me apoyaron a lo largo de la carrera universitaria, además a todos mis amigos que conocí en todo este tiempo.

Jefferson

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: NELBIA ORTIZ y RODRIGO MUÑOZ, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado desde niña. Agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la profesión, de manera especial, al Ingeniero Iván Acosta y Ángel Guamán director y asesor respectivamente del proyecto de titulación quienes han guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes y por su valioso aporte para el trabajo.

Nelbia

Dedico un sincero agradecimiento a mis padres: MARLENE LINO y LUIS REYES, por todo el amor, apoyo y sacrificio que han hecho por mí a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias por creer en mí y por darme la oportunidad de seguir mis sueños. Sin su constante apoyo y orientación, no habría logrado llegar a ser un profesional. También quiero expresar mi gratitud a los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su conocimiento y apoyo durante mi formación académica. A los amigos que conocí a lo largo de la carrera en especial a Jacqueline R. y Sheila O.

Jefferson

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xix
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiii
RESUMEN.....	xxiv
SUMMARY	xxv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DE PROBLEMA.....	3
1.1.	Antecedentes.....	3
1.2.	Planteamiento del problema.....	4
1.3.	Justificación.....	5
1.3.1.	<i>Justificación practica</i>	5
1.3.2.	<i>Justificación metodológica</i>	5
1.4.	Objetivos.....	6
1.4.1.	<i>Objetivo General</i>	6
1.4.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	6
1.5.	Alcance.....	6

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	7
2.1.	Referencias Teóricas.....	7
2.1.1.	<i>Orígenes del Lean Manufacturing:</i>	7
2.1.2.	<i>Objetivo del Lean Manufacturing</i>	8
2.1.3.	<i>Lean Manufacturing y Productividad:</i>	8
2.1.4.	<i>Desperdicios en el Lean Manufacturing:</i>	8

2.1.5.	Los 7 tipos de desperdicios:	9
2.1.5.1.	Defectos y retrabajos:	9
2.1.5.2.	Procesamiento incorrecto:	9
2.1.5.3.	Sobreproducción:	9
2.1.5.4.	Inventario:	9
2.1.5.5.	Movimiento:	9
2.1.5.6.	Espera:	9
2.1.5.7.	Transportación:.....	10
2.1.6.	Principios del Lean Manufacturing	10
2.1.7.	Ciclo PHVA	10
2.1.7.1.	Los ocho pasos para solucionar problemas	11
2.1.8.	Análisis ABC	14
2.1.8.1.	Clasificación método ABC	14
2.1.9.	Estudio de Tiempos y Movimientos	15
2.1.9.1.	Estudio de tiempos con cronómetro	15
2.1.9.2.	Tiempo Estándar	16
2.1.9.3.	Tiempo normal	16
2.1.9.4.	Tiempo suplementario u holguras	17
2.1.9.5.	Cálculo de tiempo estándar	18
2.1.10.	Herramientas Lean Manufacturing	18
2.1.11.	Kaizen	19
2.1.11.1.	Kaizen en la industria.	20
2.1.11.2.	Los desperdicios, según el Kaizen.....	20
2.1.11.3.	Beneficios de Kaizen	20
2.1.11.4.	Elementos de la herramienta kaizen	21
2.1.11.5.	Reglas para la implementación de la metodología Kaizen	21
2.1.12.	Las 9S	21
2.1.12.1.	Seiri	22
2.1.12.2.	Seiton.....	22
2.1.12.3.	Seiso	23
2.1.12.4.	Seiketsu.....	23
2.1.12.5.	Shitsuke	24
2.1.12.6.	Shikari	25
2.1.12.7.	Shitsukoku	26
2.1.12.8.	Seisho	26
2.1.12.9.	Seido.....	27
2.1.13.	VSM (Value Stream Mapping)	27

2.1.13.1.	<i>Tiempo de ciclo</i>	28
2.1.13.2.	<i>Simbología para el VSM</i>	28
2.1.13.3.	<i>Simbología para el flujo de materiales</i>	29
2.1.13.4.	<i>Simbología para el flujo de información</i>	29
2.1.13.5.	<i>Los beneficios de realizar el mapeo flujo de valor;</i>	30
2.1.13.6.	<i>Pasos para realizar el VSM actual de la empresa</i>	31
2.1.13.7.	<i>Pasos para realizar el VSM mejorado con los rediseños del sistema productivo</i>	31
2.1.14.	SMED	32
2.1.15.	Just in time (JIT):	33
2.1.16.	Gráficas de Control	34
2.1.17.	Capacidad de producción	34
2.1.17.1.	<i>KPI (Key Performance Indicators):</i>	35
2.1.18.	Valor agregado para procesos	35
2.1.19.	Productividad	36
2.1.19.1.	<i>Efectividad general del equipo</i>	36
2.1.20.	Análisis de criticidad	37
2.1.21.	AMFE	37
2.1.21.1.	<i>Tipos de AMFE</i>	38
2.1.21.2.	<i>Ventajas de implementar AMFE</i>	38
2.1.21.3.	<i>Procedimiento para llevar a cabo el AMEF de proceso</i>	38
2.1.22.	RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)	39
2.1.22.1.	<i>Modos de falla</i>	39
2.1.22.2.	<i>Resultados de fallas</i>	40
2.1.22.3.	<i>Consecuencias de falla</i>	40
2.1.23.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad	41
2.1.23.1.	<i>Normas SAE JA1011/1012</i>	41

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	42
3.1.	Tipo de estudio	42
3.2.	Tipo de investigación	42
3.2.1.	Investigación documental y bibliográfica	42
3.2.2.	Investigación descriptiva	42
3.2.3.	Investigación de campo	42
3.3.	Metodología	43

3.3.1.	<i>Método deductivo</i>	43
3.3.2.	<i>Método inductivo</i>	43
3.4.	Diagnóstico de la situación inicial	43
3.4.1.	<i>Datos de la organización</i>	43
3.4.2.	<i>Antecedentes de Multisuelas Beltrán</i>	43
3.4.3.	<i>Localización de la empresa</i>	44
3.4.4.	<i>Misión</i>	44
3.4.5.	<i>Visión</i>	44
3.4.6.	<i>Estructura Organizacional</i>	45
3.4.7.	<i>Recursos de la empresa</i>	45
3.4.7.1.	<i>Recurso humano</i>	45
3.4.7.2.	<i>Diagrama de flujo del proceso</i>	46
3.4.8.	<i>Descripción del proceso productivo</i>	46
3.4.8.1.	<i>Maquinaria y equipos</i>	48
3.4.9.	<i>Proceso productivo de las suelas</i>	50
3.4.9.1.	<i>Descripción de la planta</i>	50
3.4.9.2.	<i>Descripción de las Actividades del Proceso Productivo</i>	50
3.4.9.3.	<i>Descripción de procesos</i>	51
3.4.10.	<i>Descripción de los puestos de trabajo de la empresa Multisuelas Beltrán</i>	51
3.4.10.1.	<i>Bodega</i>	51
3.4.10.2.	<i>Área de mezclado</i>	52
3.4.10.3.	<i>Área de triturado</i>	52
3.4.10.4.	<i>Área de inyección</i>	53
3.4.10.5.	<i>Área de empacado</i>	54
3.4.10.6.	<i>Área de almacenamiento</i>	54
3.5.	Distribución de la planta de la Empresa Multisuelas Beltrán	55
3.6.	Diagnóstico de la situación actual	56
3.6.1.	<i>Planear:</i>	56
3.6.1.1.	<i>Cronograma del plan de acción</i>	59
3.6.1.2.	<i>Diagrama de Gantt</i>	60
3.6.2.	<i>Plan de recolección de datos</i>	61
3.7.	Hacer	62
3.7.1.	<i>Entrevista</i>	62
3.7.2.	<i>Análisis ABC</i>	63
3.8.	Proceso de inyección de suelas	65
3.8.1.	<i>Identificación de las operaciones de proceso</i>	65
3.8.1.1.	<i>Capacitación:</i>	65

3.9.	Identificación de las actividades que componen el proceso de elaboración.....	65
3.10.	Proceso de elaboración de suelas tiempos actuales	66
3.10.1.	<i>Tiempos actuales de cada área de producción</i>	67
3.10.1.1.	<i>Tiempo estándar</i>	67
3.10.1.2.	<i>Tiempo suplementario u holguras</i>	68
3.10.1.3.	<i>Tiempo de revisar la orden de producción</i>	68
3.10.1.4.	<i>Tiempo para el cambio de moldes suela Gyna.....</i>	69
3.10.1.5.	<i>Tiempos de abastecimiento de la tolva suela Gyna.....</i>	70
3.10.1.6.	<i>Tiempos de inyección de suela Gyna</i>	72
3.10.1.7.	<i>Tiempos de empaquetado Gyna</i>	73
3.10.1.8.	<i>Eficiencia física para suela Gyna</i>	75
3.10.2.	<i>Capacidad de producción Gyna</i>	75
3.10.3.	<i>Cálculo del Takt Time</i>	75
3.10.4.	<i>Tiempos suelas Angely</i>	76
3.10.4.1.	<i>Tiempos para cambios de molde Angely</i>	76
3.10.4.2.	<i>Tiempos para el abastecimiento de la tolva de la suela Angely.....</i>	78
3.10.4.3.	<i>Tiempos para la inyección de suelas Angely.....</i>	79
3.10.4.4.	<i>Tiempos para el empaquetado de suelas Angely.....</i>	80
3.10.5.	<i>Capacidad de producción Angely</i>	82
3.10.6.	<i>Cálculo del Takt Time</i>	82
3.10.6.1.	<i>Eficiencia física suela Angely</i>	83
3.10.7.	<i>Cálculos de valor agregado para procesos</i>	84
3.10.7.1.	<i>Cálculo del IVA y AVA de la suela Gyna</i>	84
3.10.7.2.	<i>Cálculo del IVA y AVA de la suela Angely.....</i>	85
3.10.8.	<i>Efectividad general de los equipos.....</i>	86
3.10.8.1.	<i>Cálculo OEE suela Gyna</i>	86
3.10.8.2.	<i>Cálculo OEE suela Angely.....</i>	87
3.11.	Productividad	88
3.11.1.	<i>Producción actual suela Gyna</i>	88
3.11.1.1.	<i>Productividad de la jornada actual</i>	89
3.11.1.2.	<i>Productividad en general de la situación actual.....</i>	89
3.11.2.	<i>Producción actual suela Angely</i>	89
3.11.2.1.	<i>Productividad de la jornada actual</i>	90
3.11.2.2.	<i>Productividad en general de la situación actual.....</i>	90
3.11.3.	<i>Porcentaje de productividad.....</i>	90
3.12.	VSM actual del proceso de producción Gyna.....	90
3.12.1.	<i>Cálculo de la demanda.....</i>	91

3.12.2.	<i>Cálculo de Lead Time</i>	91
3.12.3.	<i>Cálculo de valor agregado</i>	91
3.13.	VSM del proceso de producción de suelas Angely	92
3.13.1.	<i>Cálculo de la demanda</i>	92
3.13.2.	<i>Cálculo de Lead Time</i>	93
3.13.3.	<i>Cálculo de valor agregado</i>	93
3.14.	SIPOC	96
3.15.	Diagrama de Ishikawa	97
3.16.	Evaluación inicial del nivel de la metodología Kaizen	98
3.17.	Evaluación Inicial 9S	100
3.18.	Análisis de las causas de demora en los cambios de molde	103
3.18.1.1.	<i>Análisis de modo y efecto de fallo (AMEF) de procesos</i>	104
3.18.1.2.	<i>Plan de acción (5W Y 2H)</i>	106
3.18.1.3.	<i>Procedimiento de trabajo para el cambio de moldes</i>	107
3.18.1.4.	<i>Organización y etiquetado de moldes y estanterías</i>	107
3.19.	Sistema SMED	109
3.19.1.	<i>Metodología de aplicación de SMED</i>	109
3.19.1.1.	<i>Análisis estadístico del tiempo de cambio de molde</i>	109
3.19.1.2.	<i>Cálculo del IVA y AVA del cambio de molde</i>	112
3.20.	Análisis de criticidad de los equipos	113
3.20.1.	<i>Análisis de modos y fallas de las máquinas inyectoras</i>	116

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	120
4.1.	Implementación Kaizen	120
4.1.1.	<i>Desarrollo de las ideas Kaizen</i>	120
4.1.2.	<i>Implementación de las mejoras</i>	121
4.2.	Implementación 9S	123
4.2.1.	<i>Clasificación-Seiri</i>	123
4.2.2.	<i>Organización – Seiton</i>	124
4.2.3.	<i>Limpieza- Seiso</i>	125
4.2.4.	<i>Bienestar personal-Seiketsu</i>	126
4.2.5.	<i>Disciplina-Shitsuke</i>	126
4.2.6.	<i>Constancia-Shikari</i>	127
4.2.7.	<i>Compromiso-Shitsokuko</i>	128

4.2.8.	Coordinación-Seishoo	129
4.2.9.	Estandarización – Seido	129
4.3.	Verificación	130
4.3.1.	Verificación de la Implementación de la metodología Kaizen	130
4.3.2.	Verificación de la implementación de las 9S	132
4.4.	Sistema SMED	134
4.4.1.1.	<i>Convertir las actividades internas en externas</i>	134
4.4.1.2.	<i>Mejorar las actividades internas y externas</i>	135
4.4.1.3.	<i>Resumen de las mejoras</i>	135
4.4.1.4.	<i>Cálculo del IVA y AVA</i>	137
4.4.1.5.	<i>Análisis estadístico del cambio de molde</i>	138
4.5.	Detalles de la implementación para el proceso de inyección de suelas Gyna ... 139	
4.5.1.	Tiempos suela Gyna	139
4.5.1.1.	<i>Cálculo del IVA y AVA</i>	140
4.5.1.2.	<i>Capacidad de producción Gyna</i>	142
4.5.2.	Comparación de la situación inicial vs la implementación	143
4.5.2.1.	<i>Capacidad de producción suela Gyna</i>	143
4.5.3.	Takt Time	144
4.5.4.	Productividad	145
4.6.	Detalles de la implementación para el proceso de inyección de suelas Angely 146	
4.6.1.	Tiempos suela Angely	146
4.6.2.	Cálculo del IVA y AVA de la Suela Angely	147
4.6.3.	Capacidad de producción de la suela Angely	148
4.6.4.	Capacidad de producción Angely	149
4.7.	Comparación de la situación inicial vs la implementación Suela Angely 150	
4.7.1.	Capacidad de producción suela Angely	150
4.7.2.	Takt Time suela Angely	151
4.7.3.	Eficiencia operativa de los equipos	152
4.8.	Productividad después de las mejoras	153
4.8.1.	Producción actual suela Gyna	153
4.8.1.1.	<i>Productividad de la jornada actual</i>	154
4.8.1.2.	<i>Productividad en general de la situación actual</i>	154
4.8.2.	Producción actual suela Angely	154
4.8.2.1.	<i>Productividad de la jornada actual</i>	154
4.8.2.2.	<i>Productividad en general de la situación actual</i>	155
4.8.3.	Porcentaje de productividad	155
4.9.	VSM futuro	156

4.9.1.	<i>Suela Gyna</i>	156
4.9.1.1.	<i>Lead Time</i>	156
4.9.1.2.	<i>Cálculo de valor agregado</i>	156
4.9.1.3.	<i>Comparación de los tiempos de valor no añadido Gyna</i>	156
4.9.2.	<i>Suela Angely</i>	157
4.9.2.1.	<i>Lead Time</i>	157
4.9.2.2.	<i>Cálculo de valor agregado</i>	157
4.9.2.3.	<i>Comparación de los tiempos de valor no añadido Angely</i>	157
4.10.	Mantenimiento preventivo de las máquinas inyectoras	160
4.10.1.	<i>Proceso de selección de actividades de mantenimiento</i>	160
4.10.2.	<i>Mejoramiento de las máquinas inyectoras</i>	162
4.10.3.	<i>Tareas de mantenimiento</i>	164
4.10.4.	<i>Retroalimentación continua</i>	165
4.10.4.1.	<i>Registro en formatos de mantenimiento</i>	165
4.10.5.	<i>Historial de mantenimiento</i>	166
4.10.6.	<i>Agrupación en el plan de mantenimiento</i>	168
4.10.7.	<i>Verificación RCM</i>	169
4.11.	Actuar	171
4.11.1.	<i>Equipo de trabajo 9S</i>	171
4.11.2.	<i>Control de producción</i>	172
4.11.3.	<i>Auditorías internas</i>	174
4.11.4.	<i>Manual de mantenimiento</i>	174
4.12.	Resumen de resultados	176
4.13.	Capacitación de metodologías implementadas	177
CONCLUSIONES		178
RECOMENDACIONES		179

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Ciclo PHVA	11
Tabla 2-2: Fórmulas utilizadas en el VSM.....	30
Tabla 2-3: Fórmulas gráficas de control.....	34
Tabla 2-4: Valores de los factores de media.....	34
Tabla 2-5: Fórmulas Capacidad de Producción.....	35
Tabla 2-6: Fórmulas de Valor Agregado para procesos.....	35
Tabla 2-7: Fórmulas de la eficiencia operativa de los equipos.....	37
Tabla 3-1: Datos generales de la empresa.....	43
Tabla 3-2: Recurso Humano Multisuelas Beltrán	45
Tabla 3-3: Planificación del estudio.....	61
Tabla 3-4: Parámetros análisis ABC	63
Tabla 3-5: Tiempos sistema Westinghouse	67
Tabla 3-6: Tiempos suplementarios OIT.....	68
Tabla 3-7: Tiempos de revisión orden de producción	68
Tabla 3-8: Resumen de análisis del proceso cambio de molde Gyna	70
Tabla 3-9: Tiempos cambio de molde Gyna.....	70
Tabla 3-10: Tiempos de abastecimiento de tolva, suela Gyna	70
Tabla 3-11: Resumen del proceso abastecimiento de tolva suela Gyna.....	71
Tabla 3-12: Tiempos de inyección de suela Gyna.....	72
Tabla 3-13: Resumen del proceso de inyección de suela Gyna	73
Tabla 3-14: Tiempos de empaquetado Gyna.....	73
Tabla 3-15: Resumen del proceso de inyección de suela Gyna	74
Tabla 3-16: Tiempos estándares producción de suela Gyna.....	74
Tabla 3-17: Tiempos estándares totales de producción de suela Gyna	74
Tabla 3-18: Capacidad de producción suela Gyna	75
Tabla 3-19: Datos cálculo del takt time.....	76
Tabla 3-20: Cálculo del Takt Time, suela Gyna	76
Tabla 3-21: Tiempo para el cambio de moldes suela Angely.....	76
Tabla 3-22: Resumen del proceso para el cambio de moldes suela Angely.....	77
Tabla 3-23: Tiempos para el abastecimiento de la tolva de la suela Angely	78
Tabla 3-24: Resumen del proceso abastecimiento de tolva suela Angely.....	78
Tabla 3-25: Tiempos para la inyección de suelas Angely	79
Tabla 3-26: Resumen del proceso para la inyección de suelas Angely.....	80

Tabla 3-27: Tiempos para el empaquetado de suelas Angely.....	80
Tabla 3-28: Resumen proceso para el empaquetado de suelas Angely	81
Tabla 3-29: Tiempos estándares suela Angely	81
Tabla 3-30: Tiempos estándares suela Angely	81
Tabla 3-31: Capacidad de producción suela Angely	82
Tabla 3-32: Datos cálculo del Takt time.....	82
Tabla 3-33: Cálculo del Takt Time, suela Angely	83
Tabla 3-34: Resumen de la situación actual de la empresa	83
Tabla 3-35: Resumen diagrama análisis de proceso.....	84
Tabla 3-36: Resumen de inyección suela Gyna	84
Tabla 3-37: Resumen de inyección suela Angely.....	85
Tabla 3-38: Cálculo de la producción teórica.....	86
Tabla 3-39: Cálculo de tiempos de producción mensual.....	86
Tabla 3-40: Cálculo del número de pares de suelas	86
Tabla 3-41: Cálculo de la efectividad de los Equipos	87
Tabla 3-42: Cálculo de la producción teórica.....	87
Tabla 3-43: Cálculo de tiempos de producción mensual.....	87
Tabla 3-44: Cálculo del número de pares de suelas	88
Tabla 3-45: Cálculo de la efectividad de los equipos.....	88
Tabla 3-46: Datos cálculo de la productividad.....	88
Tabla 3-47: Datos cálculo de la productividad.....	89
Tabla 3-48: Porcentaje de productividad.....	90
Tabla 3-49: Tiempos de procesos	90
Tabla 3-50: Demanda de producción	91
Tabla 3-51: Lead Time de producción.....	91
Tabla 3-52: Cálculos de valor agregado	91
Tabla 3-53: Tiempos de procesos	92
Tabla 3-54: Demanda de producción	92
Tabla 3-55: Lead Time de producción.....	93
Tabla 3-56: Cálculos de valor agregado.....	93
Tabla 3-57: Problemas encontrados en la elaboración de suelas.....	97
Tabla 3-58: Evaluación inicial de la metodología Kaizen.....	98
Tabla 3-59: Valoración inicial de la metodología Kaizen	99
Tabla 3-60: Valor porcentual inicial de la metodología Kaizen	99
Tabla 3-61: Criterios de evaluación hoja de verificación 9S	100
Tabla 3-62: Análisis inicial 9S (problemas y posibles mejoras), Fase I.....	101
Tabla 3-63: Análisis inicial 9S (problemas y posibles mejoras), Fase II	102

Tabla 3-64: Análisis inicial 9S (problemas y posibles mejoras), Fase III	102
Tabla 3-65: Valor porcentual inicial de análisis 9S	103
Tabla 3-66: Análisis AMEF.....	105
Tabla 3-67: Alternativas de mejora	105
Tabla 3-68: Plan de acción (5W Y 2H)	106
Tabla 3-69: Procedimiento de actividades cambio de molde	107
Tabla 3-70: Tiempos empleados en el cambio de molde	108
Tabla 3-71: Tiempos de cambio de molde	109
Tabla 3-72: Resumen de diagrama analítico cambio de molde.....	112
Tabla 3-73: Resumen del proceso de cambio de molde suela Angely	112
Tabla 3-74: Lista de Equipos.....	113
Tabla 3-75: Codificación de los equipos	113
Tabla 3-76: Análisis de criticidad.....	114
Tabla 3-77: Modelo de mantenimiento	115
Tabla 3-78: Análisis AMFE del sistema hidráulico.....	116
Tabla 3-79: Análisis AMFE del sistema mecánico.....	117
Tabla 3-80: Análisis AMFE del sistema eléctrico	118
Tabla 3-81: Fallas funcionales	119
Tabla 4-1: Plan de Acción Metodología Kaizen.....	120
Tabla 4-2: Descripción de los problemas y mejoras a implementar.....	120
Tabla 4-3: Implementación de la señalética	121
Tabla 4-4: Mantenimiento de la señalética de los pisos	121
Tabla 4-5: Orden y etiquetado de las estanterías.....	122
Tabla 4-6: Implementación de tablero de herramientas	122
Tabla 4-7: Elementos innecesarios en el área de producción.....	123
Tabla 4-8: Aplicación Seiri.....	123
Tabla 4-9: Aplicación de Seiton, cosas personales.....	124
Tabla 4-10: Aplicación de Seiton, gavetas	125
Tabla 4-11: Aplicación de Seiso	125
Tabla 4-12: Implementación Shitsuke.....	126
Tabla 4-13: Aplicación Shikari.....	128
Tabla 4-14: Valor porcentual de la metodología Kaizen	131
Tabla 4-15: Comparación metodología Kaizen.....	132
Tabla 4-16: Análisis final metodología 9S	133
Tabla 4-17: Aplicación SMED	135
Tabla 4-18: Resumen aplicación SMED	137
Tabla 4-19: Actividades del proceso de cambio de molde	137

Tabla 4-20: Datos de la gráfica de control de medias	138
Tabla 4-21: Resumen del proceso de fabricación de la suela Gyna	140
Tabla 4-22: Actividades del proceso de inyección suela Gyna	140
Tabla 4-23: Tiempos estándares producción de suela Gyna.....	141
Tabla 4-24: Tiempos estándares totales de producción de suela Gyna	142
Tabla 4-25: Capacidad de producción suela Gyna	142
Tabla 4-26: Situación actual vs Implementación de la suela Gyna.....	143
Tabla 4-27: Takt time situación actual vs implementación de la suela Gyna.....	144
Tabla 4-28: Cálculo del OEE antes vs después de la implementación.....	145
Tabla 4-29: Resumen del proceso de la suela Angely	147
Tabla 4-30: Resumen del proceso de inyección suela Angely	147
Tabla 4-31: Tiempos estándares producción de suela Angely.....	148
Tabla 4-32: Tiempos estándares producción de suela Angely.....	149
Tabla 4-33: Capacidad de producción suela Angely	149
Tabla 4-34: Situación actual vs Implementación suela Angely.....	150
Tabla 4-35: Takt time situación actual vs implementación suela Angely.....	151
Tabla 4-36: Cálculo del OEE antes vs después de la implementación.....	152
Tabla 4-37: Datos cálculo de la productividad.....	153
Tabla 4-38: Datos cálculo de la productividad.....	154
Tabla 4-39: Porcentaje de productividad.....	155
Tabla 4-40: Lead Time suela Gyna	156
Tabla 4-41: Valor agregado suela Gyna	156
Tabla 4-42: Lead Time Suela Angely.....	157
Tabla 4-43: Valor agregado suela Angely	157
Tabla 4-44: Hoja de información RCM	162
Tabla 4-45: Hoja de decisión RCM.....	163
Tabla 4-46: Leyenda de la hoja de decisión RCM	164
Tabla 4-47: Lista de verificación de mantenimiento del sistema hidráulico	165
Tabla 4-48: Lista de verificación de mantenimiento	166
Tabla 4-49: Historial de mantenimiento.....	167
Tabla 4-50: Tabla de frecuencia de acción	168
Tabla 4-51: Acciones Recomendadas.....	169
Tabla 4-52: Cálculo de los NPR después de la implementación.....	170
Tabla 4-53: Ficha de Control de producción.....	172
Tabla 4-54: Resumen de resultados obtenidos de la implementación.....	176

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Principales problemas de la empresa Multisuelas Beltrán.....	4
Ilustración 2-1: Valoración sistema Westinghouse.....	16
Ilustración 2-2: Tabla de valores suplementarios OIT.....	17
Ilustración 2-3: Tabla de conversión de puntos.....	18
Ilustración 2-4: Herramientas comunes Lean Manufacturing.....	18
Ilustración 2-5: Modelo estratégico de Kaizen.....	19
Ilustración 2-6: Ejemplo de Value Stream Mapping.....	27
Ilustración 2-7: Iconos generales VSM.....	28
Ilustración 2-8: Simbología para el flujo de materiales.....	29
Ilustración 2-9: Simbología para el flujo de información.....	29
Ilustración 2-10: Tipos de pérdidas en cada factor del OEE.....	36
Ilustración 3-1: Localización de la Empresa Multisuelas Beltrán.....	44
Ilustración 3-2: Organigrama Multisuelas Beltrán.....	45
Ilustración 3-3: Diagrama de flujo de proceso de inyección de suelas.....	46
Ilustración 3-4: Máquina Inyectora de 6 estaciones.....	47
Ilustración 3-5: Máquina de inyección de Suelas de plástico-goma.....	48
Ilustración 3-6: Máquina automática rotativa de moldeo por inyección de PVC.....	49
Ilustración 3-7: Máquina HM-188 PVC rotatorio máquina de zapatos.....	49
Ilustración 3-8: Máquina Inyectora SP 245.....	50
Ilustración 3-9: Producción Multisuelas Beltrán.....	51
Ilustración 3-10: Bodega de almacenamiento de materia prima.....	52
Ilustración 3-11: Máquina mezcladora de polímero.....	52
Ilustración 3-12: Máquina de triturado de polímero.....	53
Ilustración 3-13: Maquinaria de inyección de suelas.....	53
Ilustración 3-14: Área de empaquetado de producto terminado.....	54
Ilustración 3-15: Área de almacenamiento producto terminado.....	54
Ilustración 3-16: Distribución de la Empresa Multisuelas Beltrán.....	55
Ilustración 3-17: Área de estudio; planta de producción.....	58
Ilustración 3-18: Plan de acción.....	59
Ilustración 3-19: Diagrama de Gantt del plan de acción.....	60
Ilustración 3-20: Análisis ABC producción categoría A.....	63
Ilustración 3-21: Análisis ABC producción categoría B.....	64
Ilustración 3-22: Análisis ABC producción categoría C.....	64

Ilustración 3-23: Proceso global de producción de suelas.....	65
Ilustración 3-24: Diagrama de análisis de proceso.....	66
Ilustración 3-25: Diagrama de análisis de proceso de cambio de molde Gyna.....	69
Ilustración 3-26: Diagrama de análisis de proceso abastecimiento de la tolva suela Gyna	71
Ilustración 3-27: Diagrama de análisis de proceso de inyección de suela Gyna.....	72
Ilustración 3-28: Diagrama de análisis de proceso de empaquetado de suela Gyna	73
Ilustración 3-29: Diagrama de procesos para el cambio de moldes suela Angely.....	77
Ilustración 3-30: Diagrama de análisis de proceso abastecimiento de la tolva suela Angely....	78
Ilustración 3-31: Diagrama de análisis de proceso para la inyección de suelas Angely.....	79
Ilustración 3-32: Diagrama de análisis de proceso para el empaquetado de suelas Angely.....	80
Ilustración 3-33: VSM inicial de la suela Gyna	94
Ilustración 3-34: VSM inicial de la suela Angely	95
Ilustración 3-35: Diagrama SIPOC	96
Ilustración 3-36: Diagrama Causa-Efecto	97
Ilustración 3-37: Análisis de la situación inicial metodología Kaizen	99
Ilustración 3-38: Análisis inicial 9S	100
Ilustración 3-39: Diagrama Causa-Efecto de demoras en el cambio de moldes	103
Ilustración 3-40: Gráfico de control cambio de molde.....	110
Ilustración 3-41: Línea de Proceso cambio de moldes.....	110
Ilustración 3-42: Diagrama analítico Cambio de molde	111
Ilustración 3-43: Selección del tipo de mantenimiento	115
Ilustración 3-44: Diagrama de Pareto de Fallas	119
Ilustración 4-1: Aplicación Shitsuke.....	127
Ilustración 4-2: Evaluación final de la metodología Kaizen	130
Ilustración 4-3: Análisis final metodología Kaizen.....	131
Ilustración 4-4: Situación inicial vs. Implementación Kaizen.....	132
Ilustración 4-5: Diagrama de barras análisis final 9S.....	133
Ilustración 4-6: Situación inicial vs. situación final 9S.....	134
Ilustración 4-7: Porcentaje de cumplimiento inicial vs. final 9S.....	134
Ilustración 4-8: Diagrama analítico de cambio de molde aplicado SMED	136
Ilustración 4-9: Comparación IVA de SMED.....	137
Ilustración 4-10: Gráfica de medias cambio de molde.....	138
Ilustración 4-11: Diagrama de análisis de proceso suela Gyna	139
Ilustración 4-12: Comparación índice de valor agregado suela Gyna.....	141
Ilustración 4-13: Comparación de los tiempos estándares	142
Ilustración 4-14: Comparación capacidad de producción	143
Ilustración 4-15: Comparación Takt Time.....	144

Ilustración 4-16: Diagrama de análisis de proceso suela Angely	146
Ilustración 4-17: Comparación índice de valor agregado.....	148
Ilustración 4-18: Comparación de los tiempos estándares	149
Ilustración 4-19: Comparación de la capacidad de producción.....	150
Ilustración 4-20: Comparación del Takt Time.....	151
Ilustración 4-21: Comparación de la eficiencia general de los equipos	153
Ilustración 4-22: Comparación de los porcentajes de productividad	155
Ilustración 4-23: Comparación de valor no añadido Gyna.....	156
Ilustración 4-24: Comparación de los tiempos de valor no añadido Angely.....	157
Ilustración 4-25: VSM futuro de la Suela Gyna.....	158
Ilustración 4-26: VSM futuro de la suela Angely.....	159
Ilustración 4-27: Árbol de decisión RCM	161
Ilustración 4-28: Comparación de las valoraciones NPR.....	170
Ilustración 4-29: Capacitación a los empleados del grupo 1	177
Ilustración 4-30: Capacitación a los empleados del grupo 2	177

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2-1: Tiempo Normal	16
Ecuación 2-2: Tiempo Estándar	18
Ecuación 2-3: Tiempo Disponible.....	30
Ecuación 2-5: Producción Real	30
Ecuación 2-6: Tiempo de Ciclo.....	30
Ecuación 2-7: Demanda	30
Ecuación 2-8: Lead Time	30
Ecuación 2-9: Valor Agregado	30
Ecuación 2-10: Tiempo de valor no añadido.....	31
Ecuación 2-11: Tiempo Total	31
Ecuación 2-12: Touch Time	31
Ecuación 2-13: Takt Time	31
Ecuación 2-14: Límite de control S.....	34
Ecuación 2-15: Límite de Control I.....	34
Ecuación 2-16: Rango	34
Ecuación 2-17: Capacidad de Producción por hora	35
Ecuación 2-18: Capacidad de producción por días	35
Ecuación 2-19: Capacidad de producción por mes	35
Ecuación 2-20: Índice de Valor Agregado.....	35
Ecuación 2-21: Análisis de Valor Agregado.....	35
Ecuación 2-22: Disponibilidad.....	37
Ecuación 2-23: Rendimiento	37
Ecuación 2-24: Calidad	37
Ecuación 2-25: OEE.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS ABC PRODUCCIÓN SUELAS

ANEXO B: HOJAS DE REGISTRO DE TIEMPOS

ANEXO C: HOJA DE VERIFICACIÓN ANÁLISIS INICIAL 9S

ANEXO D: TABLA DE VERIFICACIÓN 3 PRIMERAS S

ANEXO E: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA

ANEXO F: ANÁLISIS FINAL 9S

ANEXO G: REGISTRO DE CAPACITACIÓN

ANEXO H: DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

ANEXO I: ACTIVIDADES

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo mejorar la productividad en la línea de producción de suelas de la empresa Multisuelas Beltrán del cantón Ambato, mediante la aplicación de herramientas de la metodología Lean Manufacturing, juntamente con la ejecución del Ciclo PHVA. Se realizó el diagnóstico de la situación inicial dónde se evidenció los factores que afectan al proceso productivo, para contrarrestar la problemática se diseñó un plan de mejora continua utilizando el ciclo PHVA, y mediante un estudio de tiempos, movimientos y diagramas que permitieron conocer el proceso, con la ayuda de la herramienta VSM se identificó las oportunidades de mejora con los estallidos Kaizen, posteriormente con la aplicación de hojas de verificación de Kaizen y 9S se conoció el porcentaje de cumplimiento Lean, y con el cálculo de la evaluación de desempeño se planteó el desarrollo de SMED de una propuesta para reducir del tiempo de preparación, con la ayuda de AMFE se desarrolló el plan RCM, que redujo las fallas en las máquinas inyectoras. Con la ejecución del plan de acción se desarrolló un análisis comparativo de la situación inicial y posterior a la aplicación de las estrategias se determinó que con la implementación se elevó el porcentaje de cumplimiento de la metodología 9S en 25%, Kaizen en 45%, con SMED se redujo 8,81 minutos el cambio de molde, la productividad mejoró 8,46% aumentando la capacidad de producción y la eficiencia en los equipos. Se concluye que con la aplicación del ciclo PHVA en conjunto con las herramientas de Lean Manufacturing se cumplió con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa. Se recomienda a la empresa incurrir en el proceso de mejora continua evaluando los problemas a fin de que permanezcan los resultados.

Palabras clave: <PRODUCTIVIDAD> <LÍNEA DE PRODUCCIÓN> <LEAN MANUFACTURING> <CICLO PHVA> <PLAN DE MEJORA CONTINUA>.

1602-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of this research was to improve productivity in the production line of soles of Multisuelas Beltrán company from Ambato city, by applying tools of the Lean Manufacturing methodology, combined with the implementation of the PHVA Cycle. A diagnosis of the initial situation was done where the factors that affect the production process were made evident, to counteract the problem a continuous improvement plan was designed based on the PHVA cycle, and through a time study, movements and diagrams that allowed to identify the process, with the help of the VSM tool the opportunities for improvement were identified with the Kaizen bursts, Later, with the application of Kaizen and 9S check sheets, the percentage of Lean compliance was established, and with the calculation of the performance evaluation, the development of SMED of a proposal to decrease the preparation time was proposed, with the assistance of FMEA, the RCM plan was implemented, which reduced the failures in the injection molding machines. With the execution of the action plan, a comparative analysis of the initial situation was developed and after the application of the strategies it was determined that with the implementation the percentage of compliance with the 9S methodology was increased by 25%, Kaizen by 45%, with SMED the mold change was reduced by 8.81 minutes, productivity improved by 8.46% increasing the capacity of the injection molding machines. It is considered that with the application of the PHVA cycle in combination with the Lean Manufacturing tools, the objective of increasing the company's productivity was achieved. It is recommended that the company to engage in the process of constant improvement by evaluating the problems in order to ensure that the results remain the right way forward.

Key words: <PRODUCTIVITY> <PRODUCTION LINE> <LEAN MANUFACTURING>
<PHVA CYCLE> <CONTINUOUS IMPROVEMENT PLAN>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.
Cf. 060311780-5

INTRODUCCIÓN

Las empresas ecuatorianas actualmente están obligadas a incorporar nuevas estrategias de mejora que garanticen un nivel de excelencia dentro de su sistema productivo, con el fin de ser cada vez más competitivas en el mercado nacional e internacional; para el mejoramiento de los procesos es importante trabajar en el uso de técnicas que permitan la optimización y continuidad del flujo productivo, tomando como pilar fundamental el menor uso de recursos (humanos, herramientas y materiales), para obtener mayores beneficios (económicos y productivos).

Para lograr ese beneficio se usa la implementación de herramientas Lean Manufacturing para el mejoramiento de la productividad en la línea de producción de suelas, con el fin de mantener la continuidad de las actividades operativas, reduciendo significativamente tiempos improductivos en el proceso y finalmente contribuyendo al incremento de la competitividad dentro del sector industrial.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo mejorar la productividad en la línea de producción de suelas en Multisuelas Beltrán del Cantón Ambato provincia de Tungurahua, mediante la aplicación de la metodología Kaizen, 9S, VSM, SMED y AMFE juntamente con la Aplicación de Ciclo PHVA pilares fundamentales del sistema Lean Manufacturing. La metodología Kaizen inicia con la medición del trabajo, estudio de métodos y redistribución de planta, estos métodos ayudan a comprender el proceso de forma general, de tal manera que se identifican factores críticos en el proceso para mejorar. Con la ayuda de herramientas, se implementa en la empresa una nueva metodología de trabajo, que consiste en el uso adecuado de hojas estandarizadas de proceso, 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.

En el desarrollo de la estrategia se empieza con la recolección de información mediante el uso de técnicas y herramientas como hojas de verificación, registros de producción y diálogos con supervisores y jefes de cada área, con el fin de identificar la maquinaria objeto de estudio a través de un análisis de criticidad de los equipos basados en la norma SAE JA 1012, con los resultados obtenidos se identificó los elementos que comprende a la maquinaria analizada, se delimitó los tipos de suelas bajo un estudio utilizando las metodologías ABC y diagrama de Pareto, garantizando la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Como complemento se identificaron las causas principales que afectan la producción de suelas mediante la aplicación del VSM, para determinar desperdicios Lean de la

productividad del sistema, se diseñó un plan de mejora continua en la línea de producción utilizando el ciclo PHVA, se mejoró las condiciones del puesto de trabajo aplicando Kaizen y las 9S reduciendo tiempos muertos en la producción de suelas, además se implementó las herramientas Lean Manufacturing para un mejoramiento en el proceso productivo de la empresa Multisuelas Beltrán y se evaluó el plan de mejora con el uso de técnicas Lean después su posterior implementación. Se empleó técnicas de ingeniería de métodos y tiempos: diagramas de proceso, diagramas de recorrido y diagramas de flujo; herramientas lean manufacturing de diagnóstico: cuestionario de evaluación, diagrama de desperdicios; herramientas lean manufacturing operativas: 9S; herramientas lean manufacturing de seguimiento: gestión visual; el software AUTOCAD, para realizar la distribución de planta y diagrama de recorrido.

El presente trabajo contiene una estructura de cuatro capítulos haciendo referencia en primer lugar al planteamiento del problema que se ha logrado identificar en el análisis realizado a la empresa, el marco teórico en el cual se encuentra plasmados los conocimientos adquiridos en la formación académica, además un marco metodológico en el que se detalla las instrucciones a seguir en el uso adecuado de las distintas herramientas y técnicas mencionadas, con la finalidad de obtener los resultados requeridos.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DE PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La empresa Multisuelas Beltrán, es una fábrica de suelas ubicada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, con una trayectoria de 20 años, donde los productos que sobresalen en el mercado son suelas, plantillas, tacones entre otros. Con el paso de los años se ha ido adaptando a nuevos materiales que existen en el mercado, máquinas de inyección para termoplástico y otros polímeros. En la actualidad, Multisuelas Beltrán ofrece suelas inyectadas en TR (termoplástico moldeable, flexible, fuerte que permite pisada agradable), PVC (material conformado por Resina de Policloruro de Vinilo) y Expanson (poliestireno expandido), para todo tipo de calzado tanto de hombre como de mujer.

La sociedad cada vez más competitiva, las empresas se ven en la obligación de investigar métodos de producción más eficientes y eficaces con una sola finalidad la de reducir costos de producción y aumentar la productividad.

En los años 70, el nivel de la producción artesanal logra un nivel de excelencia y la ciudad de Ambato empieza a ser el centro de mayor apogeo del calzado en el país. Diversos talleres se convierten en empresas y se industrializa la producción. En los años ochenta empieza el camino para introducirse en el mercado internacional. Usando cocedoras de suelas, forros de cueros, se sustituye el pegado a mano de los tacos con las suelas por medio de troqueles hidráulicos, obteniendo así un producto ecuatoriano que se contempla por su durabilidad y calidad.

Con el avance del tiempo se observa que el calzado tanto de dama como de caballero ha mejorado en gran escala, hoy en día existe una variedad de diseños con diversidad de materiales para fabricarlo. El calzado solo se lo fabricaba como un elemento para protección de los pies, en la actualidad se los elabora según las tendencias del momento, moda o estatus social.

Las empresas Lean Manufacturing es una cultura o táctica para obtener grandes resultados en la producción, en las diferentes áreas de trabajo donde requieren de cambios, el presente trabajo tiene como finalidad conseguir una mejor productividad analizando la realidad actual de la empresa, diseñar mejoras viables y visibles, con el uso de las herramientas de Lean Manufacturing, para ello se desarrolló un método de mejoría y se implementó con el fin de obtener mejores resultados respecto a la productividad de las suelas de zapatos.

1.2. Planteamiento del problema

Como primer paso se realizó un acercamiento con la organización y mediante una reunión conjunta con empleados, directivos y personal administrativo de la empresa Multisuelas Beltrán a fin de identificar el principal problema que afecta a la empresa, aplicando la herramienta de lluvia de ideas se obtiene el siguiente diagrama de causa-efecto (diagrama de Ishikawa).

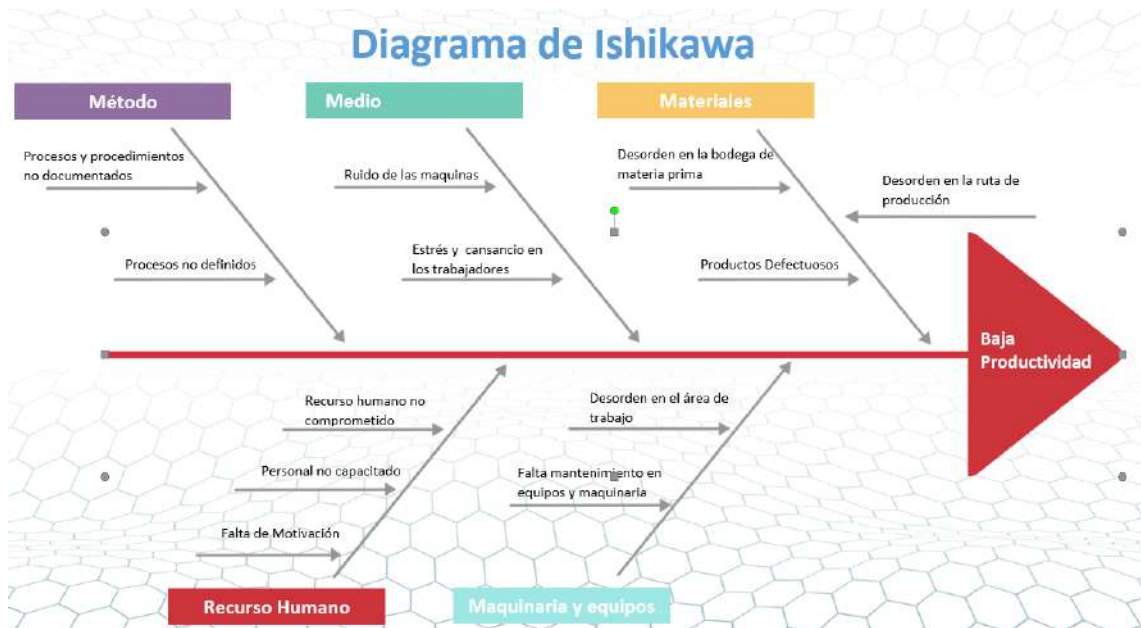


Ilustración 1-1: Principales problemas de la empresa Multisuelas Beltrán

Realizado por: Muñoz, L., Reyes, J., 2023

Según la ilustración 1-1 los problemas que afectan a la empresa y a su productividad son los siguientes: existe desorden en el área de producción y almacenamiento desorganizado de productos terminados, falta de cultura y compromiso organizacional de los trabajadores, desorden de materiales, herramientas, instrumentos y equipos después de ser usados, además, en la línea de producción de suelas se detectó la presencia de desperdicios (tiempos improductivos de producción, tiempos en reproceso de desperdicios de materia prima y productos defectuosos entre el 5% y 8% por cada lote de producción), falta de estandarización de procesos lo que genera movimientos extras y demoras en los operarios.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación práctica

Con la implementación de herramientas Lean Manufacturing como: kaizen, las 9S, SMED en el proceso de producción de la empresa Multisuelas Beltrán, reduce el porcentaje de desperdicios durante el procesamiento de suelas y se mejora la productividad.

1.3.2. Justificación metodológica

La metodología de las 9S permitió tener una visión clara sobre la importancia de mantener el área de trabajo limpia y ordenada, para lo cual se emplearon lista de verificación para dar con el cumplimiento de esta metodología, la observación directa para identificar el área de trabajo a mejorar y sobre todo la comunicación entre el líder de trabajo y el personal operativo que integra la línea de producción

Con la finalidad de lograr incrementar la productividad se va a realizar un trabajo de campo para obtener información relevante que permitirá encontrar las principales causas y posteriormente plantear propuestas viables para incrementar la productividad del proceso y por consiguiente la calidad de los productos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Mejorar la productividad mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa Multisuelas Beltrán

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la empresa Multisuelas Beltrán frente a las técnicas Lean Manufacturing para comprender el proceso productivo.
- Identificar las causas principales que generen actividades improductivas en el proceso de producción de suelas.
- Determinar las herramientas de Lean Manufacturing que son aplicables en el área de producción obteniendo el enfoque a aplicar y la mejor solución mediante la identificación de los desperdicios presentes en el área.
- Diseñar un plan de mejora utilizando las herramientas Lean Manufacturing con la finalidad de optimizar la ejecución de actividades de producción en las áreas de la planta.
- Implementar las herramientas Lean Manufacturing para el mejoramiento en el proceso productivo de la empresa Multisuelas Beltrán.
- Evaluar el impacto de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la productividad del sistema de producción.

1.5. Alcance

El presente proyecto técnico se desarrolla para mejorar la productividad de la línea de producción de suelas en las inyectoras, estacionarias de 2 estaciones y la rotativa de 6 estaciones, además de mejorar la organización de productos terminados de la empresa de Multisuelas “BELTRÁN”, Av. Manuelita Sáenz y Reinaldo Miño -Vía a Santa Rosa.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias Teóricas

Se conoce que el cliente casi nunca está dispuesto a reconocer por las actividades que no agregan valor a un producto en un sistema productivo por lo que Lean manufacturing es la rama que estudia la mejora continua en el sistema productivo (RAJADELL, 2021)

La metodología Lean Manufacturing se conoce también como un conjunto de herramientas desarrollado en Japón que, parcialmente, está inspirado en los principios de William Edwards Deming, que ha propuesto 14 fundamentos para la gestión y transformación empresarial; que su metodología ha logrado la calidad y productividad en el ámbito empresarial, con un marco de acción planificado a largo plazo (VILLARDE, 2012).

El método de Lean manufacturing tiene como objetivo principal reducir y eliminar actividades innecesarias en la producción. Dicho producto deberá ser según la cantidad y calidad que requiere el cliente. Lean Manufacturing se preocupa principalmente por el talento humano, ya que depende de ahí la mejora y velocidad de los procesos, eliminando todo tipo de desperdicio aplicando la mejora continua con la ayuda de herramientas que radiquen en la producción (LINARES, 2018).

2.1.1. Orígenes del Lean Manufacturing:

En el siglo XX, Lean Manufacturing emprendió con la producción en serie de automóviles. De modo que llevó a la expansión en el área automotriz, pero esto no fue factible en las otras empresas ya que la producción en serie requiere de mucha tecnología de alta gama y ese entonces las empresas aun no estaban en la capacidad de llevar con todo el cambio repentino y costoso.

Mientras que en los Estados Unidos se buscaban estrategias para reducir los costos de fabricación de vehículos, Japón estaba cruzando una gran crisis económica mundial. Y de tal modo el creador de los automóviles Toyota propuso en realizar el producto a escala menor con precios accesibles obteniendo beneficios monetarios sin tomar en cuenta la estandarización.

- Los materiales fueron eliminados del suministro excesivo.
- Para mantener a los proveedores durante un largo plazo se convenía una relación de confianza.

- Una de las estrategias que utilizaron fue que los empleados sean participes; tanto de las áreas de producción y áreas de mantenimiento, con el objetivo que mediante la observación puedan llegar a dar sugerencias para mejorar la cadena productiva.

2.1.2. *Objetivo del Lean Manufacturing*

Desarrollar una mejora continua con la reducción de actividades innecesarias en la producción, bajo la demanda de los clientes de un producto hace posible manifestar la calidad como ente principal de una empresa fusionada con la reducción del tiempo y costos de producción y así aumentando la productividad, es el objetivo de Lean Manufacturing según (JÁCOME, 2018).

Lean es:

- Adecuado uso y ahorro de materia prima y resto de materiales.
- Uso racional y controlado de la energía.

Los resultados que se consiguen después de aplicar los principios de Lean Manufacturing:

- Costos mínimos de producción logrando diferencia significativa con el ahorro excesivo de materia prima y evitando desperdicios.
- Control en el rendimiento de las máquinas y equipos manteniendo en buen estado y trabajando siempre para no detener la producción (BEDNAREK, y otros, 2017).

2.1.3. *Lean Manufacturing y Productividad:*

Para un aumento de la producción en una empresa siempre van a ir a la par la productividad y Lean Manufacturing, de esa manera maximizar el uso de todos los recursos ya sean materiales, humanos, económicos, naturales, tecnológicos y demás, que intervienen en la producción para llevar cabo con la mejora continua para obtener un producto o servicio de calidad máxima y con la óptima satisfacción del cliente.

Con la utilización óptima y adecuada de las herramientas de Lean Manufacturing, se incrementa la productividad, lo que crea una ventaja competitiva en el mercado ya que hoy en día todas las empresas compiten para satisfacer a los clientes con sus productos (SOCCONINI, 2019 p. 27)

2.1.4. *Desperdicios en el Lean Manufacturing:*

El uso adecuado de estas herramientas o métodos debe estar dirigido a mantener y mejorar las preferencias de los consumidores. Esta área de trabajo incluye trabajar en todos los aspectos de

la denominada “cadena de valor”, eliminando desperdicios con el fin de reducir costos y con ello aumentar la producción en serie (LINARES, 2018 p. 21).

2.1.5. Los 7 tipos de desperdicios:

2.1.5.1. Defectos y retrabajos:

Por la utilización del mismo personal y la misma maquinaria en diferentes procesos de producción es la razón real de las empresas donde acurren los retrabajos.

2.1.5.2. Procesamiento incorrecto:

Sucede debido a que muchos procesos de producción tienen pasos que son totalmente innecesarios y no ayudan a dar un agregado en el valor al producto final. Y esto sucede debido a la mala distribución de la planta y errores en el proceso de fabricación (SOCCONINI, 2019 p. 36)

2.1.5.3. Sobreproducción:

Mala planificación y falta de comunicación entre áreas de trabajos llega a tener una sobreproducción en el producto final, se produce más de lo necesario (SOCCONINI, 2019 p. 33)

2.1.5.4. Inventario:

Inventario son todos los productos que se tiene registrados eso en referencia la cantidad que se van acumulando, es el producto terminado o puede ser también en materia prima donde se compran más de lo necesario aprovechando las caídas de precios. (SOCCONINI, 2019 pág. 34)

2.1.5.5. Movimiento:

Ocurre en las empresas donde se tiene la planta con mala distribución y carencia de capacitación en el tema por lo que los trabajadores realizan caminatas innecesarias al momento de estar trabajando, ocasionando desperdicios de tiempo y aumentando los costos de producción.

2.1.5.6. Espera:

Es ocasionado por cuestiones administrativas o mantenimientos no planificados de maquinarias y toca esperar a que este termine para poder empezar de nuevo, ocasionando pérdidas en la producción (SOCCONINI, 2019 p. 39).

2.1.5.7. *Transportación:*

Se produce por falta de capacitación al personal y no tener conocimiento que para empezar un trabajo de producción debe estar planificado todos los materiales y herramientas, de lo contrario produce desplazamientos innecesarios tanto del personal y herramientas (SOCCONINI, 2019 p. 37)

2.1.6. *Principios del Lean Manufacturing*

La metodología debe ser implementada en todas las empresas sean grandes o pequeñas y en todas las áreas, llegando a tener un trabajo común mas no una imposición entre ellas. Esta nueva forma de pensar requiere que el valor fluya hasta el cliente (LINARES, 2018 p. 23). para ello y con los planteamientos y objetivos propuestos se enumera las siguientes fases:

Los 5 principios del lean manufacturing, se define de la siguiente manera:

1. **Definir el valor:** se refiere a los productos desde el punto de vista del cliente. Define cuales son las referencias, requerimientos, componentes y tecnología que buscan el cliente para solucionar su problema, no solo el producto mismo que produce la empresa.
2. **Identificar el flujo de valor:** definición basada en la definición de operaciones básicas para los diversos componentes del producto. Los desperdicios se deben eliminar de la cadena de producción ya que no ayudan en ella, esto no aumenta el valor del producto final para el cliente.
3. **Crear flujo de valor:** la revisión profunda sirve como herramienta para comprender los procesos e identificar los desperdicios, conocer bien el proceso y estudiarlo, puede sacar ventaja productiva con nuevas ideas que de valor que muestra la secuencia y el movimiento que los clientes finales valoran como parte de sus necesidades, esto incluye los documentos, información y procesos que contribuyeron a su procedencia.
4. **Facilitar el Pull:** con el flujo de valor realizado, se puede comenzar la producción, el cliente es el más importante aquí, ya que él nos indica la necesidad y demanda que requiere.
5. **Buscar la perfección:** la calidad es muy importante para la satisfacción del cliente en la demanda requerida de un producto o servicio (LINARES, 2018 p. 24).

2.1.7. **Ciclo PHVA**

En este ciclo, también conocido como ciclo Deming, ciclo Shewhart, o simplemente ciclo de calidad, se desarrolla un plan de manera objetiva y exhaustiva (plan), se implementa a pequeña escala o durante un período de prueba (hacer), se evalúa para ver si se obtuvieron los resultados esperados (verificar), de acuerdo con lo preliminar, se actúa en consecuencia (actuar), ya sea

generalizando el plan (si funcionó) y tomando medidas preventivas para que la mejora no se revierta. (Pulido, 2010, p. 120)

2.1.7.1. Los ocho pasos para solucionar problemas

Es crucial seguir una metodología bien estructurada para llegar a las causas subyacentes de los problemas verdaderamente críticos y no solo enfocarse en tratar los efectos y síntomas si se desea mejorar la calidad y, en general, abordar las dificultades recurrentes y crónicas.

La aplicación de estas ocho etapas a problemas en curso o iniciativas de mejora puede parecer al principio trabajo extra y lleno de obstáculos, pero con el tiempo liberan una gran cantidad de tareas realizadas actualmente que tienen poca relación con la calidad.

El ciclo PHVA se puede poner en marcha dividiéndolo en las ocho actividades o acciones que se indican a continuación.

Tabla 2-1: Ciclo PHVA

Etapa del Ciclo	Paso núm.	Nombre del paso	Posibles técnicas a usar
Planear	1	Definir y analizar la magnitud del problema	Pareto, hojas de verificación, histograma, Cartas de control
	2	Buscar todas las posibles causas	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa
	3	Investigar cuál es la causa más importante	Pareto, estratificación, diagrama de dispersión, diagrama de Ishikawa
	4	Considerar las medidas remedio	Por qué . . . necesidad Qué . . . objetivo Dónde . . . lugar Cuánto . . . tiempo y costo Cómo . . . Plan
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, Pareto, Cartas de control, hoja de verificación
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del problema	Estandarización, inspección, supervisión, hoja de verificación, cartas de control
	8	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro.

Fuente: (PULIDO, 2010 pp. 120)

Etapa 1: Planear

1) Definir, delimitar y analizar la magnitud del problema:

El problema debe estar claramente definido y delimitado en este paso para que el problema a analizar se entienda verdaderamente. También debe quedar claro cómo el problema afecta la calidad y la productividad, así como la frecuencia con la que se presenta y cuánto cuesta tener

este inconveniente. Cuando el problema que se está generando es evidente, se pueden utilizar herramientas como el diagrama de Pareto, fichas de verificación, fichas de control o directamente las denuncias de un cliente interno o externo. Esta información le ayudará a identificar el problema. El problema se ha definido como resultado de este paso, con el objetivo específico de erradicarlo y las ventajas que se obtendrán a continuación de encontrar la solución del problema. (Pulido, 2010, p. 122)

2) Buscar todas las posibles causas:

Los miembros del equipo deben buscar todas las posibles causas del problema en este segundo paso, preguntándose al menos cinco veces por qué existe. Es crucial centrarse en las razones reales en lugar de los síntomas, al mismo tiempo que se destaca la variabilidad en términos de cuándo surge el problema (programado, turno, departamento o máquina), dónde ocurren las fallas en el producto o proceso, y qué tipo de elementos o intervienen procesos. Cuando algo se ha presentado con frecuencia, es mejor concentrarse en el hecho general que en el específico. Por ejemplo, si un lote salió mal y esto sucede con frecuencia, es preferible preguntar por qué los lotes salen mal en general en lugar de por qué un lote específico salió mal. (Pulido, 2010 p. 121)

3) Investigar cuál es la causa o el factor más importante:

Se requiere determinar cuál de las muchas posibles causas y circunstancias evaluadas en la etapa anterior se considera más crucial. Para lograr esto, es posible sintetizar los datos pertinentes descubiertos en la etapa anterior, visualizarlos mediante un diagrama de Ishikawa y luego, por consenso, elegir las razones que se consideran más significativas. El uso de una herramienta como el diagrama de Pareto, la estratificación o el diagrama de dispersión se puede utilizar para realizar un análisis basado en datos, o se pueden recopilar datos mediante una hoja de verificación. Para comprender mejor la raíz del problema y el impacto que tendrá solucionarlo en otros procesos interdependientes, también es vital analizar cómo se conectan las posibles causas. No pase por alto ni pierda de vista el problema más amplio. (PULIDO, 2010 p. 122)

4) Considerar las medidas remedio para las causas más importantes:

Al contemplar acciones correctivas, es importante asegurarse de que las causas se eliminen de una manera que evite que el problema se repita. No se deben tomar acciones que resuelvan el problema de manera instantánea o temporal. Es fundamental tener en cuenta lo siguiente al considerar las medidas correctivas: su necesidad, cuál es su objetivo, dónde se implementarán, cuánto tiempo llevará establecerlas, cuánto costará y quién lo hará y cómo. Además, se debe desarrollar un plan completo para implementar las acciones correctivas o reparadoras, junto con un análisis de cómo se evaluarán las soluciones propuestas de mejora (secuencia, responsabilidades, modificaciones, etc.). El grupo debe evaluar si las acciones correctivas no

conducen a nuevos problemas (efectos secundarios). Si este es el caso, se deben tomar medidas para mitigar estos efectos secundarios o pensar en cursos de acción alternativos. La fase de planificación del ciclo PHVA se divide en estos primeros cuatro pasos, por lo tanto, en esta etapa, no se ha realizado ninguna modificación y solo se ha determinado el mejor enfoque para resolver el problema. Con base en el ciclo PHVA y los procesos anteriores, si el equipo necesita presentar las medidas correctivas a los gerentes para su consideración, la reunión con los gerentes debe estar bien preparada con los materiales necesarios, destacando la importancia del tema y sus costos asociados. (Pulido, 2010 p. 122)

5) Poner en práctica las medidas remedio:

El plan creado en la etapa anterior debe seguirse exactamente para llevar a cabo las acciones correctivas, y también se debe incluir e informar a las personas afectadas sobre la trascendencia del problema y los objetivos que se persiguen. La estrategia de implementación debe tener en cuenta el principio esencial de que las acciones correctivas se prueben primero en una escala modesta, si es posible. (Pulido, 2010 p. 122)

6) Revisar los resultados obtenidos:

Este paso implica determinar si las acciones correctivas fueron efectivas o no. Para esto, es crucial darle al proceso el tiempo suficiente para que siga su curso para que los cambios surtan efecto, y luego comparar la situación antes y después de los ajustes usando una técnica estadística. También es vital evaluar el impacto directo de la solución, ya sea en términos monetarios o sus equivalentes, si hubiera modificaciones y mejoras en el proceso. (Pulido, 2010 p. 122)

7) Prevenir la recurrencia del problema:

Para ello es necesario estandarizar las soluciones a nivel de proceso, los procedimientos y los documentos correspondientes, de tal manera que el aprendizaje logrado a través de la solución se refleje en el proceso y en las responsabilidades. Si las soluciones fueron exitosas, las medidas correctivas deben generalizarse y evitar que el problema se repita o garantizar el progreso logrado. Las medidas preventivas deben ser explicadas y apoyadas, y las personas encargadas de hacerlas cumplir deben capacitarse. Para construir procesos o métodos de prevención y monitoreo, las herramientas estadísticas pueden ser de gran ayuda; poniendo en práctica cartas de control, inspecciones de rutina, hojas de verificación, supervisiones, etc., por ejemplo. También es práctico hacer una lista de las ventajas indirectas e intangibles generadas por la estrategia de mejora. Si las respuestas no funcionaron, regrese y mire todo lo que ha hecho, tome notas, piénselo y llegue a algunas conclusiones antes de comenzar de nuevo en el paso 1. Verifique para asegurarse de que en el paso 5 las acciones fueron realmente llevado a cabo según lo previsto en el paso 4. (Pulido, 2010 p. 123)

8) Conclusión:

La técnica seguida debe ser examinada, documentada y el trabajo futuro debe planificarse en este paso final. Esto se puede lograr compilando una lista de los problemas actuales y describiendo algunas soluciones potenciales. El ciclo se puede reiniciar enfocándose en los temas más críticos. Para mejorar las actividades futuras y tener un punto de partida para los actos futuros, también es crucial reflexionar sobre todo lo que se ha hecho, documentarlo y aprender de ello. El proyecto debe presentarse a los gerentes y otros departamentos si se considera exitoso para que se pueda agradecer a los miembros del equipo y se pueda promover el buen trabajo la productividad.

Los ocho procesos anteriores pueden parecer un trabajo extra al principio e implicar muchos desvíos para resolver un problema o llevar a cabo un proyecto de mejora, pero a la larga liberan muchas de las tareas que ahora se realizan y no tienen ningún impacto. sobre la productividad o la calidad. En otras palabras, si se siguen los ocho pasos, la calidad de las soluciones de back-end reemplazará la cantidad de operaciones inmediatas. (Pulido, 2010 p. 123)

2.1.8. Análisis ABC

Las unidades que giran más y producen el mayor valor para la empresa, así como los bienes en los que la corporación invierte la mayor cantidad de dinero en adquisición, pueden tomarse en consideración para este análisis. Las variables elegidas para este estudio están determinadas por el requerimiento. Para aplicar el análisis del enfoque ABC, se pueden separar en tres grandes etapas con base en los procesos antes mencionados.

- **Fase 1:** Establecer la característica que influye en la gestión de inventarios
- **Fase 2:** Clasificar los materiales en función del criterio establecido
- **Fase 3:** Aplicar grado de control en proporción a la importancia de cada grupo de artículos para la empresa

2.1.8.1. Clasificación método ABC

Basado en el principio de Pareto (Vilfredo Pareto), el análisis ABC o categorización es una técnica de gestión de inventarios que divide el inventario físico en Zonas A, B y C.

Cuando se crea el inventario, la clasificación de cada zona se hace teniendo en cuenta el valor que posee cada artículo, el cual está determinado por criterios preestablecidos como el costo unitario o el volumen monetario anual.

Esta estrategia enfatiza los pocos componentes significativos por encima de los insignificantes.

- **Zona A:** Esta es la más crucial. Son los bienes de mayor valor debido a su alto costo, alto

nivel de uso o contribución significativa a las ganancias. Aunque su valor normalmente fluctúa entre el 70 y el 80 % del valor total del inventario, normalmente representa el 15 % de todas las unidades. En otras áreas, como acuerdos para tener un suministro constante, proyecciones de demanda más precisas, actualizaciones frecuentes, sitios cercanos, mejores condiciones de almacenamiento, etc., reciben más atención que los inventarios físicos.

- **Zona B:** Con importancia secundaria. Son artículos de valor intermedio. Suelen ser entre el 20 y 30% y su valor se ubica entre 15 y 25% del valor total. No tienen las mismas condiciones que el inventario de Zona A, sin embargo, se controlan sus existencias y los costos en sus faltantes. Son objeto de revisión para decidir si ascienden a la zona A o descienden a la C.
- **Zona C:** Poco importantes. Representan la mayoría de volumen de inventario, pero son los artículos de menor valor. Requieren de poca supervisión. (Rago, 2017 p. 6)

2.1.9. Estudio de Tiempos y Movimientos

Un estudio de tiempos es un método para medir la cantidad de trabajo que se debe realizar para completar una tarea con el fin de registrar la duración y las tasas de trabajo para cada paso de la tarea mientras se lleva a cabo en condiciones específicas con la política de ejecución ya establecida.

2.1.9.1. Estudio de tiempos con cronómetro

En este estudio, se pone énfasis en esta técnica, ya que permite la medición sistemática de la actividad del operador, teniendo en cuenta una variedad de factores, tales como descansos, ritmos y evaluación del trabajo.

Un experto utiliza un cronómetro digital o analógico debidamente calibrado, junto con un tablero de observación y hojas de observación de tiempo, para estudiar el tiempo con un cronómetro a fin de realizar un seguimiento de los tiempos y ritmos de un trabajo específico.

Los pasos típicos en un estudio de tiempos son:

- a) Recopilar y registrar todos los datos de los procesos que se van a medir.
- b) Describir claramente el método de trabajo vigente, sus procedimientos y las acciones o componentes que lo integran.
- c) Calcular las duraciones de cada paso o actividad usando un cronómetro.
- d) Establecer el trabajador que realiza la actividad en la velocidad típica de cada operación.
- e) Calcular el tiempo fundamental utilizando los tiempos observados.

- f) Determinar los complementos que deban adicionarse al tiempo base para cada trámite.
- g) Establecer el tiempo medio de tramitación.

2.1.9.2. *Tiempo Estándar*

Según la norma ANSI Z94-0-1982, es la cantidad de tiempo que un trabajador calificado puede completar una tarea mientras desarrolla una actividad regular de acuerdo con la técnica indicada y teniendo en cuenta las tolerancias para retrasos incontrolables del empleado.

2.1.9.3. *Tiempo normal*

El tiempo normal se considera como el tiempo indicado por el operador para completar las tareas a un ritmo típico de trabajo. Se determina usando la ecuación.

Ecuación 2-1: Tiempo Normal

$$TN = TP * F.C.W$$

Donde:

TP= Tiempo Promedio

F.C. W=Factor de calificación Westinghouse

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Ilustración 2-1: Valoración sistema Westinghouse

Fuente: (Monserrate Solano, y otros,2022 p.50)

- **Método Westinghouse:** Consiste en evaluar la actuación de los trabajadores calificando cuatro factores claves: Habilidad, Esfuerzo, Condición y Consistencia.

2.1.9.4. Tiempo suplementario u holguras

Se tiene tiempos suplementarios constantes y variables diferentes para hombres y mujeres; por medio de la observación directa se recolecta la información y se cuantifica mediante la tabla OIT (Organización Internacional del Trabajo).

El número total de suplementos se determina una vez evaluado cada uno, y este número debe expresarse en porcentaje para dar cuenta de su adición al tiempo de producción.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES				
		Hombres	Mujeres	
A. Suplementos por necesidades personales		5	7	
B. Suplemento base por fatiga		4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES				
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		
B. Suplemento por postura anormal				
Ligeramente incomoda	0	1		
Incomoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso Levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
			max	
35,5	22	---		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada.	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento kata				
16		0		
8		10		
4		45		
2		100		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta concentración		0	0	
Trabajos precisos o fatigosos		2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.		5	5	
G. Ruido				
Continuo		0	0	
Intermitente y fuerte		2	2	
Intermitente y muy fuerte estridente y fuerte		5	5	
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo		1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4	
Muy complejo		8	8	
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono		0	0	
Trabajo bastante monótono		1	1	
Trabajo muy monótono		4	4	
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido		0	0	
Trabajo bastante aburrido		2	1	
Trabajo muy aburrido		5	2	

Ilustración 2-2: Tabla de valores suplementarios OIT

Fuente: OIT, 2019

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	19	20	20	21	21	22	22	23
2350	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Ilustración 2-3: Tabla de conversión de puntos

Fuente: (Monserrate Solano, y otros, 2 022 p.51)

2.1.9.5. Cálculo de tiempo estándar

Para obtener el tiempo estándar se aplica la ecuación:

$$TS = TN * (1 + S)$$

Ecuación 2-2: Tiempo Estándar

Donde:

TS= Tiempo Estándar

TN= Tiempo Normal

S= Suplementos u Holgura

2.1.10. Herramientas Lean Manufacturing

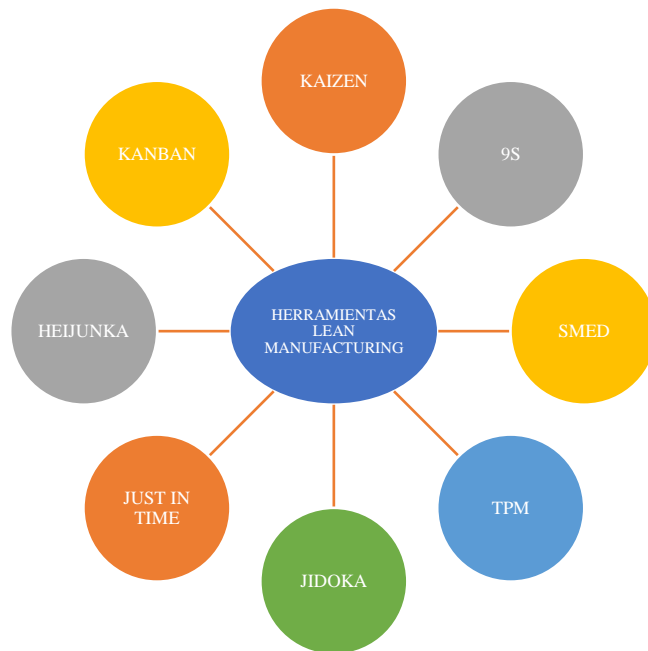


Ilustración 2-4: Herramientas comunes Lean Manufacturing

Fuente: (SOCCONINI, 2019 p. 50)

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.

2.1.11. Kaizen

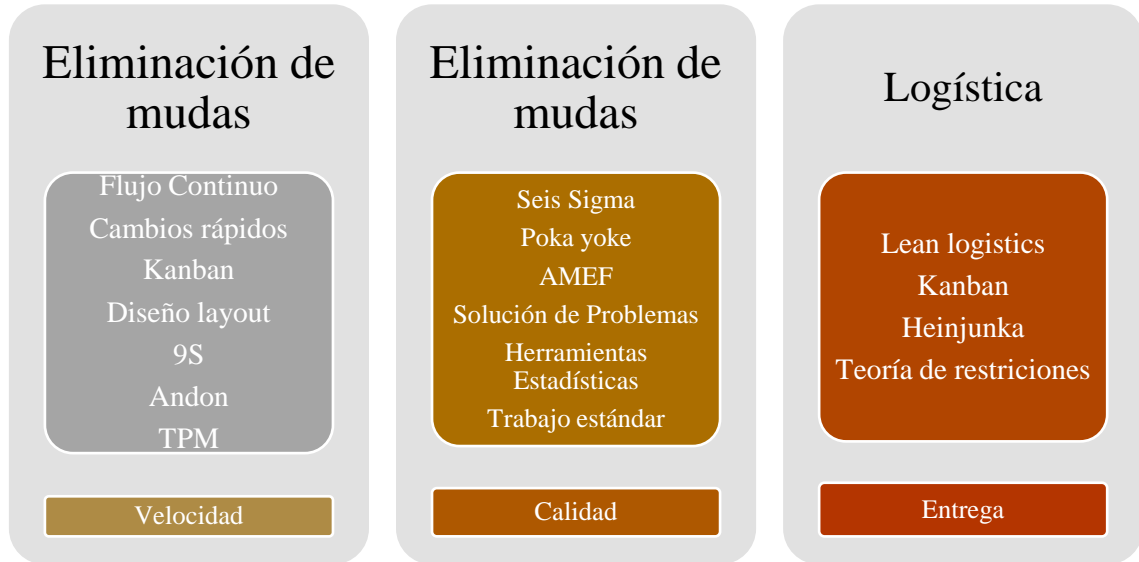


Ilustración 2-5: Modelo estratégico de Kaizen

Fuente: (SOCCONINI, 2019.p.52)

La principal característica de Kaizen; es que se va avanzando poco a poco pero cuando se llega a la totalidad se observa un resultado óptimo y veraz y se mantiene durante un largo plazo.

Existe cuatro principios fundamentales deben ser utilizados para poner en práctica esta filosofía:

- **Optimización de los recursos actuales de la organización:** todas las empresas utilizan, la metodología Kaizen que aconseja realizar un análisis exhaustivo para identificar alternativas que puedan llevar a mejorar su uso y funcionalidad de los recursos existentes en el proceso o ya sea recursos incorporados en la actualidad.
- **Implementación de la solución a corto plazo:** se refieren a las actividades que no ayudan al progreso y bienestar de la calidad de un producto por lo tanto si se visualiza este tipo de actividades se procede a descartar en su corto plazo para ayudar a crecer al productivo.
- **Criterios gratuitos o reducidos:** el espejo retrovisor los procesos de mejora continua es la innovación empresarial donde en ningún caso se fomenta el uso intensivo de capital.
- **Participación:** la participación de los trabajadores es muy satisfactorio para la empresa siempre y cuando esta sea de manera responsable y voluntaria para realizar los procedimientos trazados en un proceso productivo dando seguimiento a la mejora continua

siempre y cuando la calidad sea objetivo principal para la satisfacción de los clientes y cuando se encuentra un problema se debe también encontrar la solución para continuar con el trabajo participativo.

2.1.11.1. Kaizen en la industria.

La metodología Kaizen exige una disciplina y un enfoque intensos para la mejora continua de un proceso productivo teniendo como puntos de referencia la calidad, productividad, satisfacción del cliente, tiempos de ciclo y costos. El éxito de esta metodología en la industria se debe que están involucrados los empleados en la mejora continua, quienes suelen aportar pequeños cambios, pero con un inmenso significado. Como resultado, Kaizen se enfoca en identificar los problemas desde la raíz, encontrando soluciones que resuelvan un problema o los problemas.

2.1.11.2. Los desperdicios, según el Kaizen.

Los desperdicios creados en la cadena productiva dan nacimiento a la filosofía Kaizen que recoge tres tipos de desperdicios:

- El mura, implica la presencia de cuellos de botella, que ralentizan los procesos, alargan los tiempos de espera y disminuyen la productividad, lo que en última instancia conduce a un aumento de los costes medios (SOCCONINI, 2019.p. 53).
- El muri, la tensión a la que están sometidos los empleados y los equipos es lo que provoca el accidente. Esto se debe a cosas como el mantenimiento inadecuado del equipo y la maquinaria (SOCCONINI, 2019).
- Según Gómez la muda, el grado de irregularidades en los procesos (mura) y el nivel de estrés en el trabajo (muri) en dichos procesos están directamente relacionados con los niveles de mudas o desperdicios (SOCCONINI, 2019. p.55).

2.1.11.3. Beneficios de Kaizen

Los beneficios de la metodología Kaizen son múltiples que se logran al aplicar dentro de la organización, ya que esta filosofía de mejoramiento continuo permite alcanzar una mayor productividad y calidad, sin efectuar una inversión considerable de capital, las principales ventajas son las siguientes:

- Tras ocurrir un evento las personas entienden los asuntos críticos reales con mayor rapidez.
- Para la etapa de planeación de debe poner énfasis con mayor interés.
- Se fundamenta una forma de pensamientos orientados al proceso.
- Se pone toda la atención posible en los asuntos de mayor importancia.

- Todos cooperan en las actividades de la construcción de un nuevo sistema. Mediante una estrategia de Kaizen, se logra que los negocios sean más productivos y lucrativos sin descuidar el recurso más importante de toda empresa, las personas (SOCCONINI, 2019 pág. 121)

2.1.11.4. Elementos de la herramienta kaizen

Con el ciclo DEMING, es una de las metodologías que también se puede lograr la mejora continua equipada con cuatro componentes esenciales que deben aplicarse que nos permitirá abordar de manera más efectiva los temas en las áreas de la empresa para lograr los objetivos trazados.

1. Identificación y análisis de los problemas.
2. Buscar y encontrar soluciones a los problemas para lograr los objetivos planteados.
3. Con la implementación de la idea Kaizen en el sector del proyecto.
4. Realizar las revisiones necesarias para implementar y asegurar la mejora propuesta logrando esto con gran seguridad.

2.1.11.5. Reglas para la implementación de la metodología Kaizen

1. Siempre es importante mantener una mente abierta a la realización de los cambios sugeridos por todo el equipo de trabajo.
2. Siempre mantener una actitud positiva incluso en situaciones difíciles al resolver un problema.
3. Con los desacuerdos con el equipo de trabajo, potenciar la comunicación entre todas las partes del equipo.
4. Mantener un ambiente de trabajo agradable es algo muy importante en una empresa.
5. Tolerar al que no es como yo es una regla para llegar al respeto entre compañeros ya que por las opiniones de todos pueden ayudar a fomentar un entorno propicio para el ambiente laboral.
6. Con una comunicación adecuada se resuelve las disputas generadas en el trabajo.

2.1.12. Las 9S

La herramienta lean manufacturing 9S que parte de la metodología 5S, con lo que las organizaciones alcanzan un ambiente laboral más cómodo por medio de la organización, limpieza y disciplina donde la participación es de todas las áreas, desde la parte administrativa hasta producción con el motivo de crear una responsabilidad organizacional en las áreas de trabajo para lograr un mayor compromiso de esta.

2.1.12.1. Seiri

Se trata de organizar y separar lo necesario e innecesario y clasificarlo. Por otro lado, se aprovecha de la organización para proponer normas que den paso a trabajar en los equipos y maquinas estáticas sin remoción alguna.

Se describen elementos innecesarios a los materiales y objetos que no permanecen en el área de trabajo después de haber sido utilizados o que no agregan valor al proceso productivo. Para poner en práctica este primer paso, se debe capacitar al personal de cada área de trabajo y su función respectiva para escuchar su opinión sobre los componentes que realmente los ayudan a completar sus tareas y luego compartir esa información con la alta dirección.

Tiene como objetivo contar únicamente con los objetos y herramientas necesarias en el área de trabajo, incluido herramientas, maquinas, productos terminados, elementos de limpieza.

Lo principal de Seiri es la identificación de los elementos necesarios, la eliminación de lo que no se utiliza en el momento de realizar las diferentes tareas, ubicar cada objeto, herramienta o accesorio en un lugar adecuado.

Actividades realizadas; se realizó un registro fotográfico, mediante la observación y fotografías de la planta de producción; se observó la problemática que existe en cuanto a la desorganización, orden, seguridad y limpieza.

2.1.12.2. Seiton

En esta S se rechaza lo que no sirve y de establecen reglas y normas de orden para cada cosa, coloca señalización para que todos los trabajadores lo puedan visualizar de manera práctica rápida y muy fácil con el objeto de una mejora continua en el proceso de producción. Para su aplicación se deben tener en cuenta dos condiciones esenciales, el conocer los límites de cada obra, áreas de almacenamiento y rutas de abastecimiento, así como la organización con una planificación de la utilización de las herramientas a utilizar. Esto da paso al trabajador para conocer y saber dónde está ubicado cada herramienta a utilizar sin perder tiempo valioso.

Tiene como objetivo establecer para cada objeto, artículo o accesorio un lugar adecuado listo para ser utilizado en las rutinas diarias de trabajo con una debida ubicación, identificación y reposición rápida y fácil.

Al cumplir con la primera S, se procede a establecer zonas en donde se ordena cada elemento donde se organizará de forma adecuada, se toma en cuenta los lugares disponibles en el área de producción.

Cómo actividades se organizaron y ordenó los elementos necesarios de la planta según sea su utilización y utilidad. Se ordenó las estanterías de una mejor manera ubicando por modelo y tallas; se colocaron las etiquetas para reducir el tiempo de búsqueda.

Una vez que se ha implementado la primera S el segundo paso es ordenar. Con las nuevas ubicaciones y su respectiva señalización.

Al aplicar Seiton se reducen los movimientos innecesarios, tiempos y esfuerzos al momento de buscar algún elemento en el trabajo y con la señalización también se deja espacios libres para transitar con los moldes y materia prima sin ningún riesgo.

2.1.12.3. Seiso

En la empresa cada trabajador es responsable de realizar la limpieza del área de trabajo con la finalidad de mantener orden y limpieza en el lugar y poder trabajar de manera adecuada es decir las cosas en su lugar; limpiar escritorios, sillas, pisos y techos; incorpora también elementos vitales como lo son la luz, el color, el calor y el sonido.

Una excelente manera de encontrar fallas o anomalías en nuestras máquinas y herramientas de trabajo es a través de la limpieza y el orden.

Con el objetivo principal que la limpieza es evitar que se acumule desorden en el espacio de trabajo, por lo tanto, no es solo mantener una estética agradable para identificar con precisión la causa del desorden es por ello mantener la limpieza también es cultura que se mantiene en la empresa. Tiene como objetivo mantener el área de trabajo libre de suciedad, máquinas herramientas y el entorno de trabajo en general mediante el establecimiento de actividades de limpieza.

Las actividades realizadas, campañas de limpieza, se asignaron responsabilidades de limpieza a los trabajadores dentro de su lugar de trabajo, mismo que debe estar limpio y organizado todo el tiempo.

2.1.12.4. Seiketsu

Para el bienestar personal tiene la finalidad de tener una limpieza mental y física de los trabajadores, así como proporcionar medidas de seguridad y salud en el trabajo.

En cuanto a la implementación de un sistema de control visual es necesaria porque es posible que, en ausencia de un control, esto se logra en pasos que se realicen con racionalidad y cumpliendo a

cabalidad todo lo que se refiere al tema y de esta manera evitar estancamientos en los conocimientos y por último y como algo especial es prestar mucha atención a los 4 factores siguientes:

1. Las reglas se tienen que verificar.
2. Se debe implementar en las áreas de trabajo las planificaciones de limpieza
3. En cada área de trabajo se crea y ejecuta estándares de limpieza.
4. Para un adecuado orden e higiene en las áreas de trabajo se establece procedimientos de organización.

Tiene como objetivo mantener limpio y saludable el entorno de trabajo. Lo principal de Seiketsu es continuar con la implementación de las 3 primeras S y la prevención del desorden y suciedad. Las actividades que se realizaron en primer lugar, un control por parte de los líderes de cada jornada que se cumpla con las 3 primeras S, orden, limpieza además del cuidado personal, se hizo responsables a los trabajadores, porque es importante que todo el personal conozca acerca de todas las responsabilidades y roles que deben cumplir en la empresa.

Con la finalidad de generar un ambiente laboral adecuado para el desarrollo de las diferentes actividades en el área de producción de suelas, aparte de considerar la organización y limpieza también se debe poner en consideración la seguridad industrial en el interior del área.

Las acciones recomendadas a la empresa

- Proporcionar uniformes de trabajo
- Control de ruido o proporcionales tapones auditivos
- Iluminación adecuada
- Equipos de seguridad y protección adecuada
- Mantener limpio los servicios comunes: baños, comedor, casilleros, utensilios, etc.
- Las acciones recomendadas al personal
- Utilizar de manera adecuada los equipos de seguridad
- Utilizar equipos de protección para evitar accidentes laborales
- Vestir adecuadamente, según normas del trabajo
- Eliminar o moderar sustancias dañinas para la salud

2.1.12.5. Shitsuke

La mejora continua de una empresa es el reflejo del esfuerzo diario que pone el trabajador para alcanzar en las tareas según en el procedimiento establecido para la ejecución siendo estos de una manera correcta y adecuada.

Y se debe tomar en cuenta tres factores:

1. Es importante siempre tener de manera alternada las inspecciones de todas las áreas de trabajo esto se realiza cada cierto tiempo previo a una planificación.
2. Estar seguros de que las operaciones o actividades se realicen de manera correcta.
3. El tiempo de realización de cualquier trámite es muy importante mientras se haga el menor tiempo está bien.

Tiene como objetivo evidenciar dónde se puede realizar una mejora en las diferentes áreas, con el fin de mantener y mejorar la clasificación, orden y limpieza definiendo los procedimientos de trabajo del entorno de trabajo.

Actividades recomendadas por parte de la **administración**

- Educar sobre la metodología 9S
- Proveer los recursos necesarios para la implementación
- Vigilar que se esté cumpliendo los estándares establecidos
- Evaluar el progreso
- Reconocer el desempeño excelente y estimular a quienes no lo logran

Personal

- Asumir la implementación con total compromiso
- Cumplir con las actividades encargadas
- Mantener limpio cada lugar de trabajo
- Usar casilleros para guardar sus cosas personales

2.1.12.6. *Shikari*

En esta ocasión se debe tomar en cuenta al jefe de producción ya que en esta S el líder responsable está encargado de dar motivación a cada uno de los integrantes de su equipo de trabajo cumpliendo a cabalidad todo lo planificado para llegar a la meta planteada.

- Hacer un hábito de las tres primeras S en el área de trabajo.
- Realizar una planificación y control de las tareas de todas las áreas.

Tiene como objetivo la definición de los procedimientos con el fin de mejorar continuamente y mantener la limpieza y el orden. Lo principal de Shikari es planificación y control de forma permanente de los trabajos, voluntad de hacer las cosas, buena actitud para realizar o someterse al cambio para obtener un excelente resultado.

Las actividades recomendadas hacer limpieza, ordenar moldes y herramientas de manera constante y el control permanente del trabajo.

2.1.12.7. *Shitsukoku*

La ética y su responsabilidad son muy importante en todas las áreas de trabajo en una empresa.

- Con la implementación de la disciplina que se vaya a aplicar por parte de los líderes a todos los miembros del equipo de trabajo.
- Las políticas de la empresa deben requerir la realización de una actividad con absoluta responsabilidad.

Tiene como objetivo que los involucrados tengan una actitud positiva y mantenerse flexible a los cambios, para así poder hacer bien las cosas. Lo principal de Shitsukoku es lograr los objetivos y fines mediante la persistencia; informarse y el cumplimiento de las políticas y normas.

Las actividades recomendadas los líderes de la empresa deben mantener y aplicar disciplina hacia sus subordinados y además las políticas de la empresa se deben imponer con total seriedad para que los trabajadores sientan responsabilidad para llevar a cabo su trabajo.

Las políticas de responsabilidad a cumplir; mantener limpia el área de trabajo, maquinarias y herramientas, una vez usada las herramientas dejarlo en su lugar al momento de ya no usarlas, ser responsables con los materiales que ocupa y por parte del gerente, manejar incentivos a sus trabajadores para que de esta manera se sientan motivados con su trabajo, estos incentivos no necesariamente deben ser monetarios, pueden ser, reconocimientos públicos, felicitaciones o reconocimientos por escrito. Tanto los trabajadores como los directivos de la empresa deben asumir el compromiso de una mejora.

2.1.12.8. *Seisho*

Siempre se va a trazar metas para alcanzar en las empresas por eso interactuar con una buena comunicación entre todos los que conforman un equipo de trabajo para realizar actividades con el objetivo claro y común entre ellos esto de forma adecuada, ordenada y correcta.

Tiene como objetivo la vinculación incluyendo a todo el personal en el mejoramiento del ambiente de trabajo y realizar las tareas con espíritu altamente positivo. Lo principal es la aplicación de hábitos de orden y limpieza; y trabajar con los mismos propósitos y metas propuestas todos al mismo tiempo.

Las actividades realizadas, la coordinación de inspecciones planificadas sobre el cumplimiento de las normas y procedimientos y coordinación con responsables de la implementación. Al igual que el punto del compromiso, se acordó en realizar siempre reuniones con los jefes de área para

coordinar los diversos temas que estén presentes como fallas o averías dentro del tema de producción. Se llegó al siguiente acuerdo.

- Cada jefe de área deberá estar constantemente coordinando con sus obreros sobre que falta en la producción, sean materiales, equipos de trabajo u otro punto importante para el mejor desempeño de la empresa.

2.1.12.9. Seido

En esta etapa S consiste en tener el área de trabajo limpia, ordenada y organizada todo el tiempo, para lo cual es necesario seguir con los procedimientos establecidos en conjunto con las instrucciones y diferentes técnicas que tiene que seguir el personal de toda empresa. Tiene como objetivo el establecimiento de reglamentos, procedimientos y normas para mantener el ambiente adecuado de trabajo dónde se señalen cómo hay que hacer las cosas correctamente.

Las actividades realizadas; se integraron en los trabajos, como rutina, las acciones de clasificación, orden y limpieza y determinó y asignó de manera precisa las responsabilidades de lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo.

La estandarización permite determinar procedimientos de trabajo adecuados para la producción de suelas, esta última S pretende que se dé el cumplimiento de las fases a anteriores.

2.1.13. VSM (Value Stream Mapping)

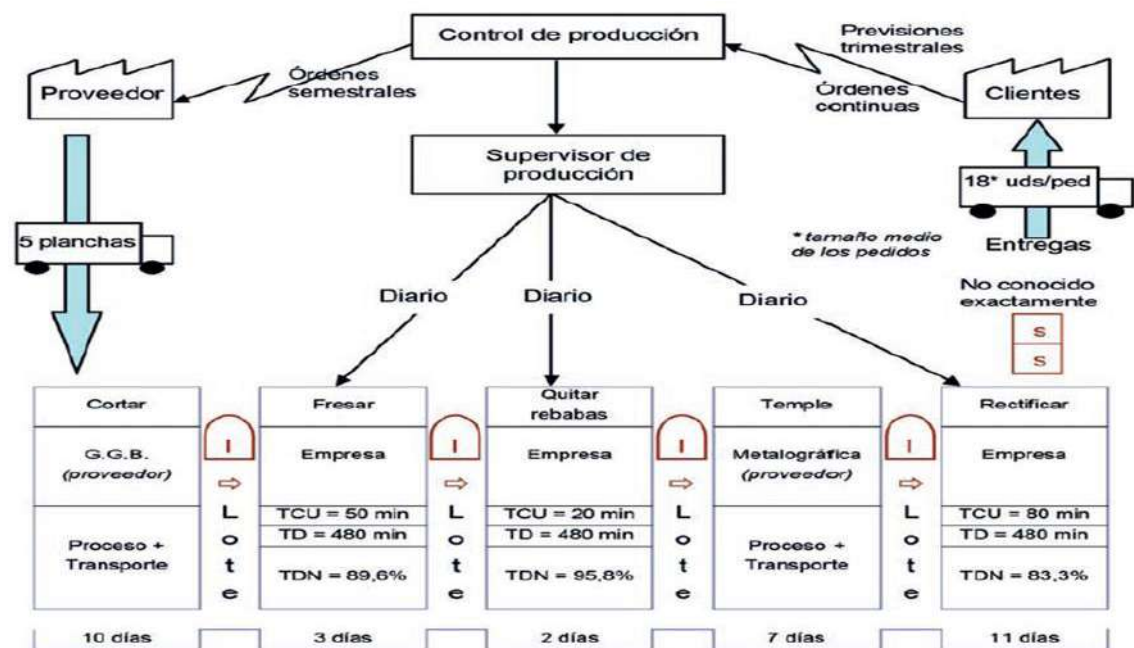


Ilustración 2-6: Ejemplo de Value Stream Mapping

Fuente: (RAJADELL, 2021 p. 50)

Esta herramienta sirve para entender la relación que existen entre los distintos departamentos que pueden ser los departamentos de producción y calidad, básicamente son estudiar los mapas de diagramas de flujo de los procesos de producción.

Para iniciar el primer paso que una empresa es avanzar la manufactura óptima es decir saber cómo empezar en el proceso, no es posible emprender el proceso de mejora si no se sabe por dónde empezar, cómo actuar, qué recursos se van a utilizar en el proceso.

La forma de autoevaluarse es crear un mapeo de flujo de valor que permita extraer conclusiones que formarán la base para mejoras continuas de la empresa (VILLASEÑOR, y otros, 2019. p.146).

El VSM es una herramienta que, a través de íconos y gráficos, muestra en una sola figura la secuencia y el flujo de materiales y la información de todos los subconjuntos de la cadena de valor, incluidos el producto, los fabricantes, los proveedores y la distribución a los clientes (VILLASEÑOR, y otros, 2017 p. 148). Donde a través de esta técnica se puede observar el proceso de producción desde la adquisición de la materia hasta el producto terminado.

2.1.13.1. *Tiempo de ciclo*

- a. **Tiempo de ciclo individual:** es el tiempo que dura cada operación individual. Se puede dividir a su vez en elementos específicos, como tomar materiales, mover piezas, realizar ensamblajes, esto como ejemplos de las actividades diarias de un proceso productivo.
- b. **Tiempo de ciclo total:** es el tiempo que duran todas las operaciones y se calcula sumando el tiempo de ciclo individual de cada operación en un proceso determinado. Se entiende también como tiempo takt time que quiere decir la velocidad a la que compra el cliente y es el tiempo al que el sistema de producción debe adaptarse para llegar a la satisfacción de las necesidades del cliente. Fórmula: tiempo disponible / demanda. (SOCCONINI, 2019 p. 96)

2.1.13.2. *Simbología para el VSM*



Ilustración 2-7: Iconos generales VSM

Fuente: (VILLASEÑOR, y otros, 2019 p. 47)

Una señal cumple su función directamente (puede formar parte de un lenguaje visual, como es el caso de las señales de tráfico). Los signos para establecer el VSM está establecido de un sistema formal de símbolos, que permite la representación de todos los procesos que se encuentran dentro de un sistema productivo de una empresa es presentada por medio de símbolos que es una imagen que representa una actividad y nos dice con solo mirar algún mensaje s que debe ser leído de manera inmediata (VILLASEÑOR, y otros, 2019 p. 46).

2.1.13.3. Simbología para el flujo de materiales

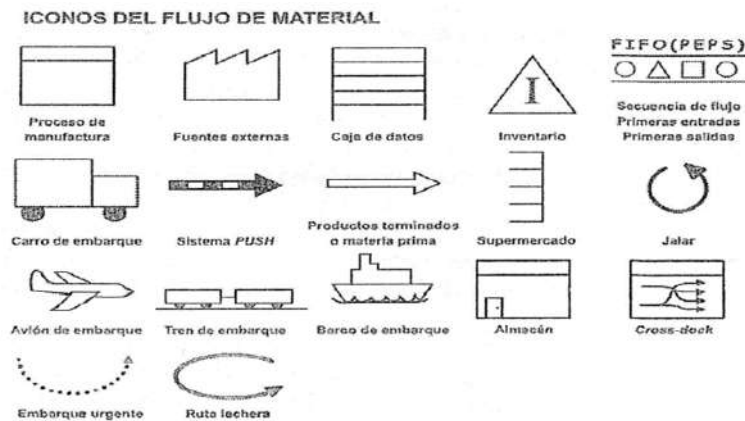


Ilustración 2-8: Simbología para el flujo de materiales

Fuente: (Villaseñor, y otros, 2019 p. 47)

El VSM, se establece cuando un sistema se inicia con un mapa de la situación actual de la empresa enfocado al flujo de materiales que permite identificar todos los procesos dentro de la línea de producción, utilizando los siguientes símbolos para el flujo de materiales como muestra en la ilustración 2-8.

2.1.13.4. Simbología para el flujo de información

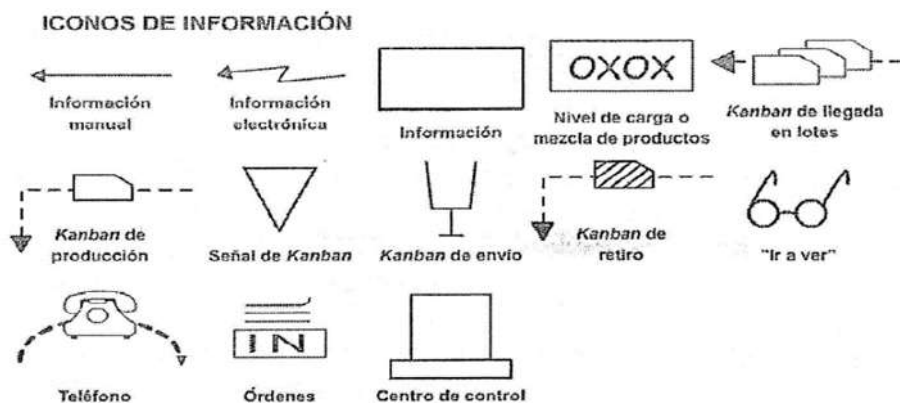


Ilustración 2-9: Simbología para el flujo de información

Fuente: (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 47)

En cuestión del flujo de información existe dos tipos de clientes, los de la planta y los proveedores que para la actualidad se ha implementado la comunicación por las redes sociales o de manera presencial encarando la comunicación para resolver algún inconveniente o falencia teniendo en cuenta también la existencia de un sistema Kanban o sistema de producción programada, para la identificación del flujo de información se utiliza los siguientes símbolos:

2.1.13.5. *Los beneficios de realizar el mapeo flujo de valor,*

- Es común el lenguaje que tiene en todos los procesos para una fácil comprensión para hablar de procesos.
- Proporciona mejor visualización para identificar problemas como desperdicios y cuellos de botella.
- Herramienta de comunicación muy eficaz entre las áreas de trabajo.
- Muestra la relación entre flujo de información y flujo de materiales con materia prima (SANTOS, y otros, 2015 p. 114)

Tabla 2-2: Fórmulas utilizadas en el VSM

Tiempo Disponible	$TD = (JL - TI) * NT$ Ecuación 2-3: Tiempo Disponible	TD =Tiempo Disponible JL =Jornada Laboral TI =Tiempo Inactivo NT = Número de Turnos
Producción Real	$PR = PB * NM * DISP$ Ecuación 2-4: Producción Real	PR = Producción Real PB =Producción Bruta NM =Número de Máquinas DISP = Disponibilidad de las Máquinas
Tiempo de ciclo	$TC = TD/PR$ Ecuación 2-5: Tiempo de Ciclo	TC = Tiempo de Ciclo TD =Tiempo Disponible PR = Producción Real
Demanda	$DD = DM/DH$ Ecuación 2-6: Demanda	DD = Demanda Diaria DM = Demanda mensual DH =Días Hábles por mes
Lead Time	$LT = INV/DD$ Ecuación 2-7: Lead Time	LT = Lead Time INV = Inventario DD = Demanda Diaria
Valor Agregado	$TVA = \sum TD$ Ecuación 2-8: Valor Agregado	TVA = Tiempo de Valor Añadido TD = Tiempo Disponible

Tiempo de Valor no Añadido	$TNVA = \sum LT$ Ecuación 2-9: Tiempo de valor no añadido	TNVA= Tiempo de Valor no Añadido LT= Lead Time
Tiempo total	$TT = TVA + TNVA$ Ecuación 2-10: Tiempo Total	TT= Tiempo total TVA= Tiempo de Valor Añadido TNVA= Tiempo de Valor no Añadido
Touch time	$TOU = TVA/TT$ Ecuación 2-11: Touch Time	TOU= Touch time TVA= Tiempo de Valor Añadido TT= Tiempo Total
Takt time	$TT = \frac{TD}{D}$ Ecuación 2-12: Takt Time	TT= Takt time TD= Tiempo neto Disponible D= Demanda del Cliente

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

2.1.13.6. Pasos para realizar el VSM actual de la empresa

- Para la evaluación o realización de esta metodología se elige un producto de todos los productos que fabrica una empresa.
- Luego con la ayuda de un flujo de los datos se procede a examinar el estado actual de la empresa usando el mencionado diagrama de flujo.
- Para mejor comprensión se realiza el Diagrama de Recorrido de la planta para proporcionar una imagen más clara de la producción.
- Posterior se crea un diagrama del VSM actual de la empresa, que muestra los diferentes procesos para producir y llegar a obtener un producto terminado.
- Se calcula el Takt Time
- Se calcula el lead Time.

2.1.13.7. Pasos para realizar el VSM mejorado con los rediseños del sistema productivo

- Creación del VSM actual de la empresa.
- Aplicar el Cuestionario Kaizen al análisis de la situación actual.
- Aplicación del Cuestionario de 5S al análisis de la situación actual.
- Se lleva a cabo un análisis de productividad de la empresa.
- Establecer los tiempos improductivos.

- Poner en práctica los cambios emitidos.
- Revisión de mejoras en el proceso
- Realice el VSM mejorado con objeto de llegar a la calidad total.

2.1.14. SMED

Son las siglas de Single-Minute Exchange of Die, que en español significa "cambios rápidos de modelo" y se refiere a un proceso que hace factible alterar la configuración de una máquina en cuestión de minutos, si no segundos. Esto significa que una máquina que requiere un tiempo de configuración prolongado debe tener capacidad adicional para igualar ese tiempo; como resultado, se debe crear un inventario para suministrar piezas para los pasos de producción que siguen. Cualquier disminución en el tiempo de preparación del equipo minimiza el exceso de capacidad y la sobreproducción, dos tipos de desperdicio que prevalecen en las empresas.

Además, este enfoque elimina la producción de lotes grandes. Su procedimiento de tres etapas comienza con la separación de la configuración interna de la configuración externa, la segunda convierte la configuración interna en externa y la tercera reestructura la configuración del cambio de modelo en el proceso.

La técnica SMED sigue los siguientes pasos:

Paso 1: Observar y comprender el proceso de cambio de lote.

Desde la última parte correcta del lote anterior hasta el primer componente correcto del lote siguiente, se realiza el proceso de cambio de lote. donde se ve directamente el proceso para obtener información detallada, comprender cómo se lleva a cabo y determinar el tiempo invertido. Mejorar la recolección de información como es la culminación de la filmación completa del operativo de preparación, el desarrollo de un equipo de trabajo multidisciplinario y la elaboración del documento de trabajo son las tres acciones clave que se llevan a cabo en esta etapa.

Paso 2: Identificar y separar las operaciones internas y externas

Las operaciones internas son aquellas que se pueden realizar con la máquina en marcha, mientras que las operaciones externas se pueden realizar con la máquina parada. Las actividades se mezclan y se ejecutan como si fueran internas al comienzo de la sonda. La fase de separación e identificación es crucial.

Paso 3: Convertir las operaciones internas en externas

Las operaciones exteriores se realizan fuera del período de cambio durante esta fase, minimizando

el tiempo necesario para el cambio; en concreto, los procedimientos que se realizan con la máquina parada se optan por realizarlos con la máquina en marcha.

Paso 4: Refinar todos los aspectos de la preparación

Para reducir el tiempo empleado, esta etapa tiene como objetivo optimizar todas las operaciones, tanto internas como externas. Al hacer esto, su objetivo es hacer que los suministros, las herramientas y otros componentes relacionados con el proceso sean más fáciles de encontrar, reconocer y organizar.

Paso 5: Estandarizar el nuevo procedimiento

La etapa final de esta técnica es evitar que la nueva metodología se vuelva obsoleta mediante la producción de documentos, diagramas, gráficos y otras representaciones visuales del nuevo método de trabajo.

2.1.15. Just in time (JIT):

Dentro del sistema “Just in time” hace referencia a un método donde la producción elimina acciones que no agregan valor al proceso productivo o que no atienden a una necesidad, desde la recepción de materias primas, hasta cuando se termina y entrega un producto a su cliente (VILLASEÑOR, y otros, 2017).

Existe un sistema que maneja dos tareas en particular, de manera fácil y adecuada donde basa en los 3 factores: (VILLASEÑOR, y otros, 2017).

- **Pull System:** es un sistema que es conocido como "Sistema de Jalar", se refiere al flujo de materiales que aún no han sido registrados como recibidos o que simplemente están fuera del rango del inventario mínimo que se está procesando actualmente. Es importante este sistema ya que ayuda en la reducción del tiempo de entrega de un producto.
- **Takt time** es el ritmo de fabricación al que deben cumplirse los pedidos realizados por los clientes.
- **Flujo Continuo:** se refiere al flujo continuo de los distintos materiales utilizados en cada una de las operaciones que componen el proceso, llevando a cabo en el día a día la mejora continua ya sea de un proceso o de una empresa (VILLASEÑOR, y otros, 2019).

2.1.16. Gráficas de Control

Gráfica de Medias (\bar{x}) - Límites de control; se establece los límites de control superior e inferior con las siguientes formulas:

Tabla 2-3: Fórmulas gráficas de control

Límite de control superior	$LCS = \bar{x} + A_2R$ Ecuación 2-13: Límite de control s	LCS=Límite de control superior \bar{x} = Media A_2 = Factores R =Rango
Límite de control Inferior	$LCI = \bar{x} - A_2\bar{R}$ Ecuación 2-14: Límite de Control I	LCI= Límite de control inferior

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El factor A_2 se obtiene de la tabla 12-3, por lo tanto, con un tamaño de muestra de 10 el valor del factor A_2 utilizado en los cálculos posteriores es 0,308.

Tabla 2-4: Valores de los factores de media

Tamaño de la muestra, n	Factor de la media, A_2	Rango superior, D_4	Rango inferior, D_3
2	1.880	3.268	0
3	1.023	2.574	0
4	.729	2.282	0
5	.577	2.115	0
6	.483	2.004	0
7	.419	1.924	0.076
8	.373	1.864	0.136
9	.337	1.816	0.184
10	.308	1.777	0.223
12	.266	1.716	0.284

Fuente: (Heizer, J., Render, B., 2009, p. 78)

Para el cálculo del Rango se realiza la resta del valor máximo de las observaciones menos el valor mínimo del conjunto de datos.

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Ecuación 2-15: Rango

2.1.17. Capacidad de producción

La capacidad de producción, expresada en unidades de producción por período, es la mayor producción que una empresa manufacturera es capaz de producir. Conocer la capacidad de producción le permite dar fechas de entrega más precisas, optimizar la planificación y la programación de la producción y estimar el flujo de caja.

Teóricamente, la capacidad es una cifra que indica cuánto es capaz de producir tu fábrica. Sin embargo, la cantidad que puede generar casi nunca es una cantidad definida en realidad. Esto es exacto ya sea que se produzca un solo producto o una variedad de artículos, en particular.

Tabla 2-5: Fórmulas Capacidad de Producción

Capacidad de producción por hora	$CP = \frac{\text{Hora de Trabajo en minutos}}{\text{Tiempo Estándar}}$ <p>Ecuación 2-16: Capacidad de Producción por hora</p>
Capacidad de producción por día	$CP = \frac{\text{Hora de Trabajo}}{\text{Tiempo Estándar}}$ <p>Ecuación 2-17: Capacidad de producción por días</p>
Capacidad de producción por mes	$CP = \text{Producción diaria} * \text{días trabajados}$ <p>Ecuación 2-18: Capacidad de producción por mes</p>

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

2.1.17.1. KPI (Key Performance Indicators):

Son las siglas en ingles que indican para controlar o llevar a cabo la calidad de un producto o servicio con la medición de resultados es decir son anticipadores de algún problema a surgir para poder medir y buscar soluciones factibles que visibilicen la producción efectiva,

2.1.18. Valor agregado para procesos

Criterios de análisis de resultado

Si IVA ≥ 75% Entonces proceso efectivo

Si IVA < 75% Entonces proceso no efectivo

Tabla 2-6: Fórmulas de Valor Agregado para procesos

Índice de Valor Agregado	$IVA = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{Tiempo total del proceso}} * 100\%$ <p>Ecuación 2-19: Índice de Valor Agregado</p>
Análisis de Valor Agregado	$AVA = \frac{\text{Actividades de valor agregado}}{\text{Total de actividades}} * 100\%$ <p>Ecuación 2-20: Análisis de Valor Agregado</p>

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

2.1.19. Productividad

Aumentar la productividad es obtener mejores resultados teniendo en cuenta los recursos utilizados para producirlos porque la productividad tiene que ver con los resultados de un proceso o un sistema. El cociente creado por los resultados obtenidos y los recursos consumidos es la unidad estándar de medida de la productividad. Si bien los recursos utilizados se pueden medir por la cantidad de trabajadores, el tiempo total dedicado, las horas de máquina, etc., los resultados logrados se pueden medir en unidades producidas, piezas vendidas o ganancias. En otras palabras, medir la productividad proviene de apreciar adecuadamente los recursos que se emplean para crear o lograr resultados particulares. (PULIDO, 2010 p. 21)

La eficiencia y la eficacia son las dos formas comunes de ver la productividad. La eficacia, por otro lado, es la medida en que se llevan a cabo las acciones previstas y se logran los resultados esperados. El primero es simplemente el vínculo entre el resultado alcanzado y los recursos empleados. Por lo tanto, lograr la eficiencia implica maximizar los recursos y evitar el desperdicio de recursos, mientras que la eficacia se refiere al empleo de recursos para lograr objetivos predeterminados. (hacer lo planeado). Ser ineficiente te impide generar residuos, pero te impide alcanzar los objetivos previstos. Además, se cree que la eficacia significa que las metas sugeridas deben cumplirse ya que son trascendentes. (PULIDO, 2010 p. 21)

2.1.19.1. Efectividad general del equipo

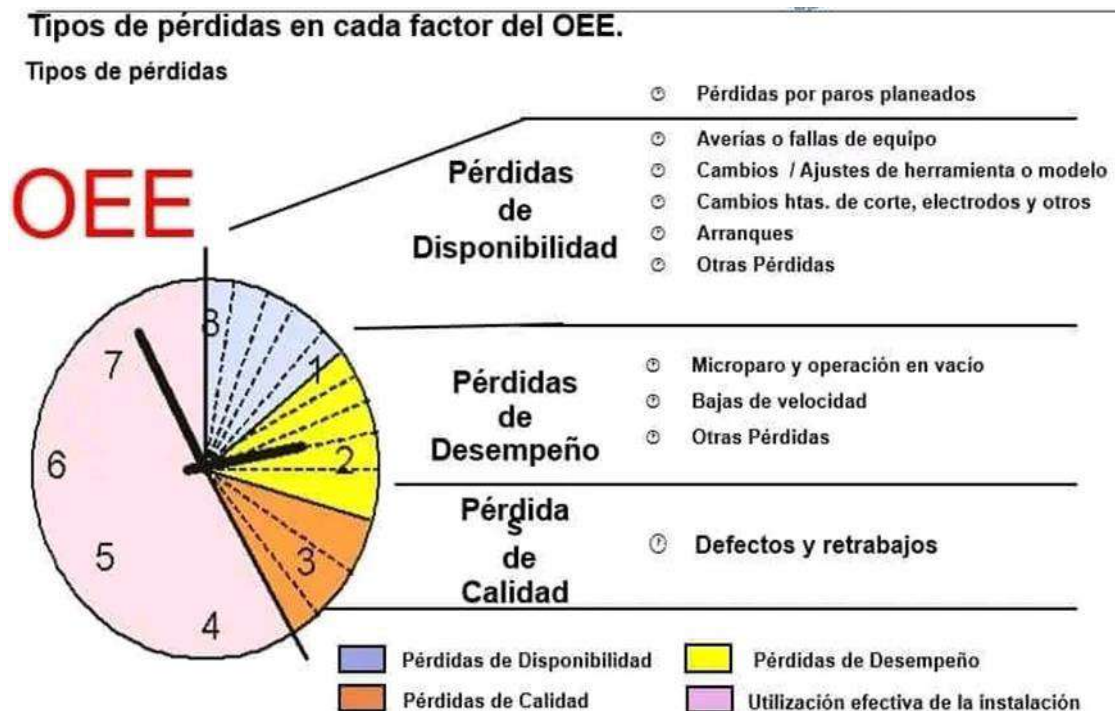


Ilustración 2-10: Tipos de pérdidas en cada factor del OEE

Fuente: (BEDNAREK, y otros, 2017)

OEE es una métrica utilizada para medir la eficacia operativa de un equipo. Este indicador muestra el potencial de productividad real de la maquinaria industrial y destaca los desperdicios de proceso (rechazos, interrupciones, averías, baja velocidad, etc.) que les impiden operar con la máxima eficiencia. Todo proceso productivo con un estándar de trabajo previamente establecido está sujeto a la medición OEE. El OEE se representa como un porcentaje y tiene un valor que siempre está entre 0 % y 100 %, donde 100 % denota el escenario de fabricación ideal en el que solo se producen piezas de alta calidad a un ritmo elevado y sin paradas. La mayoría de las empresas funcionan con niveles de OEE por debajo del 70 %, lo que representa una gran pérdida financiera y ofrece un margen significativo para el desarrollo.

Tabla 2-7: Fórmulas de la eficiencia operativa de los equipos

Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real de trabajo}}{\text{Tiempo teórico de trabajo}}$ <p>Ecuación 2-21: Disponibilidad</p>
Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción teórica (quitando el tiempo perdido)}}$ <p>Ecuación 2-22: Rendimiento</p>
Calidad	$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas buenas}}{\text{Producción real (piezas totales fabricadas)}}$ <p>Ecuación 2-23: Calidad</p>
OEE	<p>OEE: Disponibilidad * Rendimiento * Calidad</p> <p>Ecuación 2-24: OEE</p>

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

2.1.20. *Análisis de criticidad*

El análisis de criticidad se define como el proceso de asignar a los activos una calificación de criticidad basada en su riesgo potencial. El riesgo se define como “el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”, de acuerdo con ISO 31000:2009 – Gestión del riesgo – Principios y directrices.

Dado que no puede cuantificarse realmente, el riesgo, en este caso, se considera como todas las formas posibles en que los activos pueden fallar y los efectos que la falla puede tener en el sistema y la operación como un todo.

2.1.21. *AMFE*

El AMFE es una herramienta muy eficaz para identificar fallas en productos y procesos y evaluar sus consecuencias, causas y detectar aspectos de manera objetiva para prevenir su ocurrencia y

tener una forma de prevención documentada. El AMFE es un maravilloso recurso de información porque es un documento dinámico que puede almacenar una tonelada de datos sobre nuestras operaciones y bienes.

2.1.21.1. Tipos de AMFE

- **Producto:** se utiliza para identificar posibles errores en el diseño del producto y prever el impacto que pueden tener en el usuario o en el proceso de producción.
- **Proceso:** Se realiza un estudio de las posibles fallas en cada nivel del proceso para evitar que afecten negativamente al consumidor del bien o servicio a la marcha del proceso en etapas posteriores.
- **Sistemas:** fue diseñado utilizando sistemas para dar cuenta de fallas operativas.
- **Otros:** Los AMFE existen para una variedad de fallas que tienen malos resultados y cuyas causas deben identificarse para prever problemas. (Gómez, 2019 p. 197)

2.1.21.2. Ventajas de implementar AMFE

- Conocer un proceso por dentro y por fuera.
- Utilizar los datos como base para la capacitación en operaciones.
- Buscar posibles errores en un procedimiento o producto.
- Determinar las consecuencias de cada posible inexactitud.
- Determinar el nivel de gravedad del impacto.
- Definir posibles causas de error.
- Determinar la confiabilidad de nuestros sistemas de detección de errores.
- Evaluar la conexión entre severidad, ocurrencia y detectabilidad de manera objetiva.
- Realizar un seguimiento de las medidas de reducción de riesgos.
- Reconocer los mecanismos que conducen a errores y fallas.
- Conservar el conocimiento que se produce dentro de una empresa.
- Buscar oportunidades para iniciar esfuerzos de mejora. (Gómez, 2019 p. 198)

2.1.21.3. Procedimiento para llevar a cabo el AMEF de proceso

- Crear un mapa de procesos.

- Reúna un grupo de trabajo y registre el procedimiento, el resultado, etc.
- Determinar los pasos cruciales del procedimiento.
- Identificar las fallas potenciales en cada fase, especificar las consecuencias de las fallas y evaluar la gravedad de esas fallas.
- Definir la causa raíz de cada error y evaluar la frecuencia de las fallas.
- Enumerar las salvaguardas implementadas para identificar errores y evaluarlos.
- Determinar el número de prioridad de cada error antes de tomar decisiones.
- Tomar medidas preventivas, correctivas o de mejora. (Gómez, 2019 p. 200)

2.1.22. RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

El mantenimiento centrado en confiabilidad, o RCM, es esencialmente un método para crear un programa de mantenimiento, uno de los principales beneficios del cual es disminuir la cantidad de tiempo que una máquina o planta está fuera de línea. Se basa en el análisis de fallas y qué tareas se pueden realizar para disminuir los costos y la probabilidad de falla en una instalación industrial.

El enfoque para la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) propone inicialmente identificar los requisitos de mantenimiento de cada sistema y subsistema en un entorno operativo basado en las siguientes preguntas:

- ¿Para qué sirve el sistema o activo?
- ¿Por qué fallaría?
- ¿Qué origina la falla?
- ¿Qué ocurre si falla?
- ¿Es importante si falla?
- ¿Se puede evitar la falla de alguna manera?
- ¿Qué pasa si no podemos detener la falla?

El desarrollo de preguntas y respuestas efectivas para cada una, junto con lo que eventualmente se denominará Hoja de Decisión, son cruciales para la implementación del RCM.

2.1.22.1. Modos de falla

Es crucial darse cuenta primero de que es probable que exista una variedad de métodos para que cada activo falle. Cualquier circunstancia que pueda resultar en una falla funcional se denomina modo de falla. Cada modo de falla debe describirse en profundidad, utilizando un sustantivo y un verbo, para permitir la selección del mejor enfoque de gestión.

2.1.22.2. Resultados de fallas

Una lista de los eventos que causa cada modo de falla es la siguiente fase en el proceso RCM.

Cabe destacar que la diferencia entre el efecto de falla y la consecuencia de falla.

Lo siguiente debe indicarse cuando se discuten las consecuencias de la falla:

- Prueba de que la falla ha ocurrido.
- Cómo la falla pone en peligro la seguridad de las personas o el medio ambiente.
- Cómo afecta las operaciones o la producción.
- Las consecuencias físicas de la falla.

2.1.22.3. Consecuencias de falla

El objetivo de este punto es identificar una acción proactiva que se pueda tomar físicamente y que disminuya los efectos negativos de la falla a un nivel que el propietario o usuario del activo pueda tolerar.

Se requiere establecer conceptos cruciales adicionales que se utilizarán en el futuro, como función oculta y función evidente, porque los gastos también implican deberes específicos.

- **Función evidente:** Es uno cuya falla, en circunstancias típicas, eventualmente se volverá evidente para los trabajadores u operadores.
- **Función Oculta:** Es aquel cuyo fallo, si se produce por sí solo (que nada más ha fallado), no será evidente para los operadores en circunstancias normales.

También hay fallas visibles y fallas encubiertas, que están determinadas por los resultados de falla de cada categoría. Las tres categorías principales de fallas evidentes, aquellas cuyos efectos son visibles para los operadores en condiciones normales, son las siguientes:

- **Consecuencias ambientales y para la seguridad:** Si su mal funcionamiento provoca daños que podrían herir o matar a alguien, por razones de seguridad. Si una pérdida de función resulta en violaciones de leyes o regulaciones ambientales, es ambiental.
- **Consecuencias operacionales:** Si tiene un impacto negativo en las capacidades operativas, el objetivo es reducir la probabilidad a un nivel económicamente soportable.
- **Consecuencias no operacionales:** Tienen repercusiones económicas ya que están directamente relacionados con los costes de reparación. Por lo tanto, la adopción de medidas proactivas para los modos de falla con consecuencias no operativas solo se

justifica si finalmente terminan costando menos que repararlas, fallas que deben ser evitadas.

- **Fallas ocultas:** un modo de falla cuyo impacto está oculto para el personal operativo en condiciones de operación típicas. Cuando una función oculta falla, se produce una falla oculta. (BARAHONA, 2018)

2.1.23. Mantenimiento centrado en la confiabilidad

El objetivo de una estrategia de mantenimiento centrado en la confiabilidad es mantener la funcionalidad y eficacia operativa de los sistemas, equipos o máquinas. Está claro que para que esto sea posible, los equipos deben ser capaces de llevar a cabo las tareas para las que fueron elegidos, y la selección debe haber tenido en cuenta las condiciones operativas reales.

Mantener un enfoque en la confiabilidad se caracteriza por:

- Considere la confiabilidad inherente o única del equipo o instalación.
- Velar por el continuo desempeño de su función.
- Mantener la capacidad productiva y calidad.
- Necesitaremos un rediseño si queremos aumentar la capacidad, mejorar el rendimiento, aumentar la confiabilidad y mejorar la calidad de la salida. También en el caso de que sugerimos modificar el comportamiento deseado.
- Tomar en cuenta dónde y cómo se está usando, es decir la condición operacional.

2.1.23.1. Normas SAE JA1011/1012

La SAE JA1011 titulada "Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)" tuvo que ser publicado en 1999. El estándar SAE JA1011, que está estrechamente relacionado con el proceso RCM, especifica los requisitos que debe cumplir un procedimiento para ser denominado "RCM" o "Mantenimiento centrado en la confiabilidad". Entre los requisitos más importantes se encuentran:

- Defina el contexto operativo del activo, los requisitos funcionales y los estándares de desempeño deseables.
- Averigüe qué causa el mal funcionamiento de un activo (fallas funcionales).
- Dé una explicación de las causas de cada falla funcional (o modo de falla).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio como trabajo de titulación se realiza en la empresa ubicada en el cantón Ambato Multisuelas Beltrán; es de carácter técnico que tiene como base la implementación de herramientas Lean Manufacturing, dónde se pretende mejorar la productividad; para ello se evaluó la situación inicial de la empresa mediante un estudio de tiempos y movimientos de cada uno de los puestos de trabajo utilizando diagramas de proceso, diagrama de recorrido y la herramienta VSM actual; se propuso planes en base a la metodología KAISEN y 9S creando un ambiente de orden y limpieza, SMED y AMFE que permitirán el mejoramiento de la productividad.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. *Investigación documental y bibliográfica*

La investigación documental se desarrolló utilizando como fuente de información los registros de producción de la empresa, lo que permitió generar y compilar los informes de producción diaria; que se utilizó como base del desarrollo para la elaboración de la presente investigación.

La investigación bibliográfica se realizó utilizando diferentes fuentes de información relacionada a cada una de la herramientas y técnicas que se utilizan dentro de la metodología de Lean Manufacturing, permitiendo entender los requerimientos y cada uno de los términos utilizados.

3.2.2. *Investigación descriptiva*

Para la descripción de las condiciones en la que se encontraba la Empresa Multisuelas Beltrán, se utilizó la investigación descriptiva para comprender el desarrollo de los procedimientos productivos incluyendo las actividades, operarios, tiempos y las máquinas-herramientas utilizadas; lo que permitió conocer los factores a mejorar para alcanzar una mejor productividad

3.2.3. *Investigación de campo*

La investigación de campo ayudó a realizar el diagnóstico de la Empresa Multisuelas Beltrán, a través de visitas personales, la que permitió obtener datos necesarios de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo de elaboración de suelas; además se conoció los factores que afectan a la productividad.

3.3. Metodología

3.3.1. Método deductivo

La metodología parte del estudio general de las herramientas Lean Manufacturing que se utilizó en el presente trabajo, gracias a esto se puede analizar cada una de las necesidades de la empresa, las cuales se busca satisfacer y mejorar para obtener una gestión óptima de los procesos productivos.

3.3.2. Método inductivo

Se empleó la observación directa lo que permitió comprobar el cumplimiento de la metodología Lean Manufacturing, para verificar las falencias que presenta el sistema productivo de elaboración de suelas de la empresa con el fin de eliminar los desperdicios.

3.4. Diagnóstico de la situación inicial

3.4.1. Datos de la organización

Tabla 3-1: Datos generales de la empresa

Razón social	Multisuelas Beltrán
Dirección	Barrio Santa Rosa en las calles Venezuela y Metropolitana
Provincia	Tungurahua
Ciudad	Ambato

Fuente: Multisuelas Beltrán, 2022

Realizado por: Muñoz, L., Reyes, J., 2023

3.4.2. Antecedentes de Multisuelas Beltrán

Multisuelas Beltrán fue fundada en el año 2004 y con el pasar de los años se ha ido adaptando líneas de producción; máquinas de inyección, y nuevos materiales existentes en el mercado como los termoplásticos y otros polímeros. Es una empresa situada en el cantón Ambato, en la parroquia Santa Rosa.

Con una prospectiva de lograr la evolución, la empresa ha ido adquiriendo maquinaria de última tecnología para modernizar los diseños; han sido consientes que la superación no es una tarea fácil pero siempre fueron ambiciosos con los objetivos que se han propuesto, los cuales son, dar una gama de productos variados a los clientes, y cumplir con la demanda del mercado con un excelente servicio y mejor calidad.

Actualmente la empresa cuenta con una variedad de productos que ofrecer al mercado; pero la

productividad puede ser mejor debido a los problemas existentes; como mala planificación en los mantenimientos de las maquinas, desorden, desorganización y falta de limpieza dentro de los puestos de trabajo que ocasionan demoras innecesarias.

Multisuelas Beltrán es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos, con énfasis en el sector calzado. A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción.

3.4.3. *Localización de la empresa*

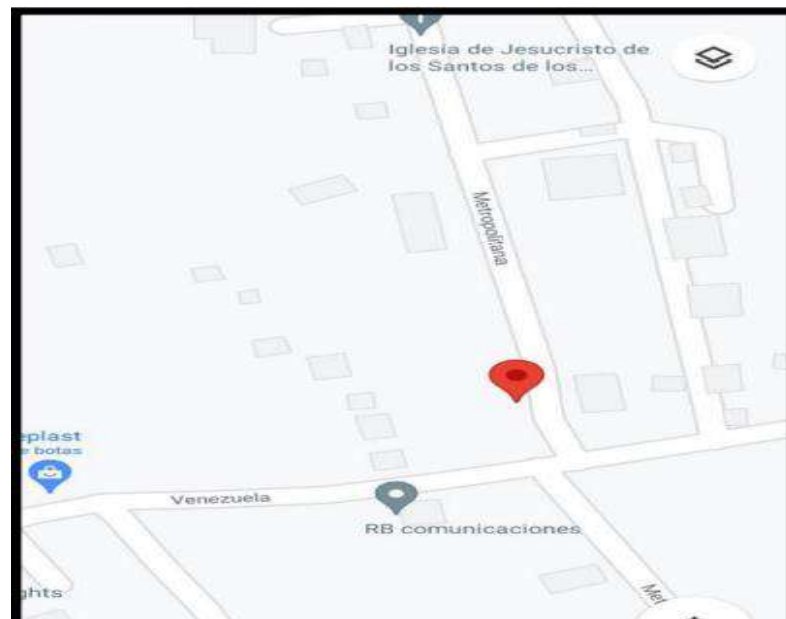


Ilustración 3-1: Localización de la Empresa Multisuelas Beltrán

Fuente: Google Maps., 2022

Realizado por: Muñoz, L., Reyes, J., 2023

3.4.4. *Misión*

Multisuelas Beltrán es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos, con énfasis en el sector calzado.

A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción.

3.4.5. *Visión*

Ser una Organización competitiva, reconocida por su dinamismo en desarrollar y ofrecer productos que superen las expectativas de los clientes en los distintos mercados.

Mantener un compromiso integral con el consumidor en cuanto a la calidad, la innovación y la excelencia en el servicio.

3.4.6. Estructura Organizacional

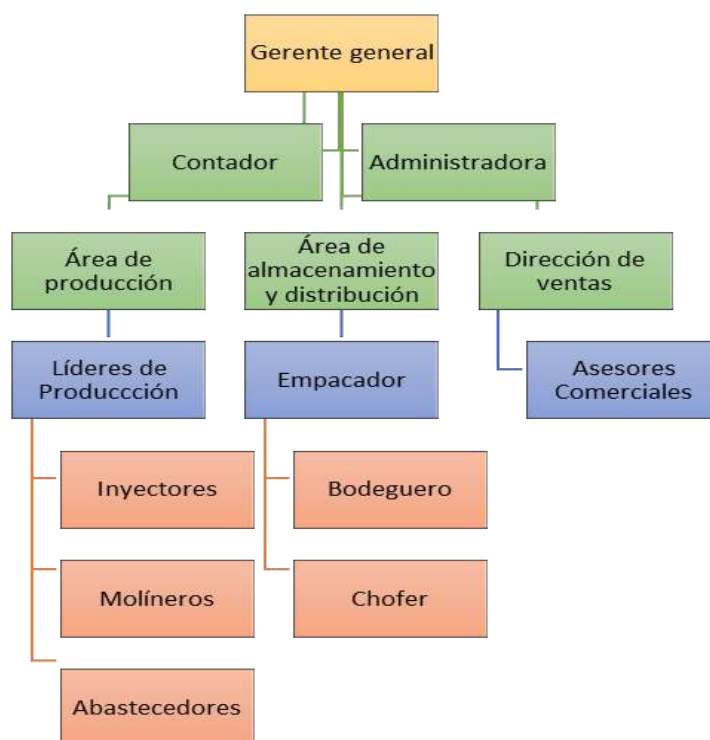


Ilustración 3-2: Organigrama Multisuelas Beltrán

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.4.7. Recursos de la empresa

3.4.7.1. Recurso humano

Tabla 3-2: Recurso Humano Multisuelas Beltrán

Institución	Área	Puesto de trabajo	Cargo	Número de trabajadores
Multisuelas Beltrán	Administración	Administración	Administradora	1
		Gerencia	Gerente General	1
	Producción	Molino	Molinero	2
		Inyectora	Inyector	7
		Materia prima	Abastecedor	2
		Moldes	Líder	2
		Empacado	Empacador	2
	Bodega	Producto terminado	Bodeguero	1
	Ventas	Vehículo	Chofer	1
		Centro comercial	Asesor Comercial	4
		Total		23

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la empresa de inyección de suelas Beltrán trabajan en un total de 23 personas que van desde el área administrativa, ventas y producción.

3.4.7.2. Diagrama de flujo del proceso

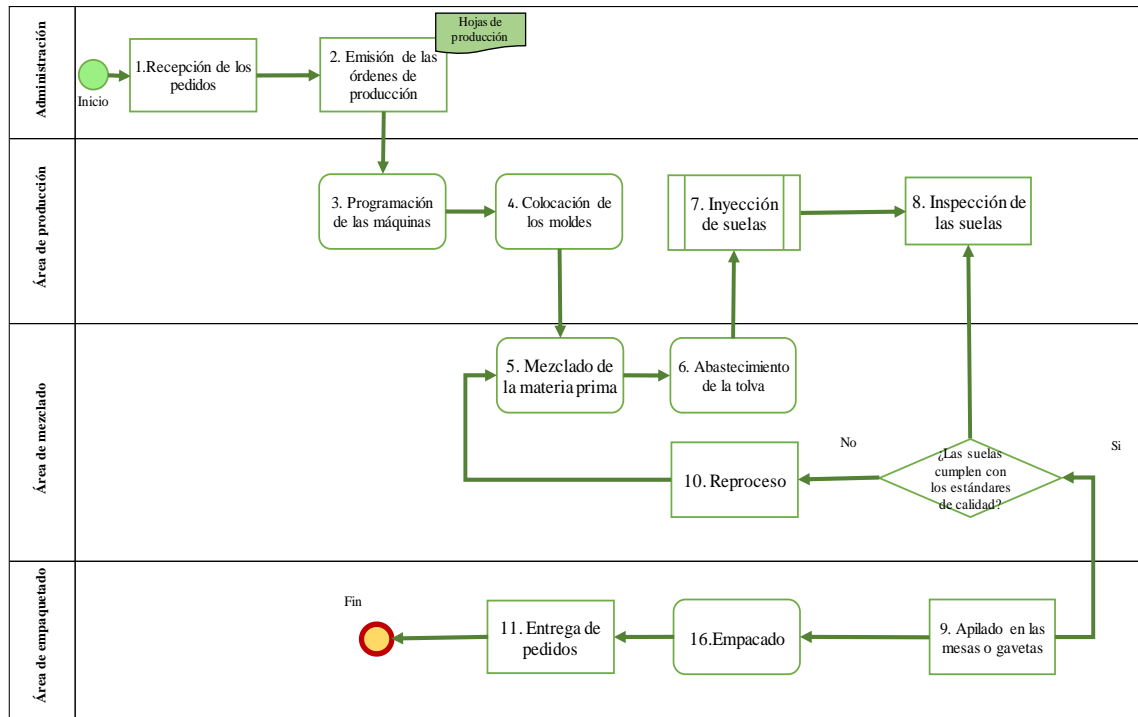


Ilustración 3-3: Diagrama de flujo de proceso de inyección de suelas

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.4.8. Descripción del proceso productivo

La producción de suelas en la empresa Multisuelas Beltrán; el proceso de fabricación de las suelas empieza con la recepción de pedidos lo cual la administradora de la planta se encarga de entregar las ordenes de producción al jefe de producción de turno el cual distribuye las órdenes a cada uno de los empleados que trabajaban en las diferentes máquinas inyectoras. Dónde se encuentran tres máquinas inyectoras rotativas, una de marca: KCLKA y dos de la marca BENLONG de origen chino, existen 3 máquinas inyectoras adicionales, dos de ellas estacionarias y una rotativa.

El proceso inicia a las 6:30 con el encendido de las máquinas, el tiempo que lleva calentar las diferentes Inyectoras y para que estén lista para fabricar las suelas es de 30 minutos. El tiempo de espera es aprovechado para dar una revisión rápida de las máquinas.

Una vez los trabajadores se encuentren listos para iniciar la jornada laboral se pide al encargado de bodega los diferentes tipos de polímeros necesarios para cada modelo de suelas; en el

transcurso de ese tiempo se seleccionan los moldes; que serán puestos en las máquinas dependiendo de la talla; tipo de polímero y modelo.

En el área de mezclado de polímero el encargado se encarga de recibir las órdenes y prepara una combinación del polímero que pasó por un proceso de reciclado que es puesto en un porcentaje bajo y combinado con la materia prima nueva. Después de realizar dicha operación es transportada a la máquina inyectora y llenar la tolva.

El Operario de cada máquina Inyectora se encarga de regular temperatura y el tiempo necesario de acuerdo con las especificaciones requeridas (este proceso se regula empíricamente ya que no se encuentran datos estandarizados por lo mismo que se generan productos defectuosos y desperdicios de material).

Proceso de inyección

- **Cierre del molde:** El proceso de inyección de suelas en la máquina inyectora da comienzo cuando el operario cierra correctamente el molde.
- **Inyección:** Proceso realizado por la máquina que consta de 2 etapas, la inyección del polímero en el molde y el enfriamiento que lo ayuda a realizar los 3 ventiladores de la máquina.
- **Apertura del molde:** Finalizando el proceso de inyección de las suelas el operario debe abrir el molde; retirar la suela y la rebaba.



Ilustración 3-4: Máquina Inyectora de 6 estaciones

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

Pasado la fase se efectúa, concerniente hace la verificación de calidad, las suelas se acomodan en una mesa para posteriormente ser trasladadas al área de empaque, en el caso que exista fallas las suelas son colocadas en gavetas para luego ser transportadas al área de bodega en donde se las

tritura y se las mezcla para reutilizarla.

El área de empaque, en este espacio el líder asigna la orden u órdenes a empacar, esto depende de la cantidad de referencias que se encuentren con todos sus elementos. Si no se encuentra el total de elementos que, con anticipación, el líder de esta área debe haber realizado el pedido, se pasa a gestionar y tratar de minimizar el tiempo de parada que pueda tener esta orden.

Con el paso a la bodega de despacho finaliza el proceso de producción de las suelas

3.4.8.1. *Maquinaria y equipos*

Para la inyección de suelas la empresa cuenta con las siguientes máquinas y equipos.

- **Máquina inyectora de 6 estaciones**

Máquina para inyección de marca BENLONG de modelo BL-FY1106H/ZFD; que posee 6 estaciones de trabajo; permite inyectar suelas de materias primas como: PVC, termoplásticos, Expansor, etc. Posee un control digital automático que sirve para la programación teniendo su pantalla táctil



Ilustración 3-5: Máquina de inyección de Suelas de plástico-goma

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

- **Máquina automática rotativa EK16-12PS**

Es una máquina automática rotativa de moldeo por inyección directa, que cuenta con 24 estaciones o espacios para los moldes de marca KCLKA que es de origen chino. Se puede utilizar materias primas para inyectar como PVC Y TPR en esta maquinaria. El diámetro del tornillo

espiral es de 65mm que se puede utilizar con el fin de lograr en la inyección un gran volumen y producción de alta capacidad, el control es automático digital y la interfaz hombre máquina es una pantalla táctil. Otras de las características que posee una Tolva de gran capacidad para contener los diferentes tipos de polímeros



Ilustración 3-6: Máquina automática rotativa de moldeo por inyección de PVC

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

- **Máquina HM-188 PVC rotatorio máquina de zapatos**

Máquina estacionaria para la Inyección de suelas de marca MAIN GROUP modelo SP 245 de origen italiano.



Ilustración 3-7: Máquina HM-188 PVC rotatorio máquina de zapatos

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

- **Máquina inyectora SP-245**

Máquina estacionaria para la Inyección de suelas de marca MAIN GROUP modelo SP 245 de origen italiano.



Ilustración 3-8: Máquina Inyectora SP 245

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

3.4.9. *Proceso productivo de las suelas*

3.4.9.1. *Descripción de la planta*

La planta de producción de la empresa Multisuelas Beltrán cuenta con un espacio físico de 300 m² para cumplir con las actividades productivas que están distribuidas de la siguiente manera:

- Área administrativa
- Área de almacenaje producto terminado
- Área de producción
- Bodega

3.4.9.2. *Descripción de las Actividades del Proceso Productivo*

Se analiza cada uno de los procesos que se encuentran involucrados en el área de producción donde se recolecta información necesaria para poder organizar y establecer estrategias de estudio para la mejora.

- **Oferta de productos**

La oferta de productos de la empresa es variada ya que realizan producción bajo pedido, fabricando suelas para zapatos tanto de dama como de caballero en la línea de producción casual y deportiva.

- **Capacidad de producción**

A diario en el área de producción con 23 trabajadores distribuidos en los diferentes puestos de trabajo es de aproximadamente 120556 pares de suelas al mes como promedio en los 3 tipos de material.



Ilustración 3-9: Producción Multisuelas Beltrán

Realizado: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.4.9.3. Descripción de procesos

En una empresa que se dedica a la fabricación de suelas mismas que forman parte del zapato también pasan por varios procesos tanto humana como de maquinaria. Estos procesos deben seguir cierto orden con operaciones continuas en las áreas de trabajo.

Los procesos que forman parte de la elaboración de suelas son:

- Mezcla de materia prima
- Abastecimiento a las maquinas
- Colocación de molde
- Programación de maquinas
- Inyección
- Empaque
- Reproceso de material

3.4.10. Descripción de los puestos de trabajo de la empresa Multisuelas Beltrán

3.4.10.1. Bodega

La planta de producción de la Empresa Multisuelas Beltrán, cuenta con el espacio para el almacenamiento de los diferentes tipos de polímeros como PVC, TR y Expansion, que son la materia prima utilizada para la elaboración de los diferentes tipos de suelas en las máquinas Inyectoras. De acuerdo con la producción diaria que se vaya a realizar se realiza el pedido al encargado de bodega para que suministre la materia prima a cada una de las máquinas inyectoras para su posterior producción de las suelas.



Ilustración 3-10: Bodega de almacenamiento de materia prima

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

3.4.10.2. Área de mezclado



Ilustración 3-11: Máquina mezcladora de polímero

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

Las máquinas que realizan el mezclado de los polímeros se encuentran en el área que de almacenamiento. En esta área se produce el mezclado entre el polímero reutilizado que pasa por el proceso de triturado de los sobrantes que deja el proceso de Inyección en un menor porcentaje al polímero nuevo.

3.4.10.3. Área de triturado

Las máquinas de triturado se encargan de moler lo sobrantes del proceso de la Inyección de suelas

como también los desperdicios que se generan, que van a ser reutilizadas después del triturado.



Ilustración 3-12: Máquina de triturado de polímero

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

3.4.10.4. Área de inyección



Ilustración 3-13: Maquinaria de inyección de suelas

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

En esta área se encuentran todas las maquinas inyectoras donde se realiza el proceso de fabricación de suelas en los diferentes tipos de molde de acuerdo con la orden de trabajo diaria. Cuentan con máquinas inyectoras diferentes que son las estacionarias y las rotativas, 3 máquinas

estacionarias dos de 2 estaciones y una de tres estaciones, en las maquinas rotativas existen dos de 6 estaciones, 1 de 12 estaciones y 1 de 24 estaciones.

3.4.10.5. Área de empaquetado

En esta área se realiza la preparación del producto terminado para su posterior empaquetado de acuerdo con los pedidos establecido en las ordenes de producción.



Ilustración 3-14: Área de empaquetado de producto terminado

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

3.4.10.6. Área de almacenamiento



Ilustración 3-15: Área de almacenamiento producto terminado

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

Es el área destinada a almacenar el producto terminado para su posterior entrega al cliente.

3.5. Distribución de la planta de la Empresa Multisuelas Beltrán

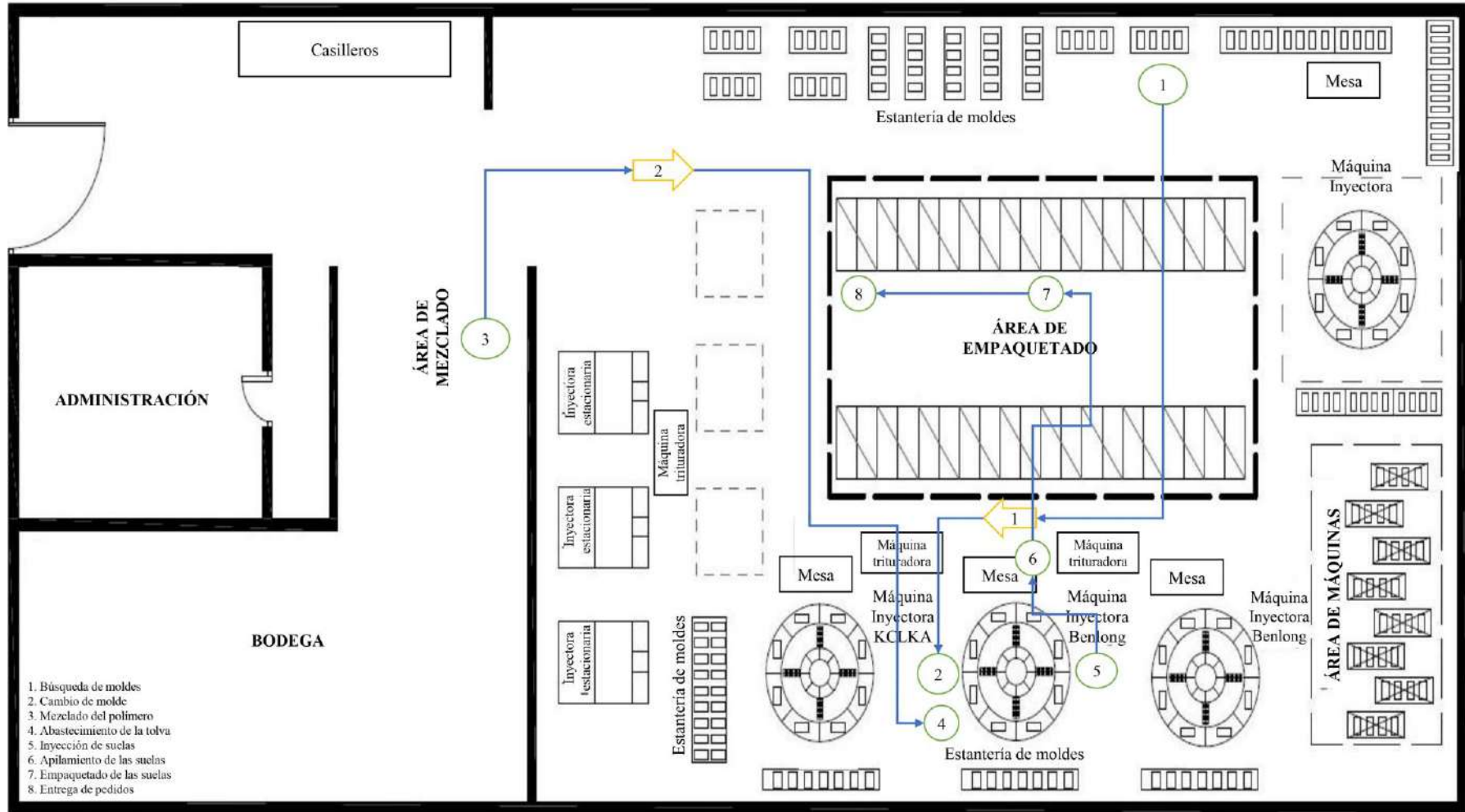


Ilustración 3-16: Distribución de la Empresa Multisuelas Beltrán

Realizado: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.6. Diagnóstico de la situación actual

Aplicación de Ciclo PHVA que permite el mejoramiento continuo con el propósito de un mejoramiento en la competitividad, optimización y calidad de los productos.

3.6.1. Planear:

Permite la realización de un análisis para introducir cambios que se requieran para el mejoramiento de la productividad de la empresa.

a. Análisis del proceso de elaboración de las suelas, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Identificación de las actividades que generan fuentes de variabilidad como son: materia prima, métodos, maquinaria, mano de obra, medición y medio ambiente mediante el uso de técnicas de observación: entrevista, videos, fotografías y fichas de observación.
- Elaboración del diagrama de flujo de las actividades para ilustrar el proceso de inyección de suelas
- Diseño del Layout de la empresa para señalar la distribución de las diferentes áreas de la empresa
- Realización del diagrama de análisis de proceso que permitió conocer las actividades de operación, transporte, demora, inspección y almacenaje obteniendo un tiempo normal de todas las actividades.

b. Análisis de los productos que elabora la empresa, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Obtención de la información a partir de las hojas de producción de los últimos 3 meses de la empresa
- Realización del estudio de los productos (suelas) que la empresa elabora mediante un análisis ABC.
- Categorización de la producción de las suelas en zonas A, B y C mediante la realización del diagrama de Pareto.
- Elección de los productos para realizar el estudio

c. Conocimiento de la data de los equipos y maquinaria existente, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Jerarquización de los equipos para mejorar los planes de mantenimiento
- Análisis de criticidad de los equipos mediante el método de puntos para mejorar la confiabilidad operacional

- Identificación de las causas que generan variación en el sistema o que producen fallos a través de la utilización de la técnica o metodología AMFE.
 - Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).
- 5) Identificación del método de producción, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**
- Obtención de los tiempos de operación de las diferentes actividades realizadas mediante el uso de una cámara de grabación, cronómetros.
 - Aplicación de técnicas de estudio métodos y tiempos mediante la realización de los diagramas de análisis de proceso de la elaboración de las suelas,
 - Valoración del ritmo de trabajo mediante el sistema Westinghouse, y la realización de los cálculos de los suplementos mediante la tabla OIT
 - Obtención de los tiempos estándar de las diferentes actividades mediante la aplicación de la ecuación.
- 6) Análisis del estudio de métodos y tiempos, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**
- Cálculo del Takt Time para conocer con que velocidad se produce el producto para cumplir la demanda del cliente
 - Cálculo de la capacidad de producción para conocer cuantas unidades elabora en una jornada laboral
 - Cálculo de los valores agregados de proceso para conocer el índice de valor agregado y el análisis de valor agregado
 - Cálculo de la eficiencia operativa de los equipos para conocer el potencial de productividad real de las máquinas.
- 7) Identificación de las etapas del proceso mediante la elaboración de mapa de flujo de valor, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**
- Obtención de las métricas como los tiempos de ciclo, Lead Time, etc.
 - Identificación de las actividades que agregan y no agregan valor al proceso productivo.
 - Identificación de las oportunidades de mejora mediante los estallidos Kaizen
 - Realización del diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas de los que afectan al proceso
 - Realización del SIPOC para trazar el proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes
- 8) Identificación del cumplimiento de lo que establece las metodologías Kaizen y 9S mediante la aplicación de hojas de verificación, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**

- Aplicación de la hoja de verificación Kaizen
 - Aplicación de la hoja de verificación 9S
 - Análisis de resultados
- 9) **Identificación de la operación general del set-up a analizar, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**
- Aplicación de la metodología 5W2H para la definición y la facilitación de la focalización de las causas del problema
 - Aplicación de la carta de control de medias para la verificación de la estabilidad del proceso
- 10) **Aplicación de las mejoras propuestas utilizando la metodología Kaizen y 9S, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**
- Capacitación del personal de la planta
 - Implementación de las mejoras
- 11) **Verificación del cumplimiento del plan del ciclo PHVA, se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:**
- Levantamiento de datos posteriores
 - Verificación de resultados



Ilustración 3-17: Área de estudio; planta de producción

Fuente: Área de producción Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

3.6.1.1. Cronograma del plan de acción

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EMPRESA MULTISUELAS BELTRÁN UBICADA EN AMBATO																		
ACCIÓN	OBJETIVO	HERRAMIENTAS	2 022								2 023							
			NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO		FEBRERO					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Analizar	Describir cada puesto de trabajo	Diagrama de Flujo	■															
		Diagrama de análisis Proceso Layout		■														
	Conocer la producción de la empresa	Análisis ABC		■	■													
		Jerarquización de Equipos			■													
	Averiguar data de equipos existentes	Análisis de Criticidad			■	■												
		AMFE				■												
Estudio de tiempos y movimientos	Obtener los tiempos estándares de las actividades realizadas en la producción de Suelas	Cronometro					■											
		Video						■										
		Hoja de observación						■										
		Diagrama Hombre - Máquina								■								
Calcular	Takt Time	Excel									■							
	Capacidad de Producción											■						
	Valores agregados para procesos												■					
	Eficiencia operativa de los equipos													■				
Interpretar	Realizar el value Stream Map y ver las oportunidades de mejoras	Lead Time																
		Takt Time																
		Diagrama de Ishikawa																
		SIPOC, 6M																
Evaluar	Identificación del cumplimiento de lo que establece las metodologías Kaizen y 9S	Lista de Verificación																
		Diagrama de Ishikawa																
	Identificar la operación general de set-up a analizar.	5W Y 2H																
		Diagrama de análisis Proceso																
Implementar	Implementar las herramientas Lean Manufacturing Kaizen, 9S y SMED	Gráfica de Control																
		Capacitación																
Verificar	Verificar lo realizado durante la fase de 'Hacer' del ciclo PHVA, que todo haya ido acorde al plan	Tablas de comparación																

Ilustración 3-18: Plan de acción

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.6.1.2. Diagrama de Gantt

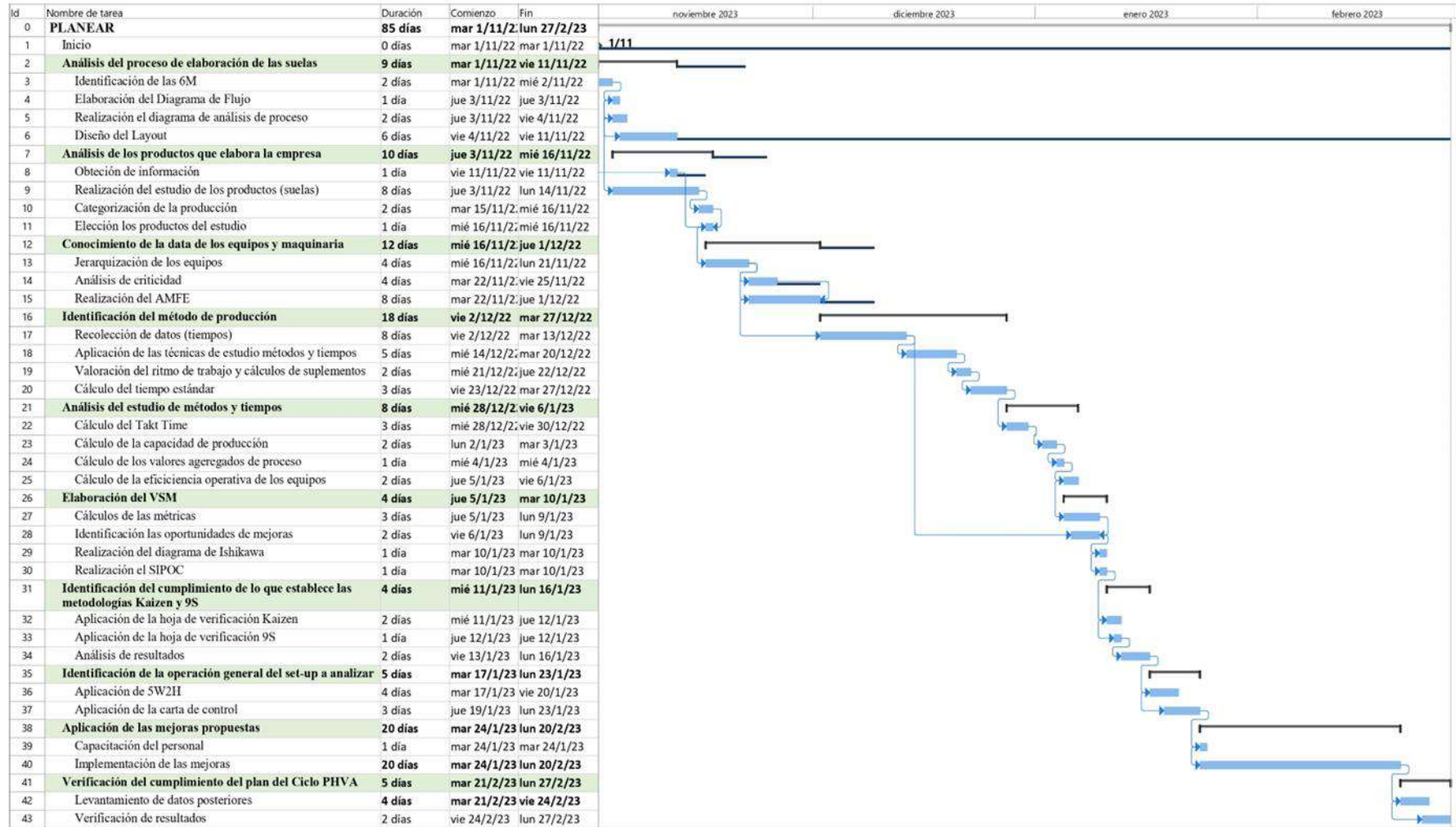


Ilustración 3-19: Diagrama de Gantt del plan de acción

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.6.2. Plan de recolección de datos

Tabla 3-3: Planificación del estudio

ACCIÓN	COMPONENTES	OBJETIVO	HERRAMIENTAS
Estudio de Métodos y Tiempos	Seleccionar	Elegir el tipo de suela de mayor producción de la máquina estacionaria y de la rotativa.	ABC, Diagrama de Pareto
	Registrar	Realizar el registro de las actividades que incluyen las dos máquinas en el proceso de producción	Diagramas de recorrido, flujo,
	Medir	Cronometrar cada una de las actividades del proceso productivo	Cronometro, videos, Hoja de
	Definir	Eliminar demoras, operaciones innecesarias definiendo un mejor método de trabajo.	VSM actual, 9S, SMED
Metodología Kaizen y herramienta 9S	Seiri	Contar con los objetos y herramientas necesarias, incluido herramientas, productos terminados, elementos de limpieza	Registro de materiales
	Seiton	Establecer para cada objeto, artículo o accesorio un lugar adecuado listo para ser utilizado en las rutinas diarias de trabajo con una debida ubicación, identificación y reposición rápida y fácil.	Fotografías, Layout
	Seiso	Mantener el área de trabajo libre de suciedad, máquinas herramientas y el entorno de trabajo en general mediante el establecimiento de actividades de limpieza	Artículos de limpieza
	Seiketsu	Mantener limpio y saludable el entorno de trabajo. Lo principal de Seiketsu es continuar con la implementación de las 3 primeras S y la prevención del desorden y suciedad.	Capacitaciones, rótulos, señalética
	Shitsuke	Evidenciar dónde se puede realizar una mejora en las diferentes áreas con el fin de mejorar y mantener la clasificación, orden y limpieza definiendo los procedimientos de trabajo del entorno de trabajo	Charlas
	Shikari	Definir los procedimientos con el fin de mejorar continuamente y mantener la limpieza y el orden	
	Compromiso	Lograr los objetivos y fines mediante la persistencia; informarse y el cumplimiento de las políticas y normas.	
	Coordinación	Aplicación de hábitos de orden y limpieza; y trabajar con los mismos propósitos y metas propuestas todos al mismo tiempo	
Estandarización	Establecimiento de reglamentos, procedimientos y normas para mantener el ambiente adecuado de trabajo dónde se señalen cómo hay que hacer las cosas correctamente.		
SMED	Análisis	Identificar el equipo y operación general de set-up a analizar	Ciclo PHVA, Estudio de métodos
	Clasificar	Separar las tareas internas, externas y no necesarias	Diagrama de análisis de proceso
	Convertir	Convertir las tareas internas en externas	5W2H
	Perfeccionar	Analizar en detalle las actividades, buscando dividir las en operaciones elementales y luego optimizarlas	Estandarización
AMFE	Determinar	Establecer en qué proceso, sistema, métrica o aspecto de la empresa debe centrarse	Diagrama de Ishikawa
	Análisis	Identificar y comprobar los modos de falla	Diagrama de flujo
	Seleccionar	Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR)	Matriz AMFE
	Aplicar	Aplicar los cambios que eliminarán o reducirán la aparición o impacto del problema	
	Verificar	Supervisar la aplicación de los cambios y medir su eficacia	
RCM	Identificar	Definir las funciones de cada recurso en el contexto operativo e identificar las fallas funcionales	
	Determinar	Determinar modos de fallas y efectos	Hoja de decisión RCM
	Desarrollar	Implementar y ajustar el plan de mantenimiento	Hojas de verificación

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.7. Hacer

3.7.1. Entrevista

Se entrevistó a la administradora, para recopilar información necesaria para el desarrollo de esta investigación, es la persona con mayor conocimiento de los procesos de producción. Se utilizó un cuestionario de 9 preguntas.

1. ¿En qué temporada es la mayor producción de suelas?
La mayor producción de suelas se da los meses de septiembre, octubre y noviembre, los primeros meses del año la producción es baja.
2. ¿Qué modelo de suela considera que da mayor ganancia a lo largo de la existencia de la empresa?
La producción de suelas es por temporadas, depende de cual este con mayor demanda, existen gran variedad de modelos que se producen en gran cantidad.
3. ¿Se cumple a tiempo con la entrega del producto?
Si. Los pedidos son gestionados, planificados y distribuidos para cumplir con la fecha establecida de entrega.
4. ¿Los empleados reciben capacitación para la realización de estas operaciones?
Capacitación, no. Pero los nuevos trabajadores son entrenados por los líderes de cada turno.
5. ¿Los empleados cuentan con el tiempo necesario para descansar de las actividades de producción?
Se les permite tiempo libre para sus necesidades personales; y tienen tiempo para el almuerzo de 30 minutos; considero que sí.
6. ¿Están los sitios de trabajo equipados de tal forma que brinden seguridad y ergonomía al obrero?
La planta cuenta con excelente iluminación, ventilación y a los trabajadores se les dota de protección personal de acuerdo con la actividad que realice
7. ¿Se realizan los procesos de producción óptimamente?
Los trabajadores deben cumplir con las ordenes de producción entregadas diariamente. Pero al realizar un estudio minucioso se encontrarán muchas falencias en las actividades realizadas por los trabajadores.
8. ¿Considera la existencia de tiempos improductivos en los procesos de producción?
No, los trabajadores sólo descansan los momentos permitidos, los empleados realizan sus actividades desde que ingresan a la empresa hasta que se van.
9. ¿Considera la realización de un estudio de para mejorar los procesos de producción de su empresa?

Si, será interesante porque permitirá a la empresa y a los trabajadores ser más productivos.

La entrevista tuvo como objetivo la obtención de repuestas a las interrogantes planteadas de forma verbal y demostró que el estudio será de gran importancia para el mejoramiento del proceso productivo

3.7.2. Análisis ABC

Para identificar los productos importantes se realizó un diagrama de Pareto que detalla los productos más producidos en los 3 últimos meses, se realizó un análisis ABC (Anexo A) para la clasificación de las suelas en función a la producción. El Análisis ABC de la producción ayudó a tener una idea clara de la producción actual de la empresa y a tomar medidas correctas y saber qué tipo de suela se fabrican en mayor cantidad, que materia prima es la más utilizada y cuáles son los mayores beneficios. Se procede a clasificar por categorías A (muy importante), B (medianamente importante), C (menos importante).

Tabla 3-4: Parámetros análisis ABC

Tipo de suelas	Producción			Numero de Suelas
	20%	A	80%	
	30%	B	15%	
	50%	C	5%	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

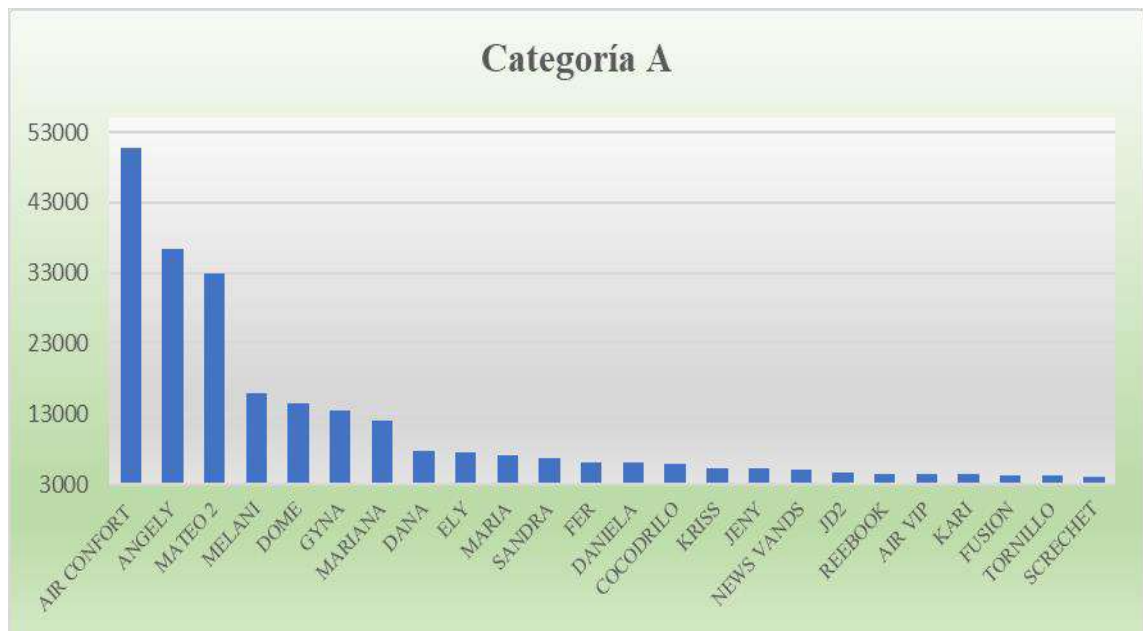


Ilustración 3-20: Análisis ABC producción categoría A

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la ilustración 3-20, se encuentran las suelas que se fabrican diariamente y que forman parte de un 20% de la totalidad de tipos de suelas existentes con una producción del 80% de suelas

producidas en los tres meses. Con la utilización de la regla del Pareto 80-20 se determina que el 20% de tipos de suelas son las que se producen en un 80% en la empresa y está dentro de la categoría A. siendo este los más fabricados o importantes dentro de la empresa.

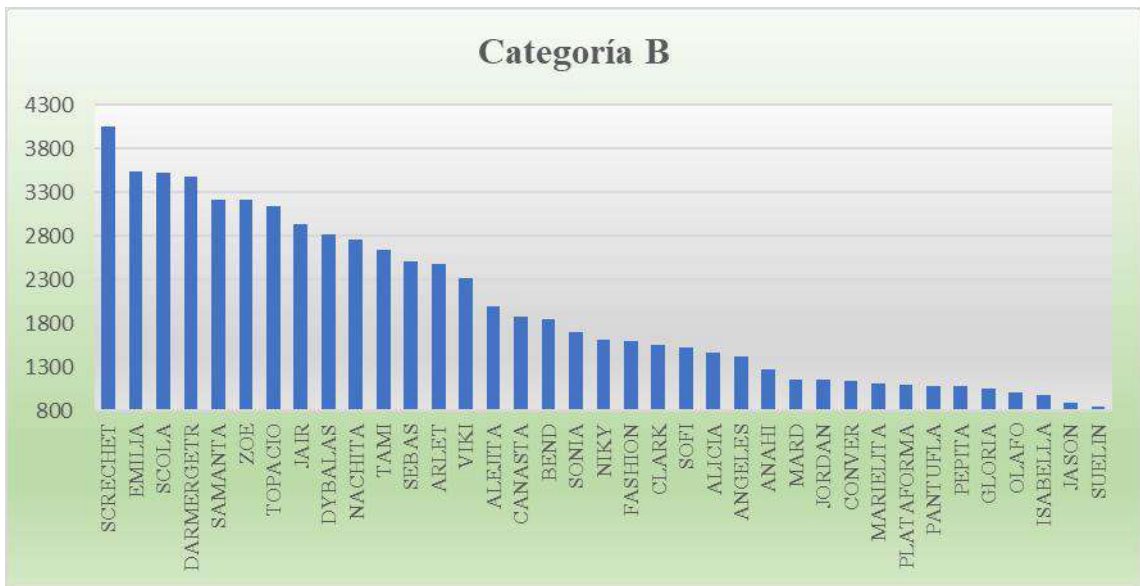


Ilustración 3-21: Análisis ABC producción categoría B

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la ilustración 3-21, se encuentran las suelas de categoría B que se producen diariamente y que forman parte de un 30% de la totalidad de tipos de suelas con una producción del 15%.

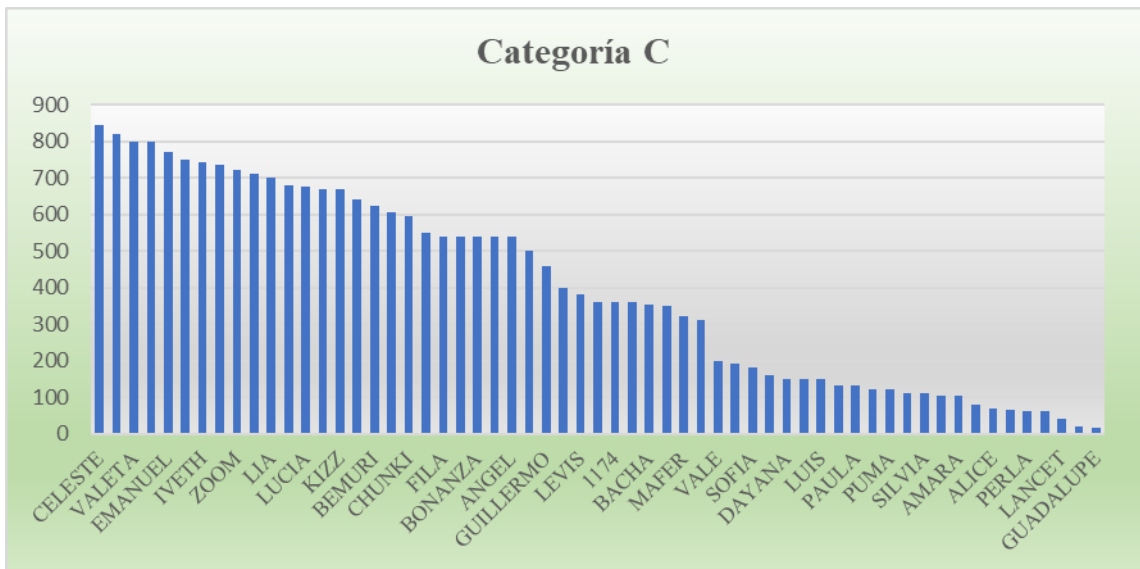


Ilustración 3-22: Análisis ABC producción categoría C

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la ilustración 3-22, se encuentran las suelas de categoría C que se producen diariamente y que forman parte de un 50% de la totalidad de tipos de suelas con una producción del 5%. Se eligió los tipos de suela Angely que son procesadas en la máquina inyectora de 6 estaciones y la Suela

Gyna que es producida en la máquina inyectora estacionaria, las cuáles fueron utilizadas para el desarrollo de la investigación

3.8. Proceso de inyección de suelas

Conocer el comportamiento de la línea de producción de suelas, se identificaron y analizaron cada uno del proceso que hacen parte de la producción, para lograr tomar el tiempo de que se demora la producción.

3.8.1. Identificación de las operaciones de proceso

3.8.1.1. Capacitación:

Para empezar el desarrollo del proyecto se tuvo una capacitación con la administradora, jefe de producción(líder) y operarios.

3.9. Identificación de las actividades que componen el proceso de elaboración.

Se tomaron los datos del proceso de producción de las suelas de Angely y Gyna, con la información recolectada, se procedió a la realización de los diagramas de procesos de la línea productiva de las suelas.

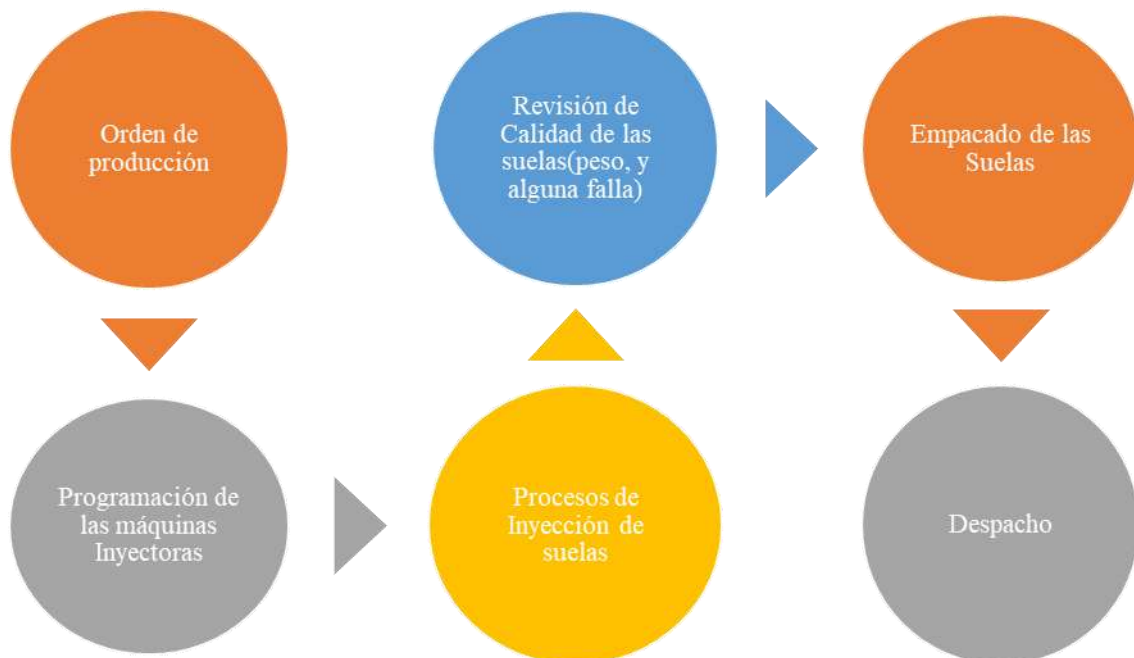


Ilustración 3-23: Proceso global de producción de suelas

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El diagrama representa globalmente las actividades realizadas en el proceso de inyección de suelas desde recibir la orden de producción hasta el despacho de los pedidos.

3.10. Proceso de elaboración de suelas tiempos actuales

Los datos se tomaron de las actividades rutinarias debido que no existe un estudio previo; que permitió conocer los tiempos empleados a cada una de las acciones que conllevan el proceso de inyección de suelas, y además se pudo conocer las actividades que ocasionan demoras, retrasos o no agregan valor al producto final.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa:	Multisuelas Beltrán		Actividad:	Inyección de suelas		Plano:	1		
Departamento:	Producción		Producto:	Suelas		Hoja:	1 de 1		
Analistas:	Jefferson Reyes		Fecha:	5/12/2022		Tipo:	Operario		
Símbolos						N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual
									Descripción del proceso
●	→	D	□	▽	⊞	1		5,00	Encendido de las máquinas inyectoras
○	→	●	□	▽	⊞	1		30,00	Calentamiento de la máquina inyectora
●	→	D	□	▽	⊞	2		0,95	Recibir orden de producción por parte de la administradora
●	→	D	□	▽	⊞	3		2,00	Distribución de producción en la máquinas Inyectoras
●	→	D	□	▽	⊞	4		1,10	Revisión de los moldes
●	→	D	□	▽	⊞	5		9,11	Cambio de moldes
●	→	D	□	▽	⊞	6		4,35	Mezclado del polímero
○	→	●	□	▽	⊞	1	15	3,24	Transporte del polímero mezclado
●	→	D	□	▽	⊞	7		2,15	Llenar la tolva de material (polímero)
●	→	D	□	▽	⊞	8		3,10	Programar cada una de las estaciones
○	→	■	□	▽	⊞	1		1,96	Revisar la comprensión y presión
●	→	D	□	▽	⊞	9		0,10	Colocar almoral en las los moldes
●	→	D	□	▽	⊞	10		0,35	Proceso de inyección de suelas
○	→	●	□	▽	⊞	2		0,45	Enfriado de los moldes
●	→	D	□	▽	⊞	11		0,13	Extracción de las rebabas
●	→	D	□	▽	⊞	12		0,09	Poner a reproceso
●	→	D	□	▽	⊞	13		0,35	Extracción de las suelas inyectadas
○	→	■	□	▽	⊞	2		0,16	Verificación visual de la suelas inyectadas
○	→	■	□	▽	⊞	3		0,17	Verificar el peso de la suela
●	→	D	□	▽	⊞	14		0,19	Apilamiento de las suelas o colocado en gavetas
●	→	D	□	▽	⊞	15		11,53	Empaquetado
○	→	D	□	▽	⊞	1		5,00	Despacho de las pacas

Ilustración 3-24: Diagrama de análisis de proceso

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-24, permite conocer las actividades de operación, transporte, demora, inspección y por último almacenaje de una manera generalizada, dónde se obtiene un tiempo normal que será utilizado cómo referencia para el estudio.

Se registró un tiempo de 86,05 minutos incluyendo todas las actividades del proceso de fabricación de suelas.

En la elaboración de suelas se observó y se dividió en tres áreas de trabajo:

- Preparación de la materia prima(polímero),
- Inyección de suelas,
- Empaquetamiento.

Se detallaron los tiempos y cálculos de los tiempos estándar de las diferentes actividades involucradas en el proceso de inyección de las suelas Gyna en la máquina de inyección estacionaria; y la suela Angely producida en la máquina de inyección rotativa de 6 estaciones.

Para tomar los tiempos se utilizó cronómetros, se registraron los tiempos en las hojas de registro del (Anexo B), se utilizó además cámaras de video y se realizó la grabación de cada una de las actividades en las diferentes áreas de trabajo para tener un tiempo promedio que serán utilizados para los cálculos de los tiempos estándar.

3.10.1. *Tiempos actuales de cada área de producción*

3.10.1.1. *Tiempo estándar*

Tabla 3-5: Tiempos sistema Westinghouse

ACTIVIDADES	SISTEMA WESTINGHOUSE				Total	Valoración
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia		
Revisar la orden de producción	0,06	-0,08	-0,03	-0,02	-0,07	93,00%
Cambio de molde	0,11	0,08	0,02	0,01	0,22	122,00%
Abastecimiento de la tolva	0,06	0,05	0	0,01	0,12	112,00%
Inyección de suelas	0,11	0,08	0,02	0,03	0,24	124,00%
Empaquetado	0,08	0,1	0,02	0,03	0,23	123,00%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-5, se utiliza el sistema Westinghouse de la ilustración 2-5, para la evaluación de la actuación de los operarios en cada una de las actividades realizadas en el proceso de inyección de suelas, calificando cuatro factores claves: habilidad, esfuerzo, condición, consistencia.

3.10.1.2. Tiempo suplementario u holguras

Tabla 3-6: Tiempos suplementarios OIT

Actividades	Revisar la orden de producción	Cambio de molde	Abastecimiento de la tolva	Inyección de suelas	Empaquetado
	Calificación				
Suplementos Constantes					
Necesidades Personales	5	5	5	5	7
Básico por fatiga	4	4	4	4	4
Suplementos Variable					
A) Trabajo de pie	0	2	2	2	4
B) Postura anormal	0	0	0	0	3
C) Uso de la fuerza o energía muscular	0	3	9	0	2
D) Iluminación	0	0	0	0	0
E) Condiciones atmosféricas	0	0	0	0	0
F) Tensión visual	0	2	2	2	2
G) Ruido	2	2	2	2	2
H) Tensión mental	1	4	4	4	4
I) Monotonía mental	0	0	1	4	4
J) Monotonía física	0	0	0	5	2
TOTAL	12	22	29	28	34
PORCENTAJE	11%	13%	15%	15%	16%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-6, se determinó los suplementos que compensan los tiempos no contemplados debido a los factores no controlados como, por ejemplo: necesidades personales, trabajo a pie y monotonía física, de las actividades realizadas en el proceso de elaboración de las suelas, se utilizó la tabla OIT de la ilustración 2-2.

3.10.1.3. Tiempo de revisar la orden de producción

Tabla 3-7: Tiempos de revisión orden de producción

Tiempo para revisar la orden de producción (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	0,93	0,92	0,89	0,85	0,95	0,97	0,99	0,92	0,95	0,88	0,925
F.C Westinghouse	93%										
Tiempo normal	0,86	0,86	0,83	0,79	0,88	0,90	0,92	0,86	0,88	0,82	0,860
Suplementos	11%										
Tiempo estándar	0,96	0,95	0,92	0,88	0,98	1,00	1,02	0,95	0,98	0,91	0,955

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-7, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la actividad, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo Normal, al multiplicar el promedio del tiempo total observado, con el factor de calificación, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 0,955 minutos.

3.10.1.4. Tiempo para el cambio de moldes suela Gyna






DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Cambio de Molde	Plano:	1				
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Gyna	Hoja:	1de 1				
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	5/12/2022	Tipo:	Operario				
Símbolos				N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual		
							Descripción del proceso		
●	⇒	D	□	▽	⇄	1	0,59	Buscar la herramienta hexagonal	
●	⇒	D	□	▽	⇄	2	0,42	Aflojar el perno del molde con el dado hexagonal	
●	⇒	D	□	▽	⇄	3	0,39	Aflojar el perno del molde actual con la llave hexagonal	
●	⇒	D	□	▽	⇄	4	0,37	Liberar el molde	
●	⇒	D	□	▽	⇄	5	0,69	Agarrar el molde a cambiar y llevarlo a la estantería	
●	⇒	D	□	▽	⇄	6	0,37	Aflojar la base del molde	
○	⇒	D	□	▽	⇄	1	5	0,56	Trasladar la base del molde
●	⇒	D	□	▽	⇄	7	0,39	Colocar la base del nuevo molde	
●	⇒	D	□	▽	⇄	8	0,36	Apretar la base del nuevo molde	
○	⇒	D	□	▽	⇄	2	5	0,57	Trasladar el molde
●	⇒	D	□	▽	⇄	9	0,67	Colocación del nuevo molde	
●	⇒	D	□	▽	⇄	10	0,55	Ajustar el perno del molde actual con el dado hexagonal	
●	⇒	D	□	▽	⇄	11	0,59	Ajustar el perno del molde actual con la hexagonal	
●	⇒	D	□	▽	⇄	12	0,96	Colocar los parámetros para el molde instaurado	
○	⇒	D	■	▽	⇄	1	2,57	Comprobar que el proceso de inyección se dé de manera normal	

Ilustración 3-25: Diagrama de análisis de proceso de cambio de molde Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-25, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en el cambio de molde en la máquina inyectora estacionaria mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades.

Tabla 3-8: Resumen de análisis del proceso cambio de molde Gyna

Cambio de molde suela Gyna				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
Operación		12		6,35
Transporte		2	10	1,13
Demora		0		0
Inspección		1		2,57
Almacenaje		0		0
Total		15	10	10,05

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se observa en la tabla 3-93, el resumen del análisis del proceso de cambio de molde en la máquina inyectora estacionaria dónde se realiza la producción de la suela Gyna; el tiempo empleado es de 10,05 min, que incluye 15 actividades, 12 de operación, 2 de transporte y por último una de inspección.

Tabla 3-9: Tiempos cambio de molde Gyna

Cambio de molde (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	9,99	10,12	10,25	9,95	10,02	9,93	10,19	10,05	10,11	9,96	10,057
F.C Westinghouse	122%										
Tiempo normal	12,19	12,35	12,51	12,14	12,22	12,11	12,43	12,26	12,33	12,15	12,270
Suplementos	13%										
Tiempo estándar	13,77	13,95	14,13	13,72	13,81	13,69	14,05	13,85	13,94	13,73	13,865

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-9, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la actividad de cambio de molde, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, al multiplicar el promedio del tiempo total observado, con el factor de calificación, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 13,86 minutos.

3.10.1.5. Tiempos de abastecimiento de la tolva suela Gyna

Tabla 3-10: Tiempos de abastecimiento de tolva, suela Gyna

Abastecimiento de la tolva (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	13,16	13,53	13,42	13,28	13,22	13,35	13,37	13,23	13,19	13,21	13,296
F.C Westinghouse	112%										
Tiempo normal	14,74	15,15	15,03	14,87	14,81	14,95	14,97	14,82	14,77	14,80	14,892
Suplementos	15%										
Tiempo estándar	16,95	17,43	17,28	17,10	17,03	17,19	17,22	17,04	16,99	17,01	17,125

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-10, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la actividad de abastecimiento de la tolva, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, al multiplicar el promedio del tiempo total observado, con el factor de calificación, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 13,86 minutos.











DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO					
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Abastecimiento de la tolva	Plano:	1
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Gyna	Hoja:	1 de 1
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	5/12/2022	Tipo:	Operario
Símbolos		N. Actividad	Distancia(m)	Tiempo (min)	Método Actual
					Descripción del proceso
		1		3,29	Llenado de la máquina mezcladora
		1		4,35	Mezclado del polímero
		2		2,25	Llenado de los sacos
		1	10	1,35	Transporte a la máquina inyectora
		3		2,05	Llenado de la tolva

Ilustración 3-26: Diagrama de análisis de proceso abastecimiento de la tolva suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-26, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en el abastecimiento de la tolva en la máquina inyectora estacionaria mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades.

Tabla 3-11: Resumen del proceso abastecimiento de tolva suela Gyna

Abastecimiento de la tolva suela Gyna				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		3		7,59
Transporte		1	10	1,35
Demora		1		4,35
Inspección		0		0
Almacenaje		0		0
Total		5	10	13,29

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se observa en la tabla 3-11, el resumen del análisis del proceso de abastecimiento de la tolva, el tiempo empleado es de 13,29 min, que incluye 5 actividades, 3 de operación, una de transporte y por último una de demora.

3.10.1.6. *Tiempos de inyección de suela Gyna*

Tabla 3-12: Tiempos de inyección de suela Gyna

Inyección de suelas (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	1,88	1,85	1,94	1,84	1,81	1,86	1,88	1,91	1,87	1,83	1,867
F.C Westinghouse	124%										
Tiempo normal	2,33	2,29	2,41	2,28	2,24	2,31	2,33	2,37	2,32	2,27	2,315
Suplementos	15%										
Tiempo estándar	2,68	2,64	2,77	2,62	2,58	2,65	2,68	2,72	2,67	2,61	2,662

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-12, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la inyección de suelas, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, al multiplicar el promedio del tiempo total observado, con el factor de calificación, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 2,66 minutos.































DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa:	Multisuelas Beltrán		Actividad:	Inyección de Suelas		Plano:	1		
Departamento:	Producción		Producto:	Suelas Gyna		Hoja:	1 de 1		
Analistas:	Jefferson Reyes		Fecha:	5/12/2022		Tipo:	Operario		
Símbolos						N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual
									Descripción del proceso
						1		1,25	Inyección de la suelas
						1		0,31	Extracción de la suela
						2		0,07	Extracción de la rebaba
						1		0,17	Verificación visual y control del peso
						3		0,06	Apilamiento






Ilustración 3-27: Diagrama de análisis de proceso de inyección de suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-27, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en la inyección de suelas en la máquina inyectora estacionaria mediante símbolos; además, muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades.

Se observa en la tabla 3-13, el resumen del análisis del proceso de inyección de suelas, en la máquina inyectora estacionaria dónde se realiza la producción de la suela Gyna, el tiempo empleado es de 1,86 min, que incluye 5 actividades, 3 de operación, una de demora y, por último una de inspección.

Tabla 3-13: Resumen del proceso de inyección de suela Gyna

Inyección suela Gyna				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		3		0,44
Transporte		0		0
Demora		1		1,25
Inspección		1		0,17
Almacenaje		0		0
Total		5	0	1,86

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.10.1.7. Tiempos de empaquetado Gyna

Tabla 3-14: Tiempos de empaquetado Gyna

Empaquetado (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	12,53	12,66	12,41	12,28	12,49	12,52	12,63	12,58	12,56	12,59	12,525
F.C Westinghouse	123%										
Tiempo normal	15,41	15,7	15,39	15,23	15,49	15,52	15,66	15,6	15,57	15,61	15,518
Suplementos	16%										
Tiempo estándar	17,88	18,21	17,85	17,66	17,97	18,01	18,17	18,10	18,07	18,11	18,001

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-14, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la actividad de empaquetado, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, al multiplicar el promedio del tiempo total observado, con el factor de calificación, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 18,00 minutos.




































DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Empaquetado	Plano:	1				
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Gyna	Hoja:	1 de 1				
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	5/12/2022	Tipo:	Operario				
Símbolos		N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual				
					Descripción del proceso				
						1		0,35	Buscar el saco
						1	5	0,27	Trasladar la gaveta
						2		9,62	Llenado de los sacos
						3		1,96	Cosido del saco
						4		0,32	Verificación y anotación en el registro

Ilustración 3-28: Diagrama de análisis de proceso de empaquetado de suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La Ilustración 3-28, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en el empaquetado de las suelas, mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades

Tabla 3-15: Resumen del proceso de inyección de suela Gyna

Empaquetado Suela Gyna				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		4		12,25
Transporte		1	5	0,27
Demora		0		0
Inspección		0		0
Almacenaje		0		0
Total		5	5	12,52

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se observa en la tabla 3-15, el resumen del análisis del proceso empaquetamiento de suelas Gyna en un saco que incluyen 100 pares el tiempo empleado es de 12,52 min, que incluye 5 actividades, 4 de operación, una de transporte.

Tabla 3-16: Tiempos estándares producción de suela Gyna

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
Revisar la orden de producción	0,95
Cambio de molde	13,86
Abastecimiento de la tolva	17,13
Inyección de suelas	2,66
Empaquetado	18,00
	34,61

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El tiempo estándar total que se determinó para la elaboración de suelas es de 34,61 minutos que viene siendo la suma de todas las actividades que se incluyen en el proceso, la actividad que se repite tiene una duración de 2,66 minutos.

Tabla 3-17: Tiempos estándares totales de producción de suela Gyna

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
Revisar la orden de producción	0,95
Cambio de molde	13,86
Abastecimiento de la tolva	17,13
Inyección de suelas	266,23
Empaquetado	18,00
	316,18

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El Tiempo estándar total, incluyendo la actividad de empaquetado que cada saco incluye una cantidad de 100 pares de Suelas de Gyna en la máquina Estacionaria da un total de 316,18 min

3.10.1.8. Eficiencia física para suela Gyna

Peso del par de suelas 490 gr y del desperdicio 20 gr, y del saco de polímero de 25 Kg

$$\frac{25000 \text{ gr de polímero}}{510 \text{ gr par de suelas (peso de la suela + rebaba)}} = 49 \text{ pares}$$

$$490 \text{ gr (par de suelas)} * 274 \text{ pares al día} = 134\,260 \text{ gr} = 134,26 \text{ Kg}$$

$$20 \text{ gr (rebaba)} * 274 \text{ pares al día} = 5\,480 \text{ gr} = 5,48 \text{ Kg}$$

$$Ef = \frac{\text{Salida útil de materia prima}}{\text{Entrada de MP}}$$

$$Ef = \frac{134,26}{139,74}$$

$$Ef = 96,07\%$$

La eficiencia física en la máquina de inyección estacionaria dónde se producen las suelas Gyna, el valor teórico calculado es del 96,07%, con un desperdicio del 3,93%, dónde no se incluye las perdidas reales de polímero que causa el proceso.

3.10.2. Capacidad de producción Gyna

Tabla 3-18: Capacidad de producción suela Gyna

Capacidad de producción suela Gyna	
Pares producidos por hora	22
Pares producidos por día	530
Pares producidos por mes	1160

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-18, se calculó la capacidad de producción utilizando los tiempos estándares de cada una de las actividades involucradas en el proceso de fabricación de suelas Gyna, comprende dos turnos de 12 horas cada uno, durante 22 días en el mes, dando un valor teórico; se utilizó la ecuación 2-16, para calcular los pares producidos por hora dando la cantidad de 22 pares, para los pares producidos por día se utilizó la ecuación 2-17, dando 265 pares de suelas Gyna, pero cómo se trabaja en dos turnos, el resultado es de 530 producidos en 24 horas, y el valor teórico mensual es de 11660 pares de suelas Gyna dónde se utilizó la ecuación 2-18.

3.10.3. Cálculo del Takt Time

Tabla 3-19: Datos cálculo del takt time

		Unidades
Demanda del cliente	13525	mensuales
Días laborados	22	días
Día de trabajo	1440	min/día
Hora no productiva	120	min/día
Disponibilidad de la máquina	90	%
Desperdicio	2	%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-19, se encuentran los datos necesarios para calcular el Takt Time; se utilizó la demanda de cliente obtenida del análisis ABC, donde el total de suelas Gyna producida en el mes de noviembre fue de 13525, se trabajó 22 días y la máquina inyectora tiene una disponibilidad del 90%.

Tabla 3-20: Cálculo del Takt Time, suela Gyna

Demanda de cliente total mensual	13930,75	
Demanda de cliente diaria	633	piezas/día
Tiempo neto disponible	1188	min netos
TAKT TIME	1,876	min
TAKT TIME	113	seg
Tiempo de paso	187,61	min

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-20, se calculó el Takt Time con la ecuación 2-12, donde se establece que el proceso de producción se mueve o se puede decir con la velocidad que se debe producir el producto para cumplir o satisfacer la demanda del cliente, es de 113 segundos, el tiempo de paso es de 187,61 minutos donde se incluye 100 pares de suelas.

3.10.4. *Tiempos suelas Angely*

3.10.4.1. *Tiempos para cambios de molde Angely*

Tabla 3-21: Tiempo para el cambio de moldes suela Angely

Cambio de molde (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	13,68	13,78	13,66	13,55	13,89	13,61	13,65	13,75	13,59	13,25	13,641
F.C Westinghouse	119%										
Tiempo normal	16,28	16,40	16,26	16,12	16,53	16,20	16,24	16,36	16,17	15,77	16,233
Suplementos	13%										
Tiempo estándar	18,40	18,53	18,37	18,22	18,68	18,30	18,36	18,49	18,27	17,82	18,343

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-21, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la actividad de cambio de molde, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 18,34 minutos.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Cambio de molde	Plano:	1		
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Angely	Hoja:	1 de 1		
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	8/12/2022	Tipo:	Operario		
Símbolos				N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual
							Descripción del proceso
				1	10	3,78	Transportar los moldes
				1		0,28	Buscar la llave hexagonal
				2		1,02	Aflojar el perno del molde con la hexagonal
				3		0,462	Liberar y Agarrar el molde a cambiar
				4		0,78	Colocación del nuevo molde
				5		1,5	Ajustar el nuevo molde
				6		0,96	Recoger las rebabas y poner a reproceso
				7		1,08	Calibrar cada estación
				2	10	3,77	Transportar los moldes a la estantería

Ilustración 3-29: Diagrama de procesos para el cambio de moldes suela Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-29, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en el cambio de moldes, mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades

Tabla 3-22: Resumen del proceso para el cambio de moldes suela Angely

Cambio de molde suela Angely				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		7		6,082
Transporte		2	20	7,55
Demora		0		0
Inspección		0		0
Almacenaje		0		0
Total		9	20	13,632

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se observa en la tabla 3-22, en el proceso de cambio de molde, el tiempo empleado es de 13,63 minutos, que incluye 9 actividades, 7 de operación, 2 de transporte.

3.10.4.2. *Tiempos para el abastecimiento de la tolva de la suela Angely*

Tabla 3-23: Tiempos para el abastecimiento de la tolva de la suela Angely

Abastecimiento de la tolva (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	13,56	13,76	13,62	13,58	13,65	13,69	13,71	13,53	13,59	13,66	13,635
F.C Westinghouse	112%										
Tiempo normal	15,19	15,41	15,25	15,21	15,29	15,33	15,36	15,15	15,22	15,30	15,271
Suplementos	15%										
Tiempo estándar	17,47	17,72	17,54	17,49	17,58	17,63	17,66	17,43	17,50	17,59	17,562

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-23, se ejecutó el estudio de tiempo, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 18,34 minutos.
















DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO					
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Abastecimiento de la tolva	Plano:	1
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Angely	Hoja:	1 de 1
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	8/12/2022	Tipo:	Operario
Símbolos		N. Actividad	Distancia(m)	Tiempo (min)	Método Actual
					Descripción del proceso
		1		3,29	Llenado de la máquina mezcladora
		1		4,35	Mezclado del polímero
		2		2,25	Llenado de los sacos
		1	15	1,69	Transporte a la máquina inyectora
		3		2,05	Llenado de la tolva

Ilustración 3-30: Diagrama de análisis de proceso abastecimiento de la tolva suela Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-30, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en el abastecimiento de la tolva, mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades

Tabla 3-24: Resumen del proceso abastecimiento de tolva suela Angely

Abastecimiento de la tolva suela Angely				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		3		7,59
Transporte		1	15	1,69
Demora		1		4,35
Inspección		0		0
Almacenaje		0		0
Total		5	15	13,63

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se observa en la tabla 3-24, en el proceso de abastecimiento de la tolva, el tiempo empleado es de 13,63 min, que incluye 5 actividades, 3 de operación, una de transporte y una de demora.

3.10.4.3. Tiempos para la inyección de suelas Angely

Tabla 3-25: Tiempos para la inyección de suelas Angely

Inyección de suelas (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	4,62	4,69	4,67	4,63	4,68	4,62	4,73	4,66	4,68	4,62	4,660
F.C Westinghouse	121%										
Tiempo normal	5,59	5,67	5,65	5,60	5,66	5,59	5,72	5,64	5,66	5,59	5,639
Suplementos	15%										
Tiempo estándar	6,43	6,53	6,50	6,44	6,51	6,43	6,58	6,48	6,51	6,43	6,484

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-25, se ejecutó el estudio de tiempo en la actividad de inyección de suelas, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 6,484 minutos.



















DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Inyección de Suelas	Plano:	1	
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Angely	Hoja:	1 de 1	
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	8/12/2022	Tipo:	Operario	
Símbolos			N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual
						Descripción del proceso
			1		1,5	Inyección de la suelas
			1		0,78	Extracción de la suela
			2		0,42	Extracción de la rebaba
			3		0,72	Colocación de almoral
			1		0,84	Verificación visual y control del peso
			4		0,36	Colocar en gavetas






Ilustración 3-31: Diagrama de análisis de proceso para la inyección de suelas Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-31, describe de forma gráfica los pasos que van en secuencia de las actividades realizadas en la inyección de suelas, mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades

Se observa en la tabla 3-26, en el proceso de inyección de suelas, el tiempo empleado es de 4,62 min, que incluye 6 actividades, 4 de operación, una de transporte y por último una de inspección.

Tabla 3-26: Resumen del proceso para la inyección de suelas Angely

Inyección de suelas Angely				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		4		2,28
Transporte		0		0
Demora		1		1,5
Inspección		1		0,84
Almacenaje		0		0
Total		6	0	4,62

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.10.4.4. *Tiempos para el empaquetado de suelas Angely*

Tabla 3-27: Tiempos para el empaquetado de suelas Angely

Empaquetado (min)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Tiempo observado	9,42	9,52	9,49	9,48	9,53	9,44	9,49	9,45	9,53	9,46	9,481
F.C Westinghouse	123%										
Tiempo normal	11,59	11,52	11,48	11,47	11,53	11,42	11,48	11,43	11,53	11,45	11,491
Suplementos	16%										
Tiempo estándar	13,44	13,36	13,32	13,31	13,38	13,25	13,32	13,26	13,38	13,28	13,329

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-27, se ejecutó el estudio de tiempo en la actividad de empaquetado, para la obtención del tiempo estándar, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 3-6, se aplicó la ecuación 2-2 y se obtuvo el tiempo estándar de 13,33 minutos.





























DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Empaquetado	Plano:	1				
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Angely	Hoja:	1 de 1				
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	8/12/2022	Tipo:	Operario				
Símbolos		N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual				
		Descripción del proceso							
						1		0,35	Buscar el saco
						1	5	0,27	Trasladar la gaveta
						2		6,58	Llenado de los sacos
						3		1,96	Cosido del saco
						4		0,32	Verificación y anotación en el registro

Ilustración 3-32: Diagrama de análisis de proceso para el empaquetado de suelas Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-32, describe de forma gráfica los pasos que siguen la secuencia de las actividades realizadas en la inyección de suelas, mediante símbolos; además muestra detalles tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades

Tabla 3-28: Resumen proceso para el empaquetado de suelas Angely

Empaquetado suela Angely				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		4		9,21
Transporte		1	5	0,27
Demora		0		0
Inspección		0		0
Almacenaje		0		0
Total		5	5	9,48

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se observa en la tabla 3-28, en el proceso empaquetamiento de suelas Angely en un saco que incluyen 66 pares, el tiempo empleado es de 12,52 min, que incluye 5 actividades, 4 de operación y una de transporte.

Tabla 3-29: Tiempos estándares suela Angely

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
Revisar la orden de producción	0,95
Cambio de molde	18,34
Abastecimiento de la tolva	17,56
Inyección de suelas	6,48
Empaquetado	13,33
	43,34

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El tiempo estándar total que se determinó para la elaboración de suelas es de 43,34 minutos que viene siendo la suma de todas las actividades que se incluyen en el proceso, la actividad que se repite tiene una duración de 6,48 minutos.

Tabla 3-30: Tiempos estándares suela Angely

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR(min)
Revisar la orden de producción	0,95
Cambio de molde	18,34
Abastecimiento de la tolva	17,56
Inyección de suelas	142,66
Empaquetado	13,33
	192,85

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El tiempo estándar total, incluyendo la actividad de empaquetado que cada saco incluye una cantidad de 66 pares de suelas de nombre Angely en la máquina rotativa de 6 estaciones da un total 192,85 min

3.10.5. Capacidad de producción Angely

Tabla 3-31: Capacidad de producción suela Angely

Capacidad de producción suela Angely	
Pares producidos por hora	28
Pares producidos por día	648
Pares producidos por mes	14256

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-31, se calculó la capacidad de producción calculada utilizando los tiempos estándares de cada una de las actividades involucradas en el proceso de fabricación de suelas Angely, en la máquina de inyección rotativa de 6 estaciones, comprende dos turnos de 12 horas cada uno, durante 22 días en el mes, dando un valor teórico; se utilizó la ecuación 2-16 para calcular los pares producidos por hora; en la máquina inyectora de 6 estaciones se producen 3 pares de suelas en 6,48 min, dando en una hora aproximada 28 pares; en un día aproximada 324 pares de suelas Angely cálculo realizado utilizando la ecuación 2-17, pero se trabaja en dos turnos dando un total de 648 pares producidos en 24 horas; y el valor teórico mensual es de 14256 pares de suelas Angely dónde se utilizó la ecuación 2-18

3.10.6. Cálculo del Takt Time

Tabla 3-32: Datos cálculo del Takt time

		Unidades
Demanda de cliente	16194	mensuales
Días laborados	22	días
Día de trabajo	1440	min/día
Hora no productiva	120	min/día
Disponibilidad de la máquina	90	%
Desperdicio	5	%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-32, se encuentran los datos necesarios para calcular el Takt Time; se utilizó la demanda de cliente obtenida del análisis ABC, dónde el total de suelas Angely producida en el mes de noviembre fue de 16194, se trabajó 22 días los fines de semana no trabaja la empresa, las horas no productivas de la empresa incluye el tiempo para el almuerzo y de la preparación de la máquina y la máquina inyectora tiene una disponibilidad del 90%.

Tabla 3-33: Cálculo del Takt Time, suela Angely

Demanda de cliente total mensual	17003,7	
Demanda de cliente diaria	773	piezas/día
Tiempo neto disponible	1188	min netos
Takt Time	1,537	min
TAKT TIME	92	seg
Tiempo de paso	101,45	min

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-33, se calculó el Takt Time con la ecuación 12, donde se establece que el proceso de producción se mueve o se puede decir con la velocidad que se debe producir el producto para cumplir o satisfacer la demanda del cliente, es de 92 segundos, el tiempo de paso es de 101,45 minutos donde se incluye 66 pares de suelas.

3.10.6.1. Eficiencia física suela Angely

Peso del par de suelas Angely 500 gr, del desperdicio 30 gr y el peso del saco de polímero (materia prima) 25 Kg.

$$\frac{25000 \text{ gr de polímero}}{530 \text{ gr par de suelas (peso de la suela + rebaba)}} = 47 \text{ pares}$$

$$500 \text{ gr (par de suelas)} * 648 \text{ pares al día} = 324\,000 \text{ gr} = 324 \text{ Kg}$$

$$20 \text{ gr (rebaba)} * 648 \text{ pares al día} = 12\,960 \text{ gr} = 12,96 \text{ Kg}$$

$$Ef = \frac{324}{336,96} = 96,15\%$$

La eficiencia física en la máquina de inyección estacionaria donde se producen las suelas Angely, el valor teórico calculado es del 96,15%, con un desperdicio del 3,85%, donde no se incluye las pérdidas reales de polímero que causa el proceso.

Tabla 3-34: Resumen de la situación actual de la empresa

RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL											
PRODUCTO	ACTIVIDADES										
	OPERACIÓN		TRANSPORTE		DEMORA		INSPECCIÓN		TOTAL		
SUELA	Cant	Tiempo (min)	Cant	Tiempo (min)	Cant	Tiempo (min)	Cant	Tiempo (min)	Cant	Tiempo (min)	Distancia (m)
GYNA	23	27,555	4	2,75	2	5,6	2	2,74	31	38,65	25
ANGELY	19	26,11	4	9,51	2	5,85	1	0,84	26	42,31	35






Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-34, es el resumen de la situación inicial de la empresa en el proceso de fabricación de las suelas Gyna y Angely en la máquina estacionaria y rotativa de 6 estaciones respectivamente.

3.10.7. Cálculos de valor agregado para procesos

Se realizó un diagrama de análisis de proceso, donde se describió las actividades de operación, transporte, demora, inspección y almacenaje; detallando los tiempos empleados en cada actividad del proceso productivo.

Tabla 3-35: Resumen diagrama análisis de proceso

Resumen				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		15		28,97
Transporte		2	15	3,24
Demora		2		30,45
Inspección		4		11,86
Almacenaje		1		11,53
Total		24	15	86,05

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-35, incluye de manera general todas las actividades involucradas en el proceso de inyección de suelas.

3.10.7.1. Cálculo del IVA y AVA de la suela Gyna

Tabla 3-36: Resumen de inyección suela Gyna

Descripción	Número	Minutos
Operaciones	23	27,555
Inspecciones	2	2,740
Transporte	4	2,750
Demoras	2	5,600
Total de actividades	31	38,645

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-36, detalla el tiempo y número de actividades empleados en el proceso de fabricación de la suela Gyna.

- **Índice de Valor Agregado**

$$IVA = 71,30\%$$

Utilizando la ecuación 2-19; el porcentaje de IVA calculado es menor al 75% lo que significa que el proceso no es efectivo, entonces existen actividades que no agregan valor que pueden ser eliminadas y reducir el tiempo de producción en la inyección de suelas Gyna

- **Análisis de Valor Agregado**

$$AVA = 74,19\%$$

Utilizando la ecuación 2-20, el porcentaje de AVA es del 74,19 % lo que dictamina la eficiencia de las actividades que agregan valor, en relación del total de actividades que forma parte del proceso de producción de inyección de suelas

3.10.7.2. Cálculo del IVA y AVA de la suela Angely

Tabla 3-37: Resumen de inyección suela Angely

Descripción	Número	Minutos
Operaciones	19	26,11
Inspecciones	1	0,84
Transporte	4	9,51
Demoras	2	5,85
Total de actividades	26	42,31

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-37, detalla el tiempo y número de actividades empleados en el proceso de fabricación de la suela Angely.

- **Criterios de análisis de resultado**

Si IVA \geq 75% Entonces proceso efectivo

Si IVA < 75% Entonces proceso no efectivo

- **Índice de Valor Agregado**

$$IVA = 61,71\%$$

Utilizando la ecuación 2-19; el porcentaje de IVA calculado es menor al 75% lo que significa que el proceso no es efectivo, entonces existen actividades que no agregan valor que pueden ser eliminadas y reducir el tiempo de producción en la Inyección de suelas Angely

- **Análisis de Valor Agregado**

$$AVA = 73,08\%$$

Utilizando la ecuación 2-20; el porcentaje de AVA es del 73,08 % lo que dictamina la eficiencia de las actividades que agregan valor, en relación del total de actividades que forma parte del proceso de producción de Inyección de suela de suelas Angely

3.10.8. Efectividad general de los equipos

El cálculo del indicador OEE permitirá medir conocer la eficiencia y la productividad del proceso productivo de inyección de suelas en la Empresa Multisuelas Beltrán

3.10.8.1. Cálculo OEE suela Gyna

Tabla 3-38: Cálculo de la producción teórica

Producción real	13725	Pares de suelas
Tiempo total perdido	53,24	horas
Producción teórica	15192,32	Pares de suelas

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-38, se detalla el cálculo de la producción teórica del tipo de suela Gyna, donde el valor se obtiene de la multiplicación de la capacidad ideal y de la resta de los turnos por mes y del tiempo perdido que viene siendo la suma de los valores de los paros por cambio de molde en la máquina inyectora estacionaria más los paros diarios en este caso serían el tiempo que se apagan las máquinas en un día y los descansos por almuerzo que tienen los trabajadores.

La producción real es la suma de total de piezas sin ningún tipo de fallo, más las suelas rechazadas que serán reprocesadas.

Tabla 3-39: Cálculo de tiempos de producción mensual

Concepto	Datos(horas)
Turnos por mes	528
Paros por cambio de moldes	9,24
Paros diarios	22
Descanso de almuerzo	22
Fallas	0

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-39, se detalla el tiempo de los turnos por mes que viene a ser la multiplicación de los dos turnos diarios de 12 horas por 22 días; los paros diarios por cambio de molde se calculan al multiplicar el número de veces que se cambian los moldes por el tiempo que se demoran en hacer el cambio y dividirlo para 60 minutos.

Tabla 3-40: Cálculo del número de pares de suelas

Concepto	Número de piezas
Capacidad ideal (Vel Max.)	32
Piezas rechazadas	200
Total de piezas	13525

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-40, la capacidad de producción ideal observado es de 32 piezas en una hora, el total de pares de suelas producidas fue tomado del análisis ABC.

Tabla 3-41: Cálculo de la efectividad de los Equipos

Disponibilidad	89,92%
Rendimiento	90,34%
Calidad	98,54%
OEE	80,05%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-41, el porcentaje en la eficiencia de los equipos calculado utilizando la ecuación 24, en el proceso de inyección de suelas Gyna es de 80,05% que es el resultado de la multiplicación de la disponibilidad calculada utilizando la ecuación 2-21 del 90,40%, el rendimiento calculado utilizando la ecuación 2-22 es 89,86% y la calidad calculada utilizando la ecuación 2-23 es 98,54%

3.10.8.2. Cálculo OEE suela Angely

Tabla 3-42: Cálculo de la producción teórica

Producción real	17694	Pares de suelas
Tiempo total perdido	59,28	horas
Producción teórica	17811,23	Pares de suelas

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-42, se detalla el cálculo de la producción teórica del tipo de suela Angely, donde el valor se obtiene de la multiplicación de la capacidad ideal y de la resta de los turnos por mes y del tiempo perdido que viene siendo la suma de los valores de los paros por cambio de molde en la maquina inyectora estacionaria más los paros diarios en este caso serían el tiempo que se apagan las máquinas en un día y los descansos por almuerzo que tienen los trabajadores. La producción real es la suma de total de piezas sin ningún tipo de fallo, más las suelas rechazadas que serán reprocessadas.

Tabla 3-43: Cálculo de tiempos de producción mensual

Concepto	Datos(horas)
Turnos por mes	528
Paros por cambio de moldes	15,28
Paros diarios	22
Descanso de almuerzo	22
Fallas	0

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-43, se detalla el tiempo de los turnos por mes que viene a ser la multiplicación de los dos turnos diarios de 12 horas por 22 días; los paros diarios por cambio de molde se calculan multiplicando el número de veces que se cambian los moldes por el tiempo que se demoran en el cambio y que es dividido para 60 minutos.

Tabla 3-44: Cálculo del número de pares de suelas

Concepto	Número de piezas
Capacidad ideal (Vel Max.)	38
Piezas rechazadas	1500
Total de piezas	16194

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La capacidad de producción ideal observada es de 38 piezas en una hora, el total de pares de suelas producidas fue tomado del análisis ABC.

Tabla 3-45: Cálculo de la efectividad de los equipos

Disponibilidad	88,77%
Rendimiento	99,34%
Calidad	91,52%
OEE	80,71%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El porcentaje de eficiencia de los equipos es calculado utilizando la ecuación 2-24 del proceso de inyección de suelas Angely que es de 80,71%, el resultado de la multiplicación de la disponibilidad calculada utilizando la ecuación 2-21 con un valor de 89,51%, para el cálculo del rendimiento se utilizó la ecuación 2-22 con un resultado del 98,52%, la calidad utilizando la ecuación 2-23 con un 91,52%

3.11. Productividad

3.11.1. Producción actual suela Gyna

Tabla 3-46: Datos cálculo de la productividad

Datos obtenidos		Unidades
Días de trabajo al mes	22	día
Horas de trabajo al día	12	hora
Horas de trabajo al mes	264	hora
Número de pares de suelas elaboradas al mes	11660	unidad
Tiempo de ciclo	7,89	min/unidad
Tiempo total de producción	28485,6	min
Total de producción en horas	474,76	hora
Número de trabajadores	4	unidad

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-46 describe los datos para realizar el cálculo de la productividad; se utiliza los datos obtenidos teóricamente; tomando la capacidad de producción de 11660 pares de suelas Gyna que se producen al mes junto a los tiempos de producción y los 4 trabajadores; dos inyectores y dos abastecedores en cada turno.

3.11.1.1. Productividad de la jornada actual

$$Productividad\ laboral = \frac{Total\ de\ unidades\ producidas}{Total\ de\ hombres\ trabajadas * número\ de\ trabajadores}$$

- **Productividad laboral:** 6,139 pares/(hora/trabajador)

La productividad laboral es de 6,139 pares de suelas/ (hora/trabajador) sin embargo se considera que el abastecedor realiza su actividad a varias máquinas inyectoras.

3.11.1.2. Productividad en general de la situación actual

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ total}$$

- **Productividad:** 24,559 pares de suelas Gyna/hora

La productividad actual que utiliza el tiempo teórico calculado es 24,559 pares de suela por hora

3.11.2. Producción actual suela Angely

Tabla 3-47: Datos cálculo de la productividad

Datos obtenidos		Unidades
Días de trabajo al mes	22	día
Horas de trabajo al día	12	hora
Horas de trabajo al mes	264	hora
Número de pares de suelas elaboradas al mes	14256	unidad
Tiempo de ciclo	6,38	min/unidad
Tiempo total de producción	28123,2	min
Total de producción en horas	468,72	hora
Número de trabajadores	4	unidad

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-47, describe los datos para realizar el cálculo de la productividad se utiliza los datos obtenidos teóricamente; tomando la capacidad de producción de 14256 pares de suelas Angely que se producen al mes junto a los tiempos de producción y los 4 trabajadores; dos inyectores y dos abastecedores en cada turno.

3.11.2.1. Productividad de la jornada actual

Productividad laboral: 7,603 pares/(hora/trabajador)

La productividad laboral es de 7,603 pares de suelas/ (hora/trabajador) sin embargo debe considerarse que el abastecedor realiza su actividad a varias máquinas inyectoras.

3.11.2.2. Productividad en general de la situación actual

Productividad: 30,414 pares de suelas Angely/hora;

La productividad actual que utiliza el tiempo teórico calculado es 30,414 pares de suela por hora

3.11.3. Porcentaje de productividad

Tabla 3-48: Porcentaje de productividad

PORCENTAJE DE PRODUCTIVIDAD								
TIPO DE SUELAS	INSUMOS		PRODUCCIÓN					PRODUCTIVIDAD AD
	Tiempo disponible(horas)	Tiempo operativo (horas)	Producción estándar (Pares de Suelas)	Producción real(Pares de suelas)	Eficiencia	Eficacia	Calidad	
SUELA GYNA	528	474,76	11869	11660	89,92%	98,24%	98,28%	86,82%
SUELA ANGELY	528	468,72	14061,5	14256	88,77%	101,38%	89,48%	80,53%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Los porcentajes que se obtuvieron representan el correcto uso de los recursos de la empresa; el porcentaje de cumplimiento de la empresa y la ejecución correcta de cada proceso de inyección de las suelas Gyna y Angely.

3.12. VSM actual del proceso de producción Gyna

Tabla 3-49: Tiempos de procesos

Descripción	Símbolo	uds.	Preparación de la materia prima	Inyección de las suelas	Empaquetamiento
Número de turnos	NT	unid	2	2	2
Jornada laboral	JL	hrs/turno	12	12	12
Tiempo de almuerzo, pausas	TI	hrs/turno	0,5	0,5	0,5
Tiempo disponible	TD	seg/día	82800	82800	82800
Producción bruta	PB	unid/turno	280	13525	135
N° máquinas	NM	unid	2	1	1
Disponibilidad	DIS	%	85%	90%	90%
Producción Real	PR	unid/turno	476	12172,5	121,5
Tiempo de ciclo	TC	seg/unid	173,950	6,802	681,481
% defectos	PNC	%	2%	3%	1%
Tiempo de cambio de producto	TCP	min	13,86	2,66	18,00
N° Operarios	N° O	unid	2	2	2

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Una vez definido la familia de productos se procede a identificar el flujo del proceso y calcular las métricas; en la tabla 3-49, se observa los tres procesos que se llevan a cabo para elaborar la suela Gyna que son preparación de la materia prima, inyección de las suelas y por último el empaquetamiento, se muestran los tiempos disponibles para cada proceso calculado con la ecuación 3, por otro lado se calcula la producción real con la ecuación 2-4 de cada proceso, por último se calcula el tiempo de ciclo con la ecuación 2-5, como se observa aquí se calcula las diferentes métricas que conforma el área de producción y se toman datos calculados en tablas anteriores.

3.12.1. Cálculo de la demanda

Tabla 3-50: Demanda de producción

Demanda mensual	DM	13525	uds./mes
Días hábiles por mes	DH	22	días/mes
Demanda diaria	DD	614,77	uds./día

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-50, se calcula la demanda con la ecuación 2-6, en función a la demanda mensual utilizando el valor de la producción obtenido del análisis ABC que nos indicó que es 13525 pares por mes y hay un trabajo en días hábiles por mes de 22 días entonces la demanda diaria es igual a 615 pares por día

3.12.2. Cálculo de Lead Time

Tabla 3-51: Lead Time de producción

Inventario	INV	uds.	300	200	2	10
Lead Time	LTI	días	0,588	1,111	1,111	0,016

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-51; se realizan los cálculos del lead time utilizando la ecuación 2-7; el lead time de un proceso es la cantidad de tiempo que transcurre entre el inicio de la fabricación de un producto y el momento en que está terminado y listo para ser utilizado por el cliente.

3.12.3. Cálculo de valor agregado

Tabla 3-52: Cálculos de valor agregado

		uds.	Valor
Tiempo de valor añadido	TVA	min	14,371
Tiempo de valor no añadido	TNVA	min	4070,482
Tiempo Total	TT	min	4084,853
Touch time	TOU	%	0,35%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-52, se calcula el valor agregado utilizando la ecuación 2-8; que es la sumatoria de los tiempos de ciclo, el tiempo de valor no añadido cuyo resultado es la sumatoria del lead time, se calcula el tiempo total con la ecuación 2-10; se calcula el touch time con la ecuación 2-11.

3.13. VSM del proceso de producción de suelas Angely

Tabla 3-53: Tiempos de procesos

Descripción	Símbolo	uds.	Preparación de la materia prima	Inyección de las suelas	Empaquetamiento
Número de turnos	NT	unid	2	2	2
Jornada laboral	JL	hrs/turno	12	12	12
Tiempo de almuerzo, pausas	TI	hrs/turno	0,5	0,5	0,5
Tiempo disponible	TD	seg/día	82800	82800	82800
Producción bruta	PB	unid/turno	350	16194	245
N° máquinas	NM	unid	1	1	1
Disponibilidad	DIS	%	85%	90%	80%
Producción Real	PR	unid/turno	297,5	14574,6	196
Tiempo de ciclo	TC	seg/unid	278,319	5,681	422,449
% defectos	PNC	%	2%	5%	1%
Tiempo de cambio de producto	TCP	min	18,343	6,484	13,329
N° Operarios	N° O	unid	2	2	2

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Una vez definido la familia de productos se procede a identificar el flujo del proceso y calcular las métricas; en la tabla 3-53, se observa los tres procesos que se llevan a cabo para elaborar la suela Angely, que son preparación de la materia prima, inyección de las suelas y por último el empaquetamiento, se muestran los tiempos disponibles para cada proceso calculado con la ecuación 2-3, por otro lado se calcula la producción real con la ecuación 2-4 de cada proceso, por último se calcula el tiempo de ciclo con la ecuación 2-5, se calcula las diferentes métricas que conforma el área de producción y se toman datos calculados en tablas anteriores.

3.13.1. Cálculo de la demanda

Tabla 3-54: Demanda de producción

Demanda mensual	DM	16194	uds./mes
Días hábiles por mes	DH	22	días/mes
Demanda diaria	DD	736,091	uds./día

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-54, se calcula la demanda con la ecuación 2-6, en función a la demanda mensual utilizando el valor de la producción obtenido del análisis ABC que nos indicó que es 13525 pares

por mes y hay un trabajo en días hábiles por mes de 22 días entonces la demanda diaria es igual a 615 pares por día.

3.13.2. Cálculo de Lead Time

Tabla 3-55: Lead Time de producción

Descripción						
Inventario (unidad)	INV	Unid	500	1000	15,15	450
Lead Time (días)	LTI	días	1,18	1,11	1,25	0,61

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-55; se realizan los cálculos del lead time utilizando la ecuación 2-7; el lead time de un proceso es la cantidad de tiempo que transcurre entre el inicio de la fabricación de un producto y el momento en que está terminado y listo para ser utilizado por el cliente.

3.13.3. Cálculo de valor agregado

Tabla 3-56: Cálculos de valor agregado

		uds.	Valor
Tiempo de valor añadido	TVA	min	11,774
Tiempo de valor no añadido	TNVA	min	5974,444
Tiempo Total	TT	min	5986,218
Touch time	TOU	%	0,20%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-56, se calcula el valor agregado utilizando la ecuación 2-8; que es la sumatoria de los tiempos de ciclo, el tiempo de valor no añadido cuyo resultado es la sumatoria del lead time, se calcula el tiempo total con la ecuación 2-10 por último se calcula el touch time con la ecuación 2-11.

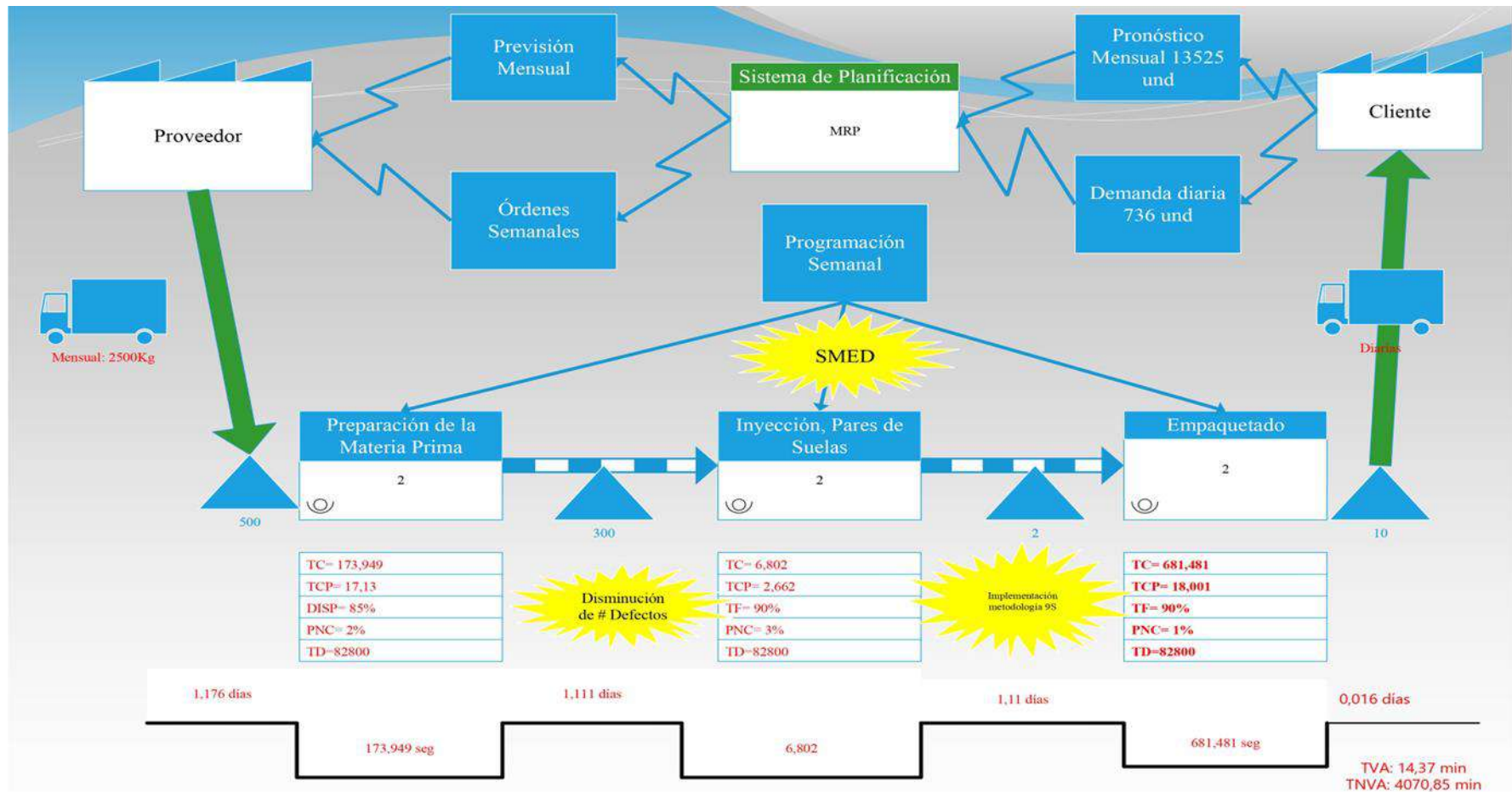


Ilustración 3-33: VSM inicial de la suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Para realizar el análisis del mapa de flujo valor actual se tomó en cuenta los tiempos estándares calculados; se utilizó para ilustrar y analizar el proceso de producción de la suela Gyna, y además ver las oportunidades de mejora mediante los estallidos Kaizen, se implementará la metodología Lean Manufacturing 9S y SM

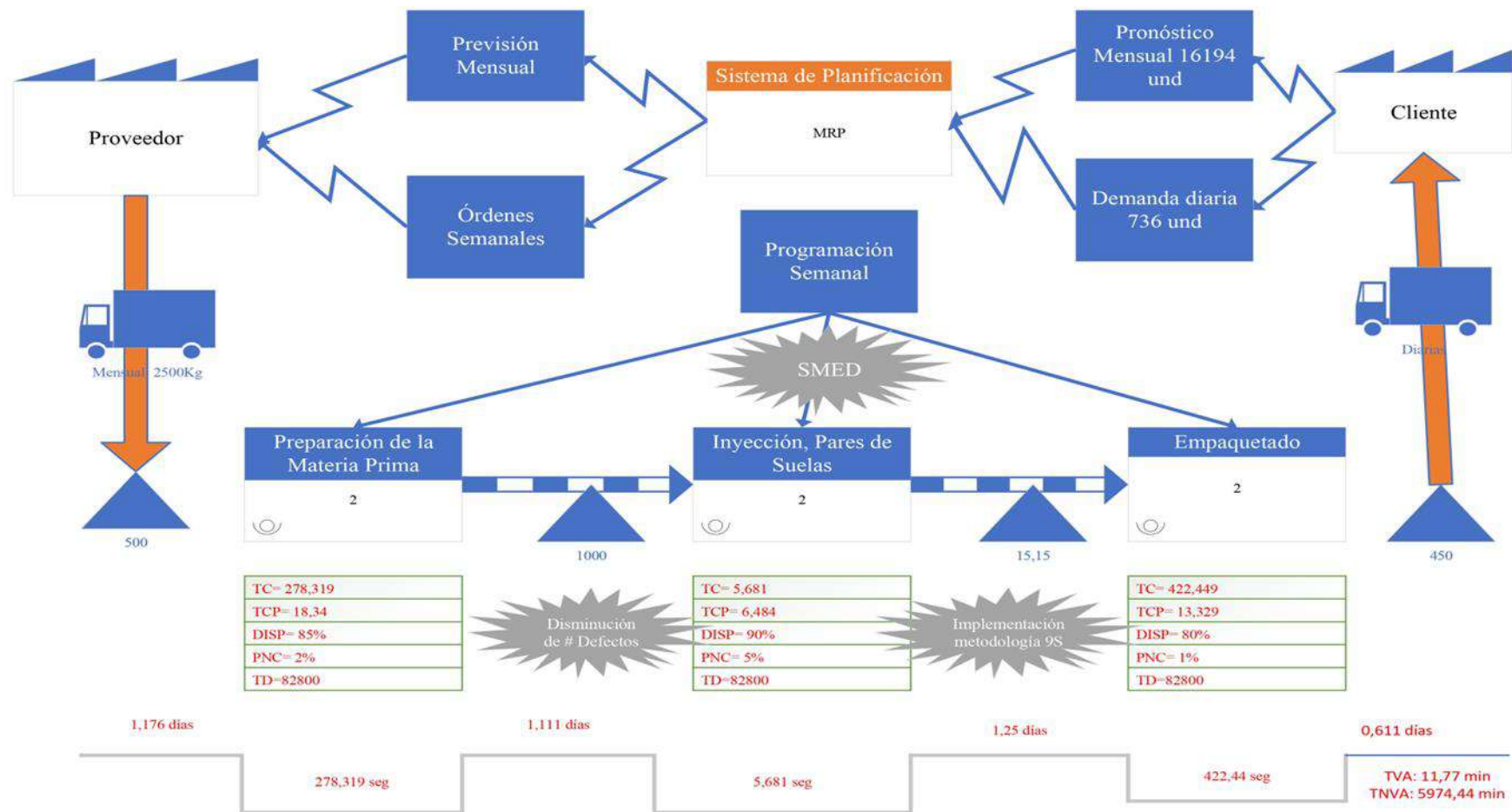


Ilustración 3-34: VSM inicial de la suela Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Para realizar el análisis del mapa de flujo valor actual se tomó en cuenta los tiempos estándares calculados; se utilizó para ilustrar y analizar el proceso de producción de la suela Angely, y además ver las oportunidades de mejora mediante los estallidos Kaizen, se implementará la metodología Lean Manufacturing 9S y SMED.

3.14. SIPOC

Proveedor	Entradas									Proceso	Salidas	Requerimientos de las Salidas	Cliente
	Mano de Obra	Material	Máquina	Método	Medición	Medio Ambiente	Tipo de entrada(N, C,S o X)	Cantidad	Requerimientos				
Recursos Humanos	Administración	Hoja de producción	PC				X	Variable	Orden de producción	Preparación de pedidos	Tipos de suelas a producir	Cumple las especificaciones	Proceso de Inyección de las suelas
Bodega	Molinero	Materia prima (Polímero)	Mezcladora				S			Mezcla de la materia prima	Tipo de polímero a mezclar		
	Abastecedor	Expansion, PVC,TR					S			Abastecimiento de la Tolvas	Máquinas inyectora a abastecer		
Área de inyección	Líder	Moldes					C			Cambio de moldes	Tipo de molde		
	Inyector	Suelas	Máquina inyectora	Procedimiento	Temperatura, tiempo de inyección, peso	Ruido	S		Cumple con los requisitos de calidad	Inyección de Suelas	Suelas inyectadas		
Área de empaquetamiento	Empacador	Producto terminado	Cosedora de sacos				S	Orden de producción	Empaquetamiento de las Suelas	Producto terminado, listo para la entrega		Personas que requieran las suelas	
												Almacén	

Ilustración 3-35: Diagrama SIPOC

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.15. Diagrama de Ishikawa

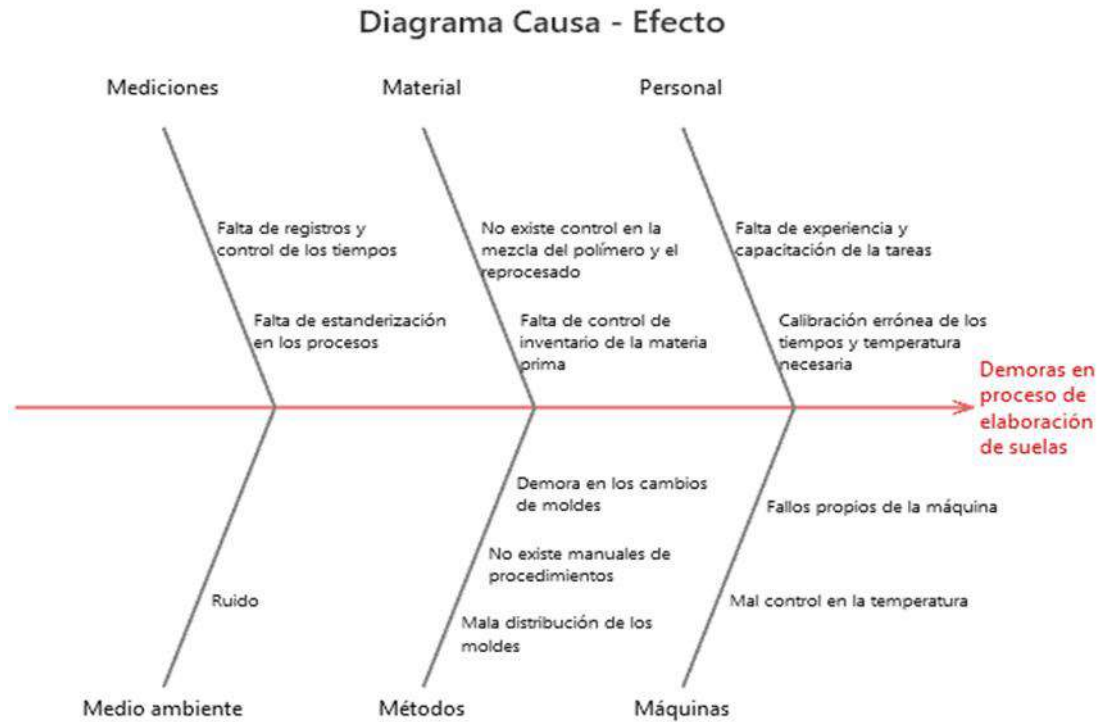


Ilustración 3-36: Diagrama Causa-Efecto

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-57: Problemas encontrados en la elaboración de suelas

Problema	Detalle
Demoras en los cambios de molde	Los moldes de la fábrica se encuentran en ubicación inadecuada, no existe una correcta identificación de las estanterías lo que genera perder tiempo en el cambio de moldes y además no existe un medio para poder transportarlo
Inconvenientes con el molde	Es provocado cuando los moldes no son colocados de manera adecuada, lo que genera que la suela no se inyecte de la forma correcta con los parámetros necesarios.
Problemas de logística en el abastecimiento de material	Se debe a la falta de material provocado por la mala logística entre la administración y los proveedores, generando paros innecesarios, por ende, se recurre a elaborar suelas con otro color lo que implica pérdida de tiempo.
Demoras por la mala calibración de la inyectora	Ocurre cuando los parámetros de inyección como, tiempo de enfriamiento, peso, temperatura, entre otros, no son los idóneos, lo cual provoca que se pierda tiempo al volver a configurar la máquina.
Demoras por cambios de material	Se debe parar la producción para cambiar de material ya sea este Expansor, TR o PVC, este tiempo no es muy considerable, pero se incurre en una pérdida de tiempo.
Fallos con el material	Se produce cuando el material tiene defectos o a su vez no se encuentra con el porcentaje adecuado entre el material nuevo y el material reprocesado.
Fallos repentinos en la maquinaria	Refiere a los inconvenientes suscitados de manera inesperada, por lo cual la inyectora se para debido a fallos mecánicos o eléctricos, lo cual genera que se requiera la intervención del servicio de mantenimiento.

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.16. Evaluación inicial del nivel de la metodología Kaizen

Conocer la situación del área de producción en relación con la metodología Kaizen es fundamental antes de iniciar el proceso de implementación.

Al personal operativo de la línea de producción, que consta de siete inyectores, dos molineros, dos abastecedores, dos empacadores y dos líderes de trabajo. La encuesta incluía varias preguntas que estaban directamente relacionadas con la metodología Kaizen, y se utilizó la escala de Likert para puntuar las respuestas en la escala de calificación en una escala de cualidades.

Tabla 3-58: Evaluación inicial de la metodología Kaizen

EVALUACIÓN INICIAL DE LA METODOLOGÍA KAIZEN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS EN LA EMPRESA MULTISUELAS BELTRÁN		
Encuesta inicial metodología Kaizen	Evaluador: Reyes Jefferson	
Principio	Ítem	Puntaje
Elementos básicos	Existe conocimiento sobre las 9S	1
Se refiere si se tiene alguna idea sobre la implantación de Kaizen.	Tiene alguna referencia sobre la estandarización de procesos	2
	Subtotal:	3 / 8 (37,5%)
Mantenimiento y mejora del proceso	Planean la producción diaria de las suelas	3
Las actividades que se realizan tienen una relación directa al proceso productivo.	Subtotal:	3/4 (75%)
Enfoque de los procesos	Existe un rediseño de los procesos de producción de suelas	0
Kaizen se enfoca en la reorganización de los procesos.	Subtotal:	0/4 (0%)
Enfoque de las personas	Existe capacitación referente a los procesos y metodologías que aplica la empresa	1
Kaizen centra su mejora con la participación de los trabajadores.	Existe 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	Existen diagramas, cronogramas	0
Actividades que consuman recursos y que no cumplan con los requisitos del cliente.	Existe una correcta administración de los problemas en el lugar de trabajo	2
	Existen mejoras (materiales, métodos de trabajo, máquinas y equipos)	1
	Subtotal:	3/12 (25%)
TOTAL:		13/40 (32,50%)

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El porcentaje inicial de cumplimiento de la metodología Kaizen es del 32,50%, que incluye los 5 principios básicos.

Tabla 3-59: Valoración inicial de la metodología Kaizen

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

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-59, describe las valoraciones para la evaluación inicial de la metodología Kaizen en la empresa,

Tabla 3-60: Valor porcentual inicial de la metodología Kaizen

Principio	Calificación	Máximo	Porcentajes
Elementos básicos	3	8	37,50%
Mantenimiento y mejora del proceso	3	4	75,00%
Enfoque de los procesos	0	4	0,00%
Enfoque de las personas	4	12	33,33%
Mejora continua del trabajo diario	3	12	25,00%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

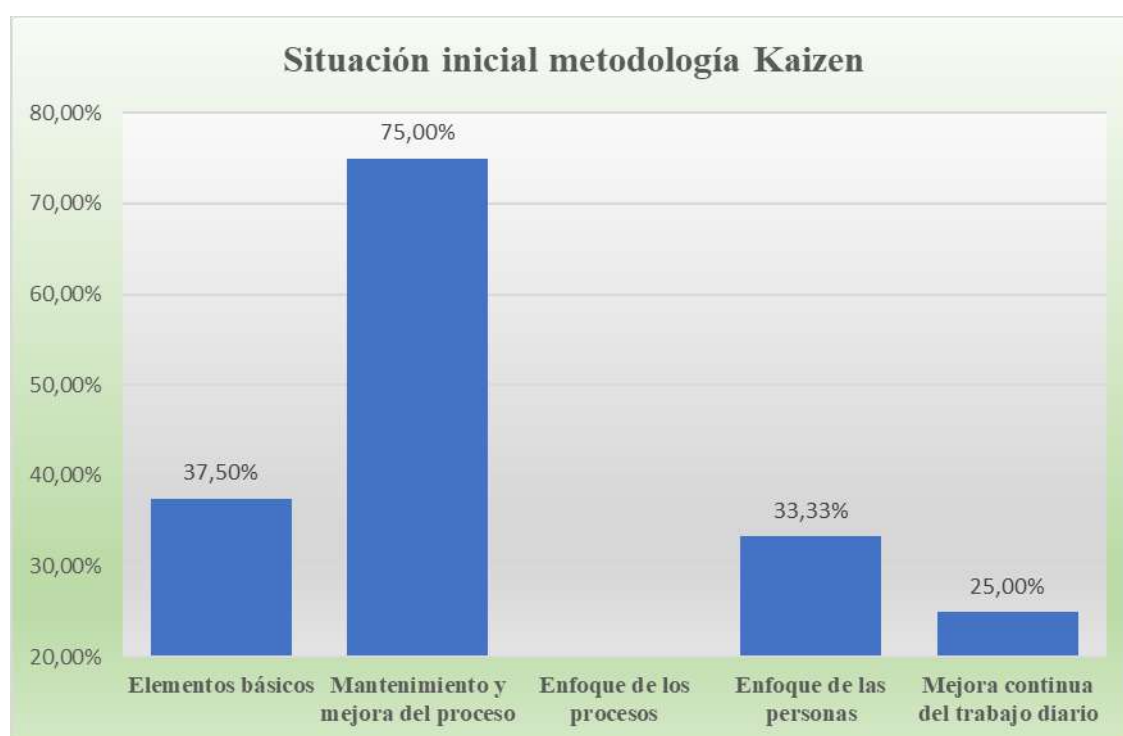


Ilustración 3-37: Análisis de la situación inicial metodología Kaizen

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

De acuerdo con el análisis de la ilustración 3-37, se evidencia que el nivel de la metodología Kaizen en la producción de suelas en la empresa Multisuelas Beltrán, es de 32,50% de un total de los cinco principios, en donde se aprecia que el principio que menos nivel tiene es el enfoque en los procesos lo que significa que se debe hacer un rediseño en el proceso de producción; y el nivel más alto es el mantenimiento y mejora del proceso con el 75%.

3.17. EVALUACIÓN INICIAL 9S

Para la evaluación inicial de la metodología 9S se realizó una hoja de verificación (Anexo B) dentro del área de producción, mismo que cuenta con la descripción de los parámetros a cumplir, con una calificación de 1 a 5 detallado en la tabla 3-61.

Tabla 3-61: Criterios de evaluación hoja de verificación 9S

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
1	2	3	4	5
Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo

Fuente: Muñoz L., Reyes J., 2023

Una vez realizada la evaluación inicial por medio de la hoja de verificación, se obtiene los siguientes porcentajes de cumplimiento en un día normal en el área de trabajo Seiri de 51,11%, Seiton 40%, Seiso 55,56%, Seiketsu 52%, Shitsuke 40%, Shikari 60%, Shitsukoku 73,33%, Seisho 80% y Seido 45%. Estos porcentajes se muestran en la (tabla 3-60). Se pudo observar que el cumplimiento tiene un porcentaje menor al 80% mismo que es el mínimo para acceder a la aplicación de la metodología 9S.

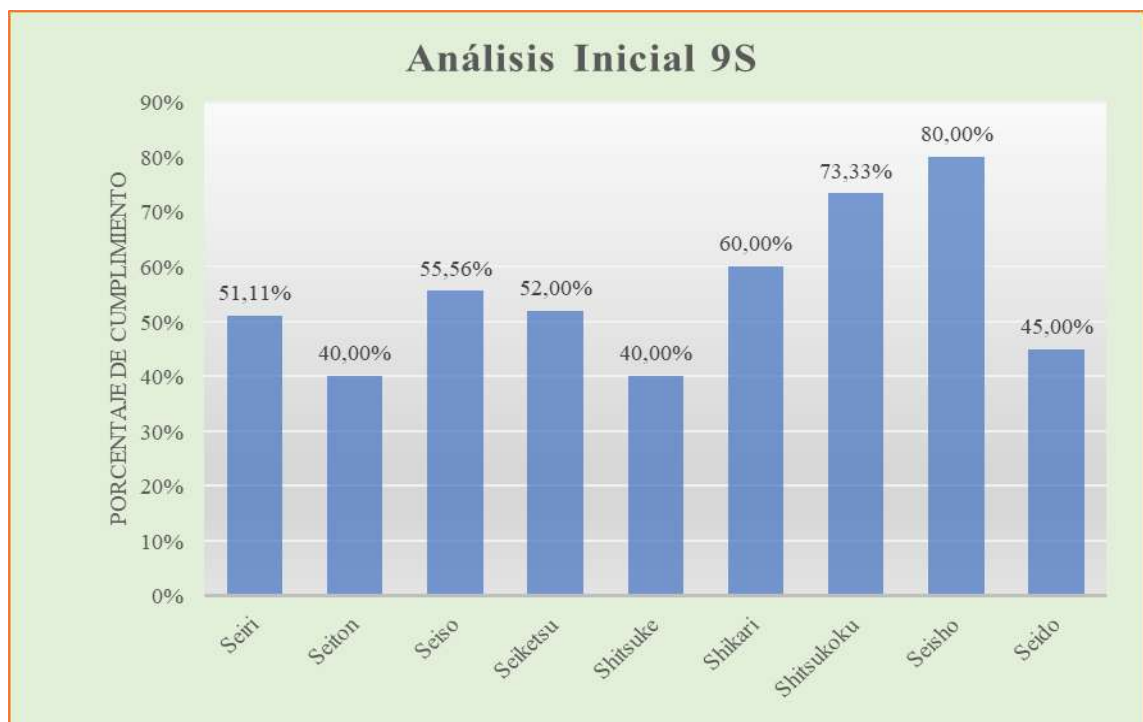


Ilustración 3-38: Análisis inicial 9S

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-65, se detallan los valores porcentuales obtenidos de los resultados de la tabulación del Anexo B. Al realizar el análisis se determina que los parámetros de Organizar (Seiton) con un

40 % de cumplimiento y Shitsuke (Seguimiento) con 40%, son los que menos puntaje se obtuvo porque se identificaron elementos que no tienen un lugar adecuado para cada uno además de la presencia de elementos innecesarios o que no se usan frecuentemente.

Tabla 3-62: Análisis inicial 9S (problemas y posibles mejoras), Fase I

SITUACIÓN INICIAL 9 S		
Fase 1: Con los objetos		
9S	PROBLEMAS ENCONTRADOS	POSIBLES MEJORAS
SEIRI (SEPARAR)	Acumulación de objetos y otros elementos que no corresponden al área de trabajo	Separar y clasificar los materiales y ordenar debidamente los elementos en un lugar adecuado
		Eliminar o reubicar los objetos que no pertenecen al lugar de trabajo
		Identificar lo innecesario y reubicar los elementos que sean obstáculos en el área de trabajo
		Asignar lugares y sitios para las herramientas y accesorios, estantería
		Mejorar la distribución de los moldes de las suelas
		Revisar que herramientas ya no están aptas para realizar su función
SEITON (ORDENAR)	No hay definición del lugar para cada herramientas o equipos que se utiliza al realizar el trabajo	Identificar y almacenar cada accesorio de trabajo en un lugar adecuado
		Asignar a cada herramienta un lugar adecuado que facilite ubicarla
		Cambiar e implementar nueva señalización en el área de trabajo.
	Acumulación de elementos innecesarios en las mesas	Evitar la acumulación de objetos innecesarios en las áreas de trabajo.
		Asignar y señalar el sitio dónde deben estar ubicados los contenedores de trabajo
		Mejorar las identificaciones en los estantes de las suelas
		Mejorar el registro de control de producción
SEISO (LIMPIEZA)	Presencia en las diferentes áreas de polvo y suciedad	Realizar un plan de limpieza
		Implementar equipos de aseo necesarios para las diferentes actividades
	No hay plan ni procedimientos de limpieza	Mejorar los hábitos de limpieza
		Inspeccionar el orden y la limpieza

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-63: Análisis inicial 9S (problemas y posibles mejoras), Fase II

Fase 2: Con las personas		
SEIKETSU (CONSERVAR)	No existe un área para descanso y tomar algún alimento para el personal.	Implementar las tres primeras S
	No existe lineamiento para manejar los desechos.	
	Pocos recipientes de basura.	
	No se cuenta con ningún plan de mantenimiento con las instalaciones de equipo y herramienta.	Identificar herramientas deterioradas
	Existe muy buena disponibilidad personal para la mejora.	Identificar e implementar los implementos de seguridad adecuados para los trabajos que se realizan
	La mayoría de personal no utiliza uniforme	
SHITSUKE (Disciplina)	Los trabajadores no tienen el hábito de mantener limpia su área de trabajo	Capacitación a los trabajadores de los beneficios de mantener el orden y la limpieza
	Falta de depósitos de basura.	
	No existen normas y procedimientos reglamentarios para la limpieza.	
	Existe contaminación visual.	Capacitación de los beneficios de cumplir con las 9S
	No existe señalización evitando peligro y para botar basura.	
	No se tiene ningún control de ingreso y egreso de los colaboradores	
SHIKARI (CONSTANCIA)	No todos los trabajadores practican el orden y la limpieza	Diseñar plan de mantenimiento
		Estandarizar los tiempos de trabajo
SHITSUKOKU (COMPROMISO)	No hay un compromiso definido para mejorar la imagen.	Mejorar el ambiente laboral
		Incentivar a los trabajadores para mejorar su desempeño

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-64: Análisis inicial 9S (problemas y posibles mejoras), Fase III

Fase 3: Con la empresa		
SEISHOO (COORDINACIÓN)	No tienen establecidos objetivos comunes entre los trabajadores de las diferentes áreas.	Realizar las distribuciones de las tareas de trabajo
		Formar grupos de trabajos
SEIDO (ESTANDARIZACIÓN)	La mayoría de las áreas no cuenta con ningún tipo de señalización.	Capacitar a todos los empleados sobre las mejoras implementadas
	No se cuenta con normas y procedimientos de actividades.	Realizar los diferentes diagramas de procesos y estandarizar los tiempos
		Detallar los procesos, documentar las políticas, procedimientos
		Evaluación de los diferentes procesos

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-65: Valor porcentual inicial de análisis 9S

ANÁLISIS INICIAL 9S

Seiri	51,11%
Seiton	40,00%
Seiso	55,56%
Seiketsu	52,00%
Shitsuke	40,00%
Shikari	60,00%
Shitsukoku	73,33%
Seisho	80,00%
Seido	45,00%
Promedio	55,22%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.18. Análisis de las causas de demora en los cambios de molde

Se emplea un diagrama de causa- efecto para tener una percepción de los factores que afectan al procedimiento de los cambios de molde en las diferentes máquinas inyectoras.

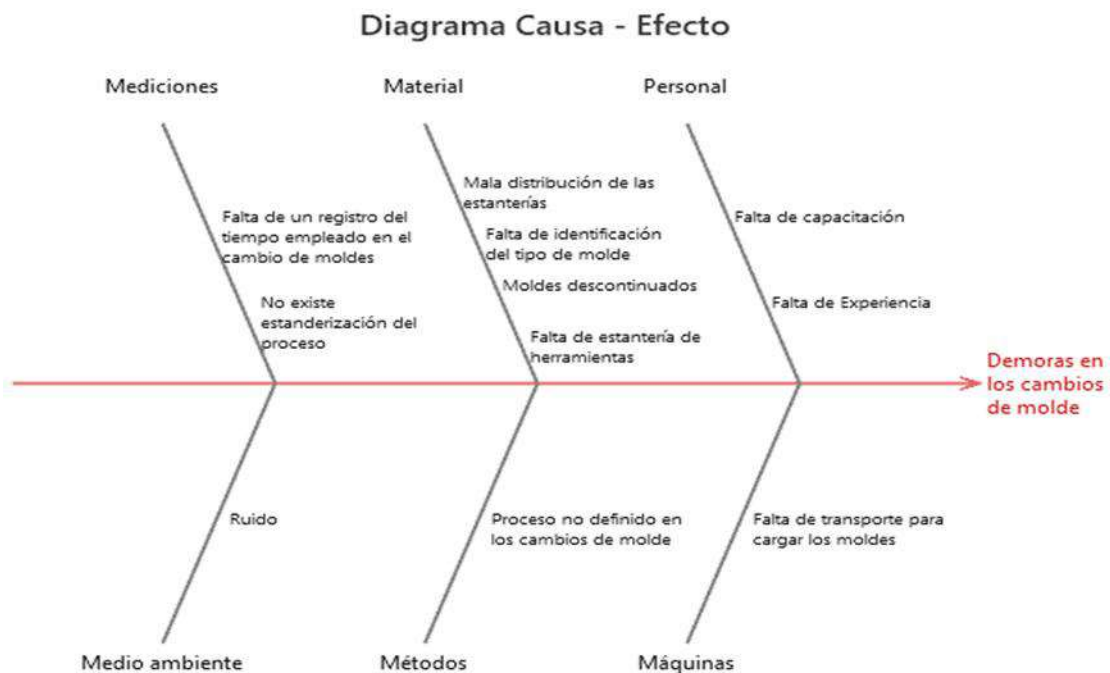


Ilustración 3-39: Diagrama Causa-Efecto de demoras en el cambio de moldes

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

- **Materiales:** Dentro de los factores que demoran los cambios de molde se encuentra la falta de identificación, la mala distribución o ubicación de las estanterías, y un lugar adecuado de acceso rápido que se puede escoger la llave hexagonal y evitar pérdidas de tiempos localizando la herramienta.

- **Máquinas:** Para el transporte de los moldes desde la estantería a la máquina inyectora y viceversa; no existe un medio que ayude a trasladar los varios moldes lo que genera pérdidas de tiempo ya que el operario transporta uno a uno los moldes; para acelerar el ajuste y desajuste del perno sería recomendable una herramienta sofisticada que permita acelerar el proceso es decir un destornillador automático.
- **Mano de obra:** Al personal sin experiencia son encomendadas las tareas de cambio de moldes, lo que hace que carezca de experiencia y falta de capacitación hace que se demore y tarde en la tarea.
- **Método:** No existe un proceso definido a seguir para el cambio de moldes
- **Medio ambiente:** El exceso de ruido debido a las máquinas inyectoras es excesivo y molesto por lo que se recomendaría equipo de protección auditiva; además el orden sería un factor importante que ayudaría evitar pérdidas de tiempo a lo que se refiere es devolver a las llaves hexagonales a su sitio especificado.
- **Medición:** Para la actividad de cambios de moldes no existe un registro dónde se detallen los tiempos y operaciones que se llevan a cabo en la realización de dicha tarea.

3.18.1.1. Análisis de modo y efecto de fallo (AMEF) de procesos

En la tabla 3-66, se realizó el AMEF de procesos, se utiliza para identificar, evaluar las causas que afectan el proceso de cambio de moldes, la matriz contiene un análisis de la frecuencia de ocurrencia, las formas de detección y los efectos que provocarían.

En el análisis de modo y efecto de fallas, se revelaron las potenciales causas a considerar, para reducir el tiempo en los cambios de molde, el efecto principal es que no existe un medio de transporte para trasladar varios moldes a la vez, otros de los problemas es la desorganización y falta de identificación de los moldes en las estanterías, al aplicar las mejoras se reduciría el tiempo empleado en dicha operación.

Las alternativas de mejora con el objetivo de reducir el desperdicio de espera se detallan en la tabla 3-67.

Tabla 3-66: Análisis AMEF

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF)								
Nombre del proceso o producto:		Cambio de molde	N° de AMEF		1			
Elaborado		Reyes Jefferson	Fecha AMEF (Orig):		14/2/2023			
Función del Proceso /Pasos del Proceso	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	S E V	Causa(s) potencial de la falla	O C U	Controles actuales del proceso	D E T	N P R
Cambio de molde	Tiempo de ajuste y desajuste del perno de cabeza hexagonal	Demoras	5	Falta de una herramienta automática de ajuste	3	Ninguna	6	90
	Pérdida de tiempo en la búsqueda del molde requerido	Demoras	6	Estanterías desorganizadas	9	Ninguna	7	378
		Demoras	6	Falta de identificación de los moldes	6	Ninguna	6	216
	Transporte de los moldes uno a uno; pérdida de tiempo	Demoras	7	Falta de un carrito que permita transportar todos los moldes a la vez	9	Ninguna	7	441
	Falta de un procedimiento definido para evitar problemas y demoras en la actividad	Demoras	5	Falta de un manual para el procedimiento	3	Ninguna	6	90

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-67: Alternativas de mejora

Ítem	Causas raíz	Alternativas de mejora	Herramientas
1	Falta de un carrito que permita transportar todos los moldes a la vez	Implementación de un coche	

2	No cuenta un proceso específico	Desarrollo del sistema SMED	Registro de toma de tiempos
			Cronometro
			Hoja de verificación
			Diagrama de proceso
3	Estanterías desorganizadas	Organizar y etiquetar los moldes	Etiquetas
			Esquema de organización de los moldes
4	Lugar específico de ubicación de las llaves hexagonales	Un tablero de herramientas	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.18.1.2. Plan de acción (5W Y 2H)

Se utiliza el plan de acción para designar las actividades a cumplir.

Tabla 3-68: Plan de acción (5W Y 2H)

Causa raíz	No cuenta con una herramienta para transportar varios moldes				
¿Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuánto?	¿Cuándo?
Implementación de un coche transportador	Comprar un coche que sirva para el transporte de múltiples moldes y hago su traslado de una manera ágil y rápida ahorrando tiempo que lleva el operador en ir y volver cargando un solo molde a la vez, además contribuirá a la reducción del esfuerzo físico que realiza el operador	Área de inyección de suelas	Gerente general; Líder del área		De acuerdo a una planificación por parte de la gerencia.
Causa raíz	Estanterías desorganizadas				
¿Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuánto?	¿Cuándo?
Organización y etiquetado de moldes y estanterías	La organización de la estanterías y moldes permitirá la identificación fácil, rápida y una manera conveniente el molde a utilizar. También se buscará la mejor ubicación de cada estantería para que el modelo se encuentre lo más cercano de la máquina Inyectora.	Área de inyección de suelas (estanterías)	Investigador, Administración, líder del área		De acuerdo a una planificación
Causa raíz	No cuenta con un procedimiento específico				
¿Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuánto?	¿Cuándo?
Desarrollo del sistema SMED	Desarrollar e implementar el sistema SMED, ya que es un método que reduce significativamente el tiempo necesario para cambiar moldes, permite una mayor productividad y aumenta significativamente la capacidad del proceso cuando se combina con el cálculo de itinerarios de operación de actividades..	Área de inyección de suelas	Investigador	Sin costo	De acuerdo a una planificación
Causa raíz	Lugar específico de ubicación de las llaves hexagonales				
¿Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuánto?	¿Cuándo?
Implementación del tablero de herramientas	La estantería de herramientas con la identificación correspondiente de cada herramientas facilitará su búsqueda y permitirá siempre tenerla a disposición	Área de inyección de suelas	Gerente general, Líder de área		De acuerdo a una planificación.
Causa raíz	Falta de capacitación del operario				
¿Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuánto?	¿Cuándo?
Capacitación a operarios	Crear un programa de capacitación para los funcionarios que laboran en el área de inyección de suelas, enfatizando el desarrollo de sus facultades, conocimientos y aptitudes, permitiéndoles realizar tareas a la par con las del líder del área y permitiendo un mejor desempeño de la empresa. Esto dará como resultado una fuerza laboral que sea capaz de realizar las tareas requeridas por el área.	Área de inyección de suelas	Investigador, Administración, líder del área		De acuerdo a una planificación.

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.18.1.3. *Procedimiento de trabajo para el cambio de moldes.*

Tabla 3-69: Procedimiento de actividades cambio de molde

Ítem	Actividad	Definición
1	Buscar la herramienta hexagonal	Coger la llave hexagonal la cual se encuentra ubicada debajo de la mesa de la máquina inyectora.
2	Dirigirse a la estantería de los moldes	Ir en busca del molde en la estantería en donde se encuentra.
3	Buscar el molde que se requiera	Encontrar el molde necesario para la producción
4	Recoger el molde de la estantería	Después de la identificación se procede a retirar el molde de la estantería
5	Transportar el molde hacia la inyectora	Coger el molde y trasladarlo hacia la máquina inyectora.
6	Colocar el molde en el piso	Poner el molde en el piso alado de la inyectora.
7	Seleccionar la estación en la cual colocar el molde	Elegir la estación en donde se efectuará el montaje del molde.
8	Desajustar el perno del molde actual con la hexagonal	Llevar la llave hexagonal debajo al perno, desajustar el mismo aplicando fuerza.
9	Retirar el molde de la estación y colocarlo en el piso	Coger el molde desajustado y colocarlo en el piso
10	Levantar y colocar el nuevo molde en la estación	Agarrar el molde y colocarlo en la estación.
11	Verificar la alineación y posición del molde	Poner el molde en la adecuada posición para que sea ajustada.
12	Ajustar el perno del molde con la hexagonal	Llevar la llave hexagonal debajo al perno, ajustar el mismo aplicando fuerza.
13	Verificar que el molde esté correctamente colocado	Comprobar que el molde se haya ajustado correctamente.
14	Dirigirse al tablero de control	Colocar los parámetros necesarios para el proceso de inyección
15	Iniciar la producción de ese modelo de suela	Iniciar la producción normal de las suelas
16	Comprobar que la suela se esté inyectando de manera normal	Verificar que la suela inyectada cumpla con los parámetros y especificaciones adecuadas

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

3.18.1.4. *Organización y etiquetado de moldes y estanterías*

Para la organización y un correcto etiquetado se utilizó el análisis ABC, se detalla el tipo de suela más producido durante los últimos 3 meses; lo que conllevó poner los moldes más utilizados cerca de las máquinas rotativas en dónde se realiza la producción. Se colocará la respectiva etiqueta en cada una de la estantería para su fácil identificación; en la etiqueta se constará con nombre y tallas de los moldes.

Tabla 3-70: Tiempos empleados en el cambio de molde

Descripción	Muestras en segundos											Desempeño			TS.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prim	Supl	TN	S	(s)
Buscar la herramienta hexagonal	17,21	16,14	17,29	16,96	17,43	16,35	16,59	16,75	17,12	17,09	16,893	119%	20,10	14%	22,917
Coger la herramienta hexagonal	1,96	1,91	1,95	2,05	1,99	2,03	1,89	1,95	2,01	1,94	1,968	119%	2,34	14%	2,670
Trasladarse a la estantería de los moldes	16,23	16,52	16,32	16,29	16,35	16,19	16,41	16,37	16,39	16,48	16,355	119%	19,46	14%	22,187
Buscar el molde requerido	50,59	50,63	50,65	50,57	50,80	50,53	50,57	50,61	50,62	50,59	50,616	119%	60,23	14%	68,666
Recoger el molde de la estantería	31,26	31,56	31,14	30,72	31,02	30,72	31,32	31,86	31,68	31,32	31,260	119%	37,20	14%	42,407
Llevar el molde hacia la máquina	109,50	115,50	113,70	110,88	109,74	114,66	115,14	113,82	111,30	112,56	112,680	119%	134,09	14%	152,862
Poner el molde en el piso alado de la inyectora	13,56	14,16	14,46	13,86	12,90	13,26	12,78	14,82	16,68	15,90	14,238	119%	16,94	14%	19,315
Escoger la estación en la cual colocar el molde	126,90	129,90	128,88	131,76	126,90	127,86	127,44	128,34	127,68	127,74	128,340	119%	152,72	14%	174,106
Desajustar el perno del molde	60,72	63,30	62,94	64,50	63,18	62,94	63,12	62,16	62,46	62,34	62,766	119%	74,69	14%	85,148
Retirar el molde y ponerlo en el piso	20,58	23,28	20,28	21,66	21,12	20,64	21,66	20,94	19,50	19,68	20,934	119%	24,91	14%	28,399
Poner el nuevo molde en la estación	32,64	30,90	32,16	31,74	31,62	31,68	32,16	31,20	31,02	30,96	31,608	119%	37,61	14%	42,879
Verificar la posición y alineación del molde	16,14	16,50	15,96	15,30	16,86	15,24	15,06	14,82	15,90	15,48	15,726	119%	18,71	14%	21,334
Ajustar el perno del molde	79,50	79,62	79,68	83,16	82,74	81,48	82,44	82,14	79,74	80,52	81,102	119%	96,51	14%	110,023
Verificar que el molde esté colocado correctamente	19,50	19,44	19,26	20,52	19,68	19,14	19,32	19,86	19,74	19,08	19,554	119%	23,27	14%	26,527
Trasladarse al tablero de control	25,68	25,38	25,74	25,26	25,74	25,08	24,90	25,32	24,78	25,38	25,326	119%	30,14	14%	34,357
Ingresar los parámetros adecuados para el molde instaurado	129,36	134,46	132,90	131,76	129,24	133,86	138,48	136,14	138,12	131,46	133,578	119%	158,96	14%	181,212
Comprobar que la suela se esté inyectando sin novedades	287,04	240,72	258,54	279,30	251,76	292,98	290,28	244,68	256,38	260,04	266,172	119%	316,74	14%	361,089
Trasladar a la estantería de los moldes	127,38	129,12	127,92	127,74	128,10	127,14	128,46	128,22	128,34	128,88	128,130	119%	152,47	14%	173,821
Total (s)	1165,75	1139,04	1149,77	1174,03	1137,17	1181,78	1188,02	1140,00	1149,46	1147,44	1157,246	-			1569,92
Total (min)	19,43	18,98	19,16	19,57	18,95	19,70	19,80	19,00	19,16	19,12	19,287				

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-70, se ejecutó el estudio de tiempo que se emplea en la actividad de cambio de molde, para la obtención del tiempo estándar, se calculó el tiempo normal, se utilizó el valor del suplemento de la tabla 6-3, se aplicó la ecuación 2 y se obtuvo el tiempo estándar de 1569,92 s.

3.19. Sistema SMED

Como resultado del adecuado desarrollo del sistema SMED, los cambios de molde se realizaron de manera más efectiva. Para ello se realizó un análisis y estudio de tiempos del actual proceso de cambio de moldes.

3.19.1. Metodología de aplicación de SMED

Se completó la temporización de las muestras referente a las duraciones de cada una de las operaciones del proceso de cambio de moldes.

Fase 1.- Identificación de actividades internas y externas

Se recopila la información, tiempos mediante cronometraje y se realiza el estudio de los movimientos, se anota todas las actividades empleadas.

Se realiza un diagrama de análisis del proceso incluyendo todas las actividades involucradas en el cambio de molde.

3.19.1.1. Análisis estadístico del tiempo de cambio de molde

Tabla 3-71: Tiempos de cambio de molde

	Observaciones (min)	Tiempo (seg)	LCS	LCI	RANGO
1	1165,75	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
2	1139,04	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
3	1149,77	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
4	1174,03	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
5	1137,17	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
6	1181,78	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
7	1188,02	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
8	1140,00	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
9	1149,46	1157,25	1172,91	1141,58	50,85
10	1147,44	1157,25	1172,91	1141,58	50,85

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se realizó la evaluación de los tiempos empleados en los cambios de molde en la máquina estacionaria de 6 estaciones, obteniendo la gráfica de control que permite observar el comportamiento de los datos, las líneas horizontales representan los límites superior 1172,91 segundos, inferior de 1141,58 segundos y la media 1157,25 segundos. En la ilustración 3-40 se

observa que el proceso no está controlado y existen varios puntos fuera de los límites de control, por lo cual es necesario realizar el estudio y tomar las acciones correctivas

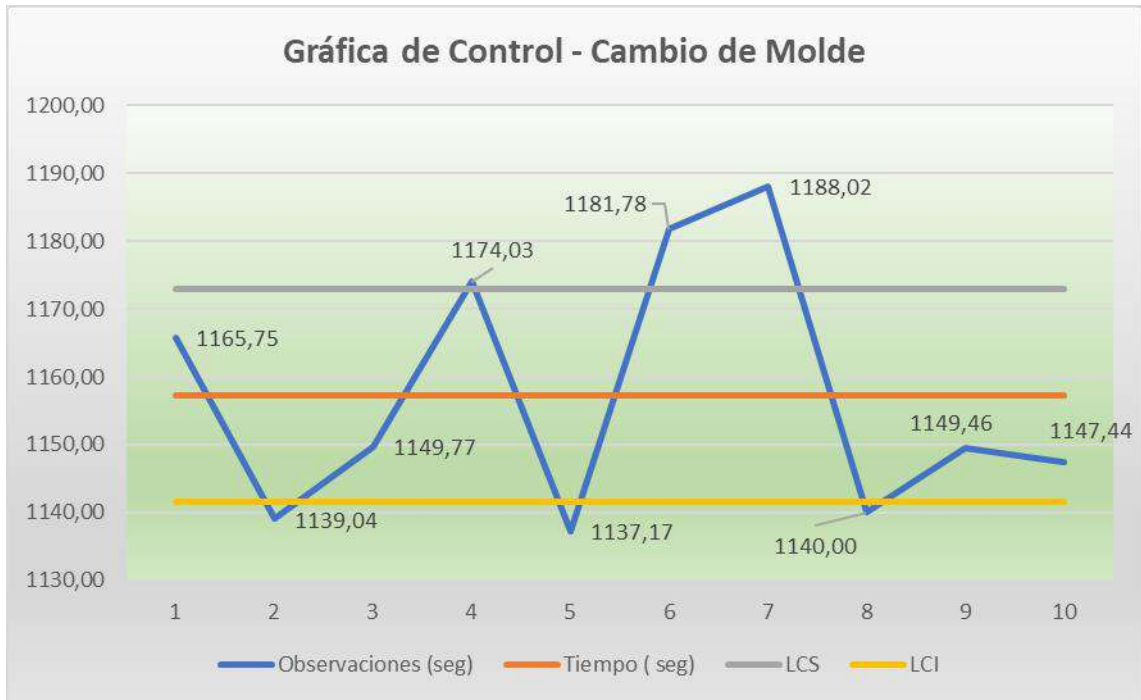


Ilustración 3-40: Gráfico de control cambio de molde

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

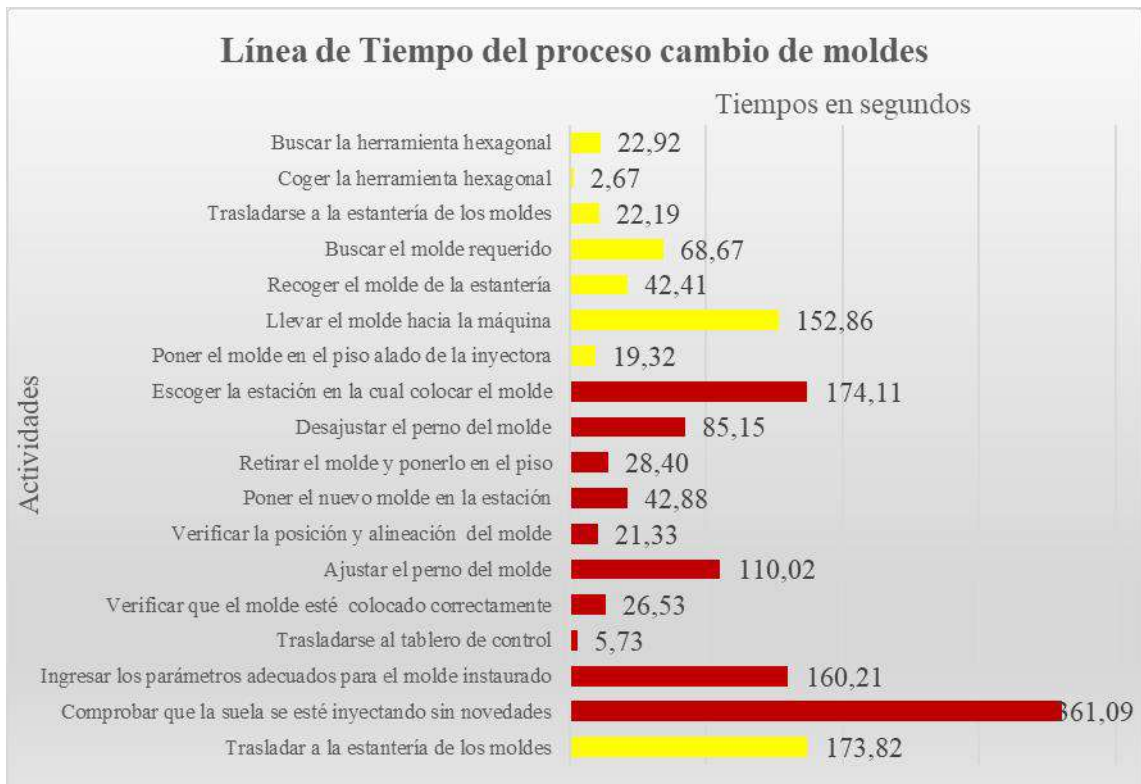


Ilustración 3-41: Línea de Proceso cambio de moldes

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

DIAGRAMA ANALÍTICO										
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1					
Actividad	Cambio de Molde	Realizado por:	Jefferson Reyes	Diagrama:	1					
Producto analizado:	Suela Angely	Tipo:	Operario	Fecha:						
Área	Inyección de suelas	Aprobado por:		16/1/2023						
N.	Descripción	Tiempo (seg.)	Distancia (m)	Símbolo					SMED	Detalle
				●	■	◐	➔	▼		
1	Buscar la herramienta hexagonal	22,917		●					●	
2	Coger la herramienta hexagonal	2,670		●					●	
3	Trasladarse a la estantería de los moldes	22,187	10						●	
4	Buscar el molde requerido	68,666		●					●	
5	Recoger el molde de la estantería	42,407		●					●	
6	Llevar el molde hacia la máquina	152,862	15						●	
7	Poner el molde en el piso alado de la inyectora	19,315		●					●	
8	Escoger la estación en la cual colocar el molde	174,106		●					●	
9	Desajustar el perno del molde	85,148		●					●	
10	Retirar el molde y ponerlo en el piso	28,399		●					●	
11	Poner el nuevo molde en la estación	42,879		●					●	
12	Verificar la posición y alineación del molde	21,334							●	
13	Ajustar el perno del molde	110,023		●					●	
14	Verificar que el molde esté colocado correctamente	26,527							●	
15	Trasladarse al tablero de control	5,726	2						●	
16	Ingresar los parámetros adecuados para el molde instaurado	160,212		●					●	
17	Comprobar que la suela se esté inyectando sin novedades	361,089							●	
18	Trasladar a la estantería de los moldes	173,821	15						●	
				1520,289						








Ilustración 3-42: Diagrama analítico Cambio de molde

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 3-42, describe en forma gráfica los pasos que van la secuencia, las actividades realizadas en el cambio de molde en la máquina inyectora rotativa de 6 estaciones, mediante

símbolos; además muestra detalles del tiempo empleado, distancia recorrida y la descripción de las actividades.

Tabla 3-72: Resumen de diagrama analítico cambio de molde

Resumen				
Actividad	Actual		SMED	
Operación		11	Actividad	Cantidad
Inspección		3	Interna	 10
Espera				
Transporte		4	Externa	 8
Almacenamiento				
Total	18		Observaciones:	
Distancia	(m)	42		
Tiempo	(min)	25,338		

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-72, detalla el resumen del diagrama analítico donde se observa que la operación de cambio de moldes tiene un tiempo de 25,34 minutos realizada en la máquina inyectora rotativa de 6 estaciones que incluye 18 actividades, 11 de operación, 3 de inspección y 4 de transporte, en las actividades analizadas por SMED, existen 10 actividades externas y 8 actividades internas.

3.19.1.2. Cálculo del IVA y AVA del cambio de molde

Tabla 3-73: Resumen del proceso de cambio de molde suela Angely

Descripción	Número	Minutos
Operaciones	11	12,612
Inspecciones	3	6,816
Transporte	4	5,910
Demoras	0	
Total de actividades	18	25,338

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

- **Índice de Valor Agregado**

$$IVA = 49,77\%$$

Para el cálculo del índice de valor agregado se utilizó la ecuación 2-19; el porcentaje de IVA calculado es menor al 75% lo que significa que el proceso no es efectivo, entonces, existen actividades que no agregan valor que pueden ser eliminadas y reducir el tiempo de producción en la inyección de suelas Angely.

- **Análisis de Valor Agregado**

$$AVA = 61,11\%$$

Para el cálculo del análisis de valor agregado se utilizó la ecuación 2-20; el porcentaje de AVA es del 61,11 % que indica que la eficiencia de las actividades que agregan valor, en relación del total de actividades que forma parte del proceso de producción de inyección de suelas.

3.20. Análisis de criticidad de los equipos

Tabla 3-74: Lista de Equipos

LISTA DE EQUIPOS		
Multisuelas Beltrán		
PLANTA: Ambato		
NIVEL 1 ÁREA	NIVEL 2 EQUIPO	NIVEL 3 SISTEMAS
ÁREA 1: Mezclado de la materia prima	Mezcladora	Sistema eléctrico
		Sistema de control
		Sistema de mezclado
ÁREA 2: Inyección de suelas	Máquina Inyectora BENLONG	Sistema eléctrico
		Sistema hidráulico
		Interfaz de usuario
		Sistema Inyección
		Sistema mecánico
	Máquina Inyectora SP-245	Sistema eléctrico
		Sistema hidráulico
		Interfaz de usuario
		Sistema Inyección
		Sistema mecánico
ÁREA 3: Empaquetado	Máquina cosedora de sacos	Alimentación eléctrica
		Sistema mecánico

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Los equipos se pueden dividir en sistemas, integrados por elementos que cumplen una función determinada dentro del equipo. A la hora de determinar las tareas de mantenimiento programado de un equipo, esta división en sistemas resulta muy útil.

Tabla 3-75: Codificación de los equipos

CODIFICACIÓN					EQUIPO	
1	1	M	M	0	1	Mezcladora
1	2	I	B	0	1	Máquina Inyectora BENLONG
1	2	I	S	0	1	Máquina Inyectora SP-245
1	3	E	V	0	1	Empacadora al vacío
1	3	C	S	0	1	Máquina cosedora de sacos

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-76: Análisis de criticidad

ANÁLISIS DE CRITICIDAD				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta en el plan de producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto Coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales)			Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (Mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al plan de producción).	Afecta la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste medio en mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de mantenimiento.

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 3-77, detalla la propuesta para valorar la criticidad de los equipos, dónde se valora la influencia que una anomalía tiene en cuatro aspectos que son:

- **Producción:** Cuando valoramos la influencia que un equipo tiene en producción, nos preguntamos cómo afecta a ésta un posible fallo
- **Calidad:** El equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final, una influencia relativa que no acostumbre a ser problemática o una influencia nula.
- **Mantenimiento:** El equipo puede ser muy problemático, con averías caras y frecuentes; o bien con un coste medio, un equipo con muy bajo coste, que normalmente no dé problemas.
- **Seguridad y medio ambiente:** Un fallo del equipo puede suponer un accidente muy grave, bien para el medio o para las personas.

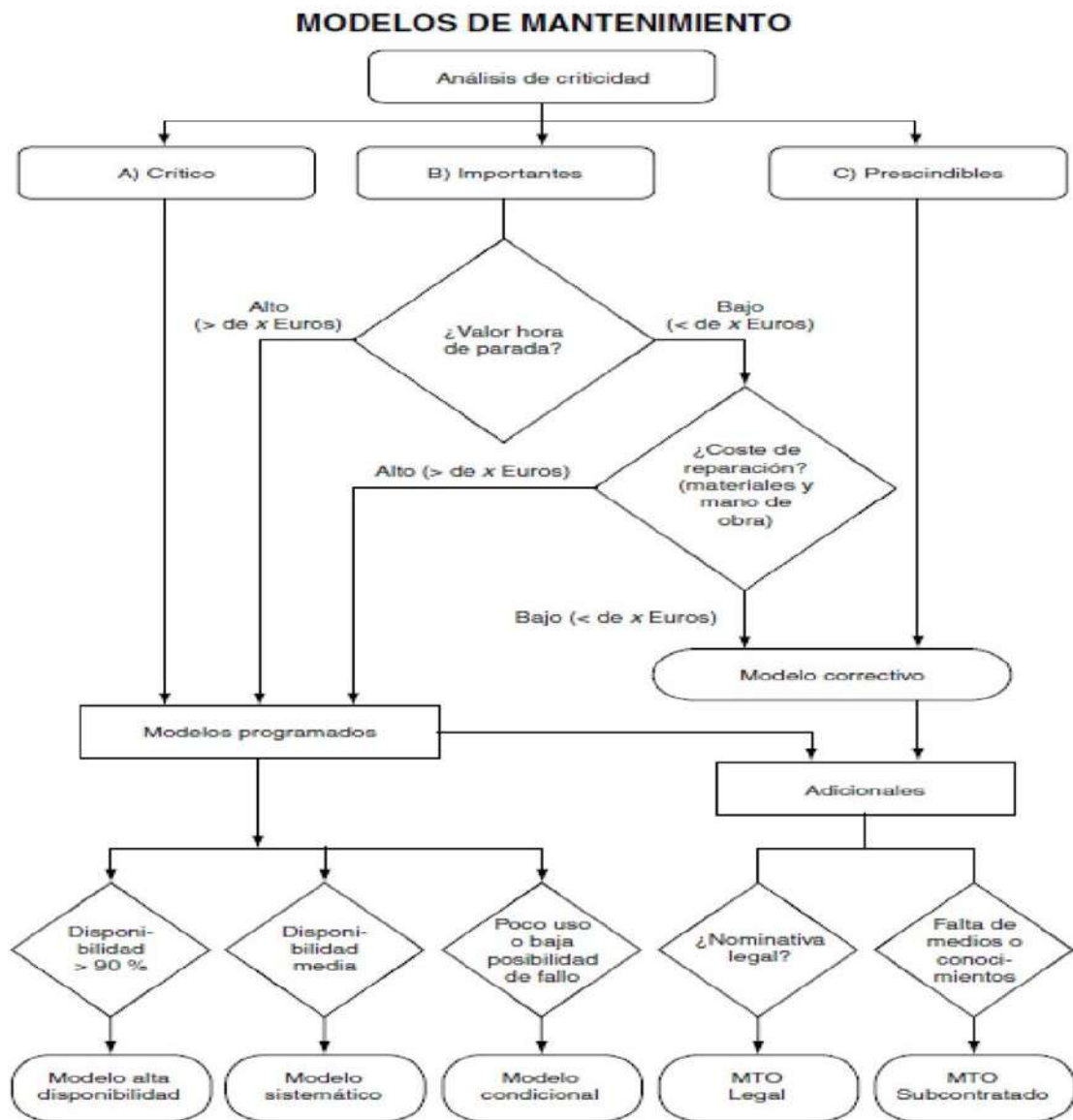


Ilustración 3-43: Selección del tipo de mantenimiento

Fuente: (Torres. L. 2005)

El plan de mantenimiento tiene en cuenta, el tipo de equipo, los sistemas que lo componen y el modelo de mantenimiento aplicable

Tabla 3-77: Modelo de mantenimiento

MÁQUINA	MODELO DE MANTENIMIENTO
Mezcladora	Modelo Sistemático
Máquina Inyectora BENLONG	Modelo de alta disponibilidad
Máquina Inyectora SP-245	Modelo de alta disponibilidad
Máquina cosedora de sacos	Mantenimiento condicional

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Realizado la jerarquización de equipos mediante un análisis de Criticidad, se realiza las evaluaciones de los puestos de trabajo y máquinas mediante indicadores de los procesos productivos.

3.20.1. Análisis de modos y fallas de las máquinas inyectoras

Tabla 3-78: Análisis AMFE del sistema hidráulico

ANÁLISIS AMFE											
Sistema/Activo		Máquina Inyectora		Sistema N°	1	Hoja N°	1				
Sub-Sistema/Componente		Hidráulico		Subsistema N°	1	De:	3				
				Facilitador:		Fecha:					
				Auditor:	Jefferson Reyes	Fecha:	21/11/2022	Valoraciones			
Subsistema	Componente	Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efecto de Falla	S	O	D	NPR	
Hidráulico	Bomba Hidráulica	Es la encargada de suministrar la presión de caudal de aceite a los actuadores hidráulicos del sistema de inyección y de cierre	Incapaz generar flujo del fluido	1	Desgaste en los pistones de la bomba	No se evidencia el cierre el cierre del molde	4	2	5	40	
			Pérdida de potencia	1	Aceite de mala calidad		5	2	7	70	
				2	Filtro lleno de impurezas						
	Actuadores hidráulicos	Encargado de la rotación relativa de los elementos de cierre y la apertura del porta molde	Falla en la apertura y cierre del porta molde	1	Falta de lubricación	Porta molde atascado	7	3	8	168	
	Mangueras	Transporte de fluido		Incapaz de transportar agua de enfriamiento	1	Deterioro interno por cambios de presión y temperatura	Fuga del fluido	6	2	8	96
					2	Fugas por causa del desgaste					
1				Desgaste por ambiente corrosivo	6	2					

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-79: Análisis AMFE del sistema mecánico

Sistema/Activo		Máquina Inyectora		Sistema N°		1					
Sub-Sistema/Componente		Mecánico		Subsistema N°		2		De: 3			
Sub-Sistema/Componente		Mecánico		Facilitador:		Jefferson Reyes		Fecha: 21/11/2022			
Sub-Sistema/Componente		Mecánico		Auditor:		Jefferson Reyes		Fecha: 21/11/2022			
Sub-Sistema/Componente		Mecánico		Hoja N°		Valoraciones					
ubsistema	Componente	Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efecto de Falla		S	O	D	NPR
Mecánico	Tolva	Almacenar y cargar el polímero a ser fundido	Incapaz de alimentar el cilindro	1	Salida de la tolva obstruida	No hay carga de material a los moldes	8	2	7	112	
				2	Desgaste						
	Husillo	Transporte de la materia prima desde la tolva	No gira, problemas al trasladar el polímero procedente de la tolva	1	Atascamiento	Deformación del material en el molde, incompleto	8	2	7	112	
				2	Desgaste en el tornillo sin fin	Retardo del ciclo por lentitud en el transporte					
				3	Obstrucción por material en ducto de alimentación	Interrupción del ciclo de inyección; boquilla del molde o de la máquina obstruida					
	Placas de molde	Realiza el cierre del molde	No hay cierre en los moldes	1	Desgaste del molde	Imperfectos en el conformado del molde, piezas con grietas, no se lleva a cabo producción completa	6	3	7	126	
				2	Roscas aislada	Moldes mal ajustados					
	Molde	Define la figura del conformado	Fugas de plástico fundido	1	Diseño deficiente del instancia molde	Difícil extracción de la pieza del molde, demora en tiempos de producción	5	2	7	70	
				2	Desgaste en el molde	Ruptura o piezas con grietas, afecta la producción					
			1	Molde desajustado	Piezas con rebaba, producto de baja calidad para el cliente final	5	4	8	160		
	Electro - válvula	Encargado de mover el inyector de atrás y hacia adelante	Falla al mover el inyector	1	Falta de mantenimiento	No se puede realizar la inyección	8	2	7	112	
				2	Presencia de suciedad						
	Electro - válvula	Apertura y cierre del molde móvil	No se realiza el correcto cierre ni apertura del molde móvil	1	Desgaste de las partes internas de la válvula	El material no toma la forma del molde, causando imperfectos en el producto	7	3	7	147	
				2	La bomba no envía la suficiente presión						
Boquilla	Llenado del molde	Incapaz de llenar el molde	1	Orificio de salida de la boquilla tapados	Deformación del material en el molde; producto terminado defectuoso	6	2	7	84		
		Exceso de materia prima a la salida	2	Desgaste de la boquilla	Afecta el producto directamente por que no hay material para inyectar al molde	5	3	8	120		

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-80: Análisis AMFE del sistema eléctrico

Sistema/Activo		Máquina Inyectora	Subsistema N°	3		De:	3				
Sub-Sistema/Componente		Eléctrico	Facilitador:			Fecha:					
			Auditor:	Jefferson Reyes		Fecha:	21/11/2022				
Sistema N°		1		Hoja N°	3			Valoraciones			
Subsistema	Componente	Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efecto de Falla	S	O	D	NPR	
Eléctrico	Unidad de control	Encargada de controlar las funciones de la máquina	Inconvenientes al encender la máquina	1	Componentes electrónicos en mal estado	No se enciende el equipo	7	2	9	126	
			Inyección incorrecta	2	Mala interpretación de los parámetros	Defectuoso el proceso de inyectado	7	2	7	98	
	Resistencias Eléctricas	Transformar la energía eléctrica a térmica Transmitiéndola a hacia el barril a fundir y asegurar que el material fundido sea uniforme	No existe generación de calor	1	Corto Circuito: fusibles quemados	Retardo en el proceso de fusión con resultados de baja calidad del producto fina	7	3	7	147	
	Calentadores	Se encarga de elevar la temperatura hasta que se derrita el polímero	No alcanza la temperatura deseada	1	No calentamiento del barril	El polímero no se funde para su inyección	7	3	7	147	
	Válvulas - Check	Encargadas de verificar las presiones de agua como de aire	Falla en las mediciones de presión de aire y agua	1	Deterioro	No se controla la presión de salida de aire y agua	5	3	9	135	
	Termopares	Encargada de informar al micro procesada en que temperatura está el cilindro	Falla en las mediciones de la temperatura	1	Tiempo de vida útil cumplida	Control de la temperatura defectuosa	5	3	9	135	
2				Desconexión							
3				Quemado							

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 3-81: Fallas funcionales

	Falla Funcional	NPR	% Relativo	% Acumulado
1	Incapaz generar flujo del fluido	168	7,30%	7,30%
2	Pérdida de potencia	160	6,95%	14,25%
3	Fugas de plástico fundido	147	6,39%	20,64%
4	Incapaz de llenar el molde	147	6,39%	27,03%
5	Incapaz de transportar agua de enfriamiento	147	6,39%	33,42%
6	Incapaz de transportar aire presurizado	135	5,87%	39,29%
7	Inyección incorrecta	135	5,87%	45,15%
8	Incapaz de alimentar el cilindro	126	5,48%	50,63%
9	No gira, problemas al trasladar el polímero procedente de la tolva	126	5,48%	56,11%
10	Falla al mover el inyector	120	5,22%	61,32%
11	Exceso de materia prima a la salida	112	4,87%	66,19%
12	No hay cierre en los moldes	112	4,87%	71,06%
13	Inconvenientes al encender la máquina	112	4,87%	75,92%
14	Falla en las mediciones de presión de aire y agua	98	4,26%	80,18%
15	Falla en las mediciones de la temperatura	96	4,17%	84,35%
16	No se realiza el correcto cierre ni apertura del molde móvil	96	4,17%	88,53%
17	No existe generación de calor	84	3,65%	92,18%
18	No alcanza la temperatura deseada	70	3,04%	95,22%
19	Molde desajustado	70	3,04%	98,26%
20	Falla en la apertura y cierre del porta molde	40	1,74%	100,00%
		2301	100,00%	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

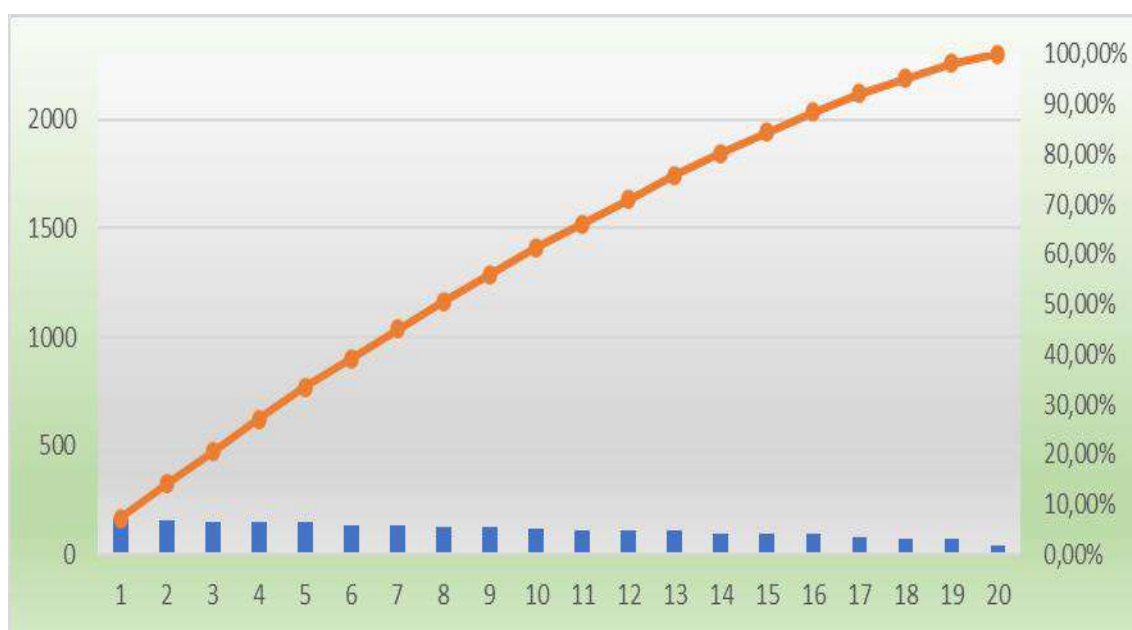


Ilustración 3-44: Diagrama de Pareto de Fallas

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 3-44, a través de la identificación de las fallas funcionales originadas en las máquinas inyectoras, se determinó que las fallas que tienen mayor número de prioridad de riesgo (NPR); es la falla funcional en la apertura y cierre de la porta molde con un valor de 168 que equivale al 7,38%, también la falla funcional del molde desajustado con valor NPR de 160 que equivale al 6,95%, la siguiente es que no alcanza la temperatura deseada con un NPR de 147 que equivale a 6,39%.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Implementación Kaizen

Después de analizar la situación inicial del sistema de producción y tomar los tiempos de los procesos de cada puesto de trabajo, se evidenció que ciertas áreas de trabajo tenían problemas con los tiempos de los procesos, donde se concentrarán los cambios para mejorar la productividad de la empresa.

Tabla 4-1: Plan de Acción Metodología Kaizen

ACCIÓN	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS
Metodología Kaizen	Socialización de la metodología a implementar al personal tanto administrativo como de producción	
	Definición de las ideas de mejoras Kaizen	Hoja de registros
	Capacitación al personal sobre la metodología 9S	Diapositivas, fotografías
	Implementación de la metodología 9S	Señaléticas
	Comunicación de los resultados de la mejora a todo el personal	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.1.1. Desarrollo de las ideas Kaizen

Tabla 4-2: Descripción de los problemas y mejoras a implementar

No.	Puesto de trabajo	Descripción de los problemas	Mejora	Beneficios	Instrumentos
1	Todos	La empresa no cuenta con señalización	Implementación de la señalética en todos los puestos de trabajos	Los trabajadores identificarán visualmente la señalética de prevención de riesgos, conductas a seguir para evitarlo e informarse de localización y elementos de protección	Norma INEN 439:1984
2	Producción	Debido al paso del tiempo la delimitación de los puestos de trabajo no se visualizan	Mantenimiento de la señalización de los pisos	Contribuye a mantener los materiales en orden y facilita la coordinación a la hora de realizar las actividades	Norma técnica NTP 399.010-1
3	Producción	Debido a la existencia de varios modelos de suelas discontinuados, existe una mala distribución de los moldes en las estanterías	Ordenar, clasificar por modelos y tallas los moldes, y colocar membrete con nombre de la suela y talla en las estanterías	Al momento de los operarios realizar el cambio de molde se pueda ubicar con mayor facilidad	
4	Producción	Debido al paso del tiempo la estantería de herramientas no se visualiza el lugar de cada herramienta	Implementar una nueva estantería de herramientas que cuente con el nombre y la señalización de cada una	Al momento que los operarios necesiten una herramienta se la pueda encontrar con mayor facilidad	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.1.2. Implementación de las mejoras

Tabla 4-3: Implementación de la señalética



Situación Inicial	Implementación
 <p>POCO F3 DUVERLY 06/01/2023 17:27</p>	
La empresa no cuenta con señalización	Señalética implementada

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La implementación de la señalización dentro de la empresa sirve para que los empleados puedan estar advertidos de la existencia de un riesgo o peligro, informarse de la conducta a seguir para evitarlo, que elementos de protección es necesaria y la localización de salidas, etc.

Tabla 4-4: Mantenimiento de la señalética de los pisos

Situación Inicial	Implementación
 <p>DUVERLY 23/01/2023 17:09</p>	
Desgaste de las delimitaciones de los pisos	Pisos debidamente delimitados

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El mantenimiento a la delimitación de las áreas de trabajo ayuda a mantener el orden y trabajar de forma más ágil y una mejor coordinación del personal de producción.

Tabla 4-5: Orden y etiquetado de las estanterías

Situación Inicial	Implementación
	
Moldes desordenados	Implementación de las etiquetas

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El orden y el etiquetado de las estanterías de los moldes ayuda a reducir los tiempos de búsqueda de los diferentes tipos de moldes.

Tabla 4-6: Implementación de tablero de herramientas

Situación Inicial	Implementación
	
Tablero de herramientas deteriorado	Nuevo tablero de herramientas

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La implementación del nuevo tablero de herramientas ayuda a mantener en un lugar específico las herramientas necesarias en el área de producción evitando demoras por búsqueda y pérdidas de estas.

4.2. Implementación 9S

4.2.1. Clasificación-Seiri

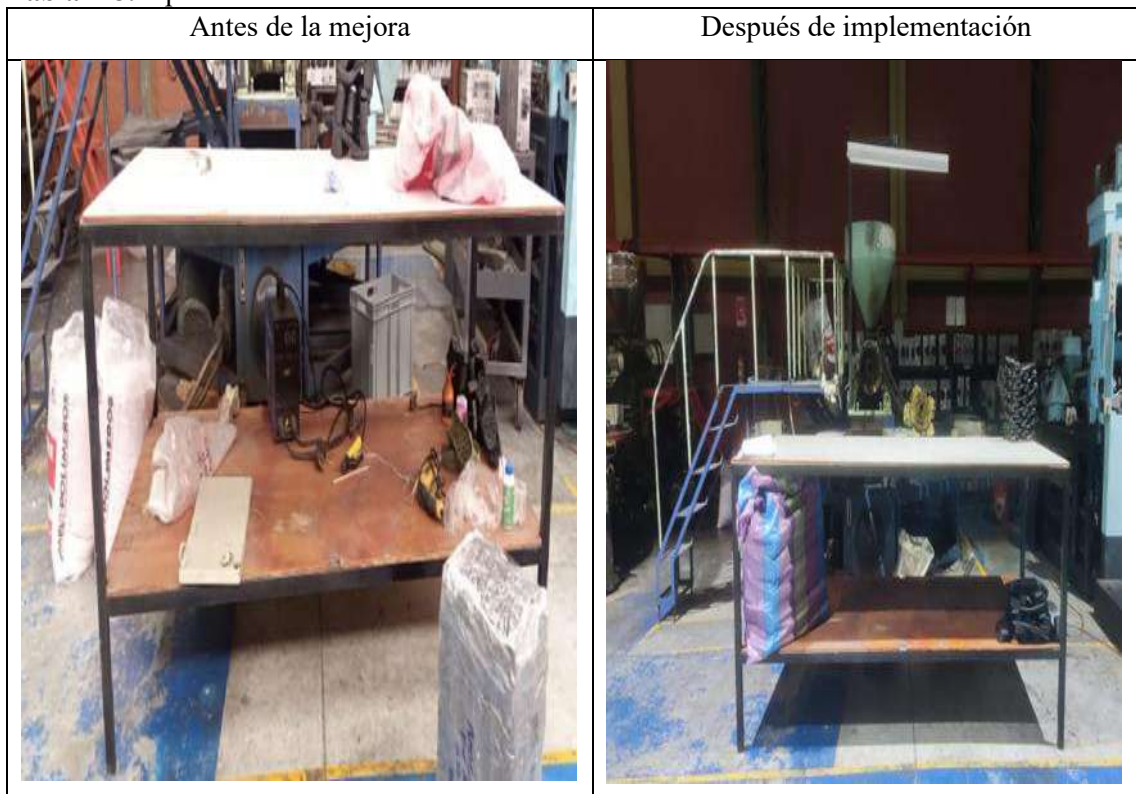
Se realizó la evaluación de elementos necesarios e innecesarios mediante un registro en el área de producción, dónde se contó con la ubicación, cantidad, uso, y sugerencia de eliminación de cada uno de los elementos.

Tabla 4-7: Elementos innecesarios en el área de producción

Elemento Innecesario	Ubicación	Causa de su almacenamiento	Acción Sugerida	Responsable
Gavetas	Debajo de las mesas de trabajo	Reutilización para la colocación de las suelas	Retirar de la mesa las que no se utilizan	Operarios
Sacos	Junto a las máquinas	Empacamiento de las suelas	Asignar el lugar adecuado para los sacos	Operarios
Herramientas	En las mesas	Usos de las acciones requeridas en las diferentes tareas	Devolverlas a su sitio después del uso	Operarios
Envases	En las mesas	Envases de ceras utilizados en los moldes	Retirar los envases vacíos del área de trabajo	Operarios

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 4-8: Aplicación Seiri



Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2022

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se eliminó los elementos innecesarios, lo siguiente fue decidir las acciones finales como, reubicar, vender, tirar, etc., con la finalidad de organizar de manera adecuada el área de trabajo.

Se realizó lo retiros de elementos, esto se realizó junto con la administradora para remover los elementos a un lugar adecuado para su disposición final o la de eliminar completamente; se ubicaron los materiales, accesorios y herramientas en el lugar adecuado.

4.2.2. Organización – Seiton

Se organizó y ordenó los elementos necesarios según sea su utilización y utilidad. Se ordenó las estanterías de una mejor manera ubicando por modelo y tallas; se colocaron las etiquetas para reducir el tiempo de búsqueda. Se realizó la asignación de ubicación de manera que cada trabajador sepa dónde están las cosas y donde deben estar después de utilizarlas.

Tabla 4-9: Aplicación de Seiton, cosas personales

Antes de la mejora	Después de la implementación
	
Cosas personales en el área de trabajo	Casilleros designados para cada trabajador

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Para guardar las cosas personales de cada uno de los trabajadores se les asigno casilleros, mismos que existían, pero no eran utilizados como se puede mostrar, esto se realizó con el fin de que esos elementos personales no se encuentren en desorden en el puesto de trabajo.

Tabla 4-10: Aplicación de Seiton, gavetas

Antes de la mejora	Después de la implementación
	
Gavetas en lugar no correspondiente	Gavetas ordenadas en un solo lugar



Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Las gavetas se encontraban regadas por toda la planta de producción, en el área de almacenamiento de materia prima, en el área de inyección, pasillos, área empaquetada.

4.2.3. Limpieza- Seiso

Tabla 4-11: Aplicación de Seiso

Antes de la Mejora	Después de la implementación
	
Mesas de trabajo con elementos innecesarios	Mesas de trabajos limpias

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se realizó campañas de limpieza, se asignaron responsabilidades de limpieza a los trabajadores dentro de su lugar de trabajo, mismo que debe estar limpio y organizado todo el tiempo.

Se realizó la limpieza de todo tipo de suciedad en las maquinas, pisos, paredes y pasillos para lo cual se utilizó elementos de limpieza como son: escobas, guantes, detergentes.

4.2.4. Bienestar personal-Seiketsu.

En primer lugar, se realiza un control por parte de los líderes de cada jornada que se cumpla con las 3 primeras S, orden, limpieza además del cuidado personal, se hizo responsables a los trabajadores, porque es importante que todo el personal conozca acerca de todas las responsabilidades y roles que deben cumplir en la empresa.

Controlar, planteando acciones de clasificación orden y limpieza junto con el líder de la planta, quien también será el encargado de controlar con una tabla de verificación (Anexo C) que se realizará tanto al inicio como al final de la jornada laboral.

Con la finalidad de generar un ambiente laboral adecuado para el desarrollo de las diferentes actividades en el área de producción de suelas, aparte de considerar la organización y limpieza también se debe poner en consideración la seguridad industrial en el interior del área.

De la misma manera se procedió a ubicar la respectiva señalización sobre los riesgos y reglas que se debe seguir en el área de trabajo, riesgos que se dio a conocer en la charla de capacitación.

4.2.5. Disciplina-Shitsuke

Tabla 4-12: Implementación Shitsuke

Acción Realizada	Responsable
Educar sobre la metodología 9S	Administración
Proveer los recursos necesarios para la implementación	
Vigilar que se esté cumpliendo los estándares establecidos	
Evaluar el progreso	
Reconocer el desempeño excelente y estimular a quienes no lo logran	
Asumir la implementación con total compromiso	Personal
Cumplir con las actividades encargadas	
Usar casilleros para guardar sus cosas personales	
Mantener limpia y despejada el área de trabajo	
Mantener despejada el área de desplazamiento	
Utilizar la vestimenta adecuada y zapatos de seguridad	
Seleccionar herramientas únicamente necesarias para la actividad	
Regresar las herramientas al lugar origen después de usarlos	
Respetar y cumplir con la señalización	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se evidenció dónde se puede realizar una mejora en las diferentes áreas, con el fin de mantener y mejorar la clasificación, orden y limpieza definiendo los procedimientos de trabajo del entorno de trabajo. Como herramienta de control se propuso un cronograma de limpieza del área trabajo, con la asignación de responsables diarias (Anexo D).

Una buena disciplina implica inculcar el cambio de hábitos en los trabajadores, esta disciplina se puede ver reflejado al momento de haberse cumplido con la primera fase de la metodología 9S, cada trabajador debe aplicar los diferentes métodos y hábitos para obtener una mejora en el lugar de trabajo, estas son tareas que se llevan en conjunto con los líderes de grupo, para mantener la disciplina se deben seguir estas actividades.

El cumplimiento de cada una de estas actividades es responsabilidad de cada uno de los trabajadores como también de sus líderes y de la dirección para ello se debe cumplir con el control de orden y limpieza.

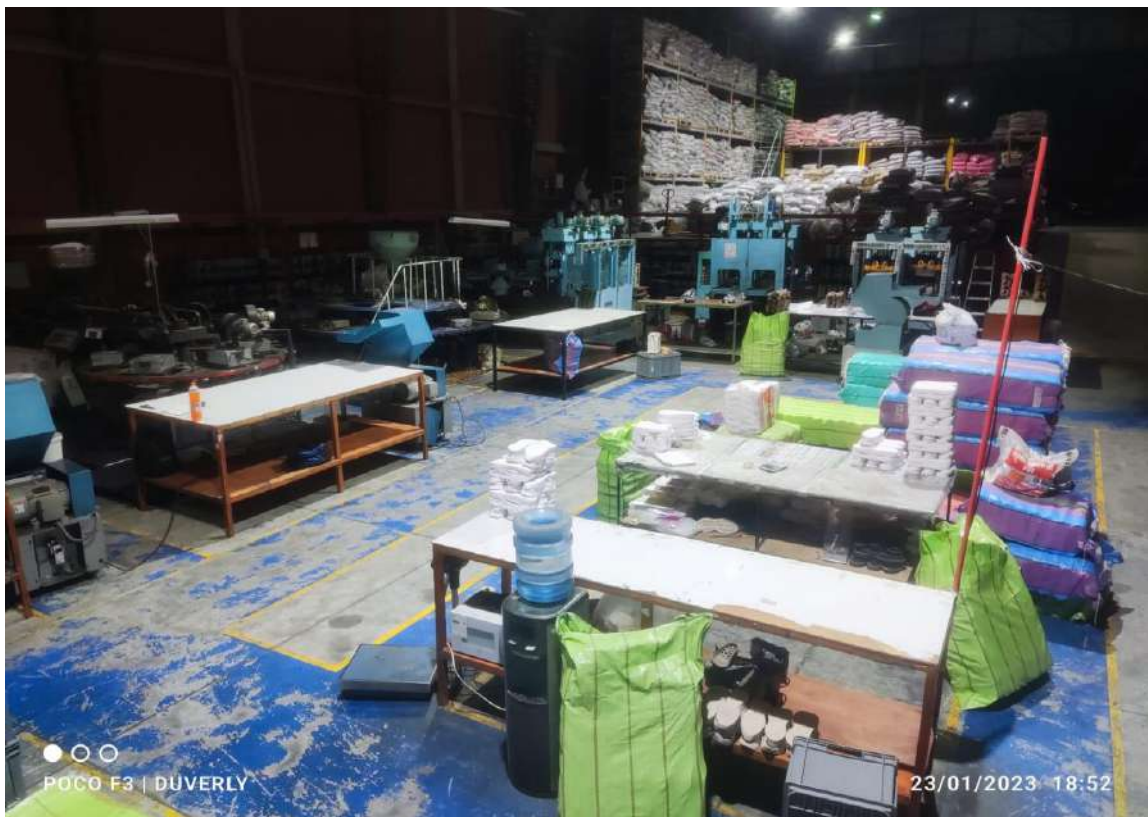




Ilustración 4-1: Aplicación Shitsuke

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán

4.2.6. *Constancia-Shikari*

Se definieron los procedimientos con el fin de mejorar continuamente y mantener la limpieza y el orden. Cada trabajador es responsable de su área de trabajo, también el abastecedor es el encargado de limpiar y recoger desechos o desperdicios que estén fuera de las áreas, además es el encargado de sacar la basura. El líder es responsable de verificar y controlar que cada trabajador haya cumplido con sus roles de limpieza. Así se puede mantener la disciplina. Se observó que los trabajadores usan sus botas de seguridad, ropa de trabajo y cinturón de seguridad para el cuidado al momento de levantar peso.

Tabla 4-13: Aplicación Shikari

Antes de la Mejora	Después de la implementación
	
Trabajador sin uniforme e implementos de seguridad	Trabajador usando el uniforme y zapatos de seguridad

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se definieron los procedimientos con el fin de mejorar continuamente y mantener la limpieza y el orden. Cada trabajador es responsable de su área de trabajo, también el abastecedor es el encargado de limpiar y recoger desechos o desperdicios que estén fuera de las áreas, además es el encargado de sacar la basura. El líder es responsable de verificar y controlar que cada trabajador haya cumplido con sus roles de limpieza. Así se puede mantener la disciplina. Se observó que los trabajadores usan sus botas de seguridad, ropa de trabajo y cinturón de seguridad para el cuidado al momento de levantar peso.

4.2.7. *Compromiso-Shitsokuko*

Tiene como objetivo que los involucrados tengan una actitud positiva y mantenerse flexible a los cambios, para así poder hacer bien las cosas. Lo principal de Shitsukoku es lograr los objetivos y fines mediante la persistencia, y el cumplimiento de las políticas y normas.

De las actividades recomendadas, los líderes de la empresa deben mantener y aplicar disciplina hacia sus subordinados y además las políticas de la empresa se deben imponer con total seriedad para que los trabajadores sientan responsabilidad para llevar a cabo su trabajo.

Las políticas de responsabilidad a cumplir; mantener limpia el área de trabajo, maquinarias y herramientas, una vez usada las herramientas dejarlo en su lugar al momento de ya no usarlas, ser responsables con los materiales que ocupa y por parte del gerente, manejar incentivos a sus trabajadores para que de esta manera se sientan motivados con su trabajo, estos incentivos no

necesariamente deben ser monetarios, pueden ser, reconocimientos públicos, felicitaciones o reconocimientos por escrito. Tanto los trabajadores como los directivos de la empresa deben asumir el compromiso de una mejora.

4.2.8. *Coordinación-Seishoo*

Tiene como objetivo la vinculación incluyendo a todo el personal en el mejoramiento del ambiente de trabajo y realizar las tareas con espíritu altamente positivo. Lo principal es la aplicación de hábitos de orden y limpieza; y trabajar con los mismos propósitos y metas propuestas todos al mismo tiempo.

Las actividades realizadas, la coordinación de inspecciones planificadas sobre el cumplimiento de las normas y procedimientos y coordinación con responsables de la implementación.

Al igual que el punto del compromiso, se acordó en realizar siempre reuniones con los jefes de área para coordinar los diversos temas que estén presentes como fallas o averías dentro del tema de producción. Se llegó al siguiente acuerdo. Cada jefe de área deberá estar constantemente coordinando con sus obreros sobre que falta en la producción, sean materiales, equipos de trabajo u otro punto importante para el mejor desempeño de la empresa.

4.2.9. *Estandarización – Seido*

Tiene como objetivo el establecimiento de reglamentos, procedimientos y normas para mantener el ambiente adecuado de trabajo dónde se señalen cómo hay que hacer las cosas correctamente.

Las actividades realizadas; se integraron en los trabajos, como rutina, las acciones de clasificación, orden y limpieza y determinó y asignó de manera precisa las responsabilidades de lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo.

La estandarización permite determinar procedimientos de trabajo adecuados para la producción de suelas, esta última S pretende que se dé el cumplimiento de las fases a anteriores.

Para dar el cumplimiento de la implementación planificada de la metodología 9S, se impartió la capacitación a todo el personal de la empresa, en especial en la línea de producción de inyección de suelas junto con el personal administrativo y líderes, misma que consistió en los fundamentos teóricos y prácticos de la metodología Lean, así como la aplicación de la metodología 9S.

La implementación de la metodología se evidencia a través de fotografías de los puestos de trabajo y al personal que forma parte del área de producción cumpliendo con las tareas mencionadas en el plan de aplicación de las 9S.

Se realizó una presentación de los temas a tratar de la metodología 9S para luego proceder a la capacitación correspondiente.

4.3. Verificación

4.3.1. Verificación de la Implementación de la metodología Kaizen

EVALUACIÓN DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS EN LA EMPRESA MULTISUELAS BELTRÁN		
Encuesta final metodología Kaizen	Evaluador: Reyes Jefferson	
Principio	Ítem	Puntaje
Elementos básicos	Existe conocimiento sobre las 9S	3
Se refiere si se tiene alguna idea sobre la implantación de Kaizen.	Tiene alguna referencia sobre la estandarización de procesos	3
	Subtotal:	6/8 (75%)
Mantenimiento y mejora del proceso	Planean la producción diaria de las suelas	3
Las actividades que se realizan tienen una relación directa al proceso productivo.	Subtotal:	3/4 (75%)
	Enfoque de los procesos	Existe un rediseño de los procesos de producción de suelas
Kaizen se enfoca en la reorganización de los procesos.	Subtotal:	3/4 (75%)
	Enfoque de las personas	Existe capacitación referente a los procesos y metodologías que aplica la empresa
Kaizen centra su mejora con la participación de los trabajadores.	Existe 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	Existen diagramas, cronogramas	4
Actividades que consuman recursos y que no cumplan con los requisitos del cliente.	Existe una correcta administración de los problemas en el lugar de trabajo	3
	Existen mejoras (materiales, métodos de trabajo, máquinas y equipos)	3
	Subtotal:	10/12 (83,33%)
TOTAL:		31/40 (77,50%)

Ilustración 4-2: Evaluación final de la metodología Kaizen

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 4-2, nos indica la evaluación de la implementación de la metodología Kaizen utilizando la misma hoja de verificación, se obtuvo un porcentaje del 77,50% después de todos

los parámetros.

Tabla 4-14: Valor porcentual de la metodología Kaizen

Principio	Calificación	Máximo	Porcentajes
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	10	12	83,33%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

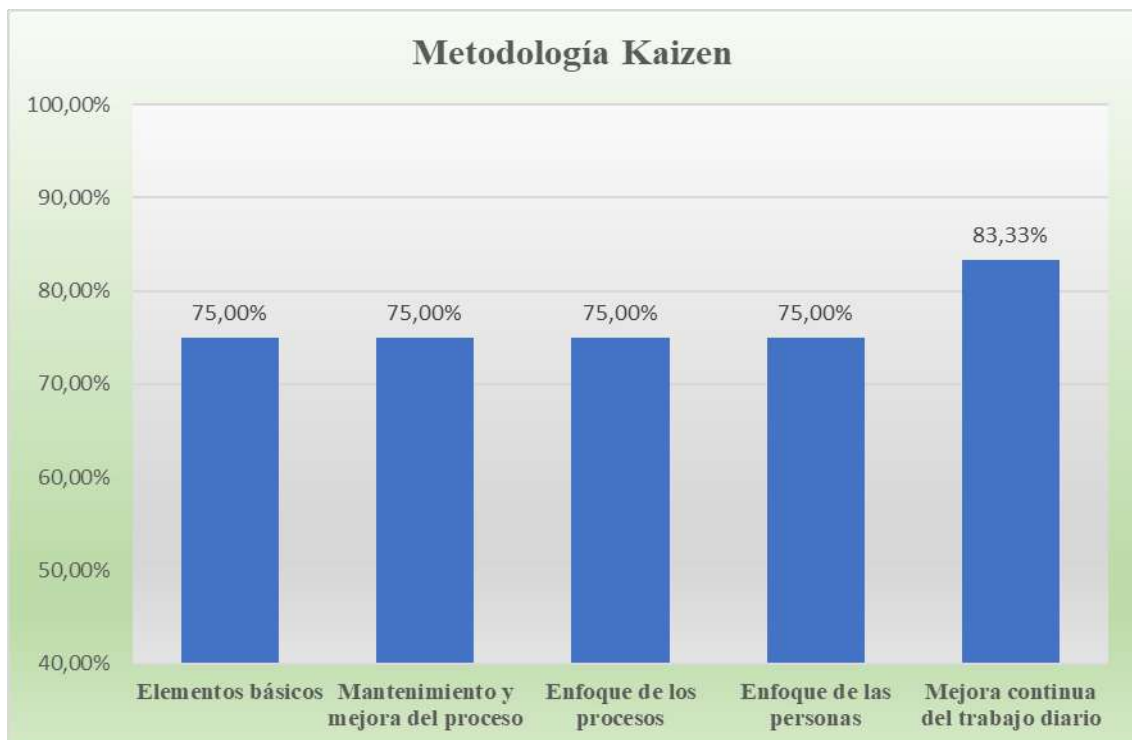


Ilustración 4-3: Análisis final metodología Kaizen

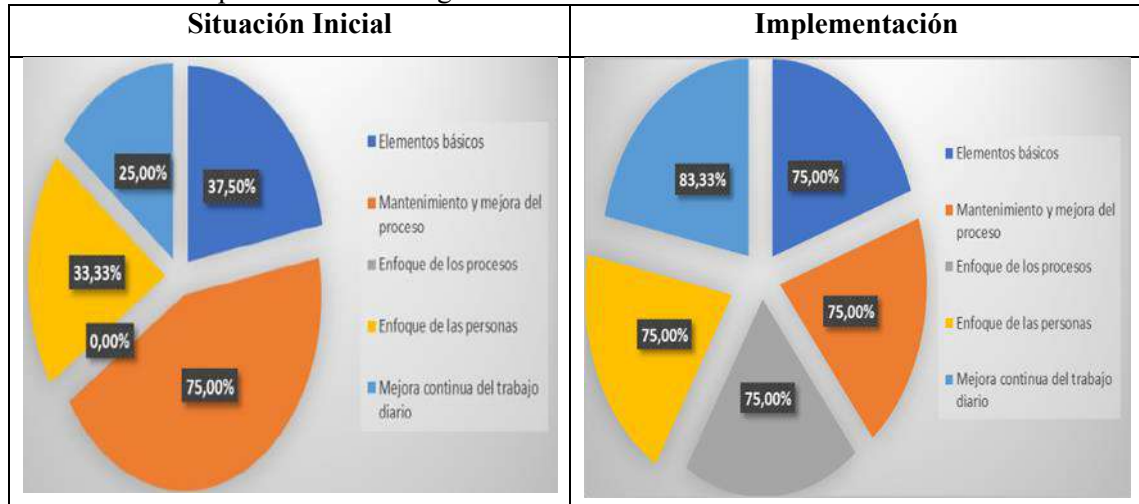
Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

De acuerdo con la ilustración 4-3, el análisis final de la metodología Kaizen en la producción de suelas en la empresa Multisuelas Beltrán, es del 77,50% con un incremento del 45% en comparación al análisis inicial.

La comparación de la metodología Kaizen de la situación inicial con respecto a la mejora, se realiza a través de la misma evaluación, obteniendo los siguientes resultados en el aumento del porcentaje de los parámetros:

- Elementos básicos: 37,50%
- Enfoque de los procesos: 75,00%
- Enfoque de las personas: 41,67%
- Mejora continua del trabajo diario: 58,33%

Tabla 4-15: Comparación metodología Kaizen



Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

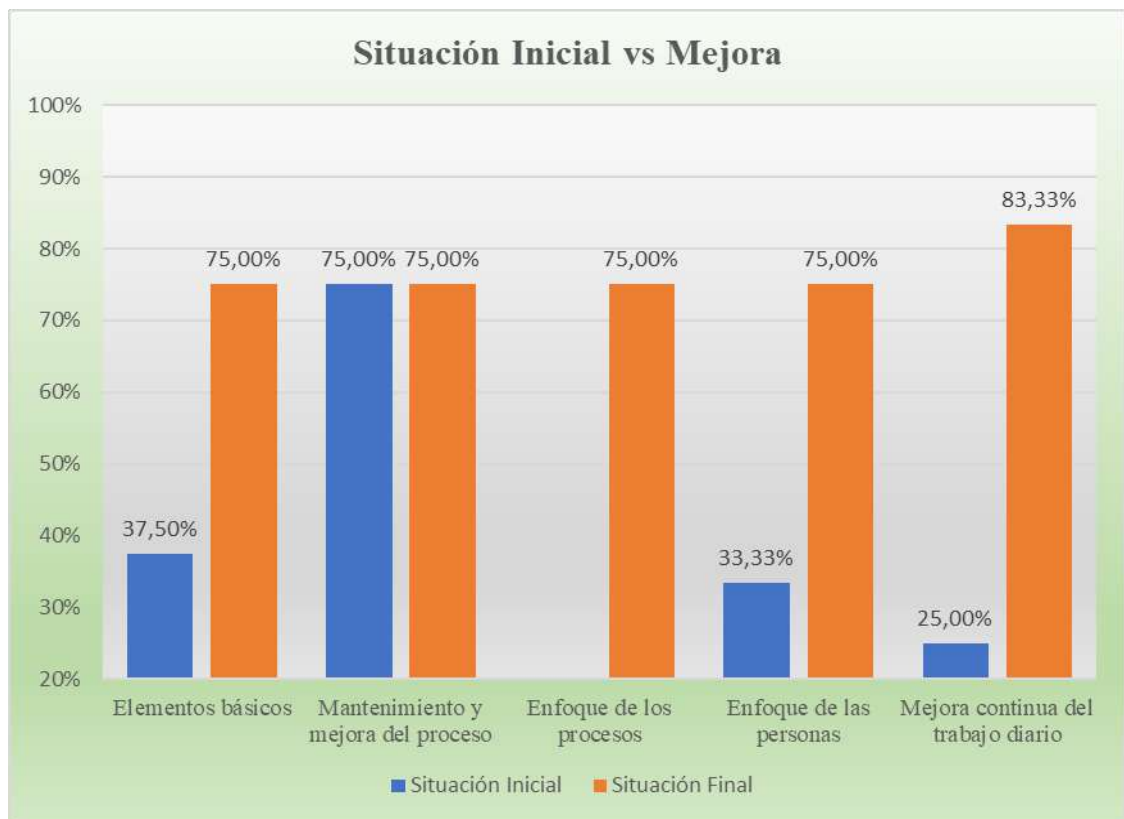


Ilustración 4-4: Situación inicial vs. Implementación Kaizen

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.3.2. Verificación de la implementación de las 9S

Después de realizar la implementación es necesario realizar una evaluación de las 9S con el formulario- hoja de verificación que se utilizó para el análisis inicial.

Los resultados de la hoja de verificación del área de producción de suelas se muestran en la tabla 16-4 y se detallan en el Anexo C.

Tabla 4-16: Análisis final metodología 9S

ANÁLISIS FINAL 9S

Seiri	80,00%
Seiton	74,29%
Seiso	80,00%
Seiketsu	88,00%
Shitsuke	80,00%
Shikari	80,00%
Shitsukoku	80,00%
Seisho	80,00%
Seido	80,00%
Promedio	80,25%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

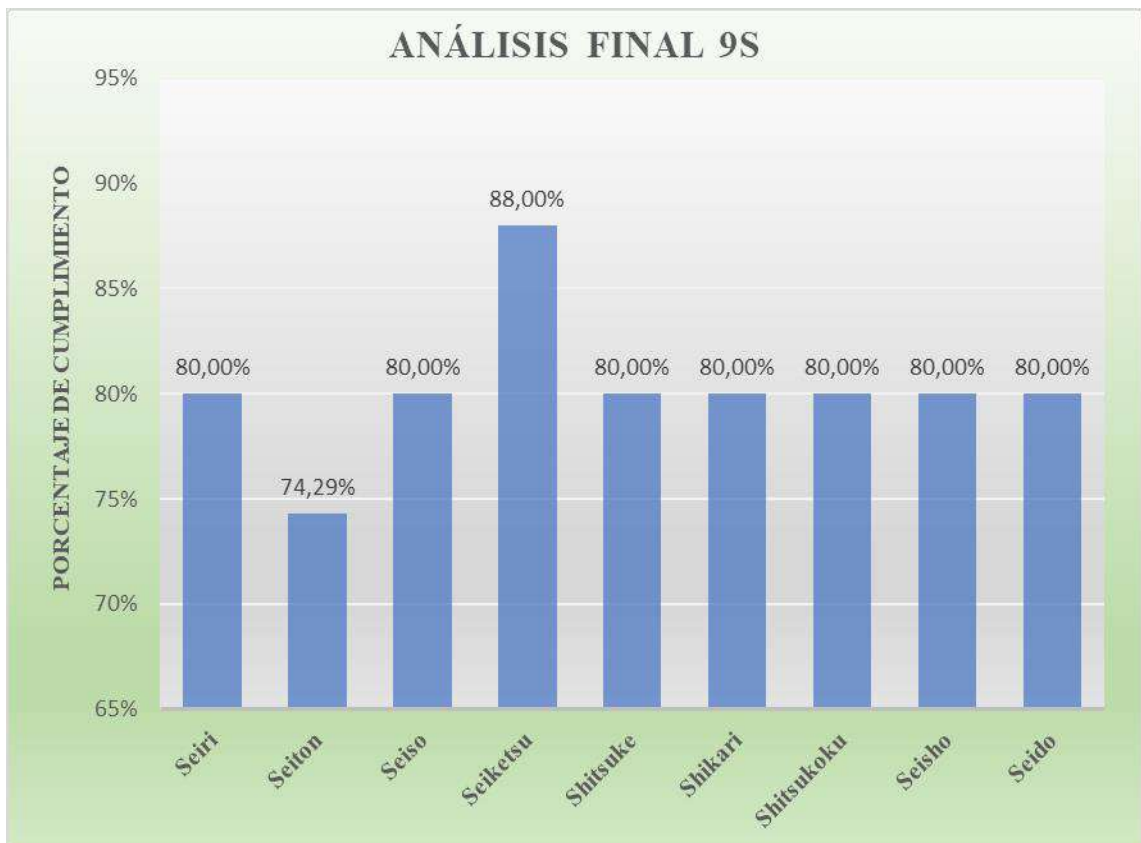


Ilustración 4-5: Diagrama de barras análisis final 9S

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La evaluación final refleja buenos resultados después de la implementación, cada una de la fase alcanza por lo menos el mínimo de cumplimiento que es del 74,29% lo que indica que las acciones tomadas permitieron crear hábitos de orden y limpieza que permiten desarrollar el trabajo de mejor manera.

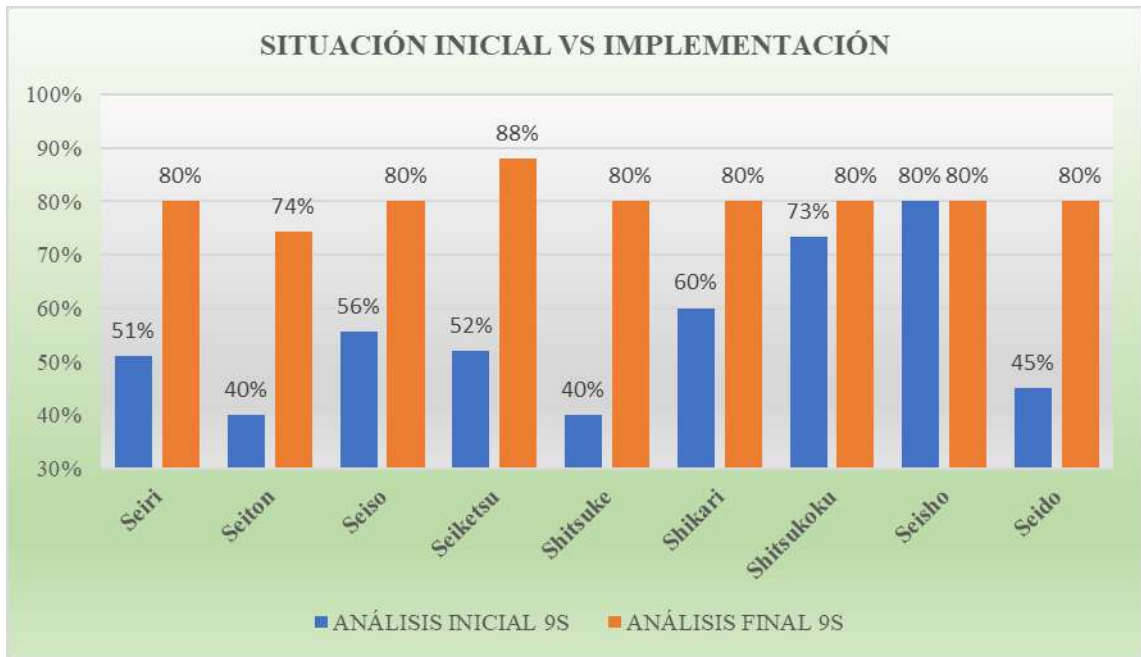


Ilustración 4-6: Situación inicial vs. situación final 9S
 Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Una vez realizadas las mejoras se incrementó el porcentaje de cumplimiento como se muestra gráficamente en la ilustración 4-7.



Ilustración 4-7: Porcentaje de cumplimiento inicial vs. final 9S
 Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.4. Sistema SMED

4.4.1.1. Convertir las actividades internas en externas

A partir del diagrama analítico del proceso de cambio de molde actual, las actividades internas se convirtieron en externas, mediante el estudio minucioso de todas las actividades internas realizadas en el proceso; a través de la mejora y el análisis SMED se optimizaron las acciones y

se redujo las actividades que no agregan valor y eliminó tiempos innecesarios.

4.4.1.2. Mejorar las actividades internas y externas

Se tuvo como objetivo optimizar las actividades involucradas en el proceso de cambio de molde; y además convertir las actividades internas a externas; se consideró las propuestas de mejora propuestas lo que ayudó a reducir los tiempos empleados.

4.4.1.3. Resumen de las mejoras

Tabla 4-17: Aplicación SMED

Antes de la Mejora	Después de la implementación
 <p>A worker in a red shirt is carrying a large, heavy mold on their shoulder through a factory aisle. The aisle is cluttered with stacks of molds on metal carts and shelves.</p>	 <p>A worker in a dark shirt is pushing a metal cart loaded with molds through a factory aisle. The aisle is clear and organized, with molds neatly stacked on the cart.</p>
Operario llevando los moldes	Implementación del coche

Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023







Se acortó el tiempo una vez finalizadas las distintas etapas del sistema SMED; el tiempo promedio desarrollado por el operador fue de 15,904 minutos, lo que representó una reducción del 15,67 % del tiempo total. Es preciso señalar que la comparación de tiempos se desarrolló a través de un análisis de tiempos donde se incluyen suplementos y factor de rendimiento. Se redujo el tiempo de búsqueda de la herramienta, ya que estas se encuentran en el tablero, con la ayuda del etiquetado y la organización de las estanterías de los moldes el tiempo empleado en la búsqueda de los moldes se reduce por que será fácil su identificación y visualización eliminando la pérdida de tiempo que no agrega valor. Con la implementación de un carro para transportar todos los moldes a la vez se reduce el tiempo; el operario realizará esta actividad una sola vez y al mismo tiempo no se fatigará con la carga de todo el peso.

DIAGRAMA ANALÍTICO										
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Método:	Actual	Hoja	1 de 1					
Actividad	Cambio de Molde	Realizado por:	Jefferson Reyes	Diagrama :	1					
Producto analizado:	Suela Angely	Tipo:	Operario	Fecha:	6/2/2023					
Área	Producción	Aprobado por:								
N.	Descripción	Tiempo (seg.)	Distancia (m)	Símbolo					SMED	Detalle
				●	■	■	➔	▼		
1	Buscar la herramienta hexagonal	5,000		●					●	Se reduce el tiempo de búsqueda; la herramienta estará en la estantería
2	Coger la herramienta hexagonal	2,670		●					●	Tomar la herramienta
3	Trasladarse a la estantería de los moldes	15,187	10				●		●	Llevar el carrito para trasladar todos los moldes a la vez
4	Buscar el molde requerido	30,250		●					●	Se reduce el tiempo de búsqueda; se colocaron los membretes en las estanterías
5	Recoger el molde de la estantería	28,272		●					●	Se reduce el tiempo, los moldes están ordenados
6	Llevar el molde hacia la máquina	25,477	15				●		●	Se reduce el tiempo; se llevan todos los moldes a la vez
7	Poner el molde en el piso alado de la inyectora								●	Los moldes se quedan en el carrito
8	Escoger la estación en la cual colocar el molde	174,110		●					●	
9	Desajustar el perno del molde	85,148		●					●	
10	Retirar el molde y ponerlo en el piso	28,399		●					●	El molde será colocado en el carro
11	Poner el nuevo molde en la estación	42,879		●					●	
12	Verificar la posición y alineación del molde	21,334		●					●	
13	Ajustar el perno del molde	110,023		●					●	
14	Verificar que el molde esté colocado correctamente	26,527		●					●	
15	Trasladarse al tablero de control	5,726	2				●		●	
16	Ingresar los parámetros adecuados para el molde instaurado	181,212		●					●	
17	Comprobar que la suela se esté inyectando sin novedades	180,544		●					●	
18	Trasladar a la estantería de los moldes	28,970	15				●		●	Se trasladan todos los moldes a la vez
				991,728						

Ilustración 4-8: Diagrama analítico de cambio de molde aplicado SMED

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 4-18: Resumen aplicación SMED

Resumen					
Actividad	Actual		Actividad	SMED	
Operación		10	Actividad	Cantidad	
Inspección		3	Interna		10
Espera					
Transporte		4	Externa		7
Almacenamiento					
Total		17	Observaciones:		
Distancia	(m)	42			
Tiempo	(min)	16,529			

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-18, detalla el resumen del diagrama analítico donde se observa que la operación de cambio de moldes tiene un tiempo de 15,904 minutos realizada en la máquina inyectora rotativa de 6 estaciones que incluye 18 actividades, 11 de operación, 3 de inspección y 4 de transporte.

4.4.1.4. Cálculo del IVA y AVA

Tabla 4-19: Actividades del proceso de cambio de molde

Descripción	Número	Minutos
Operaciones	10	11,47
Inspecciones	3	3,807
Transporte	4	1,256
Demoras	0	
Total de actividades	17	16,529

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

- **Índice de Valor Agregado: IVA = 69,37%**

Para el cálculo del índice de valor agregado se utilizó la ecuación 2-19; el porcentaje de IVA calculado es menor al 75% lo que significa que el proceso no es efectivo, pero respecto al anterior se mejoró reduciendo un 34,77% el tiempo empleado, pasando de 25,34 min a 15,9 min.

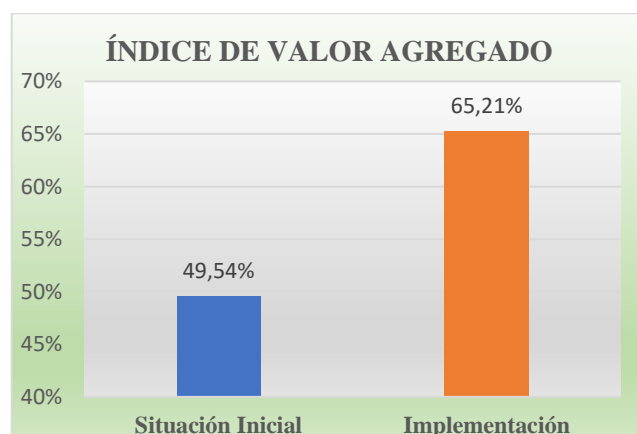


Ilustración 4-9: Comparación IVA de SMED

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.4.1.5. Análisis estadístico del cambio de molde

Tabla 4-20: Datos de la gráfica de control de medias

	Observaciones (min)	Tiempo (seg)	LCS	LCI	RANGO
1	731,730	731,038	741,572	720,504	34,200
2	722,470	731,038	741,572	720,504	
3	725,200	731,038	741,572	720,504	
4	738,890	731,038	741,572	720,504	
5	722,330	731,038	741,572	720,504	
6	736,920	731,038	741,572	720,504	
7	739,200	731,038	741,572	720,504	
8	725,410	731,038	741,572	720,504	
9	725,120	731,038	741,572	720,504	
10	722,440	731,038	741,572	720,504	

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

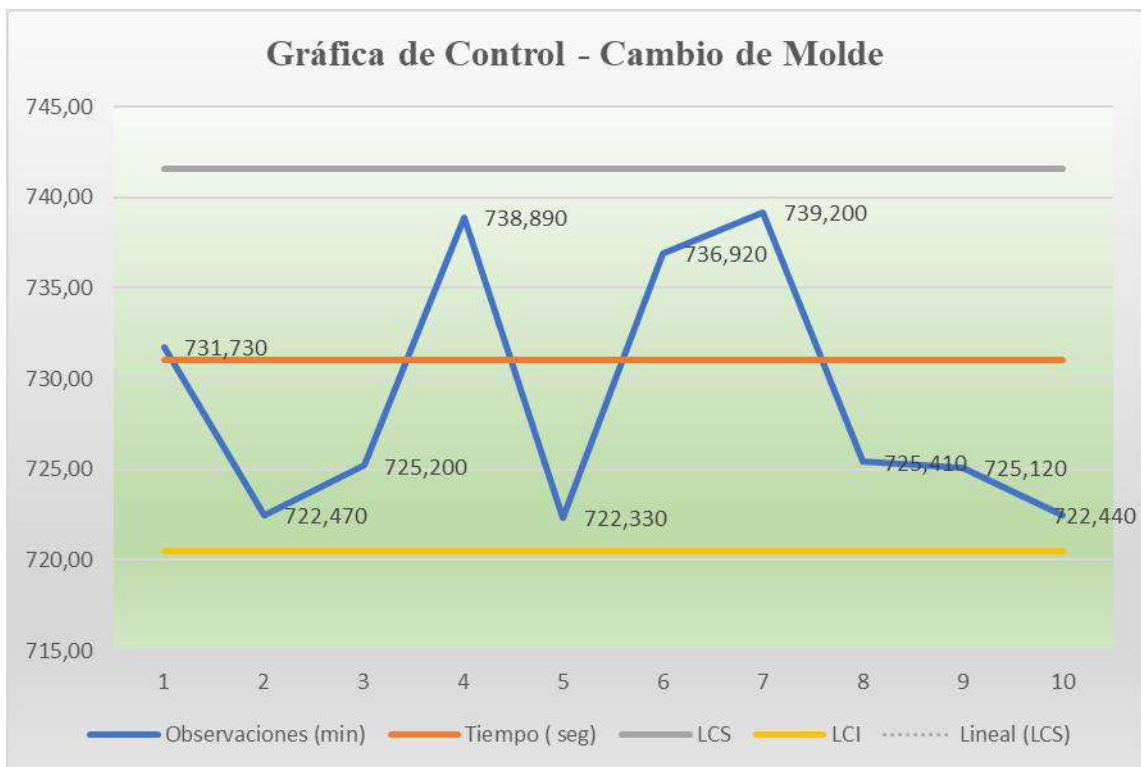


Ilustración 4-10: Gráfica de medias cambio de molde

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se realizó la evaluación de los tiempos empleados en los cambios de molde en la máquina estacionaria de 6 estaciones después de la implementación de la metodología SMED, obteniendo la gráfica de control que permite observar el comportamiento de los datos, las líneas horizontales representan los límites superior 937,846 minutos, inferior de 928,008 minutos y la media 15,451. En la ilustración 4-10 se observa que el proceso está controlado por que los puntos se encuentran dentro de los límites de control.

4.5. Detalles de la implementación para el proceso de inyección de suelas Gyna

4.5.1. Tiempos suela Gyna

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Fabricación de Suelas	Plano:	1				
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Gyna	Hoja:	1 de 1				
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	17/2/2023	Tipo:	Operario				
Símbolos		N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual				
					Descripción del proceso				
●	→	▷	◻	▽	⊞	1		0,083	Buscar la herramienta hexagonal
●	→	▷	◻	▽	⊞	2		0,27	Aflojar el perno del molde con el dado hexagonal
●	→	▷	◻	▽	⊞	3		0,29	Aflojar el perno del molde actual con la llave hexagonal
●	→	▷	◻	▽	⊞	4		0,27	Liberar el molde
●	→	▷	◻	▽	⊞	5		0,16	Colocar la tapa del molde en el carrito
●	→	▷	◻	▽	⊞	6		0,33	Aflojar la base del molde
●	→	▷	◻	▽	⊞	7		0,16	Colocar la base del molde en el carrito
○	→	▷	◻	▽	⊞	1	10	0,81	Llevar el molde a cambiar a la estantería
●	→	▷	◻	▽	⊞	8		0,26	Colocar la base del nuevo molde
●	→	▷	◻	▽	⊞	9		0,36	Apretar la base del nuevo molde
●	→	▷	◻	▽	⊞	10		0,35	Colocación del nuevo molde
●	→	▷	◻	▽	⊞	11		0,55	Ajustar el perno del molde actual con el dado hexagonal
●	→	▷	◻	▽	⊞	12		0,49	Ajustar el perno del molde actual con la hexagonal
●	→	▷	◻	▽	⊞	13		0,95	Colocar los parámetros para el molde instaurado
○	→	▷	◻	▽	⊞	1		1,89	Comprobar que el proceso de inyección se dé de manera normal
●	→	▷	◻	▽	⊞	14		2,54	Llenado de la máquina mezcladora
○	→	▷	◻	▽	⊞	1		4,35	Mezclado del polímero
●	→	▷	◻	▽	⊞	15		2,13	Llenado de los sacos
○	→	▷	◻	▽	⊞	2	10	0,85	Transporte a la máquina inyectora
●	→	▷	◻	▽	⊞	16		1,79	Llenado de la tolva
○	→	▷	◻	▽	⊞	2		1,25	Inyección de la suelas
●	→	▷	◻	▽	⊞	17		0,27	Extracción de la suela
●	→	▷	◻	▽	⊞	18		0,04	Extracción de la rebaba
○	→	▷	◻	▽	⊞	2		0,16	Verificación visual y control del peso
●	→	▷	◻	▽	⊞	19		0,06	Apilamiento
●	→	▷	◻	▽	⊞	20		0,083	Buscar el saco
○	→	▷	◻	▽	⊞	3	5	0,17	Trasladar la gaveta
●	→	▷	◻	▽	⊞	21		9,1	Llenado de los sacos
●	→	▷	◻	▽	⊞	22		1,96	Cosido del saco
●	→	▷	◻	▽	⊞	23		0,32	Verificación y anotación en el registro

Ilustración 4-11: Diagrama de análisis de proceso suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023






Como se observa en la ilustración 4-11, en el proceso de cambio de molde en la máquina inyectora estacionaria donde se realiza la producción de la suela Gyna, el tiempo empleado es de 7,223, se ha reducido el tiempo en 2,827 minutos, incluye 15 actividades, 13 de operación, 1 de transporte y por último una de inspección.

El proceso de abastecimiento de la tolva, el tiempo empleado es de 11,66 minutos, se ha reducido 1,63 minutos, que incluye 5 actividades, 3 de operación, una de transporte y por último una de demora.

En el proceso de inyección de suelas, el tiempo empleado es de 1,78 minutos, se ha reducido 0,10 minutos, que incluye 5 actividades, 3 de operación, una de demora y por último una de inspección.

El proceso empaquetamiento de suelas Gyna en un saco que incluyen 100 pares el tiempo empleado es de 11,633 minutos, se ha reducido 0,887 minutos, que incluye 5 actividades, 4 de operación, una de transporte.

Tabla 4-21: Resumen del proceso de fabricación de la suela Gyna

Resumen				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		23		22,816
Transporte		3	25	1,83
Demora		2		5,6
Inspección		2		1,89
Almacenaje		0		0
Total		30	25	32,136

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Como se observa en la tabla 4-21, en el proceso de fabricación de la suela Gyna en la máquina inyectora estacionaria, el tiempo empleado es de 32,136 min, que incluye 30 actividades, 23 de operación, 3 de transporte, 2 de demora y por último dos de inspección.

4.5.1.1. Cálculo del IVA y AVA

Tabla 4-22: Actividades del proceso de inyección suela Gyna

Descripción	Número	Minutos
Operaciones	23	22,816
Inspecciones	2	1,89
Transporte	3	1,83
Demoras	2	5,6
Total de actividades	30	32,136

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

- **Índice de Valor Agregado: IVA = 71,00%**

Para el cálculo del índice de valor agregado se utilizó la ecuación 2-19; el porcentaje de IVA calculado es menor al 75% lo que significa que el proceso no es efectivo, pero respecto al anterior se mejoró reduciendo un 16,84% el tiempo empleado, pasando de 38,645 min a 32,136 min.

- **Análisis de Valor Agregado: AVA = 76,67%**

Para el cálculo del análisis de valor agregado se utilizó la ecuación 2-20; el porcentaje de AVA es del 76,67 %, se mejoró un 2,48% eliminando una actividad que no generaba valor a la elaboración de las suelas Gyna.

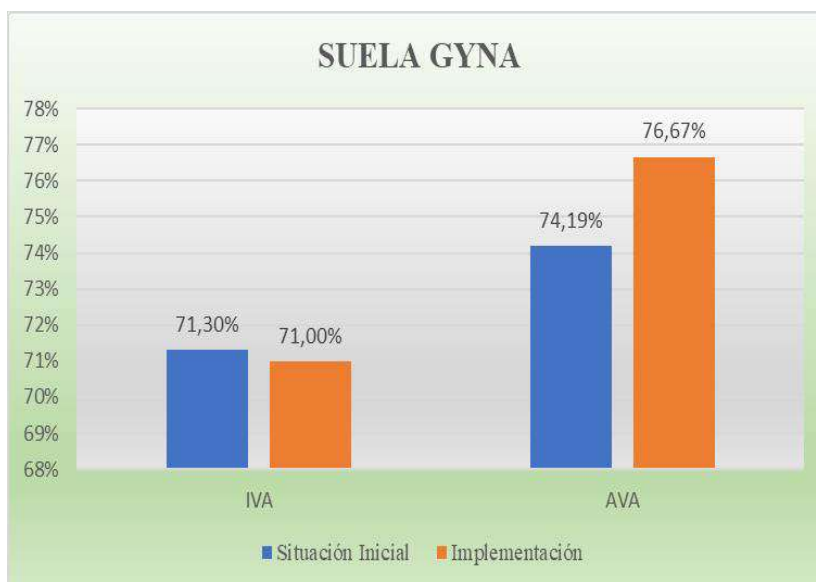


Ilustración 4-12: Comparación índice de valor agregado suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 4-23: Tiempos estándares producción de suela Gyna

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
Cambio de Molde	9,96
Abastecimiento de la Tolva	15,02
Inyección de Suelas	2,54
Empaquetado	16,72
	27,51

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El tiempo estándar total que se determinó para la elaboración de suelas es de 27,51 minutos que viene siendo la suma de todas las actividades que se incluyen en el proceso, la actividad que se

repite tiene una duración de 2,54 minutos.

Tabla 4-24: Tiempos estándares totales de producción de suela Gyna

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
Cambio de Molde	9,96
Abastecimiento de la Tolva	15,02
Inyección de Suelas	253,83
Empaquetado	16,56
	295,37

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El Tiempo estándar total, incluyendo la actividad de empaquetado que cada saco incluye 100 pares de Suelas de nombre Gyna en la máquina estacionaria da un total de 295,37 minutos.

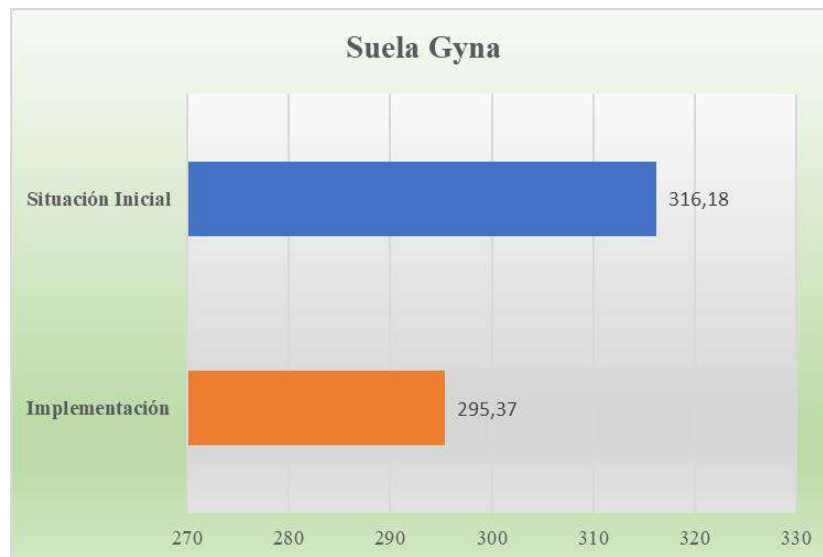


Ilustración 4-13: Comparación de los tiempos estándares

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.5.1.2. Capacidad de producción Gyna

Tabla 4-25: Capacidad de producción suela Gyna

Capacidad de producción suela Gyna	
Pares producidos por hora	24
Pares producidos por día	559
Pares producidos por mes	12300

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-25, se calculó la capacidad de producción utilizando los tiempos estándares de cada una de las actividades involucradas en el proceso de fabricación de suelas Gyna en la máquina de inyección estacionaria después de la implementación de las mejoras, comprende dos turnos de 12

horas cada uno, durante 22 días en el mes, dando un valor teórico; se utilizó la ecuación 16 para calcular los pares producidos por hora dando la cantidad de 24 pares, para los pares producidos por día se utilizó la ecuación 17, dando 280 pares de suelas Gyna, pero cómo se trabaja en dos turnos, el resultado es de 559 producidos en 24 horas, y el valor teórico mensual es de 12300 pares de suelas Gyna dónde se utilizó la ecuación 18.

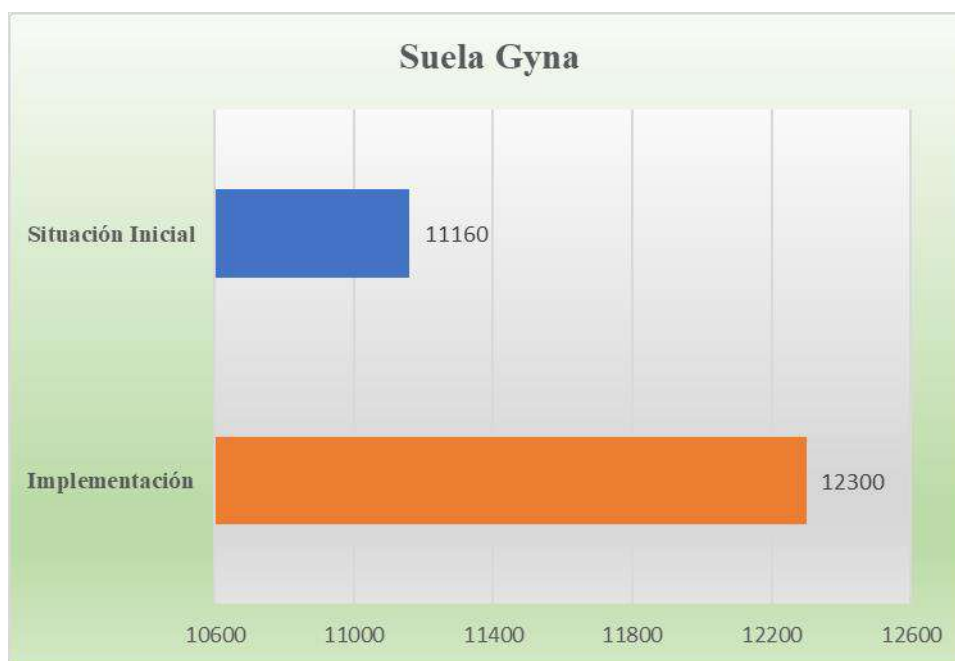


Ilustración 4-14: Comparación capacidad de producción

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.5.2. Comparación de la situación inicial vs la implementación

4.5.2.1. Capacidad de producción suela Gyna

Tabla 4-26: Situación actual vs Implementación de la suela Gyna

SUELA GYNA				
Capacidad de producción	Situación Inicial	Implementación	Incremento	%
Unidades producidas por hora	22 pares/hora	24 pares/hora	2 pares/día	9,09%
Unidades producidas por día	530 pares/día	559 pares/día	29 pares/día	5,47%
Unidades producidas al mes	11660 pares/mes	12300 pares/mes	624 pares/mes	5,49%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-26, indica el aumento del número de unidades en dos pares de suelas por hora, antes era de 22 y después de la implementación de las mejoras a 24 con un porcentaje de incremento del 9,9%; al mes un incremento del 5,45% que representa 624 pares de suelas Gyna

4.5.3. Takt Time

Tabla 4-27: Takt time situación actual vs implementación de la suela Gyna

SUELA GYNA	Situación Inicial	Después de las mejoras	Unidades
Demanda de cliente	11660	12300	mensuales
Días laborados	22	22	días
Día de trabajo	1440	1440	min/día
Hora no productiva	120	120	min/día
Disponibilidad de la maquina	90	90	%
Desperdicio	2	2	%
Demanda de cliente total mensual	12009,8	12669	
Demanda de cliente diaria	545,9	575,86	piezas/día
Tiempo neto disponible	1188	1188	min netos
Takt Time	2,176	2,063	min
Takt Time	130,573	123,779	seg
Tiempo de paso	217,622	206,299	min

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Para calcular el Takt Time se utilizó los datos obtenidos del análisis de la capacidad de producción con los tiempos estándares, donde el total de suelas Gyna producida en el mes antes de la implementación fue de 11660 pares. El valor obtenido después de las mejoras es de 12300 pares de suelas. Con el Takt time calculado, se establece que el proceso de producción se mueve o se puede decir con la velocidad que se debe producir el producto para cumplir o satisfacer la demanda del cliente, pasó de 130,573 a 123,779 segundos, el tiempo Takt se redujo en 6,794, el tiempo de pasó de 217,662 a 206,299 minutos, donde se incluye 100 pares de suelas.



Ilustración 4-15: Comparación Takt Time

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.5.4. Productividad

Tabla 4-28: Cálculo del OEE antes vs después de la implementación

SUELAS GYNA		
	Antes	Después
Producción real	13725	12300
Tiempo total perdido	53,24	50,64
Producción teórica	15192,32	11456,64

Concepto	Datos(horas)	Datos(horas)
Turnos por mes	528	528
Paros por cambio de moldes	9,24	6,64
Paros diarios	22	22
Descanso de almuerzo	22	22
Fallas	0	0

Concepto	Número de piezas	Número de piezas
Capacidad ideal (Vel Max.)	32	24
Piezas rechazadas	200	150
Total de piezas	13525	12150

Disponibilidad	89,92%	90,41%
Rendimiento	90,34%	107,36%
Calidad	98,54%	98,78%
OEE	80,05%	95,88%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-28, se detalla el cálculo de la producción teórica del tipo de suela Gyna, dónde el valor se obtiene de la multiplicación de la capacidad ideal y de la resta de los turnos por mes y del tiempo perdido que es la suma de los valores de los paros por cambio de molde en la maquina inyectora estacionaria más los paros diarios en este caso serían el tiempo que se apagan las máquinas en el día y los descansos por almuerzo que tienen los trabajadores.

La producción real es la suma de total de piezas sin ningún tipo de fallo, más las suelas rechazadas que serán reprocesadas. También se detalla el tiempo de los turnos por mes que viene a ser la multiplicación de los dos turnos diarios de 12 horas por 22 días; los paros diarios por cambio de molde se calculan mediante la multiplicación del número de veces que se cambian los moldes por el tiempo que se demoran en hacerlo, esto dividido para 60 minutos. La capacidad de producción ideal calculado es de 24 piezas en una hora.

4.6. Detalles de la implementación para el proceso de inyección de suelas Angely

4.6.1. Tiempos suela Angely

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Empresa:	Multisuelas Beltrán	Actividad:	Fabricación de suelas	Plano:	1			
Departamento:	Producción	Producto:	Suelas Angely	Hoja:	1 de 1			
Analistas:	Jefferson Reyes	Fecha:	17/2/2023	Tipo:	Operario			
Símbolos			N. Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Método Actual		
						Descripción del proceso		
			1	10	0,60	Transportar los moldes		
			1		0,087	Buscar la llave hexagonal		
			2		1,02	Aflojar el perno del molde con la hexagonal		
			3		0,402	Liberar y agarrar el molde a cambiar		
			4		0,66	Colocación del nuevo molde		
			5		1,44	Ajustar el nuevo molde		
			6		0,9	Recoger las rebabas y poner a reproceso		
			7		1,08	Calibrar cada estación		
			2	10	0,62	Transportar los moldes a la estantería		
			8		3,29	Llenado de la máquina mezcladora		
			1		4,35	Mezclado del polímero		
			9		2,25	Llenado de los sacos		
			3	10	1,55	Transporte a la máquina inyectora		
			10		2,05	Llenado de la tolva		
			2		1,5	Inyección de la suelas		
			11		0,72	Extracción de la suela		
			12		0,402	Extracción de la rebaba		
			13		0,66	Colocación de almoral		
			1		0,84	Verificación visual y control del peso		
			14		0,18	Colocar en gavetas		
			15		0,087	Buscar el saco		
			4	3	0,27	Trasladar la gaveta		
			16		6,46	Llenado de los sacos		
			17		1,96	Cosido del saco		
			18		0,32	Verificación y anotación en el registro		

Ilustración 4-16: Diagrama de análisis de proceso suela Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023






Como se observa en la ilustración 4-16, en el proceso de cambio de molde en la máquina inyectora rotativa de 6 estaciones dónde se realiza la producción de la suela Angely, el tiempo empleado es de 6,81 minutos, se ha reducido 6,824 minutos, que incluye 9 actividades, 7 de operación, 2 de transporte.

El proceso de abastecimiento de la tolva, el tiempo empleado es de 13,49, se ha reducido 0,14 minutos, que incluye 5 actividades, 3 de operación, una de transporte y por último una de demora.

El proceso de inyección de suelas, el tiempo empleado es de 4,302 minutos, se ha reducido 0,318 minutos, que incluye 6 actividades, 4 de operación, una de transporte y por último una de inspección.

El proceso empaquetamiento de suelas Angely en un saco que incluyen 66 pares, el tiempo empleado es de 9,097 minutos, se ha reducido 3,423 minutos, que incluye 5 actividades, 4 de operación y una de transporte.

Tabla 4-29: Resumen del proceso de la suela Angely

Resumen				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
Operación		18		23,968
Transporte		4	33	3,037
Demora		2		5,850
Inspección		1		0,840
Almacenaje		0		0,000
Total		25	33	33,695

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Como se observa en la tabla 4-29, en el proceso de fabricación de la suela Angely en la máquina inyectora rotativa de 6 estaciones, el tiempo empleado es de 33,695 minutos, que incluye 33 actividades, 18 de operación, 4 de transporte, 2 de demora y por último dos de inspección.

4.6.2. Cálculo del IVA y AVA de la Suela Angely

Tabla 4-30: Resumen del proceso de inyección suela Angely

Descripción	Número	Minutos
Operaciones	18	23,968
Inspecciones	1	0,84
Transporte	4	3,037
Demoras	2	5,85
Total de actividades	25	33,695

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

- **Índice de Valor Agregado: IVA = 71, 13%**

Para el cálculo del índice de valor agregado se utilizó la ecuación 2-19; el porcentaje de IVA

calculado es menor al 75% lo que significa que el proceso no es efectivo, pero respecto al anterior se mejoró reduciendo un 20,36% el tiempo empleado, pasando de 42,31 min a 33,695 min

- **Análisis de Valor Agregado: AVA = 72,19%**

Para el cálculo del análisis de valor agregado se utilizó la ecuación 2-20; el porcentaje de AVA es del 72,19 % lo que dictamina la eficiencia de las actividades que agregan valor, en relación del total de actividades que forma parte del proceso de producción de Inyección de suelas.

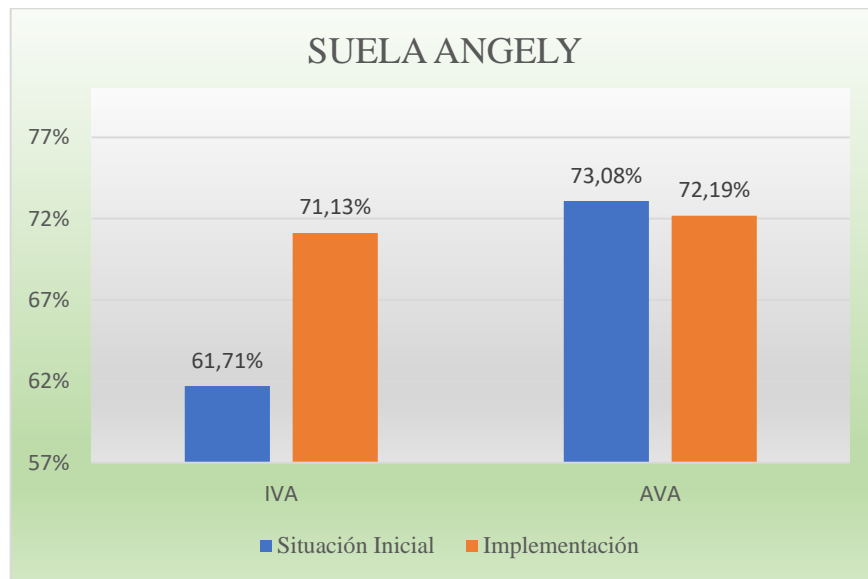


Ilustración 4-17: Comparación índice de valor agregado

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.6.3. Capacidad de producción de la suela Angely

Tabla 4-31: Tiempos estándares producción de suela Angely

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
Cambio de Molde	9,15
Abastecimiento de la Tolva	17,38
Inyección de Suelas	5,99
Empaquetado	12,79
	32,51

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El tiempo estándar total que se determinó para la elaboración de suelas es de 32,51 minutos que viene siendo la suma de todas las actividades que se incluyen en el proceso, la actividad que se repite tiene una duración de 5,99 minutos.

Tabla 4-32: Tiempos estándares producción de suela Angely

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR(min)
Cambio de Molde	9,15
Abastecimiento de la Tolva	17,38
Inyección de Suelas	131,70
Empaquetado	12,79
	171,01

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El tiempo estándar total, incluyendo la actividad de empaquetado que cada saco incluye 66 pares de suelas Angely en la máquina rotativa de 6 estaciones da un total de 171,01 min



Ilustración 4-18: Comparación de los tiempos estándares

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.6.4. Capacidad de producción Angely

Tabla 4-33: Capacidad de producción suela Angely

Capacidad de producción suela Angely	
Pares producidos por hora	30
Pares producidos por día	712
Pares producidos por mes	15664

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-33, se calculó la capacidad de producción calculada utilizando los tiempos estándares de cada una de las actividades involucradas en el proceso de fabricación de suelas Angely, en la máquina de inyección rotativa de 6 estaciones, comprende dos turnos de 12 horas cada uno, durante 22 días en el mes, se utilizó la ecuación 16 para calcular los pares producidos por hora;

en la máquina inyectora de 6 estaciones se producen 3 pares de suelas en 6,48 min, dando en una hora aproximada 30 pares; en un día aproximada 356 pares de suelas Angely cálculo realizado utilizando la ecuación 2-17, en trabajo de dos turnos dando un total de 712 pares producidos en 24 horas; y el valor teórico mensual es de 15664 pares de suelas Angely dónde se utilizó la ecuación 2-18.



Ilustración 4-19: Comparación de la capacidad de producción

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.7. Comparación de la situación inicial vs la implementación Suela Angely

4.7.1. Capacidad de producción suela Angely

Tabla 4-34: Situación actual vs Implementación suela Angely

SUELA ANGELY				
Capacidad de producción	Situación Inicial	Implementación	Incremento	%
Unidades producidas por hora	28 pares/hora	30 pares/hora	2 pares/día	7,14%
Unidades producidas por día	648 pares/día	712 pares/día	64 pares/día	9,88%
Unidades producidas al mes	14 256 pares/mes	15664 pares/mes	1408 pares/mes	9,88%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La capacidad de producción en la máquina inyectora rotativa de 6 estaciones, el número de unidades se ha incrementado en dos pares de suelas por hora, de 28 a 30, con un porcentaje de incremento del 7,14%, al mes sería un incremento del 9,88% que representa 1408 pares de suelas Angely.

4.7.2. *Takt Time suela Angely*

Tabla 4-35: Takt time situación actual vs implementación suela Angely

SUELA ANGELY	Situación Inicial	Después de las mejoras	Unidades
Demanda de cliente	14256	15664	mensuales
Días laborados	22	22	días
Día de trabajo	1440	1440	min/día
Hora no productiva	120	120	min/día
Disponibilidad de la maquina	90	90	%
Desperdicio	5	3	%
Demanda de cliente total mensual	14968,8	16133,92	
Demanda de cliente diaria	680,4	733,36	piezas/día
Tiempo neto disponible	1188	1188	min netos
Takt Time	1,75	1,62	min
Takt Time	104,76	97,20	seg
Tiempo de paso	174,60	161,99	min

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Para calcular el Takt Time se utilizó los datos obtenidos del análisis de la capacidad de producción con los tiempos estándares, dónde el total de suelas Angely producida en el mes antes de la implementación fue de 14256 pares, se trabajó 22 días y la máquina inyectora tiene una disponibilidad del 90%. Y el valor obtenido después de las mejoras es de 15664 pares de suelas. Con el Takt time calculado, se establece que el proceso de producción determina la velocidad con la que se debe producir el producto para cumplir o satisfacer la demanda del cliente, pasó de 104,76 a 97,20 segundos, el tiempo Takt se redujo en 7,56; el tiempo de pasó de 174,60 a 161,99 minutos, dónde se incluye 66 pares de suelas.



Ilustración 4-20: Comparación del Takt Time

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.7.3. Eficiencia operativa de los equipos

Tabla 4-36: Cálculo del OEE antes vs después de la implementación

SUELA ANGELY		
	Antes	Después
Producción real	17694	15664
Tiempo total perdido	59,28	51,625
Producción teórica	17811,23	14291,25

Concepto	Datos(horas)	
Turnos por mes	528	528
Paros por cambio de moldes	15,28	7,625
Paros diarios	22	22
Descanso de almuerzo	22	22
Fallas	0	0

Concepto	Número de piezas	
Capacidad ideal (Vel Max.)	38	30
Piezas rechazadas	1500	1000
Total de piezas	16194	14664

Disponibilidad	88,77%	90,22%
Rendimiento	99,34%	109,61%
Calidad	91,52%	93,62%
OEE	80,71%	92,58%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-36, se detalla el cálculo de la producción del tipo de suela Angely, dónde el valor se obtiene de la multiplicación de la capacidad ideal y de la resta de los turnos por mes y del tiempo perdido que viene siendo la suma de los valores de los paros por cambio de molde en la maquina inyectora estacionaria más los paros diarios en este caso serían el tiempo que se apagan las máquinas en un día y los descansos por almuerzo que tienen los trabajadores.

La producción real es la suma total de piezas sin ningún tipo de fallo, más las suelas rechazadas que serán reprocesadas. También se detalla el tiempo de los turnos por mes que viene a ser la multiplicación de los dos turnos diarios de 12 horas por 22 días; los paros diarios por cambio de molde se calculan multiplicando el número de veces que se cambian los moldes por el tiempo que se demoran en hacerlo, esto dividido para 60 minutos. El porcentaje en la eficiencia de los equipos calculado en el proceso de inyección de suelas Angely es de 80,71% a 92,58%. Dónde la calidad pasó 91,52% a 93,62% y la disponibilidad de 88,77% a 90,22%.

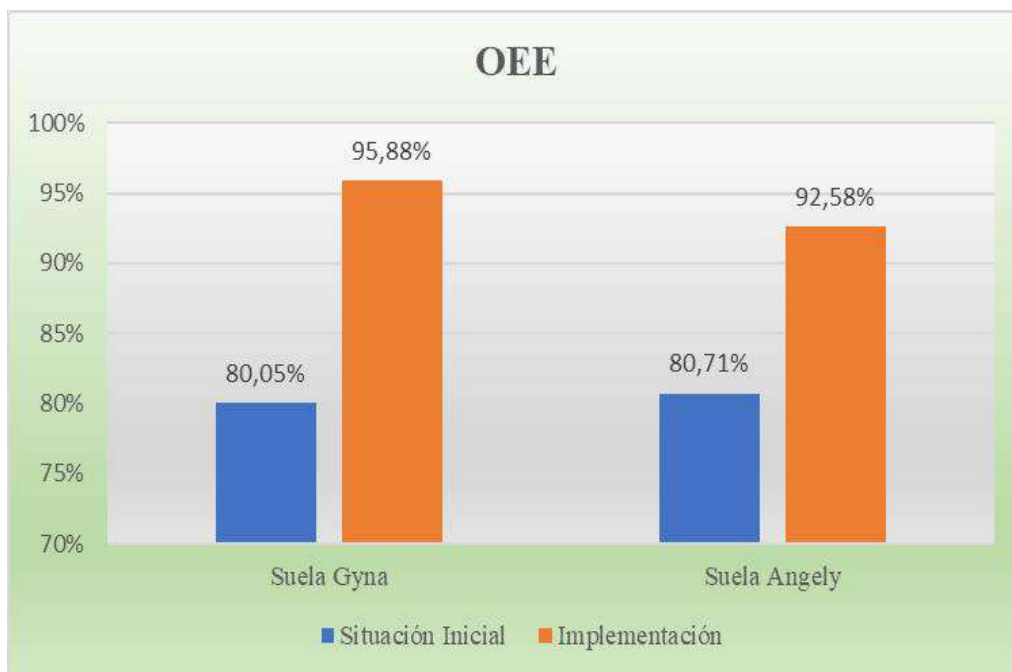


Ilustración 4-21: Comparación de la eficiencia general de los equipos

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.8. Productividad después de las mejoras

4.8.1. Producción actual suela Gyna

Tabla 4-37: Datos cálculo de la productividad

Datos obtenidos	Situación Inicial	Después de las mejoras	Unidades
Días de trabajo al mes	22	22	día
Horas de trabajo al día	12	12	hora
Horas de trabajo al mes	264	264	hora
Número de pares de suelas elaboradas al mes	11660	12300	unidad
Tiempo de ciclo	7,89	7,4	min/unidad
Tiempo total de producción	28485,6	28641,6	min
Total de producción en horas	474,76	477,36	hora
Número de trabajadores	4	4	unidad

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-37 contiene los datos para realizar el cálculo de la productividad se utiliza los datos obtenidos teóricamente; tomando la capacidad de producción de 12300 pares de suelas Gyna que se producen al mes junto a los tiempos de producción y los 4 trabajadores; dos inyectores y dos abastecedores en cada turno.

4.8.1.1. Productividad de la jornada actual

- **Productividad laboral:** 6,442 pares/(hora/trabajador)

La productividad laboral es de 6,442 pares de suelas/ (hora/trabajador) sin embargo se considera que el abastecedor realiza su actividad a varias máquinas inyectoras.

4.8.1.2. Productividad en general de la situación actual

- **Productividad:** 25,767 pares de suelas Gyna/hora

La productividad actual que utiliza el tiempo teórico calculado es 25,767 pares de suela por hora

4.8.2. Producción actual suela Angely

Tabla 4-38: Datos cálculo de la productividad

Datos obtenidos	Situación Inicial	Después de las mejoras	Unidades
Días de trabajo al mes	22	22	día
Horas de trabajo al día	12	12	hora
Horas de trabajo al mes	264	264	hora
Número de pares de suelas elaboradas al mes	14256	15664	unidad
Tiempo de ciclo	6,38	5,81	min/unidad
Tiempo total de producción	28123,2	28582,8	min
Total de producción en horas	468,72	476,38	hora
Número de trabajadores	4	4	unidad

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-38, se describe los datos para realizar el cálculo de la productividad se utiliza los datos obtenidos teóricamente; tomando la capacidad de producción de 15664 pares de suelas Angely que se producen al mes junto a los tiempos de producción y los 4 trabajadores; dos inyectoras y dos abastecedores en cada turno.

4.8.2.1. Productividad de la jornada actual

- **Productividad laboral:** 8,220 pares/(hora/trabajador)

La productividad laboral es de 8,220 pares de suelas/ (hora/trabajador) sin embargo debe considerarse que el abastecedor realiza su actividad a varias máquinas inyectoras.

4.8.2.2. *Productividad en general de la situación actual*

- **Productividad:** 32,881 pares de suelas Angely/hora

La productividad actual que utiliza el tiempo teórico calculado es 32,881 pares de suela por hora

4.8.3. *Porcentaje de productividad*

Tabla 4-39: Porcentaje de productividad

PORCENTAJE DE PRODUCTIVIDAD								
TIPO DE SUELAS	INSUMOS		PRODUCCIÓN					PRODUCTIVIDAD
	Tiempo disponible(horas)	Tiempo operativo (horas)	Producción estándar (Pares de Suelas)	Producción real(Pares de suelas)	Eficiencia	Eficacia	Calidad	
SUELA GYNA	528	477,36	12411,36	12300	90,41%	99,10%	98,78%	88,51%
SUELA ANGELY	528	476,38	15720,38	15664	90,22%	99,64%	93,62%	84,16%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Los porcentajes que se obtuvieron representan el correcto uso de los recursos de la empresa; el porcentaje de cumplimiento de la empresa y la ejecución correcta de cada proceso de inyección de las suelas Gyna y Angely.



Ilustración 4-22: Comparación de los porcentajes de productividad

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 4-22, detalla la comparación del porcentaje de productividad de la situación inicial versus la implementación de las mejoras, donde en la suela Gyna tuvo un incremento del 1,69% y la suela Angely un incremento del 3,63%

4.9. VSM futuro

4.9.1. Suela Gyna

4.9.1.1. Lead Time

Tabla 4-40: Lead Time suela Gyna

Inventario	INV	Und	250	150	3	8
Lead Time	LTI	días	0,556	1,099	1,053	0,014

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-40; se realizan los cálculos del lead time utilizando la ecuación 2-7; el lead time de un proceso es la cantidad de tiempo que transcurre entre el inicio de la fabricación de un producto y el momento en que está terminado y listo para ser utilizado por el cliente.

4.9.1.2. Cálculo de valor agregado

Tabla 4-41: Valor agregado suela Gyna

		Und	Valor
Tiempo de valor añadido	TVA	min	14,831
Tiempo de valor no añadido	TNVA	min	3918,564
Tiempo Total	TT	min	3933,395
Touch time	TOU	%	0,38%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-41, se calcula el valor agregado utilizando la ecuación 2-8; el tiempo de valor no añadido cuyo resultado es la sumatoria del lead time, se calcula el tiempo total con la ecuación 10 por último se calcula el touch time con la ecuación 2-11.

4.9.1.3. Comparación de los tiempos de valor no añadido Gyna

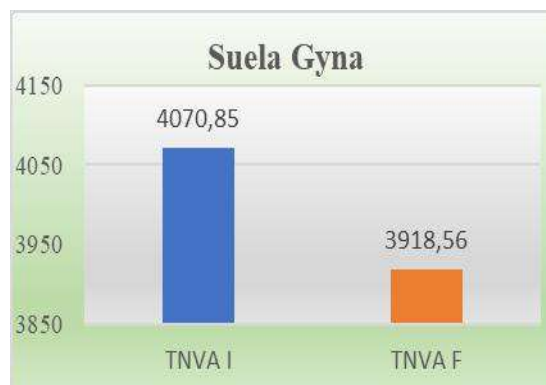


Ilustración 4-23: Comparación de valor no añadido Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.9.2. *Suela Angely*

4.9.2.1. *Lead Time*

Tabla 4-42: Lead Time Suela Angely

Inventario	INV	Und	400	800	13	200
Lead Time	LTI	días	1,110	1,060	1,110	0,281

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-42, se realizan los cálculos del lead time utilizando la ecuación 2-7; el lead time de un proceso es la cantidad de tiempo que transcurre entre el inicio de la fabricación de un producto y el momento en que está terminado y listo para ser utilizado por el cliente.

4.9.2.2. *Cálculo de valor agregado*

Tabla 4-43: Valor agregado suela Angely

		Und	Valor
Tiempo de valor añadido	TVA	min	11,113
Tiempo de valor no añadido	TNVA	min	5127,694
Tiempo Total	TT	min	5138,808
Touch time	TOU	%	0,22%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-43, se calcula el valor agregado utilizando la ecuación 8; que es la sumatoria de los tiempos de ciclo, el tiempo de valor no añadido, resultado es la sumatoria del lead time, se calcula el tiempo total con la ecuación 10 por último se calcula el touch time con la ecuación 2-11.

4.9.2.3. *Comparación de los tiempos de valor no añadido Angely*

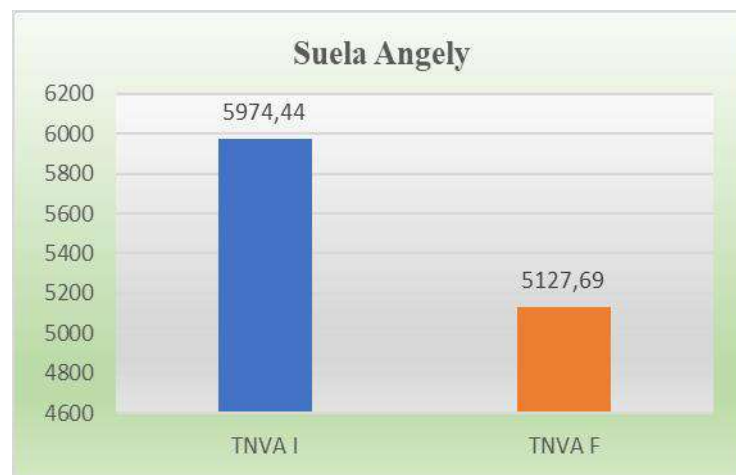


Ilustración 4-24: Comparación de los tiempos de valor no añadido Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

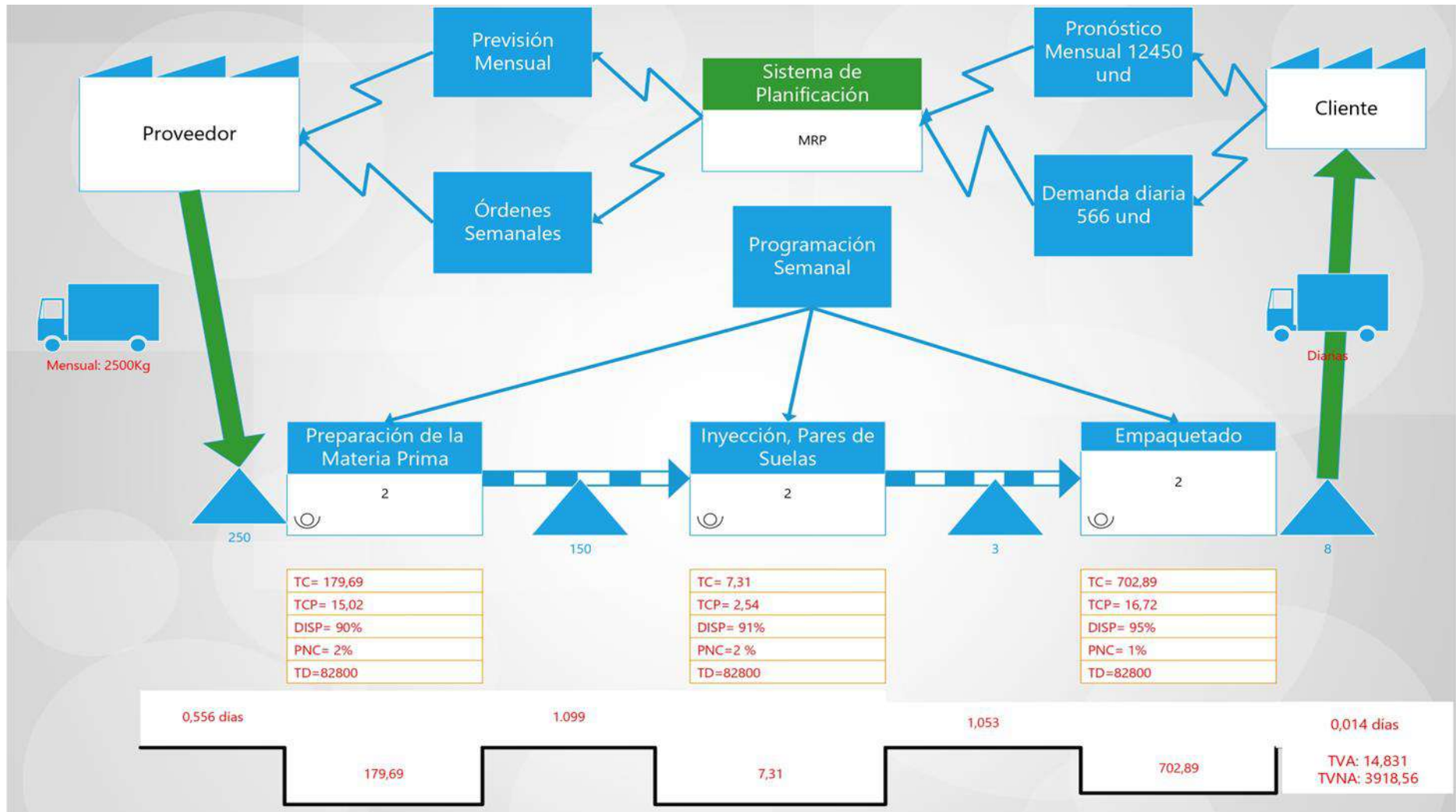


Ilustración 4-25: VSM futuro de la Suela Gyna

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

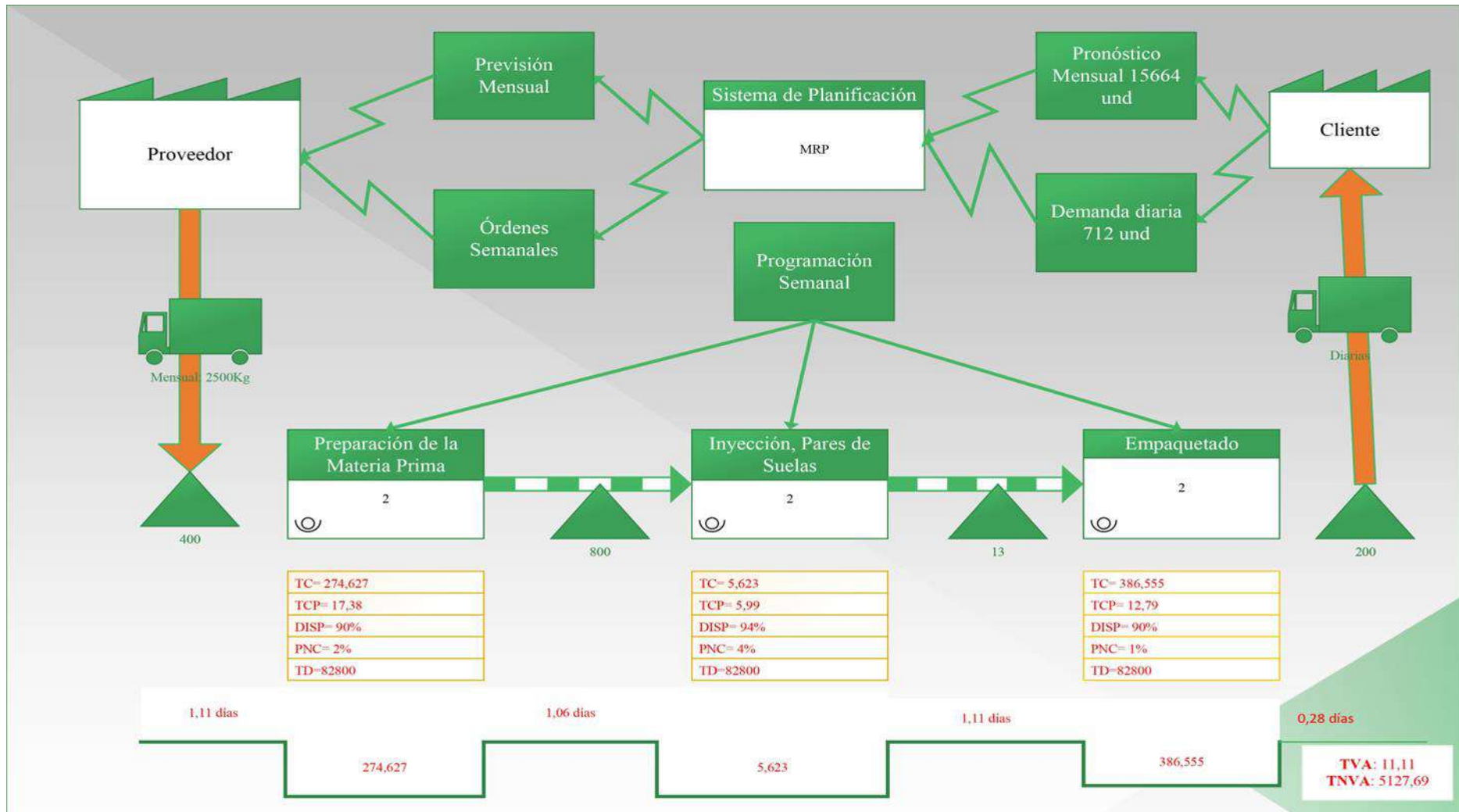


Ilustración 4-26: VSM futuro de la suela Angely

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.10. Mantenimiento preventivo de las máquinas inyectoras

4.10.1. *Proceso de selección de actividades de mantenimiento*

Una vez finalizado el análisis de los modos de falla y sus efectos del subsistema hidráulico; subsistema mecánico y el subsistema eléctrico.

Se realizó la hoja de decisión RCM; que se basa en el árbol lógico de decisiones que consta de dos partes, la primera parte es de los modos de fallos que son: evidente, lesivo contaminante y pérdidas económicas; y la segunda de los efectos que se pueden mitigar con las tareas de mantenimiento: predictivas, preventivas y defectivas.

Las tareas de mantenimiento predictivas primera fase son las tareas de condición, de la fase dos las preventivas incluyen las tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclicos, de la fase tres las detectivas, son las tareas de búsqueda de fallas. Para cada falla funcional se realizó la contestación de las preguntas de las diferentes fases y se determinó los tipos de mantenimiento adecuado.

Los trabajos predictivos, generalmente denominados acciones "a condición", incluyen el monitoreo de fallas futuras para tomar precauciones contra fallas funcionales o sus efectos.

Las tareas proactivas son técnicamente posibles, propias del mantenimiento preventivo y del mantenimiento predictivo, son aquellas que se realizan antes de que se produzca una avería. Estas tareas reducen las consecuencias del modo de falla a un nivel que el usuario del activo pueda tolerar. Las operaciones generalmente se realizan en componentes que tienen fallas relacionadas con el envejecimiento, lo que significa que existe una correlación directa entre la antigüedad del componente y su potencial de falla. La edad de un elemento aumenta la probabilidad de falla y determina la frecuencia con la que se deben realizar estas tareas.

Independientemente de su estado actual, los componentes se revisan y reparan mediante operaciones de reacondicionamiento cíclica con una frecuencia predeterminada. Al realizar operaciones de reemplazo cíclico, independientemente de la condición actual del equipo, se reemplazan parte o todos sus componentes en intervalos de tiempo predeterminados.

Cuando se ocultan los efectos de un modo de fallo, lo que sólo ocurre en los mecanismos de seguridad que salvaguardan a otro elemento evitando que falle, sólo se aplican tareas de búsqueda de fallas. Estas tareas se encargan de revisar periódicamente el elemento de protección para determinar si ha fallado y, en caso afirmativo, cambiarlo o arreglarlo para que no falle el elemento protegido y no ocurran múltiples fallas.

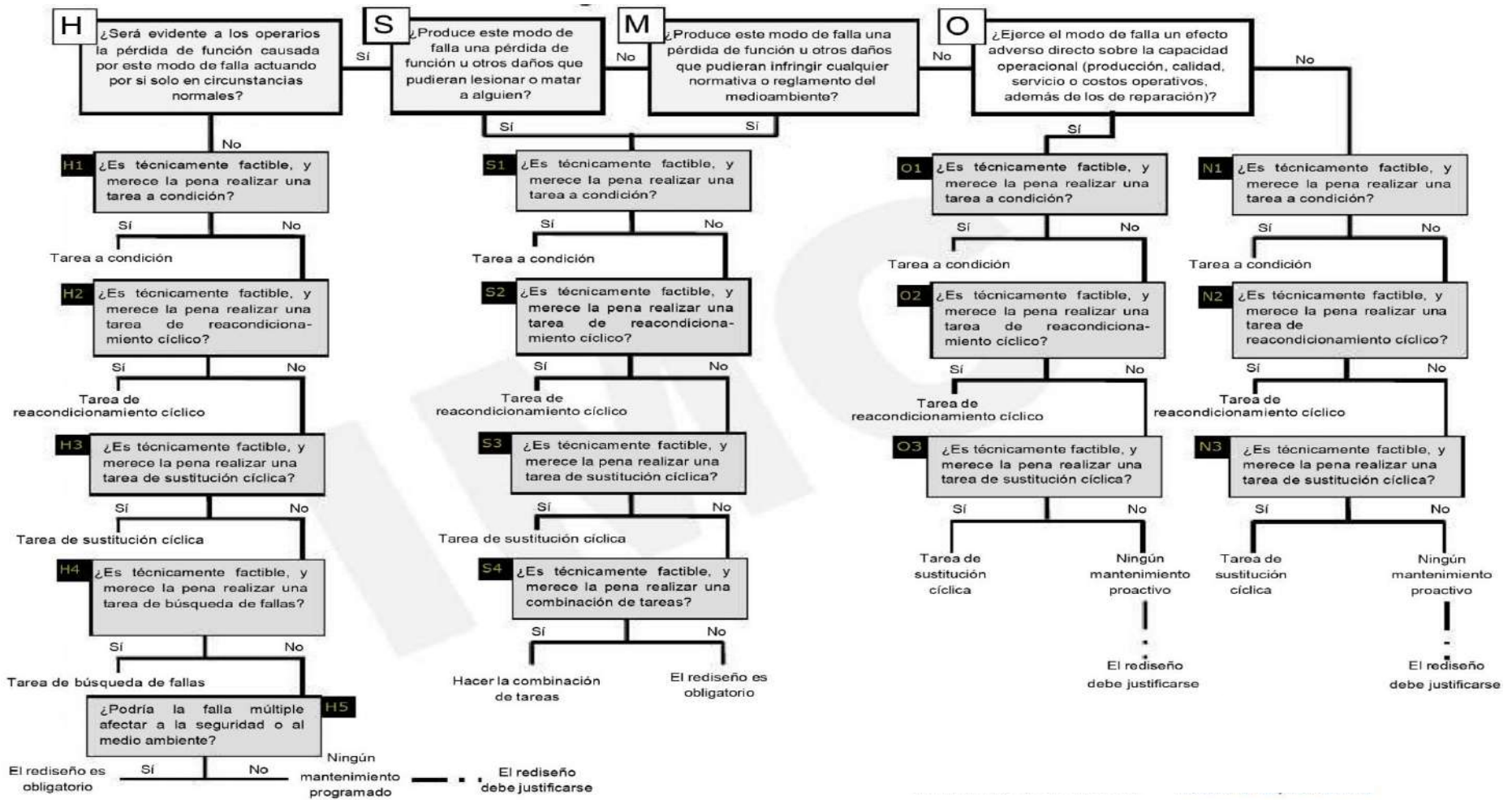


Ilustración 4-27: Árbol de decisión RCM

Fuente: (Torres, L. 2005)

4.10.2. Mejoramiento de las máquinas inyectoras

Tabla 4-44: Hoja de información RCM

Hoja de Información RCM				Equipo/Activo		Equipo N°	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°	
				Máquina Inyectora				27/2/2023	1	
				Sistema/Componente		Sistema N°	Auditor:	Fecha:	De:	
				Hidráulico, Mecánico y Eléctrico		3	Jefferson Reyes	28/2/2023	1	
Subsistema	Función		Falla Funcional	Modo de Falla		Efecto de Falla				
Hidráulico	1	Encargado de la rotación relativa de los elementos de cierre y la apertura del porta molde	A	Falla en la apertura y cierre del porta molde	1	Falta de lubricación	Porta molde atascado			
Mecánico	2	El molde define la figura de la suela	A	Molde desajustado	1	Molde descalibrado para el cierre	Suelas con rebaba, producto de baja calidad; se envía reproceso			
	3	La electro-válvula realiza la apertura y cierre del molde móvil	A	No se realiza el correcto cierre ni apertura del molde móvil	1	Desgaste de las partes internas de la válvula	El material no toma la forma del molde, causando imperfectos en el producto			
					2	La bomba no envía la suficiente presión				
	4	La placas del molde realizan el cierre del molde	A	No hay cierre en los moldes	1	Desgaste del molde	Imperfectos en el conformado del molde, piezas con grietas, no se lleva a cabo producción completa			
					2	Roscas aislada	Moldes mal ajustados			
5	La boquilla es la encargada del llenado del molde	A	Incapaz de llenar el molde	1	Orificio de salida de la boquilla tapados	Deformación del material en el molde; producto terminado defectuoso				
				B	Exceso de materia prima a la salida	2	Desgaste de la boquilla	Afecta el producto directamente por que no hay material para inyectar al molde		
Eléctrico	6	Las resistencias eléctricas transforman la energía eléctrica a térmica Transmitiéndola a hacia el barril a fundir y asegurar que el material fundido sea uniforme	A	No existe generación de calor	1	Corto Circuito: fusibles quemados	Retardo en el proceso de fusión con resultados de baja calidad del producto final			
	7	Los calentadores Se encarga de elevar la temperatura hasta que se derrita el polímero	A	No alcanza la temperatura deseada	1	No calentamiento del barril	El polímero no se funde para su inyección			
	8	Las válvulas - check Encargadas de verificar las presiones de agua como de aire	A	Falla en las mediciones de presión de aire y agua	1	Deterioro	No se controla la presión de salida de aire y agua			
	9	Los termopares son encargada de informar al microprocesador en que temperatura está el cilindro	A	Falla en las mediciones de la temperatura	1	Tiempo de vida útil cumplida	Control de la temperatura defectuosa			
					2	Desconexión				
3					Quemado					
10	Unidad de control es la encargada de controlar las funciones de la máquina	A	Inconvenientes al encender la máquina	1	Componentes electrónicos en mal estado	No se enciende el equipo				
				B	Inyección incorrecta	2	Mala interpretación de los parámetros	Defectuoso el proceso de inyectado		

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Tabla 4-45: Hoja de decisión RCM

HOJA DE DECISIÓN RCM			Equipo/Activo				Equipo N°	Facilitador:					Fecha:	Hoja N°	
			Máquina Inyectora				1							1/2/2023	
			Sistema/Componente				Sistema N°	Auditor					Fecha:	De:	
			Hidráulico, Mecánico, Eléctrico				3		Jefferson Reyes					27/2/2023	
REFERENCIA DE INFORMACIÓN			EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	Acciones a falta de			TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	A REALIZAR POR:
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
1	A	1	N	N	N	S	S	N2	N3				Revisión del sistema hidráulico, bomba hidráulica y mangueras	Cada 6 meses	Técnico
2	A	1	S	N	N	S	S	N2	N3				Verificación de la calibración del cierre del molde	Diario	Operario
3	A	1	S	N	N	S	S	N2	N3				Verificación de la calibración del cierre del molde	Diario	Operario
		2	S	N	N	S	S	N2	N3						
4	A	1	N	N	N	S	N1	S	N3				Realizar una revisión del estado del molde	Cada 6 meses	Operario
		2	N	N	N	S	N1	S	N3						
5	A	1	N	N	N	S	N1	N2	S				Verificación o cambio de la boquilla	Cada 6 meses	Técnico
	B	2	N	N	N	S	N1	N2	S				Cambio de la boquilla	Cada 6 meses	Técnico
6	A	1	N	N	N	S	N1	N2	S				Cambio de los sensores de temperatura	Cada año	Técnico
7	A	1	N	N	N	S	S	N2	N3				Revisión las resistencia del cañón de la inyectora	Cada 6 meses	Técnico
8	A	1	N	N	N	S	N1	S	N3				Revisión los medidores de presión	Cada 3 meses	Técnico
9	A	1	N	N	N	S	N1	S	N3				Verificación los medidores de temperatura	Cada 3 meses	Operario
		2	N	N	N	S	N1	S	N3						
		3	N	N	N	S	N1	S	N3						
10	A	1	S	N	N	S	N1	N2	N3	S			Revisión de la unidad de control, fusibles y componentes eléctricos	Cada 6 meses	Técnico
	B	2	N	N	N	S	S	N2	N3				Reducir la temperatura del proceso, lubricar y limpiar el husillo	Cada 6 meses	Operario

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.10.3. Tareas de mantenimiento

Tabla 4-46: Leyenda de la hoja de decisión RCM

F	Función	H1 S1 O1 N1	Tareas basadas en condición
FF	Falla funcional	H2 S2 O2 N2	Tareas de reacondicionamiento cíclico
FM	Modo de falla	H3 S3 O3 N3	Tareas de sustitución cíclica
H	Consecuencia de fallas	H4	Búsqueda de fallas
S	Consecuencia a la seguridad	H5	Rediseño
E	Consecuencia al medio ambiente	S4	Combinación de tareas
O	Consecuencias Operativas		

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

Se utilizó la letra S para indicar la selección y la letra N para la no selección de la tarea preventiva; la tabla 4-46, representa la selección de las tareas de mantenimiento para los diferentes modos de fallas.

Para la creación de estándares de limpieza y lubricación, se debió aceptar la mentalidad de cambio a través de controles diarios por parte del operador. Las inspecciones diarias se basaron en un sistema que siempre esté recibiendo retroalimentación. En el esfuerzo por mejorar el equipo, hay reglas que deben seguirse para evitar interferir con la capacidad de los trabajadores para hacer su trabajo, ya que prefieren concentrarse únicamente en ellos y ver el mantenimiento de su espacio de trabajo limpio y ordenado como una responsabilidad adicional.

Se realizó una limpieza diaria, aunque no a fondo, ya que es peligroso limpiar con la máquina en marcha. Esto inculcó una cultura de limpieza en el operador hacia la máquina.

- Limpieza del espacio de trabajo.
- Limpieza de los cilindros y tuberías más cruciales para comprobar si hay fugas y observar si están conectados correctamente.
- Limpieza del tablero de control
- Limpieza de las cubiertas de la máquina

Los controles visuales que se realizaron:

- Antes de cada producción, los jefes de turno dan la información del tipo de polímero y sus correspondientes temperaturas. Esto permite calibrar la máquina con las temperaturas correctas.
- Revisión de líneas y mangueras hidráulicas en busca de fugas.
- Verificación que las conexiones al molde estén bien sujetas.
- Verificación que haya lubricante en cada componente deslizante.
- Verificación que no haya aceite, material plástico, sustancia pegajosa, o cualquier otro tipo de material que pueda causar el colapso de la boquilla de inyección.

4.10.4. Retroalimentación continua

4.10.4.1. Registro en formatos de mantenimiento

Las fases de la metodología deben retroalimentarse mediante la recopilación de datos en formularios de registro para cualquier acción de mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo, para que la implementación del RCM sea sostenible en el tiempo.

Tabla 4-47: Lista de verificación de mantenimiento del sistema hidráulico


CHECK LIST DE MANTENIMIENTO MULTISUELAS BELTRÁN						
Fecha:			Realizado por:			
DATOS GENERALES						
Máquina/Equipo		Sistema	Hidráulico			
No.	Subsistema	Descripción de Actividades	Realizado			Observaciones
			SI	NO	N/A	
1	Hidráulico	Chequeo de la calidad del aceite				
2		Cancelación de fugas de aceite				
3		Chequeo de condiciones de mangueras hidráulicas				
4		Chequeo de condiciones de actuadores				
5		Limpieza de los filtros de aire				
6		Limpieza de filtro de succión y retorno				
7		Revisión de limpieza de intercambiador de calor				
8		Chequeo de ruidos anormales en las bombas hidráulicas				
9	Mecánico	Chequeo de los estado de los empaques				
10		Chequeo del estado de los acoples				
11		Chequeo de apriete de tornillos				
12		Chequeo de fijación de los cilindros				
13		Inspección de ruidos extraños y vibraciones				
Notas						
Realiza			Recibe			
_____			_____			
			Líder de la planta			

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-47, se detalla la lista de verificación del sistema hidráulico de las máquinas inyectoras, la misma que se generó a partir de las tareas propuestas de la hoja de decisión RCM de la tabla 4-45. Que ayuda a garantizar que cada equipo funcione durante mucho tiempo en las mejores condiciones posibles; además da prioridad al mantenimiento preventivo de cada equipo, lo que reduce la necesidad de reparaciones correctivas. Asegura de que el gasto de mantenimiento sea mínimo.

Y lleva un registro de las máquinas, equipos que fueron examinados. Por lo tanto, esta información no está exclusivamente en posesión de la persona que realiza la revisión.

Tabla 4-48: Lista de verificación de mantenimiento

CHECK LIST DE MANTENIMIENTO							
MULTISUELAS BELTRÁN							
Fecha:			Realizado por:				
DATOS GENERALES							
Máquina/Equipo		Descripción de Actividades	Sistema			Mecánico	
No.	Componente		Realizado			Observaciones	
		SI NO N/A					
1	Molde	Verificación de apriete de tuercas de sujeción del molde					
2		Rectificación de las roscas de sujeción del molde					
3	Placas del molde	Chequeo de bujes y pasadores salidos y reventados					
4		Chequeo del estado del sensor					
5		Chequeo de la llave hidráulica					
6	Boquilla	Reapriete de la boquilla del cañón de inyección					
7		Limpieza de la boquilla					
8		Chequeo de las resistencias					
9		Verificación de alineación del tren de inyección					
10	Electro-válvula	Chequeo de piezas de la válvula					
11		Inspección de ruidos extraños y vibraciones					
12	Eléctrico	Limpieza de tableros eléctricos					
13		Reapriete de conexiones eléctricas					
14		Acomodo de cables de alimentación y termopares					
15		Chequeo de voltajes de control					
16		Chequeo de voltajes de fuerza					
17		Chequeo de funcionamiento de control de temperatura de					
18	Resistencias eléctricas	Chequeo de conexiones, calibración de las termocuplas, fusibles quemados, relés en estado sólido, sensores de					
19		Chequeo de los medidores de presión					
20		Chequeo de los medidores de temperatura					
21		Revisión y limpieza de ventiladores					
22		Limpieza de ventilas del motor eléctrico					
Notas							
Realiza			Recibe				
_____			_____				
			Líder de la planta				


Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

En la tabla 4-48, se detalla la lista de verificación del sistema mecánico y eléctrico de las máquinas inyectoras, la misma que se generó a partir de las tareas propuestas de la hoja de decisión RCM de la tabla 4-45.

4.10.5. Historial de mantenimiento

El historial de mantenimiento incluye la descripción completa de todas las acciones realizadas con respecto a cada máquina, sistema y subsistema. Llevar un registro de las operaciones de mantenimiento realizadas sirve para la realización de estadísticas, gráficos que ayuda a la gestión eficaz del plan de mantenimiento.

Tabla 4-49: Historial de mantenimiento

											
MULTISUELAS BELTRÁN											
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO											
Código	Máquina	Subsistema	Acción Preventiva a desarrollar				Descripción	Tiempo Mtto.		Tiempo de Paro	
			Limpieza	Lubricación	Inspección	Cambio		Horas	Minutos	Horas	Minutos
Total de Acciones							Total de Horas				
Total de Acciones							Total de Horas				
Total de Acciones							Total de Horas				
Total de Acciones							Total de Horas				
Total de Acciones							Total de Horas				

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

4.10.6. Agrupación en el plan de mantenimiento

Tabla 4-50: Tabla de frecuencia de acción

	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del RCM	Acción de mantenimiento a ejecutar	Diario	Trimestral	Semestral	Anual
Actuadores hidráulicos	Tarea a condición	Revisión del sistema hidráulico, bomba hidráulica y mangueras				
Molde	Tarea a condición	Verificación la calibración del cierre del molde				
Electro-válvula	Tarea a condición	Verificación de la calibración del cierre del molde				
	Tarea a condición					
Placas del molde	Tarea de reacondicionamiento cíclico	Revisión del estado del molde				
	Tarea de reacondicionamiento cíclico					
Boquilla	Tarea de sustitución cíclica	Verificación o cambio de la boquilla				
	Tarea de sustitución cíclica	Cambio de la boquilla				
Resistencias eléctricas	Tarea de sustitución cíclica	Cambio de los sensores de temperatura				
Calentadores	Tarea a condición	Revisión de las resistencia del cañón de la inyectora				
Válvulas-check	Tarea de reacondicionamiento cíclico	Revisión los medidores de presión				
Termopares	Tarea de reacondicionamiento cíclico	Verificación de los medidores de temperatura				
	Tarea de reacondicionamiento cíclico					
	Tarea de reacondicionamiento cíclico					
Unidad de control	Tarea de búsqueda de fallos	Revisión de la unidad de control, fusibles y componentes eléctricos				
	Tarea de condición	Reducir la temperatura del proceso, lubricar y limpiar el husillo				

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-50, detalla el plan de mantenimiento final y la frecuencia de actuación.

4.10.7. Verificación RCM

Tabla 4-51: Acciones Recomendadas

Falla Funcional	Acciones recomendadas
Incapaz generar flujo del fluido	Verificación frecuente de las presiones
Pérdida de potencia	Cambio de filtro y inspeccionar los pistones
Fugas de plástico fundido	Verificación de temperatura y presión a la salida de la bomba
Incapaz de llenar el molde	Verificación o cambio de la boquilla
Incapaz de transportar agua de enfriamiento	Verificar e inspeccionar fugas y presión de la bomba
Incapaz de transportar aire presurizado	Verificar e inspeccionar fugas y presión de la bomba
Inyección incorrecta	Reducir la temperatura del proceso, lubricar y limpiar el husillo
Incapaz de alimentar el cilindro	Verificar el estado y limpiar la garganta de la tolva
No gira, problemas al trasladar el polímero procedente de la tolva	Inspeccionar la lubricación
Falla al mover el inyector	Revisar y limpiar la válvula
Exceso de materia prima a la salida	Cambiar la boquilla
No hay cierre en los moldes	Realizar una revisión del estado del molde
Inconvenientes al encender la máquina	Revisar periódicamente la unidad de control, fusibles y componentes eléctricos
Falla en las mediciones de presión de aire y agua	Verificar A11:B23e inspeccionar fugas y presión de la bomba
Falla en las mediciones de la temperatura	Verificar los medidores de temperatura
No se realiza el correcto cierre ni apertura del molde móvil	Verificar la calibración del cierre del molde
No existe generación de calor	Cambiar los sensores de temperatura
No alcanza la temperatura deseada	Revisar las resistencia del cañón de la inyectora
Molde desajustado	Verificar la calibración del cierre del molde
Falla en la apertura y cierre del porta molde	Revisar el sistema hidráulico, bomba hidráulica y mangueras

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-52, muestra la evaluación de número de prioridad de riesgo (NPR) de cada componente después de la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) con la finalidad de comparar los valores de cada modo de falla de acuerdo con los criterios de gravedad, ocurrencia y detección utilizando las tablas del anexo F, con los valores NPR de la situación inicial.

Tabla 4-52: Cálculo de los NPR después de la implementación

Subsistema	Función		Modo de Falla	Valoraciones				NPR INICIAL
				S	O	D	NPR	
Hidráulico	1	Actuadores eléctricos	Falta de lubricación	7	2	5	70	168
Mecánico	2	Molde	Molde descalibrado para el cierre	4	2	7	56	160
	3	Electro-válvula	Desgaste de las partes internas de la válvula	7	3	5	105	147
			La bomba no envía la suficiente presión					
	4	Placas del molde	Desgaste del molde	6	3	5	90	126
			Roscas aislada					
5	Boquilla	Orificio de salida de la boquilla tapados	5	3	5	75	120	
		Desgaste de la boquilla						
Eléctrico	6	Resistencias eléctricas	Corto Circuito: fusibles quemados	7	3	5	105	147
	7	Calentadores	No calentamiento del barril	6	3	6	108	147
	8	válvulas - check	Deterioro	5	3	5	75	135
	9	Termopares	Tiempo de vida útil cumplida	5	3	5	75	135
			Desconexión					
			Quemado					
10	Unidad de control	Componentes electrónicos en mal estado	7	2	6	84	126	
		Mala interpretación de los parámetros						

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

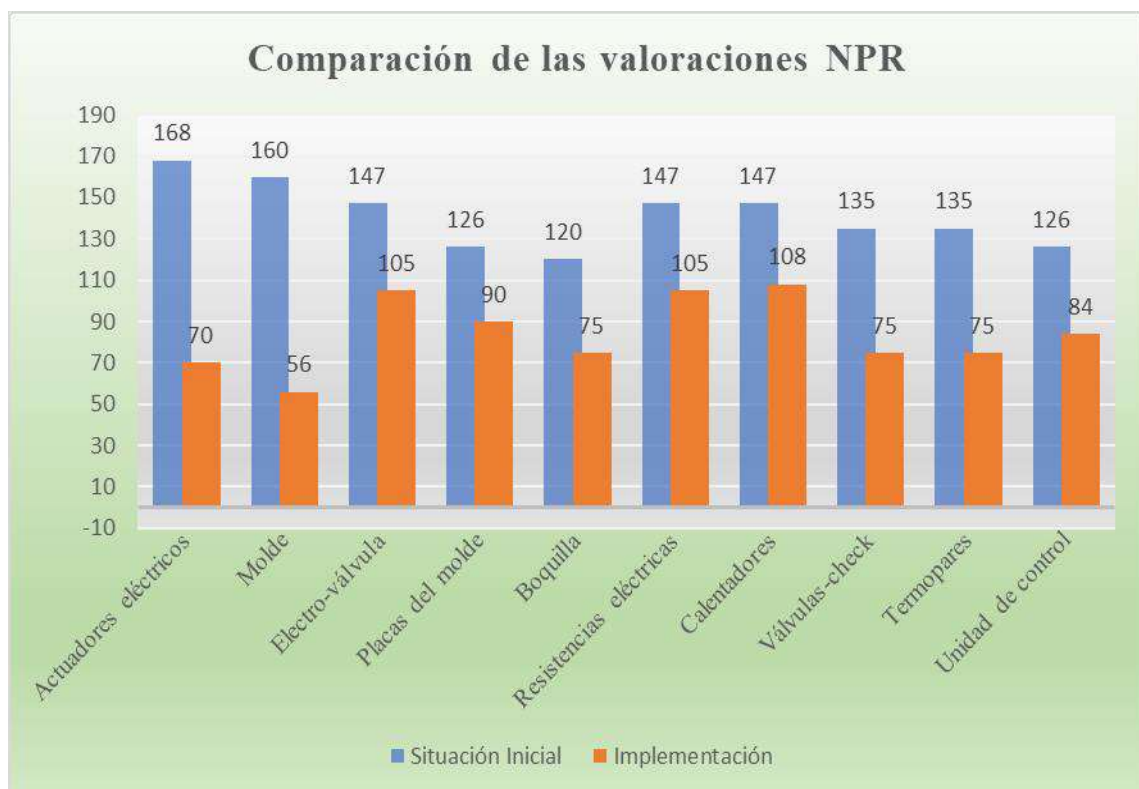


Ilustración 4-28: Comparación de las valoraciones NPR

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La ilustración 4-28, muestra la comparación de las valoraciones NPR de la situación inicial versus la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), que resulta de multiplicar el grado de ocurrencia, la gravedad y la detección. En los subsistemas analizados

hidráulico, mecánico y eléctrico al ser más fácil la detección de las fallas el valor de NPR es más bajo

4.11. Actuar

Este paso implica realizar ajustes y tomar acciones correctivas si se encuentran fallas, así como formalizar cambios cuando se alcancen los resultados deseados, de acuerdo con los resultados adquiridos.

Junto con la administradora y los líderes del área de producción, se verificó los cambios hechos después de la implementación de las mejoras, cambios en beneficio de la empresa y sus empleados. También se propusieron nuevas ideas de mejora que podrían implementarse a largo plazo para la mejora continua del proceso de producción de suelas.

4.11.1. Equipo de trabajo 9S

A través de inspecciones visuales por parte del personal responsable, charlas motivacionales, capacitaciones y otros medios, este equipo de trabajo tiene como objetivo mantener un ambiente de calidad, seguro y protegido en los diversos espacios de trabajo de la planta. Además, se requiere que este equipo realice mejoras en las áreas que aún no se han abordado.

El equipo de trabajo para mejorar el rendimiento debe comprender el contexto y aclarar lo que se necesita lograr, las estrategias para lograrlo, así como las características únicas del contexto tecnológico, social y de mercado en el que opera. Además, establecer las bases de un buen "conjunto inicial" de roles, acuerdos, procesos y herramientas; y construir buenas relaciones interpersonales en el equipo que es realmente importante) y guiar la evolución. Y por último Afinar continuamente cómo opera el equipo para que pueda adaptarse y aprender.

- **Compromiso de la dirección:** Para fomentar la participación de los trabajadores, el equipo directivo, coordinadores y supervisores de la empresa deben ser los primeros en poner en práctica los principios rectores de la metodología.
- **Participación de todo el personal:** Es crucial que todos los empleados participen activamente en la implementación de los 9 principios japoneses de eficiencia laboral, independientemente del área de trabajo específica en la que estén comprometidos o su nivel de antigüedad.

La metodología debe integrarse en los procedimientos de incorporación y capacitación: para

garantizar que los nuevos empleados puedan adaptarse a la cultura del lugar de trabajo, esta filosofía japonesa debe incorporarse en el proceso de incorporación.

Después de la aplicación de cada principio para mejorar el rendimiento, el ciclo debe repetirse repetidamente.

4.11.2. Control de producción

Para evaluar el mejor uso de los recursos de la empresa, es crucial para una gestión eficiente implementar un control que permita cuantificar los indicadores del proceso productivo, como la eficiencia, la eficacia y la productividad.

Para ello, se emplea una ficha de control, que el responsable de producción evalúa al final de cada jornada de trabajo para asegurarse que la producción realizada es comparable la producción estimada.

Tabla 4-53: Ficha de Control de producción

ORDEN DE TRABAJO					
Fecha:					
TAREAS A EJECUTAR					
Operario	Máquina	Descripción	T.estimado	T.real	Observaciones
PARADAS O ESPERAS					
TIEMPO	MOTIVO				

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

El control de producción es el proceso de administrar y controlar el movimiento de diversos materiales durante un ciclo de producción, que se inicia con la recepción de materias primas y finaliza con la entrega del producto terminado, ordenando las instrucciones dadas a los empleados y de acuerdo con el tipo de plan creado en las instalaciones.

Es un sistema cuyo objetivo es asegurar que los pedidos de productos se entreguen en el tiempo

predeterminado y en las cantidades deseadas, cuidando que los costos de los productos no excedan el valor inicial y empleando una técnica que puede identificar de inmediato cualquier falla y solucionarlo.

Objetivos de control de producción: para garantizar la eficacia del sistema de control de producción de una empresa, la empresa debe tener claros una serie de objetivos, incluidos los siguientes:

- Acortar la duración de los procesos de entrega y operación.
- Aumentar la cantidad de producción que debe completarse en un cierto período de tiempo. Mejorar la programación y gestión de la producción.
- Crear un sistema de planificación a corto y largo plazo teniendo en cuenta la capacidad de la planta, el desarrollo continuo de la producción, los tiempos de entrega, el control de la producción y la ubicación de las piezas.
- Implementar los mecanismos de control adecuados, tales como tiempos de reacción, control de calidad y control de productividad. La empresa debe hacer esto mediante la inclusión de un diseño de sistema de información.
- Establecer roles y funciones para cada puesto de manera que se puedan mejorar los procedimientos desarrollados.
- Brinde a los empleados un sistema de incentivos continuos que puedan fomentar la cooperación, el trabajo en equipo sólido y una mayor productividad.

El control de producción es la culminación de todos los deberes y tareas que se combinan para garantizar las más altas condiciones de calidad. La programación, planificación y entrega de órdenes de trabajo son los tres niveles fundamentales que se deben entender antes de implementar este tipo de sistema.

Posteriormente, para poder implantar un modelo de este sistema en la empresa, se deben seguir los siguientes procedimientos:

La fluidez debe mantenerse para obtener el mejor y más consistente rendimiento. Debe asegurarse de que los productos y materiales fluyan continuamente durante todo el proceso para que esto sea una realidad. Es crucial que no haya escasez mientras se desarrolla la técnica.

Asegurar los cambios; dado que el objetivo es lograr la mejor producción e identidad de las marcas, los cambios que se produzcan durante la etapa de producción tratar que sean los mínimos posibles.

Planificación, debe ser el principio básico del sistema de producción porque permite una medición más precisa de las actividades y la asignación oportuna de las mismas a lo largo del proceso. La

necesidad de confianza entre la línea y el equipo de trabajo debe ser considerada por la organización.

Lineamientos para el equipo de trabajo; al inicio del proceso, las instrucciones deben ser dadas al equipo de trabajo. Entonces, solo el hábito diario garantizará que puedan ser recordados sin dificultad, evitando así que la empresa tenga que invertir en lecciones especializadas.

Procesos de producción; el desempeño no debe verse alterado por estas líneas a menos que sea absolutamente esencial. La duración de los descansos, la cantidad de empleados, la cantidad de turnos adicionales y las horas dentro de la jornada laboral son solo algunos ejemplos de estos ajustes. El desarrollo de la producción seguirá siendo el mismo si no hay cambios.

4.11.3. Auditorías internas

El jefe de producción debe ejecutar inspecciones para validar el cumplimiento de la implementación de la metodología 9S.

Para realizar esta tarea se utilizan la lista de verificación de anexo B, a partir de las cuales se puede evaluar si se está siguiendo cada etapa de la metodología con la finalidad de tomar acciones correctivas.

El objetivo de las auditorías internas es obtener información veraz que permita un correcto conocimiento y toma de decisiones sobre el estado de la herramienta 9S. Para aumentar la conciencia e inspirar a los trabajadores, estas auditorías se realizarán de dos maneras: algunas se anunciarán con anticipación y otras vendrán por sorpresa.

4.11.4. Manual de mantenimiento

Diseño e implementación del manual de mantenimiento preventivo para las diferentes máquinas inyectoras que tiene la empresa, ayudará a la operación más eficiente de las máquinas, reduciendo los costos en reparaciones y repuestos; y además mejorar las condiciones de seguridad industrial y tener un impacto positivo en la productividad general de la empresa evitando paros no programados.

Reducción de fallas: es fundamental que la maquinaria de una empresa funcione con un alto grado de eficiencia. Para hacer esto, se requiere reducir la cantidad de fallas que detienen las líneas de producción, cuestan dinero, interrumpen los horarios de los trabajadores y otros factores.

Existe el peligro de incumplimiento en la entrega de los pedidos al cliente final, por lo que es

crucial encontrar la solución adecuada a las fallas para reducir la probabilidad de paradas de la máquina y problemas con la salida programada.

Para evitar lo anterior, se deben implementar herramientas que permitan un análisis más completo de las averías y que nos permitan identificar las causas precisas. Esta herramienta debe permitir el desglose de las posibles causas para identificar la raíz del problema y permitir la aplicación de medidas correctivas para la mejora.

Si bien esta mejora beneficia a toda la empresa, algunas áreas se beneficiarán de manera más específica como resultado de la implementación de la herramienta. Por ejemplo, el personal de mantenimiento tendrá un buen indicador de cuándo prestar atención y resolver un problema porque tendrán información más detallada y precisa sobre el problema.

El área de planificación y control de la producción también se vería beneficiada, ya que eventos imprevistos no tendrían mayor impacto en la producción ni retrasarían la fecha de embarque programada.

Reducción de fallas: aunque las fallas en los procesos suelen ser el resultado de daños en las piezas de la máquina, también pueden ser pronunciadas debido a la falta de un mantenimiento de limpieza adecuado. Por ello, al observar la deficiencia en las fallas, optamos por concentrarnos en la programación y procesos de limpieza de las máquinas porque podemos informar al personal de control de la máquina de la importancia de contar con una adecuada estructura de revisión ya que ellos son los encargados de las máquinas.

El mal funcionamiento de las máquinas en los procesos de producción reduce la productividad y la eficiencia, lo que, a su vez, lleva más tiempo y genera pérdidas económicas.

Nos esforzamos en perfeccionar un método siguiendo pasos que ayuden a que el área de trabajo mantenga un mayor orden, limpieza y evite contaminaciones que puedan dañar el producto o, por el contrario, perjudicar a los operarios que lo realizan.

Considere el hecho de que cualquier reducción en las deficiencias no solo mejora la economía de la empresa sino también el proceso de producción. En este caso, se dio instrucciones al personal de mantenimiento y producción para realizar una rápida inspección y limpieza en las áreas que no eran visibles y no tenían cronograma.

La empresa obtendrá beneficios económicos, ya que la reducción de las averías de los equipos clave y la mitigación de los fallos de los procesos evitarán más paradas de la producción, lo que aumentará la cantidad de suelas producidas

4.12. Resumen de resultados

Tabla 4-54: Resumen de resultados obtenidos de la implementación

	Situación inicial	Implementación	Mejora
Kaizen			
Elementos básicos	37,50%	75,00%	Se mejoró en un 37,5%
Mantenimiento y mejora del proceso	75,00%	75,00%	
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	25,00%	83,33%	Se mejoró en un 58,33%
9S			
Seire	51%	80%	Se mejoró en un 28,89%
Seiton	40%	74%	Se mejoró en un 34,29%
Seiso	56%	80%	Se mejoró en un 24,44%
Seiketsu	52%	88%	Se mejoró en un 36%
Shitsuke	40%	80%	Se mejoró en un 40%
Shikari	60%	80%	Se mejoró en un 20%
Shitsukoku	73%	80%	Se mejoró en un 6,67%
Seisho	80%	80%	
Seido	45%	80%	Se mejoró en un 35%
SMED			
Cambio de molde	25,34	16,529	Se redujo en 8,811 min
Takt Time			
Suela Gyna	130,573	123,779	Se redujo en 6,794 seg
Suela Angely	104,76	97,2	Se redujo en 7,560 seg
Capacidad de producción			
Suela Gyna	11660	12300	Se aumentó 640 pares
Suela Angely	14256	15664	Se aumentó 1408 pares
Tiempo estándar			
Suela Gyna	316,18	295,37	Se redujo en 20,81 min
Suela Angely	192,85	171,01	Se redujo en 21,84 min
OEE			
Suela Gyna	80,05%	95,88%	Se mejoró en un 15,83%
Suela Angely	80,71%	92,58%	Se mejoró en un 18,18%
Productividad			
Suela Gyna	80,05%	88,51%	Se mejoró en un 8,46%
Suela Angely	80,71%	84,16%	Se mejoró en un 3,45%

Realizado por: Muñoz L., Reyes J., 2023

La tabla 4-54, detalla la comparación de la situación inicial con los resultados obtenidos después de la implementación de las herramientas Lean manufacturing Kaizen, 9S y SMED; además el Takt Time, Capacidad de producción y Productividad.

4.13. Capacitación de metodologías implementadas



Ilustración 4-29: Capacitación a los empleados del grupo 1
Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023



Ilustración 4-30: Capacitación a los empleados del grupo 2
Fuente: Empresa Multisuelas Beltrán, 2023

CONCLUSIONES

Mediante el análisis de la situación actual fue posible determinar ciertos aspectos de mejora en la organización tales como la ausencia de estandarización del proceso productivo debido a la variabilidad del tiempo de producción y la inexistencia de una metodología de orden y limpieza.

Mediante la aplicación del estudio de métodos y tiempos, utilizando diagramas de procesos en el cual se detalla las actividades, inspecciones, demoras, transportes y almacenamientos de cada área de trabajo y del mapa de flujo de valor VSM, se identificaron las causas principales que generan actividades improductivas y las oportunidades de mejoras con los estallidos Kaizen

Con la ejecución del ciclo PHVA la empresa inició un proceso de mejora continua logrando mejorar la productividad 8,46% suelas Gyna y 3,45% en la suela Angely.

Con la implementación de una estrategia basada en la mejora continua se consiguió una mejora en el proceso de fabricación: Se incrementó de un 55,22% a un 80,25% el cumplimiento de los nueve principios de la metodología de las 9S en la cual se realizó actividades que garanticen la mejora del proceso en el control, manejo, almacenamiento y distribución de los elementos. Al igual que en la metodología kaizen se incrementó de un 32,50% a un 77,50% el cumplimiento de los cinco principios kaizen.

Con las políticas diseñadas para el mejoramiento de la productividad se realiza la evaluación del sistema de fabricación donde se efectúa la medición de los indicadores del proceso productivo. Se incrementó la eficiencia operativa en los equipos un 15,83% en la suela Gyna y un 18,18% en la suela Angely y con el desarrollo de SMED se reduce 8,811 minutos y se elaboró un VSM mejorado luego de implementar la metodología de las 9S, Kaizen, SMED, RCM y eliminación de actividades que no agregaban valor al producto final.

RECOMENDACIONES

Elaborar el VSM anualmente de la situación actual del proceso con la finalidad de determinar los desperdicios lean generados en el transcurso del tiempo y así mismo mitigar o eliminar sus efectos sobre la línea de producción.

Capacitar y motivar a los trabajadores para que tengan en cuenta la metodología 9S con la finalidad de crear un hábito del diario vivir en las actividades que realizan. Es deber de gerencia dar con el cumplimiento del programa implementado de las metodologías y de mantener y mejorar el estado actual, ya que esto permitirá generar un ambiente laboral sea el idóneo para un óptimo desempeño de los trabajadores, realizando evaluaciones periódicas.

Realizar auditorías paulatinamente para verificar que se esté dando con el cumplimiento de las metodologías Kaizen y 9S; la misma que es recomendable que la persona encargada de auditar cuente el conocimiento y la experiencia necesaria en herramientas lean.

Se recomienda a los jefes de áreas mantener la buena condición y ubicación de los moldes, materiales, herramientas, gavetas y equipo de protección personal, de tal manera que lo que se logró se considere como la cultura de utilizar y devolver al mismo lugar, estando listos para su uso en el momento que se necesita; reduciendo los riesgos de accidentes en los ambientes de trabajo y costos por pérdidas de tiempo, aumentando la eficiencia.

La gerencia de Multisuelas Beltrán podría añadir un plan de recompensas o incentivos para su personal, ya que tienen un potencial muy alto que genera valor agregado a su producto, trabajan con la mejor disposición y siempre están abiertos al cambio para beneficio de la producción, que, a pesar de la situación actual del país, no ha dejado de producir.

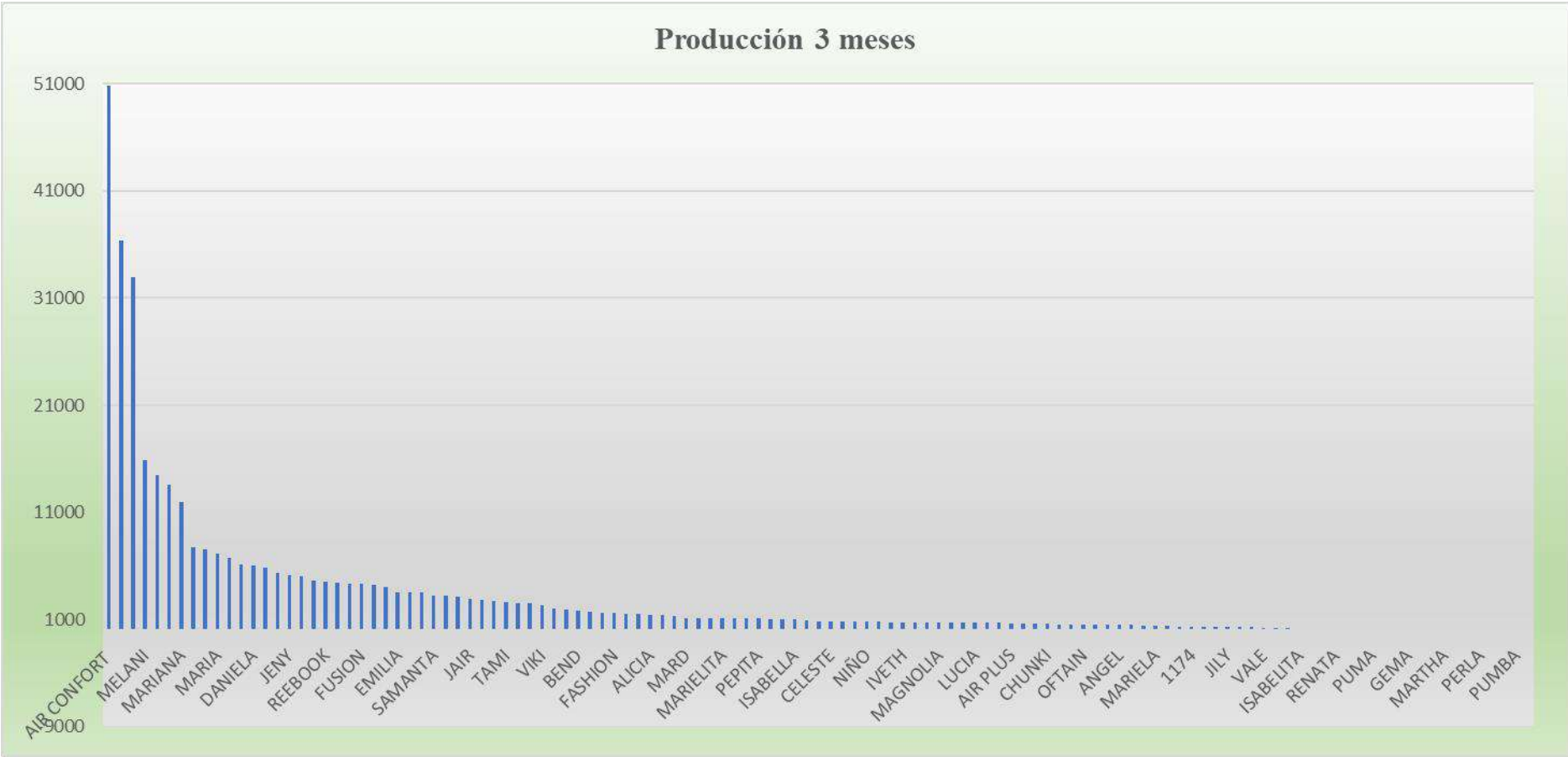
BIBLIOGRAFÍA

1. **BARAHONA ESPÍN, Hugo Israel.** *El RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) de los equipos de área húmeda y acabados del cuero de la empresa Teneria Díaz Cía. Ltda.* [En línea] (Trabajo de titulación) (Tercer Nivel). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ingeniería en sistemas electrónica e industrial, Carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización. Ambato - Ecuador. 2018. pp. 38-73. [Consulta: 05 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28584>
2. **BEDNAREK, M.; & SANTANA, J.,** *La aplicación de Lean Manufacturing: Casos de Polonia, México y Chile* [en línea]. Santiago de Chile - Chile: Ramón Piña Vargas, 2017. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <https://ediciones.uautonoma.cl/index.php/UA/catalog/book/22>
3. **JÁCOME CHÁVEZ, Juan Carlos.** *Mejoramiento de la cadena en la empresa "Calzado Vannes" implementando herramientas lean manufacturing.* [En línea] (Trabajo de titulación) (Tercer Nivel). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera ingeniería industrial. Riobamba - Ecuador. 2018. pp. 65-103. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10511>.
4. **LINARES CONTRERAS, Diego Antonio.** *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex.* [En línea] (Trabajo de titulación) (Tercer Nivel). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Carrera ingeniería industrial. Lima - Perú. pp. 135-178. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624049>
5. **MONSERRATE SOLANO, Gilson Emilio & LONDO QUISPI, Jenifer Paulina.** *Implementación de herramientas Lean Manufacturing: VSM, KAIZEN, 9'S, para el mejoramiento de la productividad en la Empresa de Balanceados AVICOPROEC.* [En línea] (Trabajo de titulación) (Tercer Nivel). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera ingeniería industrial. Riobamba - Ecuador. pp. 48 - 71. [Consulta: 08 diciembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18240>

6. **PULIDO, H.** *Calidad Total y Productividad*. [en línea]. Tercera edición. México-México: The McGraw-Hill, 2010. [Consulta: 15 diciembre 2022]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e36d82.pdf>
7. **RAGO, J.,** *Clasificación ABC de inventario*. Barranquilla - Colombia: Ingeniería fácil, 2017. [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.calameo.com/books/004245395b89f3d8a51a2>
8. **RAJADELL, M.** *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. [en línea]. Barcelona - España: Ediciones Díaz de Santos, 2021. [Consulta: 12 noviembre 2022]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=40VIEAAAQBAJ&pg=PA99&hl=es&source=gb_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false
9. **SANTOS, J., & WYSK, R.; & TORRES, J.,** *Mejorando la producción con lean thinking*. [en línea]. Segunda edición. Madrid - España: Ediciones Pirámide, 2015. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/453454404/Mejorando-La-Produccion-Con-Lean-Thinking-2a-Ed-nodrm#>
10. **SOCCONINI, L.** *Lean Manufacturing: paso a paso* [en línea]. Barcelona - España: Marge Books, 2019. [Consulta: 05 noviembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/117567?page=1>
11. **VILLARDE MARTÍNEZ, Jesús Cristian Gustavo.** *Propuesta de implementación de los 14 principios del Dr. Deming en una empresa de envases y envolturas plásticas*. [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado. Lima - Perú. 2012.pp. 75-131. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4478>
12. **VILLASEÑOR, A.; & GALINDO, E.** *Manual de Lean Manufacturing: Guía Básica*. [en línea]. México - México: Editorial Limusa, 2007. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <https://nilssonvilla.files.wordpress.com/2011/04/manual-lean-manufacturing.pdf>
13. **VILLASEÑOR, A.; & GALINDO, E.** *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. [en línea]. México - México: Editorial Limusa, 2017. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/475185234/01-Conceptos-y-Reglas-de-Lean-Manufacturing-2da-Ed-Villasenor-Alberto-Galindo-Edber-pdf>

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS ABC PRODUCCIÓN SUELAS



N	Tipo de suela	Cantidad (pares)	% Frecuencia	% frecuencia Acumulada	Zona	N	Tipo de suela	Cantidad (pares)	% Frecuencia	% frecuencia Acumulada	Zona
1	AIR CONFORT	50808	14,05%	14,05%	A	25	EMILIA	3545	0,98%	75,41%	B
2	ANGELY	36360	10,05%	24,10%		26	SCOLA	3530	0,98%	76,38%	
3	MATEO 2	32970	9,12%	33,22%		27	DARMERGETR	3480	0,96%	77,34%	
4	MELANI	15861	4,39%	37,60%		28	SAMANTA	3220	0,89%	78,23%	
5	DOME	14501	4,01%	41,61%		29	ZOE	3210	0,89%	79,12%	
6	GYNA	13525	3,74%	45,35%		30	TOPACIO	3140	0,87%	79,99%	
7	MARIANA	11925	3,30%	48,65%		31	JAIR	2941	0,81%	80,80%	
8	DANA	7701	2,13%	50,78%		32	DYBALAS	2820	0,78%	81,58%	
9	ELY	7580	2,10%	52,87%		33	NACHITA	2765	0,76%	82,35%	
10	MARIA	7180	1,99%	54,86%		34	TAMI	2640	0,73%	83,08%	
11	SANDRA	6694	1,85%	56,71%		35	SEBAS	2510	0,69%	83,77%	
12	FER	6122	1,69%	58,40%		36	ARLET	2484	0,69%	84,46%	
13	DANIELA	6055	1,67%	60,08%		37	VIKI	2310	0,64%	85,10%	
14	COCODRILO	5850	1,62%	61,70%		38	ALEJITA	1990	0,55%	85,65%	
15	KRISS	5332	1,47%	63,17%		39	CANASTA	1869	0,52%	86,16%	
16	JENY	5180	1,43%	64,60%		40	BEND	1840	0,51%	86,67%	
17	NEWS VANDS	4995	1,38%	65,98%		41	SONIA	1699	0,47%	87,14%	
18	JD2	4620	1,28%	67,26%		42	NIKY	1617	0,45%	87,59%	
19	REEBOOK	4500	1,24%	68,50%		43	FASHION	1592	0,44%	88,03%	
20	AIR VIP	4420	1,22%	69,73%		44	CLARK	1551	0,43%	88,46%	
21	KARI	4365	1,21%	70,93%		45	SOFI	1520	0,42%	88,88%	
22	FUSION	4320	1,19%	72,13%		46	ALICIA	1465	0,41%	89,28%	
23	TORNILLO	4260	1,18%	73,31%		47	ANGELES	1420	0,39%	89,68%	
24	SCRECHET	4049	1,12%	74,43%		48	ANAHI	1268	0,35%	90,03%	
					49	MARD	1160	0,32%	90,35%		
					50	JORDAN	1152	0,32%	90,67%		
					51	CONVER	1134	0,31%	90,98%		
					52	MARIELITA	1108	0,31%	91,29%		
					53	PLATAFORMA	1100	0,30%	91,59%		
					54	PANTUFLA	1085	0,30%	91,89%		
					55	PEPITA	1082	0,30%	92,19%		
					56	GLORIA	1055	0,29%	92,48%		
					57	OLAFO	1010	0,28%	92,76%		
					58	ISABELLA	975	0,27%	93,03%		
					59	JASON	890	0,25%	93,28%		
					60	SUELIN	850	0,24%	93,51%		

N	Tipo de suela	Cantidad (pares)	% Frecuencia	% frecuencia Acumulada	Zona
61	CELESTE	843	0,23%	93,74%	C
62	SOL	820	0,23%	93,97%	
63	VALETA	800	0,22%	94,19%	
64	NIÑO	800	0,22%	94,41%	
65	EMANUEL	770	0,21%	94,63%	
66	MONTAIN	750	0,21%	94,83%	
67	IVETH	741	0,20%	95,04%	
68	ZARA	735	0,20%	95,24%	
69	ZOOM	720	0,20%	95,44%	
70	MAGNOLIA	710	0,20%	95,64%	
71	LIA	700	0,19%	95,83%	
72	DARLEY	680	0,19%	96,02%	
73	LUCIA	676	0,19%	96,21%	
74	KIZZ	670	0,19%	96,39%	
75	RAFAELA	670	0,19%	96,58%	
76	AIR PLUS	640	0,18%	96,75%	
77	BEMURI	624	0,17%	96,93%	
78	CAIMAN	605	0,17%	97,09%	
79	CHUNKI	594	0,16%	97,26%	
80	VERONICA	550	0,15%	97,41%	
81	FILA	540	0,15%	97,56%	
82	PAMELA	540	0,15%	97,71%	
83	BONANZA	540	0,15%	97,86%	
84	OFTAIN	540	0,15%	98,01%	
85	ANGEL	538	0,15%	98,16%	
86	MATEO 1	500	0,14%	98,29%	
87	GUILLERMO	460	0,13%	98,42%	
88	MARIELA	400	0,11%	98,53%	
89	LEVIS	380	0,11%	98,64%	
90	1174	360	0,10%	98,74%	
91	HIKE	360	0,10%	98,84%	
92	FOR ONE	360	0,10%	98,93%	
93	BACHA	353	0,10%	99,03%	
94	JILY	350	0,10%	99,13%	
95	MAFER	320	0,09%	99,22%	
96	LORETA	310	0,09%	99,30%	
97	VALE	200	0,06%	99,36%	
98	RUN	190	0,05%	99,41%	
99	SOFIA	180	0,05%	99,46%	
100	ISABELITA	160	0,04%	99,51%	
101	RENATA	150	0,04%	99,55%	
102	DAYANA	150	0,04%	99,59%	
103	LUIS	150	0,04%	99,63%	
104	ADIDAS	130	0,04%	99,67%	
105	PAULA	130	0,04%	99,70%	
106	PUMA	120	0,03%	99,73%	
107	KLOE	120	0,03%	99,77%	
108	GEMA	110	0,03%	99,80%	
109	SILVIA	110	0,03%	99,83%	
110	PELE	105	0,03%	99,86%	
111	AMARA	104	0,03%	99,89%	
112	MARTHA	80	0,02%	99,91%	
113	ALICE	70	0,02%	99,93%	
114	JUANA	65	0,02%	99,95%	
115	EDER	60	0,02%	99,96%	
116	PERLA	60	0,02%	99,98%	
117	LANCET	40	0,01%	99,99%	
118	PUMBA	20	0,01%	100,00%	
119	GUADALUPE	15	0,00%	100,00%	

ANEXO B: HOJAS DE REGISTRO DE TIEMPOS


HOJA DE REGISTROS DE TIEMPOS											
		EMPRESA:		MULTISUELAS BELTRÁN							
		REALIZADO POR:		JEFFERSON REYES							
		APROBADO POR:									
		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO									
El proceso empieza con el cambio de molde y termina con el almacenaje del producto terminado											
MÉTODO ACTUAL		X									
MÉTODO MEJORADO				TIPO DE SUELA:				GYNA			
Actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Cambio de Molde	9,99	10,12	10,25	9,95	10,02	9,93	10,19	10,05	10,11	9,96	10,057
Abastecimiento de la Tolva	13,16	13,53	13,42	13,28	13,22	13,35	13,37	13,23	13,19	13,21	13,296
Inyección de Suelas	1,88	1,85	1,94	1,84	1,81	1,86	1,88	1,91	1,87	1,83	1,867
Empaquetado	12,53	12,66	12,41	12,28	12,49	12,52	12,63	12,58	12,56	12,59	12,525

HOJA DE REGISTROS DE TIEMPOS											
		EMPRESA:		MULTISUELAS BELTRÁN							
		REALIZADO POR:		JEFFERSON REYES							
		APROBADO POR:									
		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO									
El proceso empieza con el cambio de molde y termina con el almacenaje del producto terminado											
MÉTODO ACTUAL		X									
MÉTODO MEJORADO				TIPO DE SUELA:				ANGELY			
Actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	\bar{x}
Cambio de Molde	13,68	13,78	13,66	13,55	13,89	13,61	13,65	13,75	13,59	13,25	13,64
Abastecimiento de la Tolva	13,56	13,76	13,62	13,58	13,65	13,69	13,71	13,53	13,59	13,66	13,64
Inyección de Suelas	4,62	4,69	4,67	4,63	4,68	4,62	4,73	4,66	4,68	4,62	4,66
Empaquetado	9,42	9,52	9,49	9,48	9,53	9,44	9,49	9,45	9,53	9,46	9,481

ANEXO C: HOJA DE VERIFICACIÓN ANÁLISIS INICIAL 9S

SEIRE-CLASIFICAR		1	2	3	4	5	Promedio
1	Se ven objetos o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar correspondiente			X			51,11%
2	Se cuenta con solo las herramientas y equipos necesarios para trabajar			X			
3	Las herramientas de trabajo se encuentra en condiciones de uso		X				
4	Se encuentra con facilidad las herramientas, accesorios, etc.			X			
5	Los pasillos se encuentran libres de obstáculos y de objetos sin uso			X			
6	Las mesas de trabajo se encuentran despejadas y libres de objetos sin uso				X		
7	El área de trabajo está libre de cajas, cables u otros objetos que no corresponden					X	
8	Los moldes de las suelas se encuentran ordenados			X			
9	Se cuenta con registros de procesos actualizados					X	
SEITON-ORGANIZAR		1	2	3	4	5	Promedio
10	Los accesorios se encuentra identificado y almacenado correctamente			X			40,00%
11	Las herramientas de trabajo están el lugar designado				X		
12	Las áreas de trabajo están debidamente señalizadas y marcados para todo el material de trabajo				X		
13	Hay objetos que no corresponden en las mesas o áreas de trabajo				X		
14	Los contenedores de basura están en el lugar designado para éstos				X		
15	Todas las identificaciones en los estantes de los moldes de suelas están actualizadas y se respetan				X		
16	Los registros se encuentran bien archivados					X	
SEISO-LIMPIAR		1	2	3	4	5	Promedio
17	Las áreas de trabajo encuentran en orden y limpios			X			55,56%
18	Los pisos están libres de polvo, basura, componentes y manchas		X				
19	Los estantes que resguardan los productos y moldes de las suelas están libres de polvo				X		
20	Las mesas de trabajo están libres de polvo, manchas y/o residuos de comida			X			
21	Existen planes de limpieza			X			
22	Los equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso				X		
23	Los contenedores de basura están buen estado			X			
24	Los estantes de los moldes se encuentran se encuentran libres de oxido y están debidamente pintados				X		
25	Las paredes y techo se encuentran limpias, correctamente pintadas y libres de humedad			X			
SEIKETSU-BIENESTAR SOCIAL		1	2	3	4	5	Promedio
26	Existen equipos y herramientas defectuosas que puedan ocasionar accidentes			X			52,00%
27	El personal es dotado con equipos de seguridad y protección personal de acuerdo a las tareas que realiza			X			
28	En el área de trabajo existe la señalización de seguridad industrial correspondiente			X			
29	Las zonas de peligro en la planta se encuentra debidamente señalizadas				X		
30	Las salidas de emergencia se encuentra señalizadas				X		
SHITSUKE-SEGUIMIENTO		1	2	3	4	5	Promedio
31	Existe control sobre el nivel de orden y limpieza					X	40,00%
32	Se hace la limpieza de forma sistemática				X		
33	Se cumple con los programas de mantenimiento a las máquinas inyectoras		X				
34	Existe un Programa de aplicación de 9s					X	
SHIKARI-CONSTANCIA		1	2	3	4	5	Promedio
35	Los trabajadores realizan las actividades encomendadas de forma eficiente		X				60,00%
36	Los trabajos son planificados y controlados permanentemente		X				
37	Las máquinas y herramientas están inventariados y en mantenimiento constante				X		
38	Los trabajadores utilizan uniforme y equipos de protección				X		
SHITSUKOKU-COMPROMISO		1	2	3	4	5	Promedio
39	Los trabajadores aportan, participan y están comprometidos con la producción de la empresa		X				73,33%
40	Existen capacitaciones regulares al personal			X			
41	Los trabajadores demuestran responsabilidad en el trabajo que realiza		X				
SEISHO-COORDINACIÓN		1	2	3	4	5	Promedio
42	Los trabajadores cumplen sus tareas dentro de los horarios establecidos		X				80,00%
43	Cada trabajador tienes normas o tareas específicas asignadas		X				
44	El personal trabaja en equipo y existe buen ambiente laboral		X				
SEIDO-ESTANDARIZAR		1	2	3	4	5	Promedio
45	Existen instrucciones claras de orden y limpieza				X		45,00%
46	El personal de la Empresa Multisuelas Beltrán está capacitado y entiende el programa 9 S					X	
47	Existe dentro de la empresa reglamento, normativas y políticas.		X				
48	Se cuenta con procesos y procedimientos documentados para las diferentes actividades que se desarrollan dentro de la empresa.				X		

ANEXO D: TABLA DE VERIFICACIÓN 3 PRIMERAS S

Tabla de verificación 3S					
		Evaluador:		Área:	
		Jornada:		Fecha:	
3S	Criterio				Puntuación
Clasificación	Se elimina todos los objetos y maquinaria innecesaria				
Orden	Se respeta y observa la señalización en el área de trabajo				
Limpieza	Se mantiene limpia el área de trabajo, maquinaria, herramientas				
				Total	
0-3	Malo	4-7	Bueno	8-10	Excelente

ANEXO E: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA					
Fecha:		Supervidado:			
Operario	Día				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Líder					
Inyectora 1					
Inyectora 2					
Inyectora 3					
Inyectora 4					
Inyectora 5					
Inyectora 6					
Bodega					
Área de empaque					

ANEXO F: ANÁLISIS FINAL 9S

SEIRE-CLASIFICAR		1	2	3	4	5	Promedio
1	Se ven objetos o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar correspondiente		X				80,00%
2	Se cuenta con solo las herramientas y equipos necesarios para trabajar	X					
3	Las herramientas de trabajo se encuentra en condiciones de uso	X					
4	Se encuentra con facilidad las herramientas, accesorios, etc.		X				
5	Los pasillos se encuentran libres de obstáculos y de objetos sin uso		X				
6	Las mesas de trabajo se encuentran despejadas y libres de objetos sin uso			X			
7	El área de trabajo está libre de cajas, cables u otros objetos que no corresponden		X				
8	Los moldes de las suelas se encuentran ordenados			X			
9	Se cuenta con registros de procesos actualizados		X				
SEITON-ORGANIZAR		1	2	3	4	5	Promedio
10	Los accesorios se encuentra identificado y almacenado correctamente		X				74,29%
11	Las herramientas de trabajo están el lugar designado			X			
12	Las áreas de trabajo están debidamente señalizadas y marcados para todo el material de trabajo			X			
13	Hay objetos que no corresponden en las mesas o áreas de trabajo		X				
14	Los contenedores de basura están en el lugar designado para éstos		X				
15	Todas las identificaciones en los estantes de los moldes de suelas están actualizadas y se respetan		X				
16	Los registros se encuentran bien archivados		X				
SEISO-LIMPIAR		1	2	3	4	5	Promedio
17	Las áreas de trabajo encuentran en orden y limpios	X					80,00%
18	Los pisos están libres de polvo, basura, componentes y manchas		X				
19	Los estantes que resguardan los productos y moldes de las suelas están libres de polvo		X				
20	Las mesas de trabajo están libres de polvo, manchas y/o residuos de comida		X				
21	Existen planes de limpieza			X			
22	Los equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso	X					
23	Los contenedores de basura están buen estado	X					
24	Los estantes de los moldes se encuentran se encuentran libres de oxido y están debidamente pintados			X			
25	Las paredes y techo se encuentran limpias, correctamente pintadas y libres de humedad			X			
SEIKETSU-BIENESTAR SOCIAL		1	2	3	4	5	Promedio
26	Existen equipos y herramientas defectuosas que puedan ocasionar accidentes		X				88,00%
27	El personal es dotado con equipos de seguridad y protección personal de acuerdo a las tareas que realiza		X				
28	En el área de trabajo existe la señalización de seguridad industrial correspondiente	X					
29	Las zonas de peligro en la planta se encuentra debidamente señalizadas		X				
30	Las salidas de emergencia se encuentra señalizadas	X					
SHITSUKE-SEGUIMIENTO		1	2	3	4	5	Promedio
31	Existe control sobre el nivel de orden y limpieza	X					80,00%
32	Se hace la limpieza de forma sistemática		X				
33	Se cumple con los programas de mantenimiento a las máquinas inyectoras		X				
34	Existe un Programa de aplicación de 9s			X			
SHIKARI-CONSTANCIA		1	2	3	4	5	Promedio
35	Los trabajadores realizan las actividades encomendadas de forma eficiente		X				80,00%
36	Los trabajos son planificados y controlados permanentemente		X				
37	Las máquinas y herramientas están inventariados y en mantenimiento constante			X			
38	Los trabajadores utilizan uniforme y equipos de protección	X					
SHITSUKOKU-COMPROMISO		1	2	3	4	5	Promedio
39	Los trabajadores aportan, participan y están comprometidos con la producción de la empresa		X				80,00%
40	Existen capacitaciones regulares al personal		X				
41	Los trabajadores demuestran responsabilidad en el trabajo que realiza		X				
SEISHO-COORDINACIÓN		1	2	3	4	5	Promedio
42	Los trabajadores cumplen sus tareas dentro de los horarios establecidos		X				80,00%
43	Cada trabajador tienes normas o tareas específicas asignadas		X				
44	El personal trabaja en equipo y existe buen ambiente laboral		X				
SEIDO-ESTANDARIZAR		1	2	3	4	5	Promedio
45	Existen instrucciones claras de orden y limpieza		X				80,00%
46	El personal de la Empresa Multisuelas Beltrán está capacitado y entiende el programa 9 S	X					
47	Existe dentro de la empresa reglamento, normativas y políticas.		X				
48	Se cuenta con procesos y procedimientos documentados para las diferentes actividades que se desarrollan dentro de la empresa.			X			

ANEXO G: REGISTRO DE CAPACITACIÓN

CHARLA DE CAPACITACIÓN METODOLOGÍA 9S				
FECHA		TEMAS A TRATAR		
Que son las 9S Beneficios de la implementación 9S Descripción de cada una de las S Seiri (separar lo innecesario), Seiton (situar lo necesario), Seiso (suprimir suciedad) Seiketsu (señalizar anomalías), Shitsuke (seguir mejorando), Shikari (constancia) Shitsukoku (compromiso), Seishoo (coordinación), Seido (estandarización)				
N	NOMBRE Y APELLIDO	CEDULA	CARGO	FIRMA
1	Bely P. Lamunye	9803454626	Administradora	
2	Wagner P. Lamunye	1803830465	Inyector	
3	Kathy Prezioso	0950714453	Empacadora	
4	Andrés Rojas	1805190180	Artesedor	
5	Danny P. SÁNCHEZ	0502944009	LÍDER	
6	Edwin Vargas	0504074919	Inyector	
7	Patricio Machado	1919899808	Inyector	
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
APROBADO POR		EJECUTORES		
Patricio Beltrán Gerente		Liliana Muñoz	Duverli Reyes	

CHARLA DE CAPACITACIÓN
METODOLOGÍA 9S



FECHA

TEMAS A TRATAR

Que son las 9S

Beneficios de la implementación 9S

Descripción de cada una de las S

Seiri (separar lo innecesario), Seiton (situar lo necesario), Seiso (suprimir suciedad)

Seiketsu (señalar anomalías), Shitsuke (seguir mejorando), Shikari (constancia)

Shitsukoku (compromiso), Seishoo (coordinación), Seido (estandarización)

N	NOMBRE Y APELLIDO	CEDULA	CARGO	FIRMA
1	maricela garces	1802911493	Bodega	<i>[Signature]</i>
2	José Donulfo Salazar	1804066361	Operario	<i>[Signature]</i>
3	Jose Andrés Beltrán	1805193172	abastecedor	<i>[Signature]</i>
4	BIRON FACIRE	1804432159	OPERARIO	<i>[Signature]</i>
5	Maximo Carrizel	1206290828	Lider	<i>[Signature]</i>
6	Patricio MEDINA	1805435912	OPERARIO	<i>[Signature]</i>
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
APROBADO POR			EJECUTORES	
Patricio Beltrán Gerente			Liliana Muñoz	Duverli Reyes

ANEXO H: DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA						
OPERACIÓN:	INYECCIÓN DE SUELAS	NÚMERO DE OPERACIÓN:	1			
NOMBRE DEL PRODUCTO:	SUELAS	NÚMERO DE PRODUCTO:	1			
NOMBRE DE LA MÁQUINA	INYECTORA	NÚMERO DE MÁQUINA:	1			
NOMBRE DEL OPERARIO		FECHA:	3/1/2023			
MÉTODO PRIMITIVO <input type="checkbox"/>	MÉTODO NUEVO <input type="checkbox"/>					
					Realiza:	Jefferson Reyes
Operario			Inyectora			
	<i>Actividad</i>	<i>Tiempo (min)</i>		<i>Actividad</i>	<i>Tiempo (min)</i>	
30	Encender la máquina Inyectora	30	30	Activa	30	30
31	Revisar la orden de producción	3	31	Inactiva	13,05	31
32			32			32
33			33			33
40	Montaje de los moldes según la orden de producción	10,05	43,05	Inactiva	13,29	43,05
45	Cargar en la tolva el polímero dependiendo del tipo de suela a realizar	13,29	56,34			56,34
50	Calibración de la máquina	3	59,34	Activa	3	59,34
52	Inyección de las suelas	1,86	61,2	Activa	1,86	61,2
53	Abrir el molde	0,07	61,27	Inactiva	0,07	61,27
54	Extracción de la suela	0,31	61,58			61,58
55	Retirar la rebaba de las suelas	0,15	61,73	Inactiva	0,15	61,73
56	Colocar las suelas en la mesa para su empaquetamiento	0,23	61,96			61,96
	TOTAL:	61,96		TOTAL:	61,96	

ANEXO I: ACTIVIDADES

