



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE  
PIEZAS DE PLÁSTICO DE LA EMPRESA MULTIACCESORIOS M.G.  
MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a  
la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**ÁREA:** Industrial y Manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales y Producción

**AUTOR:** Jorge Alexander Valles Vera

**TUTOR:** Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

**Ambato – Ecuador**

**febrero – 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO DE LA EMPRESA MULTIACCESORIOS M.G. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA, desarrollado bajo la modalidad de Proyecto de Investigación por el señor Jorge Alexander Valles Vera, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, febrero 2022.

-----  
Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

TUTORA

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO DE LA EMPRESA MULTIACCESORIOS M.G. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2022.



---

Jorge Alexander Valles Vera

C.C. 180430743-5

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Jorge Alexander Valles Vera, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad de Proyecto de Investigación, titulado MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO DE LA EMPRESA MULTIACCESORIOS M.G. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, febrero 2022.

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Mg. Freddy Lema Chicaiza  
PROFESOR CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, febrero 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Alexander Valles Vera', is written over a horizontal dashed line.

Jorge Alexander Valles Vera

C.C. 180430743-5

AUTOR

## **DEDICATORIA**

*A mis padres que me han brindado su apoyo incondicional en todo momento para lograr alcanzar mis metas de vida.*

*A mis hermanos por darme ánimos en los momentos más difíciles.*

*Jorge Alexander Valles Vera*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi familia por el apoyo incondicional durante todo el transcurso de mi vida y que sin importar la situación en la que nos encontremos, siempre me dieron ánimos para seguir adelante en el cumplimiento de mis metas.*

*A mis amigos que permanecieron a mi lado desde el primer día en el que iniciamos con nuestra carrera universitaria, con los cuales vivimos muchos momentos muy divertidos y hasta la actualidad seguimos apoyándonos.*

*A mis profesores que con tanto esfuerzo, dedicación y paciencia han impartido sus conocimientos de cada uno de los módulos que he cursado de una manera muy profesional.*

*A la empresa Multiaccesorios M.G. por permitirme realizar mi estudio en sus instalaciones y por brindarme la información necesaria para poder culminar este proyecto.*

*Jorge Alexander Valles Vera*

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

## PÁGINAS PRELIMINARES

<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>iii</b>
<b>APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>iv</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>

## CAPÍTULO I

<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>2</b>
1.1 Tema de investigación .....	2
1.2 Antecedentes investigativos .....	2
1.2.1 Contextualización del problema .....	2
1.2.2 Estudio del arte .....	4
1.2.3 Fundamentación teórica .....	5
Análisis ABC .....	5
Lean Manufacturing .....	5
Mejora en la productividad .....	6
Análisis de procesos .....	7



Las tres Ms .....	7
Desperdicios.....	7
Principios de la producción esbelta.....	8
Estructura del Sistema Lean.....	9
Pasos para una implementación exitosa del Sistema de Manufactura Esbelta .....	10
Herramientas del Sistema de Manufactura Esbelta.....	12
Herramientas de Diagnóstico .....	12
VSM (Value Stream Mapping).....	12
Las 5 S's.....	13
SMED (Single-Minute Exchange of Die).....	14
TPM (Total Productive Maintenance) .....	14
Kaizen (Mejora continua) .....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo General .....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15

## **CAPÍTULO II**

<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
2.1 Materiales .....	16
2.2 Métodos .....	17
2.2.1 Modalidad de la investigación .....	17
2.3 Población y muestra.....	18
2.3.1 Población.....	18
2.3.2 Muestra .....	18
2.4 Recolección de información .....	18
2.5 Procesamiento y análisis de datos .....	19
2.6 Propuesta de solución .....	19

## CAPÍTULO III

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
3.1 Análisis y discusión de los resultados .....	21
3.1.1 Reseña histórica .....	21
3.1.2 Misión .....	23
3.1.3 Visión.....	23
3.1.4 Ubicación de la empresa .....	23
3.1.5 Layout de la empresa .....	24
3.1.6 Estructura empresarial .....	24
3.1.7 Productos que oferta la empresa .....	25
3.2 Análisis ABC.....	26
3.2.1 Análisis ABC de la categoría A.....	27
3.3 Análisis de la situación actual de la empresa .....	30
3.3.1 Levantamiento de procesos.....	30
Almacenamiento de la materia prima .....	30
Mecanizado de moldes de inyección.....	31
Inyección de piezas de plástico .....	32
Triturado de material.....	33
Mezclado de material .....	34
Almacenamiento de los sacos de vinchas inyectadas .....	35
3.3.2 Cursograma analítico del proceso actual de inyección de vinchas .....	36
3.3.3 Estudio de tiempos.....	44
Cálculo del factor de desempeño del trabajador .....	44
Asignación de los suplementos .....	45
Desglose del proceso de inyección en actividades individuales .....	45
Cálculo del tiempo estándar .....	46
Total del cálculo de tiempo estándar.....	57

3.3.4	Tiempo disponible de producción.....	58
3.3.5	Capacidad de producción.....	59
3.3.6	Mapa del flujo de valor método actual .....	61
	Cálculo del takt time .....	61
	Cálculo del lead time.....	62
3.3.7	Diagrama recorrido del material actual.....	66
3.3.8	Desperdicios.....	68
3.3.9	Simulación del proceso actual de producción de vinchas plásticas para tapizado .....	73
3.4	Cálculo de la productividad actual .....	75
3.5	Identificación de oportunidades de mejora.....	76
3.7	Análisis de los desperdicios encontrados .....	78
3.8	Asignación de las herramientas de manufactura esbelta .....	79
3.8.1	Método de factores ponderados .....	81
	Propuesta de implementación de las 5's .....	84
	Primera S (Seiri) Eliminar.....	84
	Segunda S (Seiton) Ordenar.....	87
	Tercera S (Seiso) Limpiar .....	90
	Cuarta S (Seiketsu) Estandarizar.....	90
	Quinta S (Shitsuke) Disciplina.....	91
	Propuesta de implementación del sistema SMED .....	91
	Propuesta de implementación estandarización.....	98
	Propuesta de implementación de balanceo de líneas .....	102
	Comprobación en el software POM QM for Windows .....	104
	Análisis de los resultados calculados por el software POM QM for Windows.....	104
3.9	Análisis de resultados aplicando las herramientas de Manufactura Esbelta... 107	
3.9.1	Resumen tiempos del proceso propuesto.....	120

3.9.2 Diagrama de recorrido del material propuesto.....	121
3.9.3 Capacidad de producción propuesta .....	123
3.9.4 Comparación capacidad de producción .....	123
3.9.5 Mapa del flujo de valor método propuesto .....	124
Cálculo del nuevo lead time .....	124
3.9.6 Análisis económico .....	126
3.10 Simulación aplicando la propuesta de Manufactura Esbelta .....	127
3.11 Eficiencia .....	129
3.12 Cálculo de la productividad aplicando la propuesta .....	130

#### **CAPÍTULO IV**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>131</b>
4.1 Conclusiones .....	131
4.2 Recomendaciones.....	132

#### **CAPÍTULO V**

<b>C. MATERIALES DE REFERENCIA .....</b>	<b>133</b>
Referencias Bibliográficas .....	133
Anexos .....	136

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales utilizados para el desarrollo del proyecto.....	16
Tabla 2.- Datos informativos empresa Multiaccesorios M.G. ....	22
Tabla 3.- Ventas primer semestre categoría A Multiaccesorios M.G.....	27
Tabla 16.- Cursograma analítico método actual .....	37
Tabla 4.- Norma británica desempeño del trabajador .....	44
Tabla 5.- Observaciones General Electric para toma de tiempos .....	47
Tabla 6.- Descripción de actividades preparado de materia prima .....	48
Tabla 7.- Resumen estudio de tiempos preparado materia prima .....	48
Tabla 8.- Descripción de actividades montaje del molde .....	49
Tabla 9.- Resumen estudio de tiempos montaje del molde.....	50
Tabla 10.- Descripción de actividades preparación de la inyectora.....	51
Tabla 11.- Resumen estudio de tiempos preparación de la inyectora.....	51
Tabla 12.- Descripción de actividades armado de vinchas .....	54
Tabla 13.- Resumen estudio de tiempos armado de vinchas .....	54
Tabla 14.- Descripción de actividades almacenamiento de vinchas .....	55
Tabla 15.- Resumen estudio de tiempos almacenamiento de vinchas .....	55
Tabla 17.- Resumen total estudio de tiempos .....	57
Tabla 18.- Tiempos de preparación del proceso .....	58
Tabla 19.- Formato resumen cálculos capacidad de producción .....	60
Tabla 20.- Ventas mensuales vinchas .....	61
Tabla 21.- Cálculos Lead Time.....	64
Tabla 22.- Cantidad de transportes proceso de inyección de vinchas.....	68
Tabla 23.- Desperdicios encontrados por subproceso.....	78
Tabla 24.- Descripción de las herramientas de manufactura esbelta .....	80
Tabla 25.- Escala de evaluación.....	82
Tabla 26.- Ponderación de herramienta para movimientos innecesarios.....	82
Tabla 27.- Ponderación de herramienta para demoras .....	83
Tabla 28.- Ponderación de herramienta para inventarios.....	83
Tabla 29.- Ponderación de herramienta para defectos .....	84
Tabla 30.- Registro de elementos encontrados en el área de inyección de plásticos .	85
Tabla 31.- Actividades internas y externas proceso inyección .....	92

Tabla 32.- Optimización tiempos y actividades internas y externas .....	93
Tabla 33.- Propuesta aplicando SMED para las actividades de preparación del proceso .....	95
Tabla 34.- Comparación tiempos de preparación actual vs SMED .....	97
Tabla 35.- Fallas presentes en las actividades.....	98
Tabla 36.- Formato parámetros montaje de moldes.....	100
Tabla 37.- Formato parámetros máquina inyectora .....	101
Tabla 38.- Precedencias de los subprocesos .....	102
Tabla 39.- Total de tiempo de ciclo en segundos.....	103
Tabla 40.- Número de trabajadores y máquinas recomendados .....	106
Tabla 41.- Tiempos de limpieza asignados a las máquinas inyectoras .....	107
Tabla 42.- Distribución de las actividades de montaje de moldes y preparación de inyectoras .....	108
Tabla 43.- Cursograma analítico propuesto área de inyección .....	111
Tabla 44.- Resumen tiempos del proceso propuesto.....	120
Tabla 45.- Resumen distancias recorridas método propuesto.....	122
Tabla 46.- Capacidad de producción propuesta .....	123
Tabla 47.-Comparación capacidad de producción.....	123
Tabla 48.- Cálculo del nuevo Lead Time.....	124
Tabla 49.- Utilidad con la implementación de manufactura esbelta.....	126
Tabla 50.- Resultados simulación producción semanal de vinchas .....	129
Tabla 51.- Resultados simulación producción vinchas semanal.....	129

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Principales herramientas de Lean Manufacturing .....	6
Figura 2.- Casa del sistema de producción Toyota .....	10
Figura 3.- Logo de la empresa .....	21
Figura 4.- Empresa Multiaccesorios M.G. ....	22
Figura 5.- Ubicación de Multiaccesorios M.G. ....	23
Figura 6.- Layout planta principal de producción Multiaccesorios M.G. ....	24
Figura 7.- Organigrama de Multiaccesorios M.G. ....	25
Figura 8.- Gráfica de Pareto análisis total .....	26
Figura 9.- Gráfica de Pareto categoría A .....	29
Figura 10.- Vincha para tapizado universal 204 .....	30
Figura 11.- Sacos con polietileno y material triturado almacenado .....	31
Figura 12.- Materia prima almacenada para inyección de plásticos .....	31
Figura 13.- Área de mecanizado de moldes .....	32
Figura 14.- Área de inyección de plásticos .....	32
Figura 15.- Área de triturado de material .....	33
Figura 16.- Segunda máquina trituradora distinta ubicación .....	34
Figura 17.- Tercera máquina trituradora .....	34
Figura 18.- Máquina mezcladora de material .....	35
Figura 19.- Área de almacenamiento .....	36
Figura 20.- Tiempos de llenado-enfriado .....	53
Figura 21.- Tiempo de ciclo de inyección .....	53
Figura 22.- VSM método actual Multiaccesorios M.G. ....	65
Figura 23.- Recorrido del material general .....	67
Figura 24.- Recorrido del material área de inyección .....	67
Figura 25.- Identificación de desperdicios en el VSM actual .....	72
Figura 26.- Diseño planta de producción actual Flexsim .....	73
Figura 27.- Área de inyección de plásticos .....	74
Figura 28.- Producción diaria simulada .....	74
Figura 29.- Producción mensual simulada .....	75
Figura 30.- Impacto de los desperdicios .....	79
Figura 31.- Tarjeta roja de acciones a tomar .....	86

Figura 32.- Ubicación de tarjetas rojas en los lugares desordenados y objetos sin uso área de inyectoras .....	86
Figura 33.- Ubicación de tarjetas rojas en los lugares desordenados y objetos sin uso área de materia prima .....	87
Figura 34.- Diseño de shadowboard .....	88
Figura 35.- Formato para registrar las tarjetas rojas .....	88
Figura 36.- Distribución actual área de inyección de plásticos.....	89
Figura 37.- Distribución propuesta para el área de inyección de vinchas.....	89
Figura 38.- Check List programa de limpieza.....	90
Figura 39.- Variación de tiempos aplicando SMED .....	97
Figura 40.- Diagrama de precedencia .....	103
Figura 41.- Selección del método e introducción de datos para el tiempo de ciclo.	104
Figura 42.- Resultados balanceo de líneas POM QM .....	104
Figura 43.- Gráfico de precedencia y estaciones POM QM .....	105
Figura 44.- Tiempos de ciclo en función de las estaciones.....	106
Figura 45.- Recorrido del material propuesta .....	121
Figura 46.- Gráfica comparación producción semanal .....	124
Figura 47.- VSM propuesto aplicando manufactura esbelta.....	125
Figura 48.- Distribución del área de inyección de vinchas propuesta .....	128
Figura 49.- Producción semanal simulación propuesta.....	128
Figura 50.- Producción simulada semanal .....	129



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Modelos de vinchas Multiaccesorios M.G.....	136
Anexo 2.-Accesorios ofertados por Multiaccesorios M.G.....	145
Anexo 3.- Emblemas de Multiaccesorios M.G. ....	155
Anexo 4.- Ventas primer semestre 2020 Multiaccesorios M.G. ....	160
Anexo 5.- Asignación suplementos constantes.....	167
Anexo 6.- Asignación suplementos variables .....	167
Anexo 7.- Tabla de General Electric para el número de ciclos.....	171
Anexo 8.- Formato de auditoría de implementación de las 5's .....	172

## RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se propone la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en función de los desperdicios encontrados en el proceso de inyección de vinchas plásticas de la empresa Multiaccesorios M.G.

Primeramente, se programaron visitas técnicas a la empresa para la recolección de datos, obteniendo la información referente a los productos ofertados por la empresa, demanda y ventas pertenecientes a los primeros 6 meses del año 2020, datos que permitieron la realización de un análisis ABC con el que se determinó el producto de mayor relevancia para la empresa, siendo este la vincha modelo 204 para tapizado universal, luego se elaboró el levantamiento de procesos, estudio de tiempos, cursograma analítico y mapeo de flujo de valor, identificando los desperdicios que presenta el proceso actual.

Se creó una simulación de la planta de producción para comparar sus resultados con los datos que se obtuvieron por cálculos y una vez identificadas las oportunidades de mejora se designaron las herramientas de manufactura esbelta.

Aplicando la herramienta 5'S, se evidencia una mejora en el espacio de trabajo y conjuntamente con SMED se optimizan las actividades reduciendo así los transportes y movimientos innecesarios. La aplicación de estandarización permite la normalización de las actividades iniciales de preparación de las máquinas inyectoras, disminuyendo los tiempos de set up, y con el balanceo de líneas se propone habilitar una tercera inyectora y asignar actividades a uno de los trabajadores eliminando así el cuello de botella del proceso y aumentando la producción semanal.

Finalmente, se analizan los beneficios económicos, obteniendo una utilidad semestral de \$13.838,16 como resultado de la implementación de las herramientas asignadas, posterior a ello se presenta el nuevo mapa de flujo de valor propuesto y se realiza la simulación de la planta de producción con las mejoras implementadas, obteniendo un incremento de 5,844% en la productividad de la planta.

**Palabras clave:** Inyección, plásticos, automotores, producción, manufactura esbelta, mejora.

## ABSTRACT

In this research, the application of lean manufacturing tools is proposed based on the waste found in the injection process of plastic headbands at company Multiaccesorios M.G.

First technical visits to the company were scheduled to collect data, obtaining information regarding the products offered by the company, demand and sales pertaining to the first 6 months of 2020, data that allowed an ABC analysis that determined the most relevant product for the company, that is the model 204 headband for universal upholstery, then the process survey, time study, analytical course chart and value flow mapping were elaborated, identifying the waste present in the actual process.

Simulation of the production plant was created to compare its results with the data obtained by calculations and once the opportunities for improvement were identified, the lean manufacturing tools were appointed.

Applying the 5's tool, an improvement in the workspace is recognized and together with SMED activities are optimized reducing unnecessary transport and movements. The standardization application allows the normalization of the initial activities of preparation of the injection machines, reducing the set-up times and with the balancing of lines it is proposed to enable a third injector and assign activities to one of the workers, eliminating the neck of bottle of the process and increasing weekly production.

Finally, the economic benefits are analyzed, obtaining a semester profit of \$ 13,838.16 as a result of the implementation of the assigned tools, after which the new proposed value flow map is presented and the simulation of the production plant is carried out with the improvements implemented, obtaining an increase of 5,844% in the productivity of the plant.

**Keywords:** Injection, plastics, automotive, production, lean manufacturing, improvement.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación presente puede ser empleado como referencia a las empresas de producción que utilicen el método de moldeo por inyección, que requieran del mejoramiento de sus procesos para aumentar la productividad de la planta.

Si partimos de la necesidad de la empresa Multiaccesorios M.G. de mejorar sus líneas de producción a tal punto de lograr una producción óptima que permita cumplir con la demanda del mercado de vinchas plásticas, la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta representa un factor importante dentro de este análisis.

En el Capítulo I, se detalla el marco teórico correspondiente a la contextualización del problema a tratar, se justifica el estudio y se fundamenta teóricamente todas las técnicas y procedimientos a realizar para cumplir con el objetivo general y objetivos específicos.

En el Capítulo II, se presenta la metodología a seguir detallando los materiales, métodos investigativos, recolección de información y propuesta de solución para el caso de estudio.

En el Capítulo III, referente a los resultados y discusión se muestra la información de la empresa y todos los datos obtenidos para aplicar la propuesta de solución, aquí se analiza el proceso de inyección de plásticos, aplicando primeramente herramientas de diagnóstico como son el análisis ABC, cursograma analítico y el estudio de tiempos, para posteriormente asignar y elaborar la propuesta de implementación de las herramientas 5's, SMED, estandarización y balanceo de líneas.

En el Capítulo IV, en base al análisis de los resultados obtenidos, se muestran las conclusiones del proyecto y se recomiendan acciones que permitan el mejoramiento de un estudio futuro.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Tema de investigación**

Mejora de la productividad en el área de inyección de piezas de plástico de la empresa Multiaccesorios M.G. mediante Herramientas de Manufactura Esbelta

#### **1.2 Antecedentes investigativos**

##### **1.2.1 Contextualización del problema**

La inyección de plásticos por moldeo es una técnica utilizada por varios mercados a nivel mundial, debido a que, por su versatilidad y la gran facilidad de obtener productos con propiedades específicas, los plásticos se han convertido en materiales importantes dentro de las industrias manufactureras que buscan producir grandes cantidades de artículos variados a costos relativamente bajos de producción, siendo esta la razón por la que se fabrica un mayor volumen de plásticos que de acero [1].

En la actualidad los mercados potenciales buscan en las empresas un alto grado de eficiencia referente a la calidad y precio, por ello estos factores pueden ser gestionados por medio de herramientas metodológicas que permitan la eliminación de los desperdicios presentes en las operaciones [2].

En Ecuador son escasos los estudios que se realizan para encontrar resultados cualitativos y cuantitativos que den soluciones a las necesidades de los empresarios para emplear un sistema manufacturero eficiente, que otorgue grandes beneficios con una disminución de los recursos utilizados [3].

En algunas de las industrias que se especializan en la inyección de piezas de plástico existen secuencias incorrectas de las operaciones que derivan en fallos para la producción tales como movimientos innecesarios de materias primas y transportes, así

como la falta de metodologías establecidas para evitar estas situaciones negativas, lo cual es evidente al no contar con un enfoque hacia la manufactura esbelta, misma que permitiría establecerse en el mercado al mejorar el desempeño operacional y así lograr ventajas competitivas [4].

Las empresas de inyección de plástico a pesar de contar con avances tecnológicos y recursos computacionales en su mayoría no tienen la visión de encaminarlos hacia metodologías de manufactura esbelta, por lo que se rigen a sistemas menos eficientes que impiden la adaptación al cambio constante que resulta de las variedades de los mercados y las necesidades de los clientes actuales [5].

Una empresa que ignora los desperdicios que se generan en los procesos productivos y que los acumula sin dar soluciones de mejora no logra mantenerse en los mercados de las nuevas eras, al verse superados por industrias que cuentan con sistemas de gestión de la productividad más avanzados en el ámbito tecnológico [6].

Al aplicar las herramientas de manufactura esbelta en la empresa MULTIACCESORIOS M.G. se podría evaluar cada elemento perteneciente al proceso productivo y eliminar en su mayoría estos desperdicios los cuales son causantes de la baja productividad y pérdidas económicas.

MULTIACCESORIOS M.G. es una empresa que se dedica al diseño y mecanizado de moldes de acero, los cuales posteriormente utilizan para producir piezas de plástico inyectadas las cuales en su mayoría son destinadas como repuestos para vehículos automotores.

Sin embargo, la empresa está enfrentando una serie de problemáticas a nivel interno que van relacionadas principalmente con la desorganización que presenta el proceso de inyección en donde se destaca la falta de clasificación de la materia prima, la carencia de un espacio específicamente diseñado para la ubicación de los moldes de inyección, deficiencias en la distribución de la planta lo cual ocasiona un exceso de transporte de materiales, espacios reducidos y tiempos de espera innecesarios, todo esto debe ser analizado exhaustivamente con el propósito de proponer alternativas de solución y mejora mediante la aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta.

### 1.2.2 Estudio del arte

Mediante una búsqueda bibliográfica de las investigaciones más recientes, se procede a describir el estado actual sobre la aplicación de Lean Manufacturing en las industrias manufactureras.

La aplicación de la Manufactura Esbelta sobre los procesos industriales permite a las empresas reducir los desperdicios generados en la manufactura de los productos que ofertan al mercado actual, puesto que esta filosofía busca corregir o mejorar los tiempos, cantidades y ubicaciones de todos los elementos que forman parte de la producción [7]. Lo primero es realizar un análisis VSM que permita identificar los tiempos muertos entre lo que es el almacenamiento de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado, esto da una percepción desde el punto de vista de los trabajadores, conociendo con ello la situación actual del proceso y dónde se lo puede mejorar [8]. Con el mapeo de la cadena de valor lo que se busca es identificar todos los desperdicios que se encuentran en los procesos, ya que consiste en una representación gráfica de todas las actividades necesarias para obtener un producto final, lo cual brinda una oportunidad de detectar ventajas competitivas [7].

Para eliminar los desperdicios localizados en los procesos analizados, existen varias herramientas de la manufactura esbelta que pueden ser aplicadas en función del caso que se presente, siendo algunas de ellas: 5'S que ha ayudado a mantener un área de trabajo más limpia, segura y organizada, los sistemas KANBAN que han permitido intercambiar información entre los trabajadores de los diferentes procesos eliminando errores de envío de la materia prima, la técnica SMED que ha permite reducir los tiempos de cambio, por mencionar las más utilizadas [9]. Al analizar el producto de mayor impacto que representa el ingreso más significativo para la empresa, se puede recolectar información más relevante en relación al proceso de producción, para determinar las falencias y los desperdicios que conllevan a pérdidas económicas para la empresa, por lo que al aplicar las herramientas adecuadas de manufactura esbelta se logra mejorar la calidad del producto y se eliminan tiempos innecesarios [10].

Es importante para las empresas realizar enfoque en la importancia de los procesos de mejora continua como método utilizado por las áreas de administración de operaciones para mantener tanto a las medianas como grandes empresas dentro de la

competitividad del mercado actual [9]. Al aplicar el mapa de valor presente y futuro y realizando un balanceo de líneas en función del takt time, se pueden obtener resultados de disminución de operadores en las estaciones y se aumenta la productividad en porcentajes considerables, lo cual evidencia que el aplicar estas herramientas se obtendrá un beneficio significativo para la empresa [10].

Al realizar un análisis ABC y posteriormente calcular la capacidad de producción con la finalidad de hallar el cuello de botella en la línea de producción, se crea un mapa de flujo de valor (VSM) para conocer el tiempo real que le lleva a la línea producir un producto y con ello identificar los desperdicios a eliminar por medio de las herramientas de Manufactura Esbelta, entre las cuales proponiendo el balance de líneas, la redistribución de las instalaciones y principalmente el uso de Kanban conllevarían a una producción basada en pedidos lo cual reduce considerablemente el inventario y representa un ahorro de los recursos ocupados [11].

### **1.2.3 Fundamentación teórica**

A partir de la investigación de distintas fuentes bibliográficas se han revisado los contenidos indispensables a utilizar para la elaboración del presente trabajo de investigación mostrando a continuación los siguientes enunciados.

#### **Análisis ABC**

Con la finalidad de realizar un estudio eficiente que brinde resultados positivos a la empresa, es necesario realizar un análisis ABC que permita seleccionar el producto de mayor impacto que represente las ganancias más significativas para la empresa. Para ello es conveniente y necesario conocer la totalidad de productos que produce la empresa, así como tener conocimiento del historial de ventas de los mismos, para que con esta información se pueda comparar y determinar cuál producto genera la mayor parte de ingresos.

#### **Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing (también conocido como Lean Management, Lean Enterprise, Lean Production o Lean Thinking) es un sistema de gestión desarrollado por Toyota Motor Corporation. Esto se adaptó con éxito en todo el mundo a casi todos los sectores



de fabricación, así como a una amplia gama de sectores no manufactureros, incluidos los de salud, banca, gobierno y servicios e incluso agroindustria [12].

La Manufactura Esbelta es una metodología enfocada en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, ya sea de tiempos, materiales o eficacia de los procesos. Consiste en eliminar lo improductivo e inservible con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. El objetivo de Lean Manufacturing es proponer mejoras en los procesos a través del análisis de la cadena de valor, y la implementación de herramientas de calidad e indicadores macro [13].

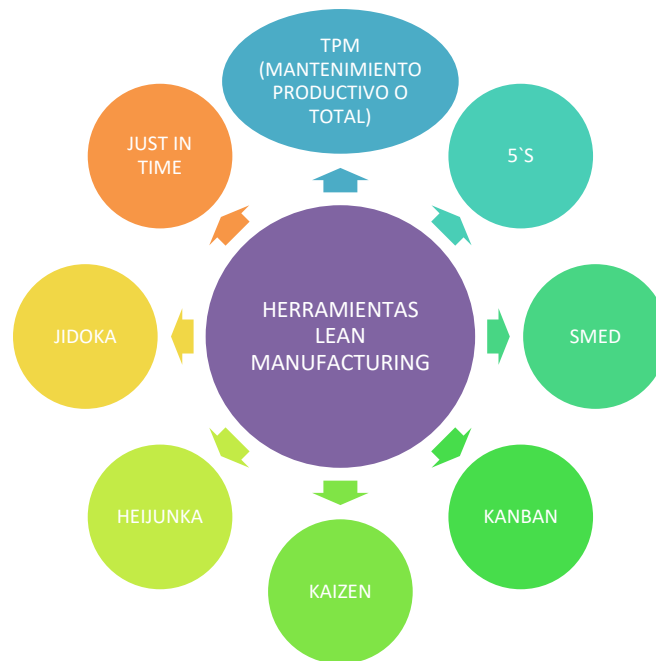


Figura 1.- Principales herramientas de Lean Manufacturing

### **Mejora en la productividad**

En general, la productividad se define como la relación entre los productos obtenidos y los insumos utilizados para lograr este fin, lo que permite conocer de una manera más amplia cómo la empresa aprovecha dichos insumos para obtener productos que cumplan con las necesidades de los clientes y que resulte factible económicamente [14].

Teniendo esto en mente, las empresas manufactureras intentan obtener el mayor beneficio de sus recursos disponibles en términos de eficacia, eficiencia, calidad, alcance de objetivos y valor agregado, por mencionar los más importantes, y para ello

es necesario realizar un estudio exhaustivo de los todos procesos involucrados en la actividad productiva [14].

### **Análisis de procesos**

El análisis de procesos puede ser considerada una metodología que permite rediseñar los procesos productivos mediante reingeniería y también monitorear el desempeño con la ayuda de la medición de tiempos, siguiendo un método sistemático que consta de conocer el proceso actual evaluándolo para detectar posibles brechas que presente en su desempeño, para posteriormente identificar oportunidades de mejora que puedan ser implementadas con la finalidad de lograr el mejoramiento continuo [15].

### **Las tres Ms**

Con el fin de mejorar los procesos, la manufactura esbelta pretende hallar y eliminar las 3M presentes en las diferentes etapas de los procesos productivos [15].

Muda / Desperdicio: Se refiere a los trabajos presentes en el proceso cuya actividad no provee de ningún tipo de valor al producto final [15].

Mura / Irregularidad: Son desequilibrios en la producción que impiden o dificultan el control de los procesos, ya que presentan variaciones en el ámbito de volúmenes de producción y planificación de trabajos [15].

Muri / Exceso: Provoca la disminución de la calidad del producto al llevar al personal y máquinas al límite, teniendo como resultado una serie de inconvenientes de tipo personal en los trabajadores y fallos en las máquinas [15].

### **Desperdicios**

Los desperdicios pueden ser localizados en cualquiera de los procesos y pueden ser: transporte innecesario, inventario excesivo y almacenamiento inadecuado, acciones operativas duplicadas o no previstas, tiempos de espera, exceso de producción o defectos en los productos [15].

### **Los siete desperdicios**

Se les conoce como “Muda” a aquellas operaciones existentes en el proceso que no agregan valor, las cuales incrementan el costo de la producción, lo que conlleva al

aumento de los precios de los productos finales y para lo cual los clientes no consideran pagar, por lo tanto, dichas operaciones deben ser eliminadas del proceso [16].

**Sobreproducción:** se debe a la producción en base a decisiones estratégicas, lo cual incrementa el inventario y se lo almacena debido a que no existen pedidos o demanda de dicho producto.

**Tiempo de espera:** es el tiempo que se da cuando se presentan paradas no programadas debido a fallos de algún tipo en el proceso, o cuando el producto no se está trabajando.

**Transportes:** son todos los recorridos innecesarios durante el proceso de producción en los cuales no se está agregando valor al producto.

**Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto:** se debe al procesamiento extra o reprocesamiento que se le da al producto por la presencia de fallas en este último, las cuales no cumplen con las expectativas de calidad del cliente.

**Inventarios:** el exceso de inventario tanto de materia prima, de productos en proceso y de producto terminado causan largos tiempos de entrega, alto riesgo de obsolescencia de los productos, deterioro de los artículos, elevados costos de transporte, almacenamiento y retrasos.

**Movimientos innecesarios:** es todo movimiento efectuado por el personal durante sus actividades de jornada que no tienen nada que ver con la actividad productiva.

**Productos defectuosos:** se debe a la obtención de productos finales que no cumplen con las especificaciones de calidad del cliente, por lo que se convierten en desperdicio.

### **Principios de la producción esbelta**

Son 14 los principios basados en el sistema de producción Toyota.

Base sus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, a expensas de lo que suceda con los objetivos financieros a corto plazo.

Cree procesos en flujo continuo para hacer que los problemas salgan a la superficie.

Utilice sistemas PULL (tirar) para evitar producir en exceso.

Nivele la carga de trabajo (HEIJUNKA).

Cree una cultura de parar a fin de resolver los problemas, para lograr una buena calidad a la primera.

Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.

Utilice el control visual de modo que no se oculten los problemas.

Utilice sólo tecnología Fable absolutamente probada que dé servicio a su personal y a sus procesos.

Haga crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros.

Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.

Respete a su red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.

Tome decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; impleméntelas rápidamente.

Conviértase en una organización que aprende mediante la reflexión constante (HANSEI) y la mejora continua (KAIZEN).

### **Estructura del Sistema Lean**

Para visualizar la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación, de forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” como se muestra en la figura 2, en donde se resalta que los cimientos son la parte que da solides a la metodología, por lo que si uno de ellos falla todo el sistema puede verse afectado [16].

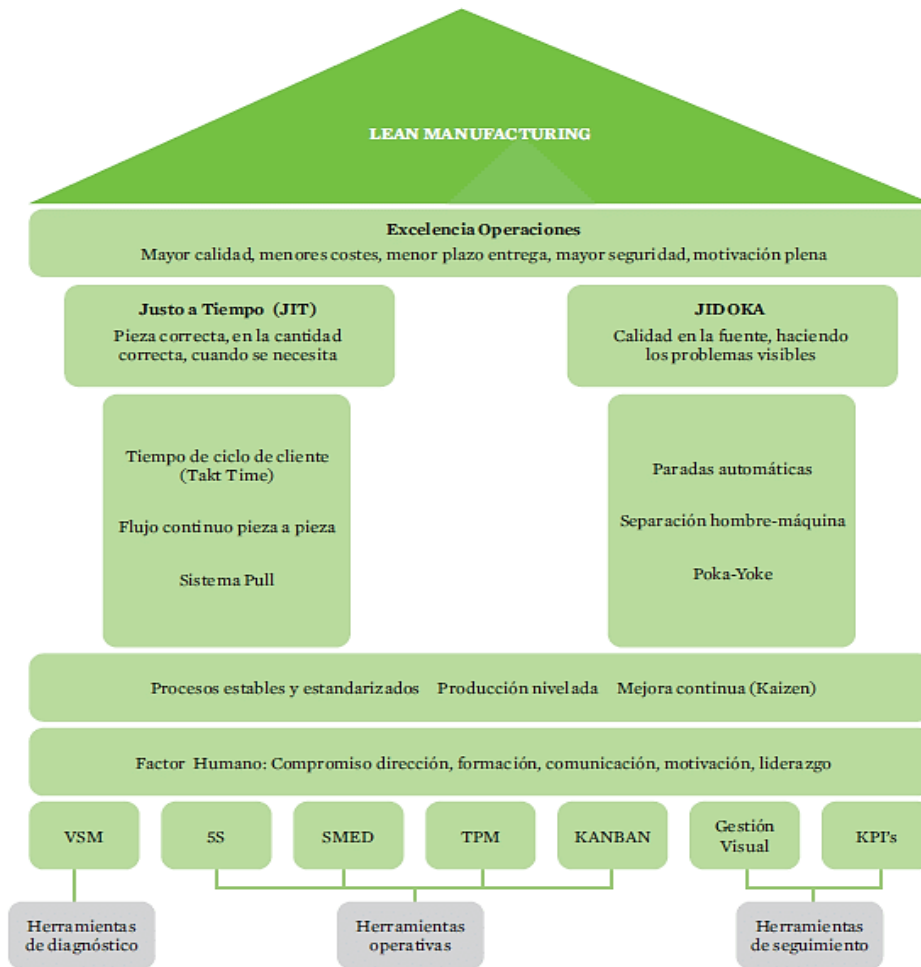


Figura 2.- Casa del sistema de producción Toyota

## Pasos para una implementación exitosa del Sistema de Manufactura Esbelta

### Formar un equipo de trabajo adecuado

Al decidir que se implementará un sistema de Manufactura Esbelta, es necesario reunir al equipo adecuado para manejarla. Este equipo generalmente requerirá personas que tengan la experiencia comercial y el conocimiento laboral necesarios para hacer todo sin problemas. Además, el equipo debe incluir un experto en Lean experimentado que pueda ayudar a mantener el proyecto en la tarea.

Dependiendo del tipo de instalación en la que esté trabajando y si la implementación es para toda la instalación o solo para un proyecto, puede tener entre 3 y 10 personas en el equipo central. El punto clave es asegurarse de tener suficientes personas para hacerlo correctamente, pero no tantas como para causar más dificultades [17].

## **Desarrollar una estrategia de Comunicación y Retroalimentación**

Uno de los mayores problemas que enfrentan las personas al implementar la Manufactura Esbelta es que todos piensan que deberían hacer las cosas a su manera. Incluso con un buen equipo de implementación, puede ser difícil que todos estén en la misma página [17].

Por eso es tan importante que el equipo tenga un proceso establecido para comunicarse entre sí y proporcionar comentarios. Cuando hay desacuerdos, contar con este tipo de proceso ayudará a evitar fricciones innecesarias e incluso emociones negativas que se interpongan en el proceso de implementación de la Manufactura Esbelta [17].

## **Reunión con el personal afectado**

En casi todos los casos, el proceso Lean se dirigirá a una o más áreas dentro de la instalación. Cuando se complete y se implemente, habrá muchas personas que necesitarán cambiar la forma en que hacen su trabajo. Esta puede ser una experiencia aterradora y, si no se hace correctamente, puede haber muchos retrocesos negativos [17].

Para minimizar este tipo de problemas, es necesario reunirse con las personas que se verán más afectadas por cualquier cambio que surja de esta implementación y ayudar a resolverlo correctamente. Al reunirse con ellos, se deben asegurar y tener en cuenta los siguientes puntos:

Recopilación de ideas: hay que asegurarse de obtener tantas buenas ideas como se pueda de las personas que realmente se verán más afectadas [17].

Explicación de los objetivos: si bien es posible que no se tenga ningún objetivo específico establecido en este momento, se puede explicar que el objetivo general de este proyecto será ayudar a eliminar el desperdicio y agilizar el proceso [17].

Brindar información de contacto: es muy importante brindarles a los empleados una persona de contacto o un grupo al que puedan acudir con preguntas o sugerencias futuras [17].

## **Completar un Mapeo de Flujo de Valor**

Completar un mapa de flujo de valor es fundamental en la implementación de la

Manufactura Esbelta. Este mapa comienza identificando qué características de un producto están dispuestos a pagar sus clientes. Identificar exactamente lo que necesitan primero ayudará a que sea posible centrar todos los esfuerzos en las cosas en las que los clientes están realmente interesados [17].

Este también será el punto de partida desde el que se podrá trabajar para identificar qué tipo de actividades y procesos se están siguiendo actualmente que deben eliminarse como desperdicio. Trazar un mapa de lo que los clientes valoran y cómo implementarlo mejor permitirá que la instalación desarrolle los procesos adecuados a lo largo del camino [17].

### **Completar el análisis 5S**

Lo siguiente que se debe hacer es completar un análisis 5S sobre cualquier proceso actual para averiguar dónde se pueden eliminar los desechos. Las 5S son una gran herramienta para averiguar dónde existen procesos derrochadores de modo que se puedan realizar ajustes durante la implementación Lean. Esto ayudará a obtener los mejores resultados posibles para la instalación [17].

## **Herramientas del Sistema de Manufactura Esbelta**

### **Herramientas de Diagnóstico**

#### **VSM (Value Stream Mapping)**

El flujo de valor se define como “el conjunto de todas las acciones específicas necesarias para llevar un producto específico a través de las tres tareas de gestión críticas de cualquier negocio: resolución de problemas, gestión de la información y transformación física”. El mapeo de flujo de valor (VSM) es el proceso de mapear el material y los flujos de información necesarios para coordinar las actividades realizadas por los fabricantes, proveedores y distribuidores para entregar productos a los clientes. Inicialmente se extrae un mapa del estado actual a partir del cual se identifica la fuente de desperdicio y se encuentra la oportunidad de implementar varias técnicas lean. La representación visual de VSM facilita la identificación de las actividades de valor agregado en una cadena de valor y la eliminación de las actividades que no agregan valor. Un segundo paso en VSM es dibujar un mapa de

estado futuro basado en el plan de mejora. La disponibilidad de la información en el VSM facilita y valida la decisión de implementar la herramienta Lean y también puede motivar a la organización durante la implementación real para obtener los resultados deseados. VSM indica claramente el inventario, el tiempo de proceso, el tiempo de entrega, el tiempo de espera, etc. En este estudio se investigan los escenarios "antes" y "después", a través de una simulación que ayuda a ilustrar los beneficios potenciales, como un menor tiempo de producción y un menor inventario de trabajo en proceso. El modelo de simulación se puede utilizar para evaluar medidas de desempeño básicas antes de la implementación Lean. La mejora continua sistemática comienza con el área del cuello de botella, la predicción de niveles a lo largo del proceso de producción suele ser imposible con solo un mapa de estado futuro, porque con un modelo estático no se puede observar cómo variarán los niveles de inventario para diferentes escenarios, por lo que la herramienta de simulación es necesaria para predecir el nivel de inventario durante la incertidumbre de la demanda [18].

### **Las 5 S's**

Un método para identificar y abordar áreas de ineficiencia en la fabricación es el sistema 5S. Concebido originalmente como parte del sistema de producción de Toyota, el sistema 5S proporciona múltiples beneficios a la función de un lugar de trabajo, incluyendo un mejor desempeño, mejor salud y mayor seguridad. Cada "S" representa un paso en un proceso que mejora la función de una empresa. Los japoneses le han nombrado 5S ya que corresponden a las iniciales de las cinco palabras japonesas que dan nombre a las cinco fases que consta esta filosofía [19].

1. Seiri: Despejar. – Consiste en eliminar lo innecesario, clasificando los elementos y materias primas presentes en el área de trabajo las cuales que no agregan valor al producto final [20].
2. Seiton: Orden. – Se refiere a mantener organizados los elementos que son parte del proceso de fabricación del producto final, estableciendo lugares específicos de ubicación e identificaciones para cada uno con el fin de mejorar la búsqueda y retorno de los mismos [20].
3. Seiso: Limpieza y mantenimiento. – Permite realizar una inspección regular de las áreas de trabajo, al implementar un programa de limpieza y mantenimiento en el área



de trabajo para poder identificar el origen de los desechos [20].

4. Seiketsu: Normalizar. – Se refiere a estandarizar los procedimientos de las 3S anteriores, de manera que se implemente la filosofía óptimamente [20].

5. Shitsuke: Disciplina. – Busca convertir en un hábito la aplicación de la filosofía de las 5S, esto teniendo en consideración la autodisciplina y el autocontrol por parte de todo el personal involucrado, de modo que se mantenga el interés personal en todo momento [20].

### **SMED (Single-Minute Exchange of Die)**

Single Minute Exchange of Dies (SMED) puede ser un método muy eficiente para reducir el inventario y principalmente los tiempos en el área de producción entre diferentes lotes, productos o configuraciones de la máquina, especialmente al convertir los pasos internos (mientras la máquina está parada) en pasos externos (mientras la máquina está funcionando) y acortando los pasos que quedaban. SMED asegura un cambio rápido y eficiente del producto en ejecución al siguiente [21].

La implementación adecuada del sistema de mejora SMED puede representar el factor clave en un objetivo gratificante de reducción del tamaño de lote, que aseguraría más flexibilidad y un mejor flujo de productos en el área de fabricación [21].

### **TPM (Total Productive Maintenance)**

TPM es un enfoque innovador para el mantenimiento que optimiza la eficacia del equipo, elimina averías y promueve el mantenimiento autónomo por parte de los operadores de las actividades diarias que involucran a todo el empleado. TPM es un programa de mantenimiento y producción diseñado principalmente para maximizar la efectividad de todas las herramientas a través de la participación y motivación de todo el personal / empleados. Las prácticas básicas de TPM a menudo se denominan "pilares" o "elementos" de TPM [22].

### **Kaizen (Mejora continua)**

Kaizen es una palabra japonesa que significa "mejora continua" y es un conjunto de prácticas que se centran en la mejora continua de la calidad. El proceso de kaizen es el

análisis del problema y la implementación de una solución con reevaluación actual en tiempo real. Cuando se realiza correctamente, el kaizen no solo elimina el trabajo innecesario, sino que también enseña a las personas un método científico sistemático para identificar y eliminar los desechos en un proceso [23].

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Mejorar la productividad en el área de inyección de la empresa Multiaccesorios M.G. mediante herramientas de manufactura esbelta.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio que proporcione información sobre los desperdicios y las condiciones actuales del área de inyección de piezas de plástico.
- Analizar las oportunidades de mejora que puedan ser aplicadas al proceso productivo estudiado.
- Diseñar una propuesta de solución mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta a los problemas más relevantes detectados.






## CAPÍTULO II




### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

A continuación, se enlista en la tabla 1 los materiales necesarios para el cumplimiento del presente trabajo de investigación.

Tabla 1. Materiales utilizados para el desarrollo del proyecto

Nº	Material	Detalles	Imagen
1	Libreta de apuntes	Implemento que permite el registro de los datos obtenidos mediante visitas técnicas	
2	Laptop	Dispositivo mediante el cual se procesan los datos y se crea el informe	
3	Esfero	Herramienta para escribir los datos en la libreta	
4	Celular	Usado para la toma de tiempos y obtención de evidencias visuales	
5	Software Flexsim	Permite la simulación de la planta de producción	

6	Software POM QM	Permite la gestión de la producción y operaciones de un proceso productivo	
7	Software Visio	Necesario para el diseño del layout y diagramas	
8	Cinta métrica	Utilizada para la toma de distancias del layout de la empresa	

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Modalidad de la investigación

Este trabajo se desarrolla con la modalidad denominada Proyecto de investigación, debido a que aprovecha y busca los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, con la finalidad de mejorar el proceso productivo de la empresa Multiaccesorios M.G.

La presente investigación será de dos modalidades:

#### **Investigación bibliográfica - documental**

Se utiliza este tipo de investigación debido a que se necesita un sustento sobre conceptos teóricos de soporte, que sirve en el trabajo para ampliar, profundizar y deducir diferentes puntos de vista sobre el tema de diferentes autores en diferentes documentos e investigaciones científicas sobre el tema.

#### **Investigación de campo**

Además, se aplica la investigación de campo para obtener los datos mediante técnicas e instrumentos dirigidos al personal que trabaja en la empresa “MULTIACCESORIOS M.G.”, que permita adquirir información real sobre el proceso de inyección de plásticos. El presente estudio trata de un proyecto de investigación aplicado (I) por que

se aplican definiciones y metodologías ya investigadas al no ser necesario el desarrollo de nuevas metodologías para la obtención de los resultados.

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

La población de estudio comprende a todos los procesos que conllevan la fabricación de piezas de plástico, desde la preparación de la materia prima hasta el almacenamiento en bodega de las piezas producidas.

### **2.3.2 Muestra**

Para este estudio la muestra será igual al total de la población, debido a que es necesario obtener información de todos los desperdicios para cada proceso presente en el área de inyección de plástico.

## **2.4 Recolección de información**

La recolección de la información en el presente proyecto de investigación se hace a través de técnicas e instrumentos.

Las técnicas utilizadas son la entrevista la cual se hizo al gerente y trabajadores involucrados con el proceso; la observación directa al proceso de inyección de piezas de plástico de la empresa la cual permitió definir los subprocesos que se realizan para su disposición final y con ello se pudieron determinar los diferentes métodos que influyen de una manera directa en la productividad; adicionalmente se realizó un estudio de tiempos y movimientos utilizando como instrumento principal un cronómetro el cual permitió establecer tiempos promedios y la capacidad de producción; y finalmente una libreta para apuntes generales.

En base a dicha información, se analizaron los espacios utilizados para los departamentos, el transporte de material, las áreas de producción y bodegas lo cual facilitó la determinación de la distribución de planta.

## **2.5 Procesamiento y análisis de datos**

La información recopilada se analizó mediante las herramientas ya mencionadas manejándose por medio del software Excel con formatos de tablas específicos que facilitaron el análisis y manejo de la información, con lo cual se pudo determinar las cantidades producidas y los tiempos necesarios para la inyección de las piezas de plástico y se seleccionaron las herramientas para dar cumplimiento a la propuesta planteada.

## **2.6 Propuesta de solución**

Con este estudio se propone una solución que permite eliminar o minimizar los desperdicios y acciones que no agregan valor al producto final del proceso de inyección de piezas de plástico de la empresa Multiaccesorios M.G. permitiéndole así mejorar la productividad y optimizar el tiempo, llevando a cabo los siguientes pasos:

- Realización de un estudio ABC, para la selección del producto de mayor impacto para la empresa.
- Diagnóstico de la situación actual del área de inyección de plástico, mediante recolección de datos de todos los subprocesos necesarios para obtener el producto seleccionado.
- Realización de un estudio de tiempos.
- Realización del Mapeo de la Cadena de Valor (Actual).
- Realización del Diagrama de recorrido del material.
- Descripción de los Diagramas.
- Identificación de los desperdicios generados.
- Identificación de las oportunidades de mejora basadas en los Diagramas.
- Explicación detallada de las oportunidades de mejora.
- Realización de la clasificación de los desperdicios encontrados.
- Asignación de las Herramientas de Manufactura Esbelta.

- Especificación de las propuestas de mejoramiento aplicables al proceso de inyección de plástico.
- Realización del Mapeo de la Cadena de Valor (Futuro).
- Elaboración del informe final.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1 Reseña histórica

Multiaccesorios M.G. es una empresa ecuatoriana la cual se dedica a la fabricación y venta de vinchas, accesorios, emblemas y tapacubos para vehículos automotores.



Figura 3.- Logo de la empresa

En el año 2005 el Sr. Marco Gallardo obtiene sus primeras máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) con las cuales se dedicaría a la producción de moldes en acero para moldeo por inyección, sin embargo, sus clientes demandarían la producción de piezas y repuestos plásticos para vehículos automotores por parte de él, por lo que tomó la decisión de adquirir una máquina inyectora que le permita cumplir con las demandas requeridas.

Dos años más tarde, al ver la prosperidad del negocio y el aumento en la demanda de piezas plásticas tanto para vehículos de toda marca, así como productos en plástico destinados a distintas áreas, se opta por adquirir tres máquinas inyectoras adicionales, estableciéndose en un galpón amplio y distribuyendo su maquinaria con el fin de ampliar su producción.





Figura 4.- Empresa Multiaccesorios M.G.

Así es como aumenta la cantidad de productos que ofrece y con ello también sus clientes, centrándose en la venta al por mayor, principalmente de vinchas o broches para tapizado y accesorios plásticos de todo tipo.

Actualmente la empresa cuenta con 5 máquinas inyectoras y 10 centros de mecanizado en operación.

Tabla 2.- Datos informativos empresa Multiaccesorios M.G.

DATOS INFORMATIVOS	
Representante Legal	Marco Vinicio Gallardo Garces
Registro Único de Contribuyente (RUC)	1802835924001
Número de contacto	0987497322
Email	multiaccesorios123@hotmail.com

### 3.1.2 Misión

Abastecer el mercado ecuatoriano de autopartes con productos de muy buena calidad y precio que cumplan con las expectativas y satisfagan a la vez un mercado cada vez más exigente [24].

### 3.1.3 Visión

Ser líder en el mercado como una empresa fabricante y distribuidora de autopartes que se involucra con sus clientes y las necesidades del mercado ofreciendo los mejores productos [24].

### 3.1.4 Ubicación de la empresa

Multiaccesorios M.G. empresa ecuatoriana se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua cantón Ambato en la parroquia Pishilata, entre las calles León Febres Cordero y Mariano Enríquez.



Figura 5.- Ubicación de Multiaccesorios M.G.

### 3.1.5 Layout de la empresa

En la figura 6 se muestra la distribución de planta de la empresa Multiaccesorios M.G.

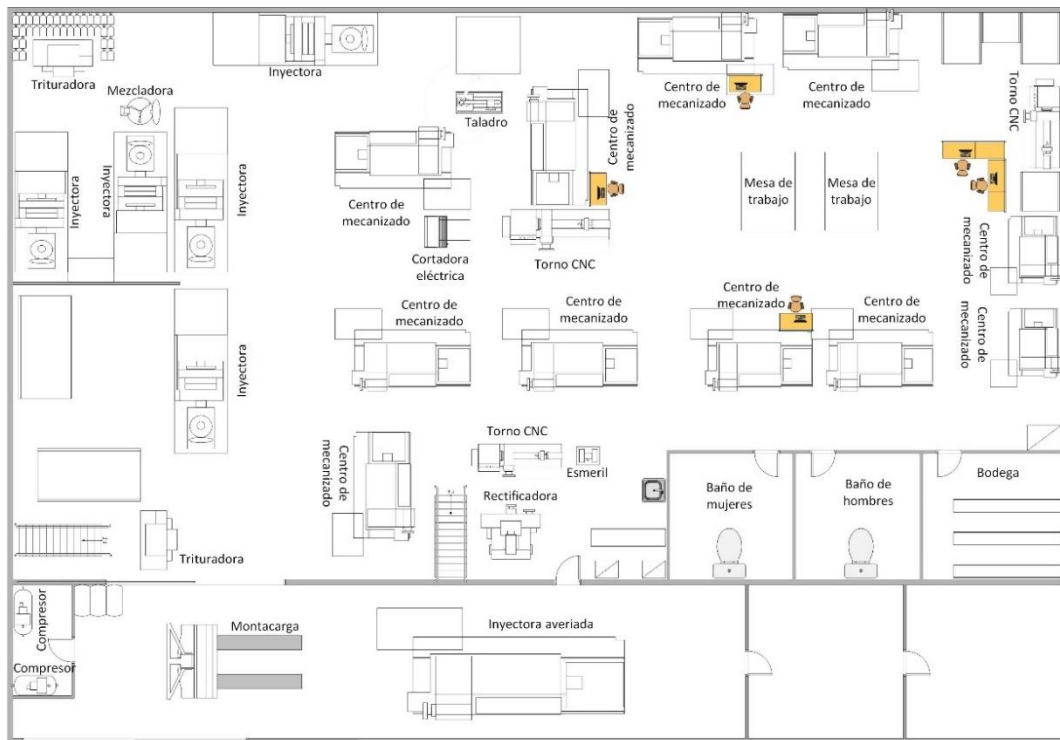


Figura 6.- Layout planta principal de producción Multiaccesorios M.G.

### 3.1.6 Estructura empresarial

Multiaccesorios M.G. cuenta con 12 trabajadores, donde el gerente general es el encargado de la administración, marketing y contabilidad de la empresa, y en la planta de producción se distribuyen 3 trabajadores para el área de inyección y 8 trabajadores en el área de diseño y mecanizado de moldes. En la figura 7 se muestra el organigrama empresarial de Multiaccesorios M.G.

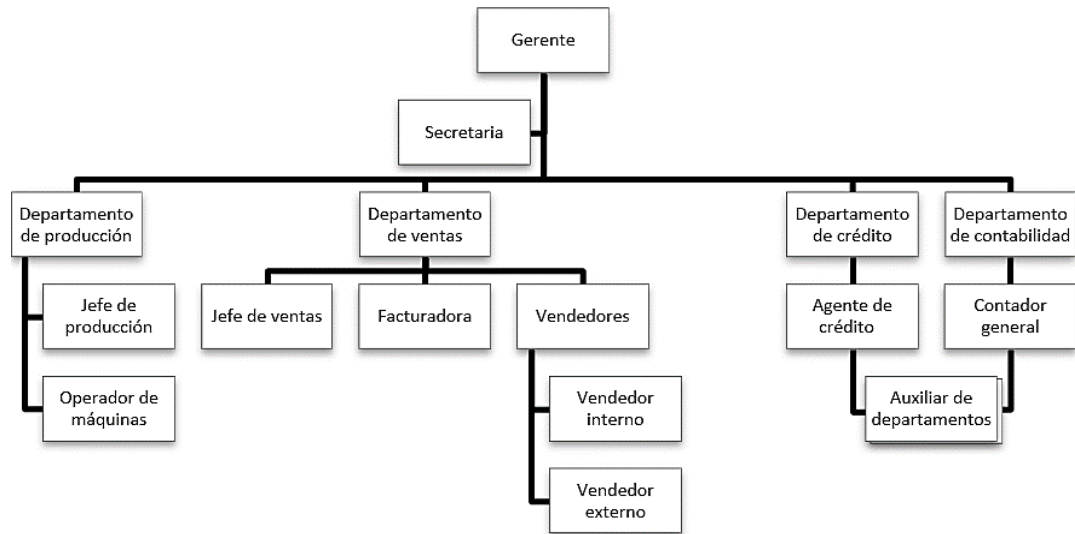


Figura 7.- Organigrama de Multiaccesorios M.G.

### 3.1.7 Productos que oferta la empresa

Los productos ofertados por Multiaccesorios M.G. se clasifican en tres grupos los cuales son: Vinchas, Accesorios y Emblemas.

Al tratarse de productos para un mercado tan grande como es el de vehículos, en el que se sabe que existe variedad de modelos que deben encajar perfectamente en función de las especificaciones y características de los vehículos y gustos de los clientes, es indispensable para la empresa tener una gran gama de diseños que ofertar, sin mencionar que la empresa también produce varios productos ajenos al mercado automotriz.

#### Vinchas

Las vinchas plásticas que se producen en la empresa, también conocidas como broches de tapicería, sirven para sujetar las molduras de los vehículos, así como para los espejos, faros y demás accesorios, los tamaños y modelos dependen de la marca del vehículo (Anexo 1).

#### Accesorios

Accesorios de todo tipo, para una gran variedad de modelos de vehículos (Anexo 2).

## Emblemas

En el Anexo 3 se muestran los emblemas que oferta Multiaccesorios M.G. para las distintas marcas de vehículos.

### 3.2 Análisis ABC

Para obtener resultados que permitan la optimización y mejoramiento de la producción es necesario realizar el estudio ABC para determinar al producto más representativo y con mayor demanda que produce la empresa, para lo cual se analizan las ventas correspondientes al primer semestre del año 2020 indicadas en el anexo 4.

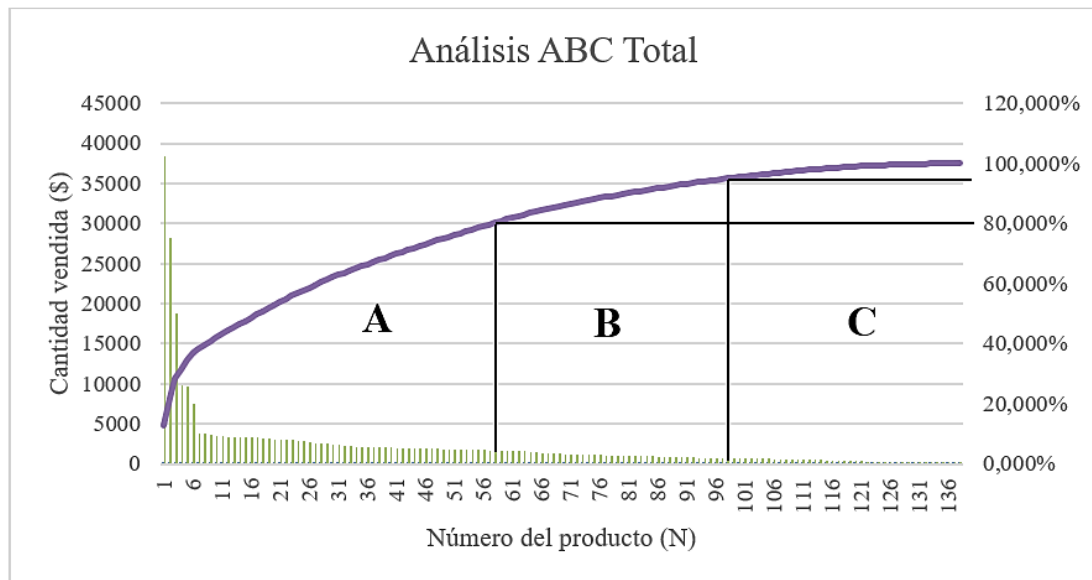


Figura 8.- Gráfica de Pareto análisis total

Al tratarse de una empresa que vende sus productos al por mayor la cantidad de artículos vendidos durante los 6 meses es muy elevada siendo de 1609638 unidades vendidas, por lo que se realizó un segundo análisis de la categoría A que representa el 79,697% es decir la mayor cantidad de ventas con un valor de \$240.852,68.

### 3.2.1 Análisis ABC de la categoría A

Tabla 3.- Ventas primer semestre categoría A Multiaccesorios M.G.

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
1	204 Vinchas Tapizado Universal	\$0,08	479635	\$38.370,80	16,797%	16,797%	A
2	882-197D Vincha Pequeña	\$0,08	352410	\$28.192,80	12,342%	29,139%	
3	651077 Vinchas Tapizado Puertas Blazer GM	\$0,08	235470	\$18.837,60	8,246%	37,386%	
4	652036 Buje para Vinchas Tapizado	\$0,04	245360	\$9.814,40	4,296%	41,682%	
5	172 Vincha plástica tapizado interno	\$0,08	121400	\$9.712,00	4,252%	45,934%	
6	654002 Vichas Tapizadas Externo 2 pz Tipo Clavo	\$0,06	125950	\$7.557,00	3,308%	49,242%	
7	4198 Abre Puerta Externo Mazda Bt-50 Post Cromado Lh	\$7,18	530	\$3.803,28	1,665%	50,907%	
8	CLT036 Lamevidrio Ext Vitara 5p Posterior LH	\$12,13	310	\$3.759,99	1,646%	52,553%	
9	Gpt064 Guardapolvo Delant Fortuner RH	\$9,02	400	\$3.608,80	1,580%	54,133%	
10	4193 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Rh Negro	\$6,15	570	\$3.504,93	1,534%	55,667%	
11	Gpt062 Guardapolvo Yaris 2007-2012 RH	\$7,76	440	\$3.414,84	1,495%	57,162%	
12	Gpt053 Guardapolvo Delant Hilux Stout LH	\$7,76	430	\$3.337,23	1,461%	58,623%	
13	DA115 Tanque de agua Parabrisas Forsa 2 Swift	\$10,69	310	\$3.312,66	1,450%	60,073%	
14	4196 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Lh Cromado	\$7,18	460	\$3.300,96	1,445%	61,518%	
15	Gld020 Salpicadera Hilux Vigo 4x4 Delant LH-RH	\$12,14	270	\$3.278,34	1,435%	62,953%	
16	Gpt075 Guardapolvo Mazda BT 50 RH	\$10,88	300	\$3.264,30	1,429%	64,382%	
17	4192 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Lh Negro	\$6,15	530	\$3.258,97	1,427%	65,809%	
18	Gpt023 Guardapolvo D-Max 2014-19 4X4 Dlant LH	\$8,50	380	\$3.230,00	1,414%	67,223%	
19	Gpt047 Guardapolvo Delant Mazda 3 2012 LH	\$10,93	290	\$3.170,57	1,388%	68,611%	
21	4029 Abre Compuerta balde D-Max negro	\$6,19	500	\$3.094,00	1,354%	69,965%	

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
22	ABINA VIRH Abrepuerta Interior Vitara Rh	\$2,65	1160	\$3.076,32	1,347%	71,312%	C
23	Gpt046 Guardapolvo Delant Mazda 3 2007 RH	\$10,93	270	\$2.951,91	1,292%	72,604%	
24	Gpt054 Guardapolvo Delant Hilux Stout RH	\$7,76	380	\$2.949,18	1,291%	73,895%	
25	Gpt042 Gualdapolvo Delant Mazda B2200 RH	\$10,03	290	\$2.908,70	1,273%	75,169%	
26	4180 Abre Puerta Externo D-Max 2014 - 2016 Negro Posterior	\$3,90	730	\$2.847,00	1,246%	76,415%	
27	Gpt063 Guardapolvo Delant Fortuner LH	\$9,02	300	\$2.706,60	1,185%	77,600%	
28	G12004I Abrepuerta Interno Silverado Base LH	\$10,80	240	\$2.592,72	1,135%	78,735%	
29	4150 Vincha Guardachoque Toyota Vigo- Hilux 2014 Rh	\$2,59	1000	\$2.587,00	1,133%	79,867%	
30	4194 Abre Puerta Externo Mazda Bt-50 Post Lh	\$6,15	420	\$2.582,58	1,131%	80,998%	
31	Gpt036 Guardapolvo Delant Hilux4x2 LH	\$8,84	280	\$2.475,20	1,084%	82,081%	
32	4199 Abre Puerta Externo Mazda Bt-50 Post Cromado Rh	\$7,18	340	\$2.439,84	1,068%	83,150%	
33	Gpt035 Guardapolvo Delant Hilux4x2 RH	\$8,85	260	\$2.301,78	1,008%	84,157%	
34	4169 Vincha Plástica Guarda Choque D-Max 2014 - 2016 4x2 Lh	\$2,82	790	\$2.228,59	0,976%	85,133%	
35	Gpt074 Guardapolvo Delant Almera LH	\$9,02	240	\$2.165,28	0,948%	86,081%	
36	Gpt073 Guardapolvo Delant Almera RH	\$9,02	240	\$2.165,28	0,948%	87,029%	
37	4146 Rejilla Lateral Ventilación Toyota Fortuner Café Lh	\$3,54	600	\$2.121,60	0,929%	87,957%	
38	4145 Rejilla Lateral Ventilación Toyota Fortuner Café Rh	\$3,54	600	\$2.121,60	0,929%	88,886%	
39	Gpt006 Guardafango Luv 2300 Delant LH	\$5,20	400	\$2.080,00	0,911%	89,797%	
40	4181 Abre Puerta Externo D-Max 2014- 2017 Posterior	\$4,38	470	\$2.059,07	0,901%	90,698%	
41	7251 Chapa Puerta Toyota Land Cruiser RH	\$12,00	170	\$2.039,83	0,893%	91,591%	
42	Gpt059 Guardapolvo Delant Yaris Sedan LH	\$7,76	260	\$2.017,86	0,883%	92,474%	

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
43	Gpt060 Guardapolvo Delant Yaris Sedan RH	\$7,76	250	\$1.940,25	0,849%	93,324%	C
44	Gpt040 Gualdapolvo Delant Mazda B2000 RH	\$9,69	200	\$1.937,00	0,848%	94,172%	
45	Gpt039 Gualdapolvo Delant Mazda B2000 LH	\$9,69	200	\$1.937,00	0,848%	95,020%	C
46	CLT32 Lamevidrio Ext Nissan Frontier RH	\$10,74	180	\$1.932,84	0,846%	95,866%	
47	CLT032 Lamevidrio Ext Nissan Frontier RH	\$10,74	180	\$1.932,84	0,846%	96,712%	
48	Gpt007 Guardafango Luv 2200 Delant LH	\$4,29	450	\$1.930,50	0,845%	97,557%	
49	CLT020 Lamevidrio Ext Isuzu NPR LH	\$12,66	150	\$1.899,30	0,831%	98,388%	
50	Gpt008 Guardapolvo Luv 2200 Delant RH	\$4,29	430	\$1.844,70	0,808%	99,196%	
51	GI2004D Abrepuerta Interno Silverado Base RH	\$10,80	170	\$1.836,51	0,804%	100,000%	
			1577595	\$228.432,35	100,000%		

n=cantidad de unidades vendidas ; C=categoría ; PVP=precio de venta al público

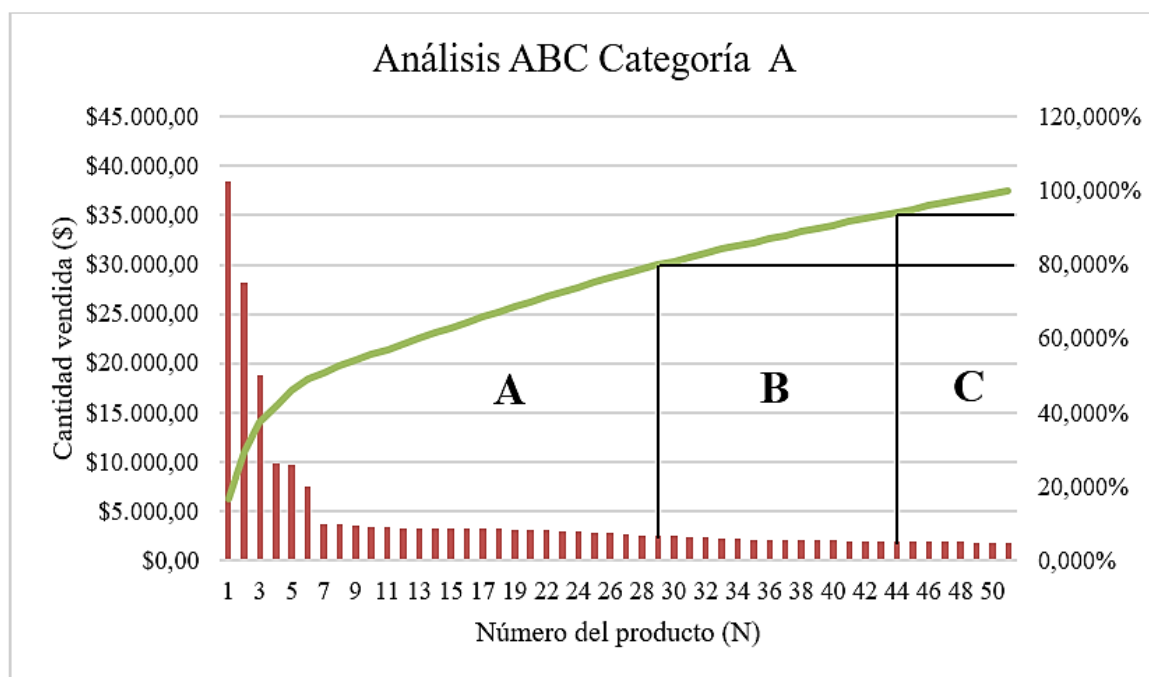


Figura 9.- Gráfica de Pareto categoría A



Al analizar la curva ABC se logra determinar cuáles productos son los que aportan la mayor cantidad de ingresos para la empresa Multiaccesorios M.G. aportando los de la categoría A con un 79,867% del porcentaje total que corresponde a un valor de \$182.442,90. De esta clasificación se toma el producto con código 204 que son vinchas para tapizado universal las cuales se producen en gran cantidad, que por petición del gerente es el producto con más interés en mejorar su proceso de producción, siendo las más demandadas en el mercado y por lo cual las de mayor relevancia para el estudio.



Figura 10.- Vincha para tapizado universal 204

### **3.3 Análisis de la situación actual de la empresa**

#### **3.3.1 Levantamiento de procesos**

La empresa Multiaccesorios M.G. cuenta con las siguientes áreas de planta para la obtención de sus productos:

##### **Almacenamiento de la materia prima**

Los sacos de polietileno se almacenan detrás de la máquina trituradora apilados en la esquina izquierda al fondo de la planta principal, además de utilizar otros lugares de la primera y segunda planta para el almacenamiento, los cuales se muestran en las figuras 11 y 12.



Figura 11.- Sacos con polietileno y material triturado almacenado



Figura 12.- Materia prima almacenada para inyección de plásticos

### **Mecanizado de moldes de inyección**

La empresa cuenta con un área destinada a la digitalización, diseño y mecanizado de moldes fabricados específicamente para la inyección de sus productos de plástico. La maquinaria presente en el área se detalla a continuación: diez centros de mecanizado, tres tornos CNC, una cortadora eléctrica, un taladro de pedestal, dos esmeriles y una rectificadora, lo cual se logra visualizar en la figura 13.



Figura 13.- Área de mecanizado de moldes

### **Inyección de piezas de plástico**

La empresa posee un espacio en donde se ubican cinco máquinas inyectoras para polietileno, las cuales se muestran en la figura 14. La inyectora Chen Hsong Minijet MJ55 es la máquina que por preferencia se utiliza para la inyección de las vinchas plásticas y demás accesorios pequeños para automóviles, la tolva de la máquina se llena con medio saco de polietileno mezclado con masterbatches, material necesario para abastecer toda la jornada diaria de inyección.



Figura 14.- Área de inyección de plásticos

## **Triturado de material**

El material restante que resulta del proceso de inyección es reutilizado, para lo cual se tienen áreas en donde se ubican tres máquinas trituradoras de plástico: dos MingLee y una Sunsol respectivamente. El material triturado se lo almacena en sacos los cuales son apilados junto con los sacos de polietileno recién adquiridos. En las figuras 15, 16 y 17 se muestran las zonas de triturado.



Figura 15.- Área de triturado de material



Figura 16.- Segunda máquina trituradora distinta ubicación



Figura 17.- Tercera máquina trituradora

### **Mezclado de material**

En la empresa se encuentra una mezcladora de material, la cual al combinar los polímeros granulados con los masterbatches permite adquirir diferentes tonos de color en los productos inyectados, la máquina mezcladora se muestra en la figura 18. Dependiendo de las preferencias del cliente y del tipo de producto a inyectar, se utiliza

una cierta cantidad de masterbatches que no sobrepasa el 3% de la cantidad de polímero a mezclar.



Figura 18.- Máquina mezcladora de material

### **Almacenamiento de los sacos de vinchas inyectadas**

Una vez obtenida una cantidad aceptable de vinchas inyectadas, estas deben ser armadas y almacenadas en bodega, este proceso se lo realiza transcurrida una semana laboral debido a que se necesita una gran cantidad de vinchas y pernos plásticos ya inyectados disponibles para iniciar el armado, para lo cual una persona se encarga de separar el material restante de las vinchas y pernos plásticos, material que será triturado posteriormente, y verificará la calidad del producto terminado antes de depositarlo en un saco. Una vez lleno el saco con las vinchas armadas se lo sella y traslada a la bodega en donde se lo almacena para su futura entrega, o de ser el caso para mantenerlo en stock. El área de bodega se muestra en la figura 19.









Figura 19.- Área de almacenamiento

### 3.3.2 Cursograma analítico del proceso actual de inyección de vinchas

Con la finalidad de comprender de una manera más sistemática y secuencial el proceso de inyección de vinchas de plástico para vehículos, se realiza el cursograma analítico que permitirá analizar las labores una a una detalladamente. Este diagrama analítico se lo presenta en la tabla 16.

Tabla 4.- Cursograma analítico método actual

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN</b>									
CURSOGRAMA ANALÍTICO											
<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD		<b>FECHA:</b>	13/04/2021					
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER		<b>DIAGRAMA #:</b>	1					
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
1	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	3 sacos	3,4	0,812							Material para las vinchas polietileno de alta densidad
2	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	50 Kg P + 1,5 Kg M	-	0,634							2 sacos de polietileno de 25 kg y el 3% de masterbatches
3	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	1 máquina	-	0,094							
4	Esperar a que todo el material se mezcle por completo	-	-	5,738							
5	Vaciar el material mezclado en un saco	51,5 Kg	-	1,360							





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	13/04/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	1						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
6	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde	16 mangueras	5,4	3,013	■						Son 8 mangueras de la tapa y 8 de la base del molde
7	Remover pernos de sujeción	12 pernos	-	3,344	■						6 pernos de la tapa y 6 de la base del molde
8	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	2 moldes	13,8	1,162			■				Traslado manual del molde
9	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	2 moldes	13,8	1,764			■				Traslado manual del molde
10	Colocar los pernos de sujeción	12 pernos	-	4,559	■						6 pernos de la tapa y 6 de la base del molde
11	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración	16 mangueras	-	1,809	■						Son 8 mangueras de la tapa y 8 de la base del molde
12	Limpiar el área de trabajo	-	-	4,148	■						Recoger herramientas y sopletear toda el área



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	13/04/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	1						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
13	Limpiar la tolva del material restante	-	-	5,753							Sopletear tolva de residuos de polietileno
14	Transportar el material mezclado a las inyectoras	51,5 Kg	5,4	1,641							
15	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas	51,5 Kg	-	1,397							La tolva se llena por completo con 25,75 Kg
16	Encender las máquinas	2 máquinas	-	0,097							
17	Esperar a que se calienten los cañones de descarga	2 cañones	-	16,432							Que alcance los 175°C
18	Limpiar los cañones de descarga de material restante	2 cañones	-	7,411							Se realizan pequeñas descargas de material
19	Calibrar distancia de cierre de molde	2 moldes	-	5,049							Sensado de la distancia del molde cerrado



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	13/04/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	1						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
20	Ingresar los parámetros de inyección	2 máquinas	-	3,343							En función del tipo de molde y material utilizado
21	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada	2 máquinas	-	12,936							Se inyectan varios ciclos verificando la calidad
22	Espera de ciclo de inyección de las inyectoras	2455 vinchas + 3223 pernos	-	120							Por cada ciclo de 17,6 s se inyectan 6 vinchas y por cada 13,4 s se inyectan 6 pernos
23	Separar el exceso de material de las vinchas y pernos de plástico	2454 vinchas + 3223 pernos	-	13,538							Cada 2 horas de inyección
24	Verificar el óptimo estado de las vinchas y pernos de plástico	2454 vinchas + 3223 pernos	-	8,765							Revisión rápida del estado de las vichas y pernos inyectados



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	13/04/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	1						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
25	Colocar vinchas y pernos de plástico en recipientes según corresponda	2454 vinchas + 3223 pernos	-	2,492							Recipientes individuales
26	Transportar los recipientes a una zona adecuada	2 recipientes	1,7	0,508							
27	Armar las vinchas	2300 vinchas	-	84,707							Acoplamiento manual de la vincha con el perno
28	Colocar vinchas armadas en un saco	2300 vinchas	-	1,494							Se va llenando el saco cada 2 horas
29	Sellar el saco lleno de vinchas armadas	50000 vinchas	-	6,906							Toman 6 días llenar un saco
30	Transportar el saco lleno a la bodega	1 saco	53,15	3,165							



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	13/04/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	1						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
31	Almacenar saco de vinchas en bodega	1 saco	-	1,326							Dependiendo del pedido o para stock



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	1
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	13/04/2021
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	1
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1 y E2		

Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
Nº	Descripción de Operaciones									

**RESUMEN**

ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	AHORRO (\$)	OBSERVACIONES
OPERACIÓN		19	153,148	5,4		
TRANSPORTE		6	9,052	91,25		
INSPECCIÓN		2	21,701	-		
DEMORA		3	142,17	-		
ALMACENAJE		1	1,326	-		
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>	<b>327,397</b>	<b>96,65</b>		

### 3.3.3 Estudio de tiempos

Se procede a realizar el estudio de tiempos del proceso para la obtención de las vinchas de plástico, para ello se analizan los tiempos desde el montado del molde de acero en la máquina inyectora, hasta la obtención de la vincha de plástico inyectada y almacenada en bodega para su entrega.

#### Cálculo del factor de desempeño del trabajador

Se utiliza la tabla 5 que pertenece a la norma británica de desempeño en la cual de asigna un porcentaje dependiendo de la descripción de desempeño que presentan los operarios que intervienen en el proceso de inyección, para ello se debe seleccionar al operario calificado que tenga experiencia en el desarrollo de sus actividades.

Tabla 5.- Norma británica desempeño del trabajador

<b>Escala 0-100 (norma Británica)</b>	<b>Descripción del desempeño</b>	<b>Velocidad de marcha comparable (1) (km/h)</b>
<b>0</b>	Actividad nula	
<b>50</b>	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
<b>75</b>	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4,8
<b>100 (Ritmo tipo)</b>	Activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
<b>125</b>	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del operario calificado medio	8
<b>150</b>	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por varios periodos; actuación de "virtuoso" sólo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes	9,6

### **Asignación de los suplementos**

En el anexo 6 se determinan los valores de suplementos en función de las condiciones de trabajo para la realización de las actividades.

### **Desglose del proceso de inyección en actividades individuales**

Existen 5 subprocesos que conforman el proceso de inyección de vinchas plásticas, los que se dividirán en actividades específicas las cuales se detallan a continuación:

#### **Preparado de materia prima**

- Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora
- Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias
- Encender la máquina para que inicie el mezclado del material
- Esperar a que todo el material se mezcle por completo
- Vaciar el material mezclado en un saco

#### **Montaje de molde en máquina inyectora**

- Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde
- Remover pernos de sujeción
- Trasladar el molde usado a un sitio externo
- Trasladar el molde de vinchas a la inyectora
- Colocar los pernos de sujeción
- Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración
- Limpiar el área de trabajo

#### **Preparación de la inyectora**

- Limpiar la tolva del material restante
- Transportar el material mezclado a la inyectora
- Vaciar el material en la tolva de la máquina
- Encender la máquina
- Esperar a que se caliente el cañón de descarga
- Limpiar cañón de descarga de material restante



- Calibrar distancia de cierre de molde
- Ingresar los parámetros de inyección
- Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada

### **Ciclo de inyección de las vinchas plásticas (Ciclo automático de la máquina inyectora)**

- Cerrado del molde
- Descarga de polietileno fundido del cañón
- Enfriado del polietileno inyectado
- Apertura del molde
- Expulsión de las vinchas inyectadas

### **Armado de vinchas**

- Separar el exceso de material de las vinchas y pernos de plástico
- Verificar el óptimo estado de las vinchas y pernos de plástico
- Colocar vinchas y pernos de plástico en recipientes según corresponda
- Transportar los recipientes a una zona adecuada
- Armar las vinchas
- Colocar vinchas armadas en un saco

### **Almacenamiento de las vinchas**

- Sellar el saco lleno de vinchas armadas
- Transportar el saco lleno a la bodega
- Almacenar saco de vinchas en bodega

### **Cálculo del tiempo estándar**

Para obtener los tiempos estándar se ha desarrollado un formato que resume el cálculo utilizando muestras tomadas en el proceso, se utiliza el factor de desempeño y los suplementos correspondientes a cada actividad. Se tiene en consideración la tabla de General Electric (anexo 7) para el número de ciclos recomendado en función del tiempo que emplea realizar las actividades, lo cual se muestra en la tabla 7.

Tabla 6.- Observaciones General Electric para toma de tiempos

Asignación del número de observaciones para la toma de tiempos			
Subproceso		Tiempo de ciclo (min)	Nº ciclos
1	Preparado de materia prima	7,28	10
2	Montaje de molde en maquina inyectora	17	8
3	Preparación de la inyectora	49,08	3
4	Armado de vinchas	92,04	3
5	Almacenamiento de las vinchas	9	10

### Cálculo del tiempo estándar

Se utiliza la ecuación 1 y se aplican los valores obtenidos por las observaciones realizadas.

$$Ts = T_n * (1 + S) \quad (1)$$

El tiempo normal (Tn) se calcula con la ecuación 2.

$$T_n = T \text{ promedio} * Fd \quad (2)$$

Para una mejor comprensión se procede a calcular el tiempo estándar correspondiente a la actividad de transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora perteneciente al subproceso de preparado de materia prima.

$$T_n = 0,660 * 1$$

$$T_n = 0,660$$

$$Ts = T_n * (1 + S)$$

$$Ts = 0,660 * (1 + 0,230)$$

$$Ts = 0,812 \text{ min}$$

## Cálculo del tiempo estándar para el preparado de materia prima

Tabla 7.- Descripción de actividades preparado de materia prima



		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Departamento	Producción	Estudio N°	1
Operación	Inyección de plásticos	Hoja N°	1
Subproceso	Preparado de materia prima	Observador	Alexander Valles
<b>Actividades</b>			<b>Letra</b>
Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora			<b>A</b>
Vaciar el material en la mezcladora en las cantidades necesarias			<b>B</b>
Encender la máquina para que inicie el mezclado del material			<b>C</b>
Esperar a que todo el material se mezcle por completo			<b>D</b>
Vaciar el material mezclado en un saco			<b>E</b>

Tabla 8.- Resumen estudio de tiempos preparado materia prima

		FORMATO RESUMEN ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento: Producción		Estudio N°		1													
		Hoja N°		1	De							5					
Operación: Inyección de plásticos		Comienzo		08/03/2021													
		Final		14/03/2021													
Subproceso: Preparado de materia prima		Operario															
		Ficha N°		1													
Herramienta: Cronómetro		Unidad de medida: Minutos		Observador		Alexander Valles											
Producto: Vinchas tapizado universal		Material: Polietileno alta densidad		Fecha		08/03/2021											
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Pr om	F d	T n	S	Ts	
<b>A</b>	0,687	0,621	0,621	0,638	0,618	0,692	0,644	0,747	0,706	0,668	6,598	0,660	1	0,660	0,230	0,812	
<b>B</b>	0,529	0,535	0,503	0,532	0,504	0,507	0,521	0,504	0,519	0,502	5,156	0,516	1	0,516	0,230	0,634	
<b>C</b>	0,079	0,082	0,081	0,081	0,081	0,079	0,081	0,081	0,080	0,082	0,807	0,081	1	0,081	0,160	0,094	

<b>D</b>	5, 08 3	5	5, 08 1	4, 94 1	5, 17 4	5, 00 9	4, 94 2	5, 08 3	5, 07 4	4, 94 4	50, 331	5,0 33	1	5, 03 3	0, 14 0	5, 73 8
<b>E</b>	1, 17 9	1, 19	1, 21 6	1, 20 8	1, 22 4	1, 16 4	1, 19 8	1, 17 1	1, 20 6	1, 17 7	11, 933	1,1 93	1	1, 19 3	0, 14 0	1, 36 0
													<b>Total</b>	8, 63 7		
Tn=Tiempo normal / Fd.=Factor de desempeño / S=Suplementos / Ts=Tiempo estándar																

## Análisis


Para la preparación de la materia prima se ha determinado un factor de desempeño para el trabajador de 1, siendo que es activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado. Los suplementos se los toma del anexo 6 obteniendo con ello un tiempo estándar total del ciclo de 8,637 min.

## Cálculo del tiempo estándar para el montaje del molde

Tabla 9.- Descripción de actividades montaje del molde

		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Departamento	Producción	Estudio N°	1
Operación	Inyección de plásticos	Hoja N°	2
Subproceso	Montaje de molde	Observador	Alexander Valles
<b>Actividades</b>			<b>Letra</b>
Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde			<b>A</b>
Remover pernos de sujeción			<b>B</b>
Trasladar el molde usado a un sitio externo			<b>C</b>
Trasladar el molde de vinchas a la inyectora			<b>D</b>
Colocar los pernos de sujeción			<b>E</b>
Colocar y ajustar las mangueras de refrigeración			<b>F</b>
Limpiar el área de trabajo			<b>G</b>

Tabla 10.- Resumen estudio de tiempos montaje del molde

										FORMATO RESUMEN ESTUDIO DE TIEMPOS				
Departamento: Producción										Estudio N°		1		
										Hoja N°		1	De	5
Operación: Inyección de plásticos										Comienzo		08/03/2021		
										Final		14/03/2021		
Subproceso: Montaje de molde										Operario				
										Ficha N°		1		
Herramienta: Cronómetro					Unidad de medida: Minutos					Observador		Alexander Valles		
Producto: Vinchas tapizado universal					Material: Polietileno alta densidad					Fecha		08/03/2021		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	Suma	Pro m	F d	Tn	S	Ts
<b>A</b>	3,709	3,413	3,665	3,278	3,590	3,586	3,392	3,310	27,943	3,493	0,75	2,620	0,150	3,013
<b>B</b>	3,942	3,940	3,856	3,870	3,877	3,822	3,865	3,845	31,017	3,877	0,75	2,908	0,150	3,344
<b>C</b>	1,218	1,360	1,369	1,212	1,385	1,380	1,371	1,302	10,597	1,325	0,75	0,993	0,170	1,162
<b>D</b>	1,820	1,856	2,083	2,081	1,893	2,130	1,980	2,243	16,086	2,011	0,75	1,508	0,170	1,764
<b>E</b>	5,341	5,212	5,321	5,398	5,293	5,291	5,211	5,219	42,286	5,286	0,75	3,964	0,150	4,559
<b>F</b>	2,150	2,011	2,134	2,035	2,121	2,106	2,188	2,036	16,781	2,098	0,75	1,573	0,150	1,809
<b>G</b>	5,180	4,939	4,797	5,267	4,840	4,650	4,770	5,063	39,506	4,938	0,75	3,704	0,120	4,148
												<b>Total</b>		19,800
Tn=Tiempo normal / Fd.=Factor de desempeño / S=Suplementos / Ts=Tiempo estándar														

### Análisis

Para el montaje del molde se ha determinado un factor de desempeño para el trabajador de 0,75, siendo que es constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan. Los suplementos se los toma del anexo 6 obteniendo con ello un tiempo estándar total del ciclo de 19,800 min.

## Cálculo del tiempo estándar para la preparación de la inyectora

Tabla 11.- Descripción de actividades preparación de la inyectora


		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Departamento	Producción	Estudio N°	1
Operación	Inyección de plásticos	Hoja N°	3
Subproceso	Preparación de la inyectora	Observador	Alexander Valles
<b>Actividades</b>			<b>Letra</b>
Limpiar la tolva del material restante			<b>A</b>
Transportar el material mezclado a la inyectora			<b>B</b>
Vaciar el material en la tolva de la máquina			<b>C</b>
Encender la máquina			<b>D</b>
Esperar a que se caliente el cañón de descarga			<b>E</b>
Limpiar cañón de descarga de material restante			<b>F</b>
Calibrar distancia de cierre de molde			<b>G</b>
Ingresar los parámetros de inyección			<b>H</b>
Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada			<b>I</b>

Tabla 12.- Resumen estudio de tiempos preparación de la inyectora

		FORMATO RESUMEN ESTUDIO DE TIEMPOS							
Departamento: Producción		Estudio N°	1						
		Hoja N°	4	De	5				
Operación: Inyección de plásticos		Comienzo	08/03/2021						
		Final	08/03/2021						
Subproceso: Preparación de la inyectora		Operario							
		Ficha N°	4						
Herramienta: Cronómetro	Unidad de medida: Minutos	Observador	Alexander Valles						
Producto: Vinchas tapizado universal	Material: Polietileno alta densidad	Fecha	08/03/2021						
Elemento	1	2	3	Suma	Prom	Fd	Tn	S	Ts
<b>A</b>	4,812	4,756	4,815	14,383	4,794	1	4,794	0,200	5,753
<b>B</b>	1,359	1,277	1,366	4,002	1,334	1	1,334	0,230	1,641
<b>C</b>	1,240	1,115	1,053	3,408	1,136	1	1,136	0,230	1,397
<b>D</b>	0,087	0,085	0,089	0,261	0,087	1	0,087	0,120	0,097
<b>E</b>	14,882	14,584	14,548	44,014	14,671	1	14,671	0,120	16,432
<b>F</b>	6,306	6,234	5,987	18,527	6,176	1	6,176	0,200	7,411

<b>G</b>	4,290	4,200	4,027	12,517	4,172	1	4,172	0,210	5,049
<b>H</b>	2,772	2,770	2,747	8,289	2,763	1	2,763	0,210	3,343
<b>I</b>	10,546	10,987	10,540	32,073	10,691	1	10,691	0,210	12,936
								<b>Ts total</b>	54,059
Tn=Tiempo normal / Fd.=Factor de desempeño / S=Suplementos / Ts=Tiempo estándar									

### **Análisis**

Para la preparación de la inyectora se ha determinado un factor de desempeño para el trabajador de 1. Los suplementos se los toma del anexo 6 obteniendo con ello un tiempo estándar total del ciclo de 54,059 min.

### **Tiempo para la inyección de las vinchas y pernos plásticos**

En este apartado se tiene en consideración que una vez preparadas las máquinas y ajustados los parámetros de inyección, las piezas se van produciendo continuamente según la cantidad de unidades a inyectar, en dichos parámetros se especifican los tiempos exactos tanto de inyección, espera de enfriado de las piezas inyectadas y expulsión de las vinchas y pernos lo cual se muestra en las figuras 20 y 21. La preparación tanto para la producción de pernos como de vinchas plásticas no varía y se utilizan los mismos tiempos. Las máquinas inyectoras son modelo Chen Hsong MINIJET MJ55 automáticas y una vez introducidos los parámetros en función del molde y del producto, ejecutan la cantidad de ciclos necesarios sin la intervención de algún operario y trabajan simultáneamente, al estudiar la producción de vinchas plásticas para tapizado de vehículos, una tolva llena de polietileno de alta densidad es material suficiente para que la máquina se mantenga inyectando durante 7,5 horas consecutivas.



Figura 20.- Tiempos de llenado-enfriado



Figura 21.- Tiempo de ciclo de inyección

### Análisis

El tiempo total por cada ciclo de inyección es de 17,6 seg para la producción de vinchas universales para tapizado, y de 13,4 seg para los pernos plásticos, tiempo que no varía en ningún momento y que abarca el llenado, enfriado y expulsión de las piezas. Los moldes que se utilizan permiten la producción de 6 piezas por ciclo.



## Cálculo del tiempo estándar para el armado de vinchas

Tabla 13.- Descripción de actividades armado de vinchas


		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Departamento	Producción	Estudio N°	1
Operación	Inyección de plásticos	Hoja N°	4
Subproceso	Armado de vinchas	Observador	Alexander Valles
<b>Actividades</b>			<b>Letra</b>
Separar el exceso de material de las vinchas y pernos de plástico			<b>A</b>
Verificar el óptimo estado de las vinchas y pernos de plástico			<b>B</b>
Colocar vinchas y pernos de plástico en recipientes según corresponda			<b>C</b>
Transportar los recipientes a una zona adecuada			<b>D</b>
Armar las vinchas			<b>E</b>
Colocar vinchas armadas en un saco			<b>F</b>

Tabla 14.- Resumen estudio de tiempos armado de vinchas

		FORMATO RESUMEN ESTUDIO DE TIEMPOS							
Departamento: Producción		Estudio N°		1					
		Hoja N°		4	De	5			
Operación: Inyección de plásticos		Comienzo		08/03/2021					
		Final		08/03/2021					
Subproceso: Armado de vinchas		Operario							
		Ficha N°		4					
Herramienta: Cronómetro	Unidad de medida: Minutos	Observador		Alexander Valles					
Producto: Vinchas tapizado universal	Material: Polietileno alta densidad	Fecha		08/03/2021					
Elemento	1	2	3	Suma	Prom	F d	Tn	S	Ts
<b>A</b>	12,265	10,544	10,480	33,289	11,096	1	11,096	0,220	13,538
<b>B</b>	7,120	6,972	7,462	21,554	7,185	1	7,185	0,220	8,765
<b>C</b>	2,104	2,053	2,401	6,558	2,186	1	2,186	0,140	2,492
<b>D</b>	0,458	0,451	0,452	1,361	0,454	1	0,454	0,120	0,508
<b>E</b>	69,354	70,621	68,321	208,296	69,432	1	69,432	0,220	84,707

<b>F</b>	1,435	1,409	1,157	4,001	1,334	1	1,334	0,12 0	1,494
							<b>Ts total</b>	111,50 4	
Tn=Tiempo normal / Fd.=Factor de desempeño / S=Suplementos / Ts=Tiempo estándar									

## Análisis

Para el armado de las vinchas se ha determinado un factor de desempeño para el trabajador de 1. Los suplementos se los toma del anexo 6 obteniendo con ello un tiempo estándar total del ciclo de 111,504 min para un lote de 2300 vinchas armadas.

## Cálculo del tiempo estándar para el almacenamiento de las vinchas

Tabla 15.- Descripción de actividades almacenamiento de vinchas


		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Departamento	Producción	Estudio N°	1
Operación	Inyección de plásticos	Hoja N°	5
Subproceso	Almacenamiento de las vinchas	Observador	Alexander Valles
<b>Actividades</b>			<b>Letra</b>
Sellar el saco lleno de vinchas armadas			<b>A</b>
Transportar el saco lleno a la bodega			<b>B</b>
Almacenar saco de vinchas en bodega			<b>C</b>

Tabla 16.- Resumen estudio de tiempos almacenamiento de vinchas

		FORMATO RESUMEN ESTUDIO DE TIEMPOS												
Departamento: Producción		Estudio N°		1										
		Hoja N°		5	De		5							
Operación: Inyección de plásticos		Comienzo		08/03/2021										
		Final		09/04/2021										
Subproceso: Almacenamiento de las vinchas		Operario												
		Ficha N°		1										
Herramienta: Cronómetro	Unidad de medida: Minutos	Observador		Alexander Valles										
Producto: Vinchas tapizado universal	Material: Polietileno alta densidad	Fecha		08/03/2021										
<b>Elemento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Su ma</b>	<b>Pro m</b>	<b>F d</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>
<b>A</b>	6,26	6,00	6,25	6,01	5,90	5,93	5,94	6,13	48,4	6,058	1	6,05	0,140	6,90

	1	4	8	7	8	1	9	6	64			8		6
<b>B</b>	2,79 3	2,46 4	2,64 1	2,39	2,66	2,73 3	2,24 8	2,65 6	20,5 85	2,573	1	2,57 3	0,230	3,16 5
<b>C</b>	1,18 2	1,20 2	1,24 3	0,93 8	1,13 8	0,97 3	0,93	1,01 7	8,62 3	1,078	1	1,07 8	0,230	1,32 6
													<b>Total</b>	11,3 97
Tn=Tiempo normal / Fd.=Factor de desempeño / S=Suplementos / Ts=Tiempo estándar														

### Análisis

Para el almacenamiento de las vinchas se ha determinado un factor de desempeño para el trabajador de 1. Los suplementos se los toma del anexo 6 obteniendo con ello un tiempo estándar total del ciclo de 11,397 min.

### Análisis

El proceso de inyección de vinchas plásticas para tapizado universal para vehículos se conforma de 31 actividades las cuales son: 19 actividades de operación con un tiempo de 153,148 minutos, 6 actividades de transporte que toman 9,052 minutos, 2 actividades de inspección que ocupan 21,701 minutos, 3 demoras que representan 142,17 minutos y 1 actividad de almacenaje del saco lleno de vinchas. Es muy importante tener en consideración que las actividades de ensamble del molde en la máquina inyectora, limpieza, y sensado del molde se las realiza una sola vez al inicio del proceso, el mezclado de material se lo realiza conforme la tolva de la inyectora se vacíe por completo, el armado de las vinchas lo realiza el trabajador después de 2 horas de haber iniciado el ciclo de inyectado, y el llenar un saco entero de vinchas armadas le toma al trabajador 6 días. La máquina inyectora permanece con la configuración y el molde ya establecidos hasta completar de 20000 a 30000 ciclos, que son los que normalmente se programan para abastecer de suficientes vinchas tanto para pedidos como para mantener en stock.

## Total del cálculo de tiempo estándar

En la tabla 17 se resumen los valores obtenidos de los cálculos previos.

Tabla 17.- Resumen total estudio de tiempos

Subproceso		Tiempo Estándar (min)	Cantidad
1	Preparado de materia prima	8,637	51,5 Kg
2	Montaje de molde en máquina inyectora	19,800	2 moldes
3	Preparación de la inyectora	54,059	2 máquinas
4.1	Ciclo de inyección de las vinchas plásticas	120	2454 vinchas
4.1	Ciclo de inyección de pernos plásticos		3223 pernos
5	Armado de vinchas	111,504	2300 vinchas armadas
6	Almacenamiento de las vinchas	11,397	50000 vinchas
<b>Total</b>		<b>325,397</b>	

El total del tiempo que conlleva obtener un lote de vinchas es de 325,397 minutos, sin embargo, se debe tener en consideración que los pedidos de vinchas son al por mayor, por esta razón los tiempos para el armado se los toma por cada lote de vinchas que se obtiene en un lapso de dos horas que equivale a una producción de 2.455 vinchas inyectadas y para el almacenamiento se considera que un saco de vinchas armadas se llena en una semana laboral con una cantidad de 50.000 vinchas aproximadamente. También se sabe que el segundo subproceso se los realiza solo una vez al iniciar el proceso de inyección y el tercero se lo realiza una vez cada día al iniciar la jornada. Debido a que la empresa provee de estos accesorios a varias zonas del país, la demanda de sus productos es muy grande, y hablando de vinchas plásticas se requiere de una

producción muy elevada, motivo por el cual siempre se programa entre 20.000 a 30.000 ciclos de inyección, puesto que por cada ciclo se producen 6 unidades, se entrega un lote semanal de 50.000 vinchas y si el pedido de la vincha inyectada no alcanza el valor que se ha obtenido en la producción total, se almacena en stock para un futuro pedido.

### 3.3.4 Tiempo disponible de producción

La preparación de las inyectoras y el montaje de los moldes de inyección se los realiza únicamente el primer día al inicio del proceso, y una vez concluidos estos subprocesos se inicia con la producción de vinchas, por lo que el tiempo disponible del primer día es menor que el tiempo disponible de los días siguientes, en donde, al inicio del proceso solo se realizan las actividades de preparado de materia prima, encendido y puesta en marcha de las inyectoras. En la tabla 18 se indica el tiempo de preparación correspondiente al primer y segundo día.

Tabla 18.- Tiempos de preparación del proceso

N.º	Actividad	Tiempo (min)	
		Primer día	Segundo día en adelante
1	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	0,812	0,812
2	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	0,634	0,634
3	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	0,094	0,094
4	Esperar a que todo el material se mezcle por completo	5,738	5,738
5	Vaciar el material mezclado en un saco	1,36	1,36
6	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde	3,013	-
7	Remover pernos de sujeción	3,344	-
8	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	1,162	-
9	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	1,764	-
10	Colocar los pernos de sujeción	4,559	-

N.º	Actividad	Tiempo (min)	
		Primer día	Segundo día en adelante
11	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración	1,809	-
12	Limpiar el área de trabajo	4,148	-
13	Limpiar la tolva del material restante	5,753	5,753
14	Transportar el material mezclado a las inyectoras	1,641	1,641
15	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas	1,397	1,397
16	Encender las máquinas	0,097	0,097
17	Esperar a que se calienten los cañones de descarga	16,432	16,432
18	Limpiar los cañones de descarga de material restante	7,411	7,411
19	Calibrar distancia de cierre de molde	5,049	-
20	Ingresar los parámetros de inyección	3,343	-
21	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada	12,936	-
<b>Total</b>		82,496	41,369

Obtenemos el tiempo disponible al sustraer el tiempo de preparación del tiempo total disponible diario.

Para el primer día:

$$Tiempo\ disponible\ 1 = 480 - 82,496 = 397,504\ min$$

Para el segundo día:

$$Tiempo\ disponible\ 2 = 480 - 41,369 = 438,631\ min$$

Para facilidades de cálculo se utiliza el tiempo disponible semanal:

$$Tiempo\ disponible\ semanal = 397,504 + (438,631 * 5)$$

$$Tiempo\ disponible\ semanal = 2590,659\ min$$

### 3.3.5 Capacidad de producción

Aplicando la ecuación 3, se calcula la capacidad de producción semanal por proceso

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo Estándar}} \quad (3)$$

Para obtener la capacidad de producción semanal se necesita el tiempo estándar utilizado para producir una unidad, por lo que se divide el tiempo obtenido anteriormente para el total del lote, para una mejor comprensión se muestra a continuación el cálculo de la capacidad de producción para el subproceso de ciclo de inyección de las vinchas plásticas.

Tiempo estándar por lote = 120 min

Lote producido = 2454 vinchas

$$\text{Tiempo estándar por unidad} = \frac{120 \text{ min}}{2454 \text{ vinchas}}$$

$$\text{Tiempo estándar por unidad} = 0,0489 \text{ min/vinchas}$$

Aplicando la ecuación 4

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{2590,659 \text{ min/semana}}{0,0489 \text{ min/vincha}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 52978 \text{ vinchas/semana}$$

Al tener los tiempos estándar calculados anteriormente y conociendo el tiempo disponible semanal, se reemplaza en la ecuación 4 obteniendo la capacidad de producción por día de cada subproceso lo que se muestra en la tabla 19.

Tabla 19.- Formato resumen cálculos capacidad de producción

SubProceso		Tiempo estándar (min) por lote	Tiempo estándar unitario (min)	Tiempo estándar unitario (s)	Cp (vinchas/semana)
4.1	Ciclo de inyección de las vinchas	120	0,0489	2,93	52978

	plásticas				
4.2	Ciclo de inyección de los pernos plásticos	120	0,0372	2,23	69703
5	Armado de vinchas	111,504	0,04848	2,9088	53437

### **Análisis**

El proceso que limita en la producción es el ciclo de inyección de las vinchas plásticas, dando como resultado una capacidad de producción de 52978 vinchas a la semana.

### **3.3.6 Mapa del flujo de valor método actual**

#### **Cálculo del takt time**

Se toma en consideración la demanda mensual de vinchas plásticas en general, indiferentemente del modelo de vincha, ya que el proceso para la fabricación de las vinchas no varía por lo que se calcula el promedio de las ventas pertenecientes al primer semestre del año 2020, con la finalidad de obtener este dato.

Tabla 20.- Ventas mensuales vinchas

<b>Mes</b>	<b>Ventas (vinchas)</b>
Enero	265970
Febrero	260430
Marzo	274360
Abril	257695
Mayo	256410
Junio	265970
<b>Promedio</b>	<b>262973</b>

Con estos valores se obtiene la cantidad promedio de ventas de los seis primeros meses del año 2020 que corresponde a 262973, valor que representa la demanda mensual de vinchas plásticas armadas.



$$Demanda\ diaria = \frac{promedio\ ventas\ mensual}{días\ al\ mes} \quad (4)$$

$$Demanda\ diaria = \frac{262973\ vinchas}{24\ días}$$

$$Demanda\ diaria = 10957 \frac{vinchas}{día}$$

El tiempo disponible de la empresa se lo calcula en función de las horas al día laborables, que en este caso son 8.

$$Tiempo\ disponible = 8\ horas = 480\ min = 28800\ segundos$$

Aplicando la ecuación 5 se obtiene el Takt Time

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ diaria} \quad (5)$$

$$Takt\ Time = \frac{28800\ segundos}{10957\ vinchas}$$

$$Takt\ Time = 2,628 \frac{segundos}{vincha}$$

### **Cálculo del lead time**

Se aplica la ecuación 6 en función del inventario que se tiene disponible entre cada proceso desde la preparación de materia prima hasta el almacenaje de las vinchas y la demanda diaria.

$$Lead\ Time = \frac{Inventario}{Demanda\ diaria} \quad (6)$$

Para el cálculo del inventario del subproceso de preparación de la materia prima se calcula el equivalente en unidades correspondiente a la cantidad de material preparado, siendo de 51,5 Kg de polietileno distribuido para ambas inyectoras, cada

inyectora produce por ciclo de inyección 6 vinchas de 1 gr cada una, en el caso de los pernos son de 0,7 gr cada uno, y el material de los canales de alimentación pesan 10 gr. Con ello se determina que por ciclo de inyección de vinchas y pernos se consume 30,2 gr de los cuales 10,2 gr corresponden al producto final.

Se sustrae la cantidad total de material alojado en la cavidad del molde que equivale a 62,5% para la inyectora 1 y 70,42% para la inyectora 2.

Si el material mezclado se distribuye en partes iguales entre las inyectoras 1 y 2, a cada una le corresponde 25750 gr de material.

Para la inyectora 1:

$$\text{Material útil} = 25750 - (25750 * 0,625) = 9656,25 \text{ gr}$$

Siendo que cada vincha pesa 1 gr:

$$\frac{9656,25 \text{ gr}}{1} \approx 9656 \text{ vinchas}$$

Para la inyectora 2:

$$\text{Material útil} = 25750 - (25750 * 0,704) = 7622 \text{ gr}$$

Siendo que cada perno pesa 0,7 gr:

$$\frac{7622 \text{ gr}}{0,7} \approx 10888 \text{ pernos}$$

Al sumar la cantidad de vinchas con los pernos:

$$\text{Inventario de preparación de materia prima} = 9656 + 10888 = 20544 \text{ u}$$

Aplicando la ecuación 7:

$$\text{Lead Time} = \frac{20544 \text{ u}}{10957 \text{ u/día}} = 1,875 \text{ días}$$

El lead time para los subprocesos ciclo de inyección de las vinchas y pernos plásticos se calcula con el inventario presente entre estos subprocesos y el armado

de vinchas, siendo que en dos horas la inyectora 1 produce 2454 vinchas y la inyectora 2 produce 3223 pernos, de donde el trabajador extrae 2300 vinchas y 2300 pernos para el armado, quedando 155 vinchas y 923 pernos. A ello se suma la cantidad producida por las inyectoras durante los 111,504 minutos que le toma al trabajador ensamblar las vinchas con los pernos. En la tabla 21 se presentan los valores de inventario y el lead time correspondiente a cada subproceso.

Tabla 21.- Cálculos Lead Time

<b>Subproceso</b>		<b>Inventario (unidades)</b>	<b>Lead Time (días)</b>
1	Preparación de la materia prima	20544	1,875
4.1	Ciclo de inyección de las vinchas plásticas	2438	0,226
4.2	Ciclo de inyección de los pernos plásticos	3923	0,379
5	Armado de vinchas	2300	0,21
<b>Total</b>			<b>2,69</b>

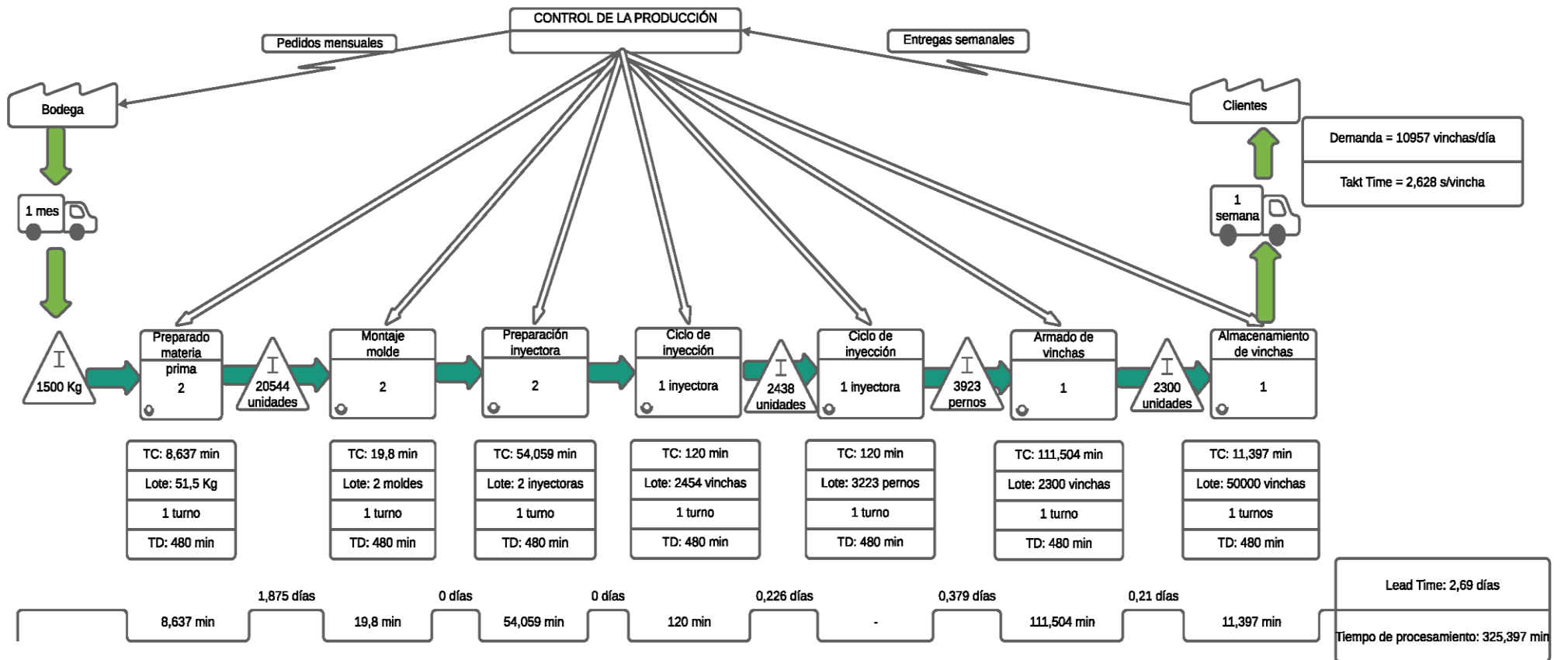


Figura 22.- VSM método actual Multiaccesorios M.G.

El mapa de flujo de valor nos permite visualizar el proceso a profundidad con la finalidad de enfocarnos en los puntos clave del proceso de inyección de vinchas plásticas que puedan llevar a tener desperdicios. Primeramente, se debe saber que cada pedido de materia prima (sacos de polietileno de alta densidad) se lo realiza una vez al mes, receptando 1500 Kg que abastecerán el total de la producción que se requiera en ese mes, de acuerdo a la demanda de todos los productos ofertados por la empresa. Para continuar con la producción programada, cada subproceso debe cumplir con una cantidad específica, ya que se trata de un proceso secuencial, los lotes que se tengan en el inventario resultante de la culminación de cada ciclo, tienen que abastecer al siguiente subproceso. Desde el preparado de materia prima, se tiene un total de 51,500 Kg de polietileno mezclado, esto debido a que se prepara tanto el material de inyección para la producción de vinchas, así como para los pernos plásticos correspondientes, esto es elaborado por dos personas encargadas. Luego el montaje de los moldes de vinchas y pernos plásticos en las máquinas inyectoras correspondientes y la preparación de las mismas se lo realiza por las mismas dos personas, una encargada para cada inyectora y estos tiempos no varían entre máquinas. Una vez preparado todo esto, inicia el ciclo de inyección, que para las vinchas toma 0,293 segundos y para los pernos 0,223 segundos, tiempos en los que se inyectan 6 unidades por ciclo consecutivamente. El armado de vinchas es realizado por una sola persona que requiere de una cantidad específica de vinchas y pernos inyectados durante dos horas para iniciar este subproceso, siendo esta cantidad 2300 vinchas y 2300 pernos que serán ensamblados durante 111,504 minutos, tiempo en el cual se obtendrán las próximas unidades para repetir el ciclo nuevamente. Finalmente, para el almacenamiento de las vinchas, el tiempo de espera es muy amplio, debido a que un saco de vinchas armadas se llena en 6 días laborales con 50000 unidades, cantidad que es almacenada en bodega, y se mantiene en espera hasta completar con el total de ciclos de inyección programados inicialmente.

### **3.3.7 Diagrama recorrido del material actual**

A continuación, se muestra la distribución de la planta de producción de vinchas plásticas en relación a las actividades inherentes, especificando el trayecto seguido por los empleados.

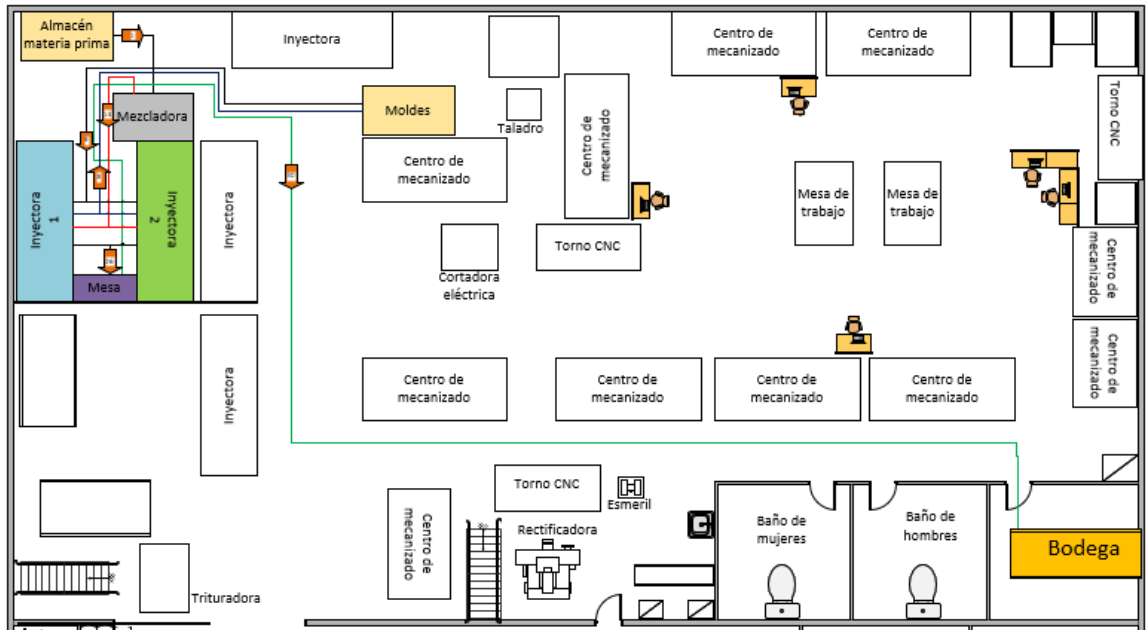


Figura 23.- Recorrido del material general

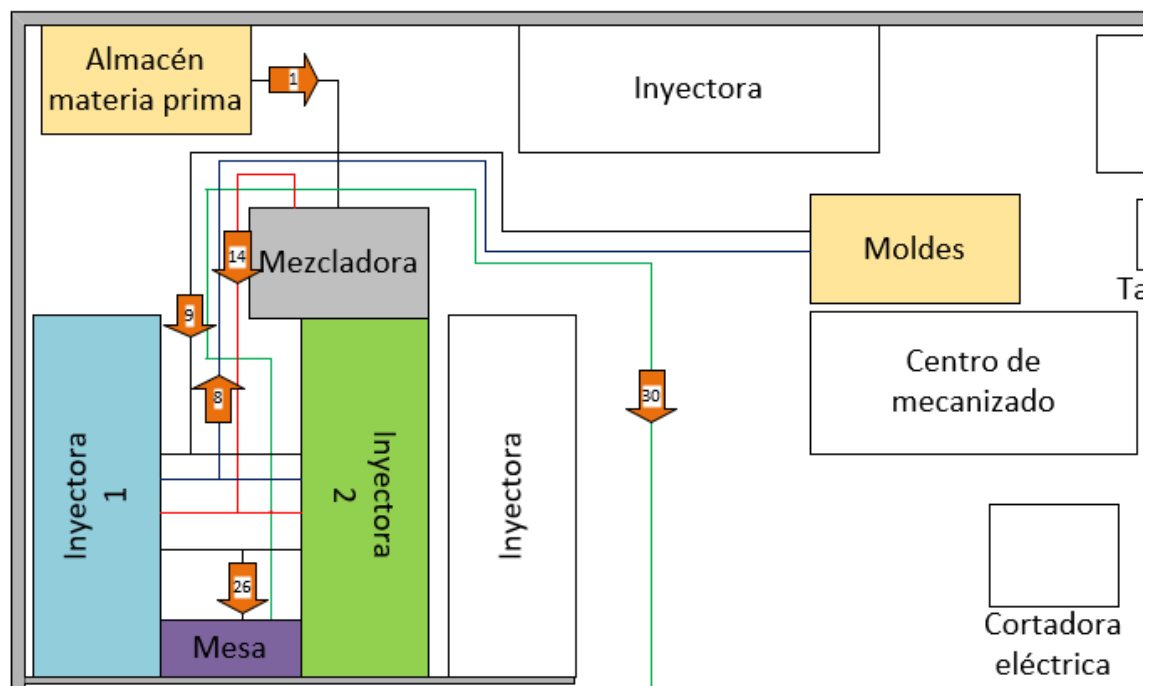


Figura 24.- Recorrido del material área de inyección

En el diagrama se visualiza el recorrido desde que el operario obtiene la materia prima desde el almacén, hasta que las vinchas plásticas armadas se almacenan en bodega para su posterior entrega. Es notoria la acumulación de tránsito debido al reducido espacio destinado para la inyección de vinchas plásticas, por lo que existen 6 transportes que se realizan en un mismo espacio, y al contar con dos operarios que distribuyen el material paralelamente hacia las dos máquinas inyectoras, pueden existir tropiezos y

choques entre los mismos. Contando con los movimientos realizados por ambos trabajadores como transportes realizados simultáneamente, se tiene un total de 6 transportes.

Tabla 22.- Cantidad de transportes proceso de inyección de vinchas

<b>Subproceso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Número de actividad</b>	<b>Cantidad de transportes</b>	<b>Distancia recorrida (m)</b>
Preparado de materia prima	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	1	1	3,4
Montaje de molde en máquina inyectora	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	8	1	13,8
	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	9	1	13,8
Preparación de la inyectora	Transportar el material mezclado a las inyectoras	14	1	5,4
Armado de vinchas plásticas	Transportar los recipientes a una zona adecuada	26	1	1,7
Almacenamiento de las vinchas	Transportar el saco lleno a la bodega	30	1	53,15
<b>TOTAL</b>			6	91,25

### 3.3.8 Desperdicios

Al analizar todas las actividades necesarias para producir las vinchas plásticas de tapizado y una vez estructurado el mapa del flujo de valor actual, se procede a detallar los desperdicios existentes en la empresa Multiaccesorios M.G.

## **Movimientos innecesarios - Transportes**

Existen movimientos innecesarios para las actividades correspondientes al montaje de los moldes, debido a que la ubicación de los mismos se encuentra en una zona distinta del área de inyección de vinchas plásticas a una distancia de 13,8 m, y al no contar con una organización del área de trabajo muy óptima, los espacios para transportarse de una ubicación a otra son muy reducidos con 2,2 m de distancia entre las inyectoras 1 y 2, y estas distancias pueden reducirse ubicando de mejor manera los moldes para inyección.

Se observa que la distancia de transporte del producto final hacia la bodega es de 53,15 m, siendo un área muy alejada de donde se realiza el proceso.

## **Defectos**

Al iniciar con la preparación de las máquinas inyectoras, se procede a especificar los parámetros de inyección tanto para las vinchas como para los pernos plásticos, y esto se lo realiza intuitivamente ya que la empresa no cuenta con una tabla de valores que permita a los empleados introducir datos específicos en función del tipo de molde. Por esta razón para cada producción de una cierta cantidad de unidades, los parámetros de inyección difieren, produciendo variaciones en la calidad de las vinchas inyectadas.

Se procede a calcular el tamaño de la muestra de vinchas a analizar que sea representativa para el estudio aplicando la ecuación 7 [25].

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (7)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = parámetro estadístico en función del nivel de confianza

e = error de estimación máximo aceptado



p = probabilidad de que ocurra el evento

q = probabilidad de que no ocurra el evento

Se toma como población la producción de vinchas inyectadas en un día con un tiempo disponible de 438,631 min, obteniendo 8982 vinchas, un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 2% y el 50% para p y q.

$$n = \frac{8982 * 1,96 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 * (8982 - 1) + 1,96 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 368,44 \approx 368 \text{ vinchas}$$

La frecuencia de muestreo se determina por la ecuación 8.

$$k = \frac{N}{n} \quad (8)$$

$$k = \frac{8982}{368} = 24,378 \text{ s}$$

Se elije al azar un numero entre 1 y 24 y en ese tiempo se toma la primera muestra, luego cada 24 s se va tomando una muestra hasta completar las 368 vinchas inspeccionadas.

Con este método se han encontrado 8 vinchas defectuosas de las 368 de muestra, lo que corresponde al 2,17%, este es el porcentaje de vinchas defectuosas que se presentan en el proceso de inyección de vinchas plásticas y tomando en consideración la gran cantidad de vinchas que se entregan semanalmente, correspondiente a 50000 unidades, se propone disminuir este porcentaje.

### **Tiempos de espera**

En lo que corresponde a los primeros dos subprocesos, al ser secuenciales y realizados por la misma persona, la máquina se mantiene en espera por 82,496 min hasta que se tenga la materia prima correctamente mezclada, los moldes acoplados y los parámetros ingresados, por lo que se retrasa el inicio de inyección de vinchas y pernos. De igual

manera en el momento en que se enciende la máquina mezcladora, el trabajador se mantiene en espera por 5,738 minutos hasta que el material se mezcle completamente, y en el subproceso de preparación de la inyectora, el operario espera 16,432 min hasta que los cañones de descarga alcancen la temperatura deseada, tiempos que pueden ser aprovechados para realizar otras actividades.

El proceso de armado de vinchas abarca una gran cantidad del tiempo de producción equivalente a 111,504 minutos, debido a que este subproceso es realizado por una sola persona encargada, la cual necesita estar pendiente del estado de cada vincha y perno, y para iniciar este subproceso el trabajador se mantiene en espera por dos horas hasta que la máquina inyectora produzca un inventario de 2454 vinchas.

### **Inventarios**

Existe una acumulación de inventarios entre los subprocesos de ciclo de inyección de las vinchas y pernos plásticos y el subproceso de armado de vinchas, en donde el operario se mantiene en espera hasta que las inyectoras acumulen stock durante dos horas de producción, obteniendo 2454 vinchas y 3223 pernos inyectados de los cuales el operario toma un aproximado de 2300 unidades de vinchas y 2300 pernos plásticos para su posterior ensamble. Es evidente que es necesario un lote de producción que permita agilizar el subproceso de armado, debido a que al trabajar por lotes se reducen los tiempos de separación de las vinchas y pernos del exceso de material siendo de 13,538 min y de transporte hacia la mesa de trabajo de 0,508 min, puesto que el trabajador separa en conjunto todas las vinchas del excedente de material y se toma el tiempo promedio en conjunto, que al ser realizado por cada ciclo de inyección representaría un aumento de la cantidad de veces que se realiza esta actividad, y por ende un aumento del tiempo del subproceso.

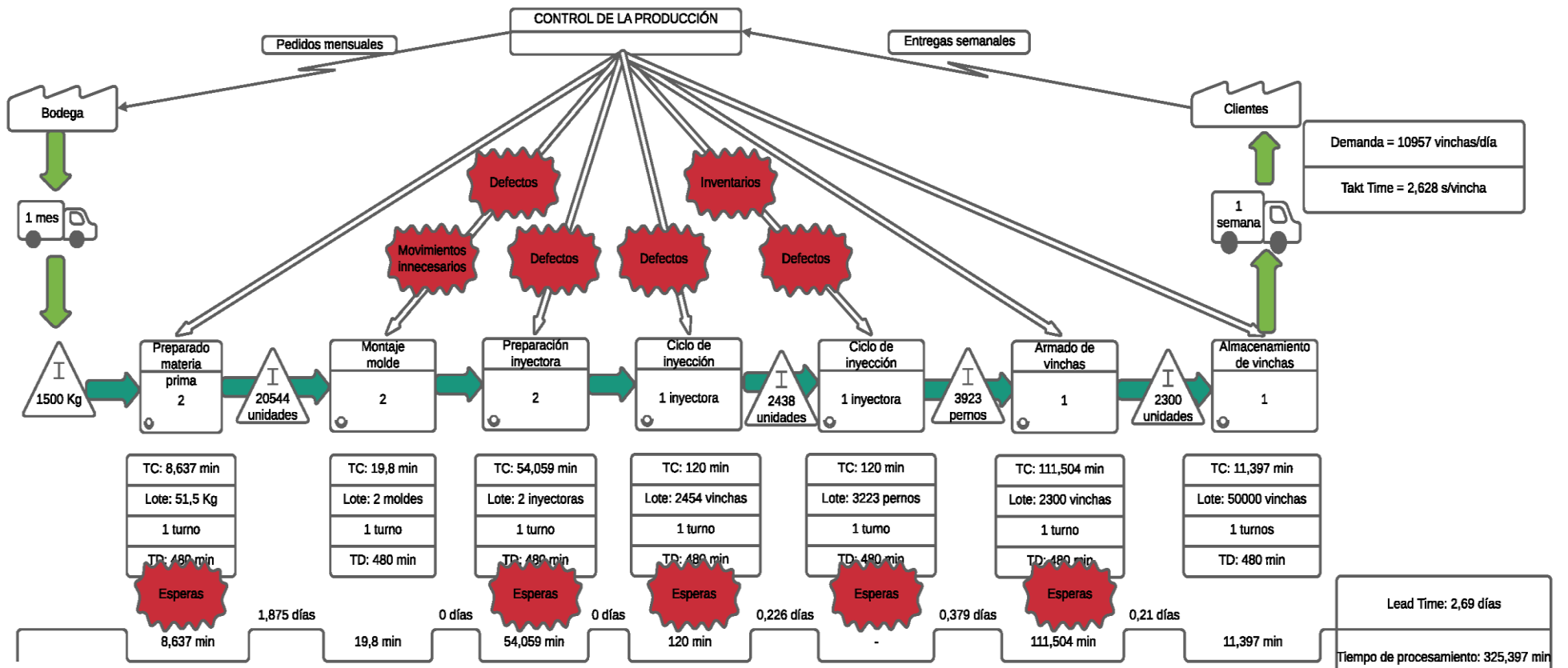


Figura 25.- Identificación de desperdicios en el VSM actual

### 3.3.9 Simulación del proceso actual de producción de vinchas plásticas para tapizado

Con la ayuda del software Flexsim 2019 se procede a simular la producción de vinchas y pernos plásticos en el área de inyección de la empresa Multiaccesorios M.G.

Primeramente, se diseña la planta, utilizanco como base el layout de la figura 25, en donde se ubican las maquinarias que posee la empresa, principalmente las máquinas inyectoras que son las que se configurarán para simular este estudio. El diseño de la planta de producción de Multiaccesorios M.G. se muestra en la figura 25.

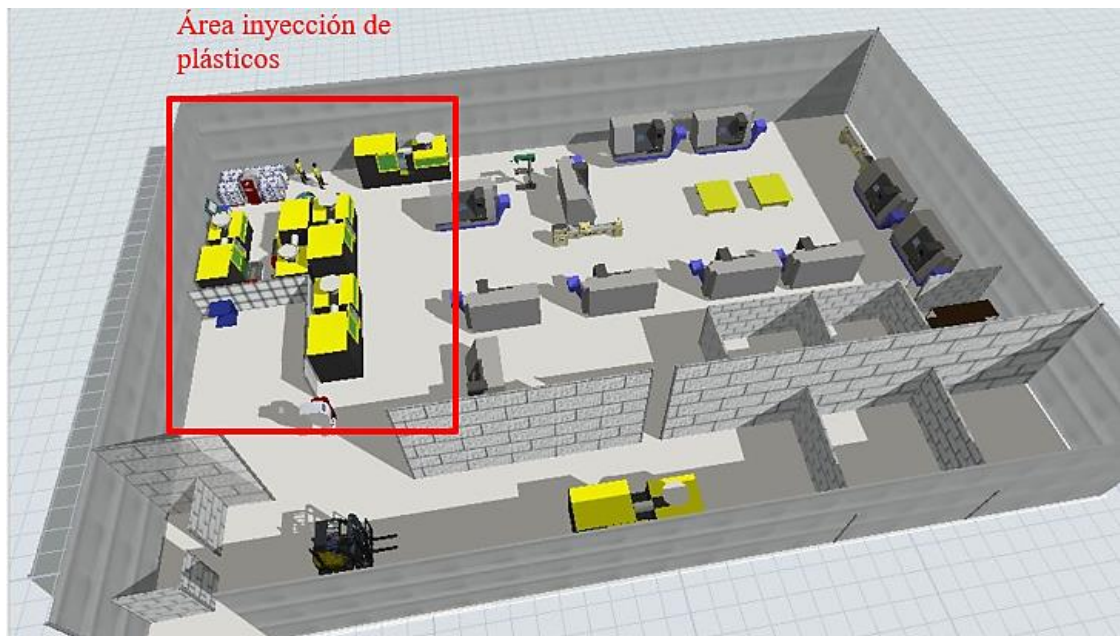


Figura 26.- Diseño planta de producción actual Flexsim

El estudio se centra en el área de inyección de plásticos, en esta sección de la planta se configuran las inyectoras, mezcladora, materia prima y operarios, utilizando los datos obtenidos en el estudio de tiempos, con el objetivo de alcanzar el máximo grado de realismo en la simulación.



Figura 27.- Área de inyección de plásticos

Configurados los parámetros de cada objeto dentro del programa, se procede a simular el proceso de inyección de vinchas, utilizando un tiempo de producción de 480 minutos, tiempo correspondiente a un día laboral de 8 horas.

Statistics				
State releasing				
Throughput				
Input		Output		
4601.00		0.00		
Content				
Curr	Min	Max	Avg	
4601.00	0.00	4601.00	1082	
Staytime				
Min	Max	Avg		
0.00	0.00	0.00		

Figura 28.- Producción diaria simulada

Se observa que en el primer día de producción se alcanza una cantidad de 4601 vinchas armadas, esto se debe al tiempo inicial de preparación de las inyectoras, y se evidencia que los resultados de la simulación son similares a los cálculos realizados, ya que se ha determinado que al trabajador le toma 111,504 minutos el armar 2300 vinchas, y al poder realizar este subproceso únicamente 2 veces después de obtener el primer lote de vinchas y pernos inyectados el primer día, el valor es correcto.

Luego se simula la cantidad de vinchas inyectadas semanalmente, utilizando un tiempo de producción de 2880 minutos, tiempo correspondiente a los 6 días laborales de 8 horas, que ocupa la empresa.

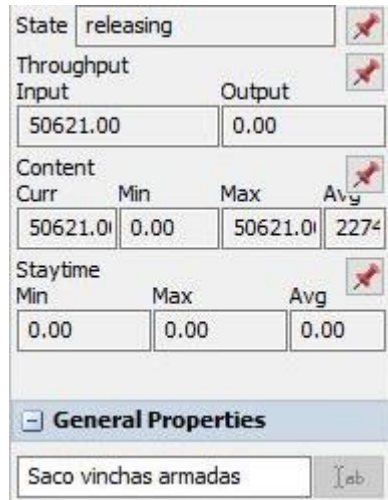


Figura 29.- Producción mensual simulada

Al final de la simulación se obtiene una producción semanal de 50621 vinchas que corresponde al valor obtenido por cálculos.

### 3.4 Cálculo de la productividad actual

A continuación, se muestra la ecuación 9 para encontrar la productividad semanal de la planta de producción de vinchas plásticas.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}} * \frac{\text{U. producidas}}{\text{U. planificadas}} \quad (9)$$

Se toma el tiempo disponible semanal, calculado en el punto 3.3.4 y se calculan las unidades producidas en un tiempo de 2590,659 min, que corresponde al tiempo desde que las máquinas inician los ciclos de inyección de vinchas hasta haber transcurrido 6 días, y al conocer el tiempo estándar que le toma ensamblar una vincha con el perno respectivo se obtiene la cantidad semanal.

$$\frac{2590,659 \text{ min}}{0,04848 \text{ min/vincha}} = 53437 \text{ vinchas}$$

A este valor calculado se le resta el porcentaje de unidades defectuosas obteniendo la cantidad real de vinchas producidas en una semana.

$$53437 - (53437 * 0.0217) = 52277 \text{ vinchas}$$

Finalmente se aplica la ecuación 10:

$$\text{Productividad} = \frac{43,178 \text{ horas}}{48 \text{ horas}} * \frac{52277}{50000}$$

$$\text{Productividad} = 0,94056$$

Esto representa el 94,056 % de productividad para el proceso de inyección de vinchas plásticas en el área de inyección de plásticos de la empresa Multiaccesorios M.G. utilizando el método actual.

### **3.5 Identificación de oportunidades de mejora**

Para cada subproceso se analizan las oportunidades para optimizar la producción de vinchas plásticas inyectadas con la finalidad de poseer una visión más detallada de las necesidades de la empresa, y así proponer la implementación de las herramientas Lean Manufacturing que ayuden a solucionar los problemas encontrados.

#### **Preparado de materia prima**

Se debe considerar el tiempo de espera al encender la máquina mezcladora, que es de 5,738 min, puesto que en este lapso de tiempo el operario no realiza ninguna actividad productiva, y podría aprovecharse este tiempo para adelantar actividades de preparación de las inyectoras o bien de transporte de moldes.

#### **Montaje de molde en máquina inyectora**

Existen tiempos improductivos relacionados con la búsqueda de moldes de inyección de plásticos que no aportan valor agregado al producto, siendo que el tiempo para transportar el molde a utilizar es 51,807% más prolongado que el tiempo de transporte del molde desmontado a un sitio externo, al no contar con un área acondicionada específica para la colocación de los moldes de inyección de plásticos y al tener estandarizada una nomenclatura que permita la identificación oportuna de los moldes a utilizar. Todo esto conlleva a una falta de organización del área de trabajo.

### **Preparación de la inyectora**

Se visualizan operaciones innecesarias que pueden eliminarse al planificar de una mejor manera la preparación de las inyectoras, conjunto con ello se puede aprovechar el tiempo de espera para que el cañón de descarga alcance la temperatura establecida con una reorganización de las actividades, y para la calibración de la distancia del molde e ingreso de los parámetros de inyección, se puede reducir el tiempo de comprobación de 12,936 min al contar con valores preestablecidos en función del tipo de molde a utilizar y de las vinchas a inyectar, creando una estandarización del proceso.

### **Ciclo de inyección de las vinchas y pernos plásticos**

La empresa cuenta con dos máquinas inyectoras predestinadas a producir tanto vinchas como pernos plásticos, estas máquinas son automáticas por lo que, una vez ingresados los parámetros de inyección, se repiten consecutivamente los ciclos programados por el operario, ininterrumpidamente. Sin embargo, por observación se puede argumentar que existen máquinas en la planta que se encuentran sin operación, y que podrían aprovecharse para aumentar la productividad del proceso.

### **Armado de vinchas**

Para la realización de las actividades de armado de vinchas, la empresa ha asignado a un único trabajador que se encargue de este subproceso, sin embargo, el área cuenta con un segundo trabajador al que se le puede asignar estas actividades, con ello se reduciría el tiempo de este subproceso. Debido a que la planta de producción no cuenta con una supervisión adecuada, se observa la presencia de trabajadores que no se encuentran realizando actividades productivas, o que se asignan a procesos externos en los que no aportan sustancialmente.

El operario encargado de realizar las actividades de armado de vinchas espera la acumulación de un lote de vinchas y pernos producido durante dos horas de inyección de las máquinas, y al obtener la cantidad de 2454 vinchas y 3223 vinchas procede a ensamblar las partes, esto conlleva a acumular inventarios entre procesos.



### Almacenamiento de las vinchas

Al reducir el tiempo requerido para el subproceso armado de vinchas, la espera para el almacenamiento no sería tan prolongada, y permitiría despachar los productos con una mayor eficiencia a los clientes. Adicional a este punto, también se requiere de una reubicación del almacén de productos terminados, dado que hay una distancia de 53,15 m hasta la zona de inyección de plásticos, y el saco que se transporta posee un peso de 85 Kg.

### 3.6 Clasificación de los desperdicios encontrados

En la tabla 23 se detallan los desperdicios presentes en la planta de inyección de plásticos en función de los subprocesos a los que pertenecen.

Tabla 23.- Desperdicios encontrados por subproceso

Subproceso		Desperdicio			
		Movimientos innecesarios	Tiempos de espera	Defectos	Inventarios
1	Preparado de materia prima	X	X		
2	Montaje de molde en máquina inyectora	X	X		
3	Preparación de la inyectora		X		
4.1	Ciclo de inyección de las vinchas plásticas			X	X
4.2	Ciclo de inyección de los pernos plásticos			X	X
5	Armado de vinchas		X		X
6	Almacenamiento de vinchas	X	X		
<b>Total</b>		3	5	2	3

### 3.7 Análisis de los desperdicios encontrados

Dependiendo de la cantidad de desperdicios que se presentan en el proceso de

inyección de vinchas plásticas, se puede identificar cual es que tiene más relevancia para este estudio, y con ello la herramienta más óptima que se pueda aplicar para reducir su impacto en la producción. En la figura 30 se observa que la MUDA con mayor impacto en el proceso es la demora o tiempos de espera presentes en las actividades, teniendo una relevancia del 33%, le siguen los movimientos innecesarios y las demoras con 25% cada una y los defectos con un 17%, con ello se procede a establecer que herramienta es la más adecuada para su implementación.

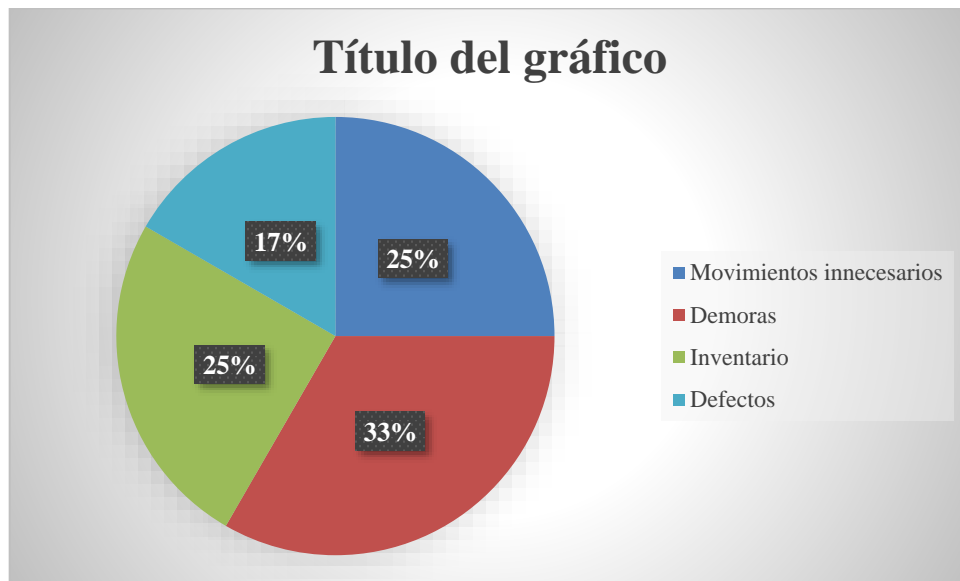


Figura 30.- Impacto de los desperdicios

### 3.8 Asignación de las herramientas de manufactura esbelta

El gerente de Multiaccesorios M.G. requiere que se aumente la producción de vinchas plásticas en un 20%, esto debido a que la demanda de vinchas está en aumento, creándose nuevos mercados y con ello la presencia de mayor competencia. La cantidad de vinchas y pernos inyectados para la venta es considerablemente alta, y por ello es necesario aplicar herramientas que beneficien a la empresa, con la reducción de tiempos innecesarios y una estandarización de sus procesos.

Tabla 24.- Descripción de las herramientas de manufactura esbelta

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Desperdicios que elimina</b>
<b>5's</b>	Permite conseguir condiciones óptimas de trabajo, manteniendo el orden y limpieza de los puestos de trabajo	Falta de orden Falta de limpieza Falta de clasificación Falta de estandarización Falta de disciplina Transportes innecesarios Tiempos de espera
<b>SMED</b>	Optimiza y reduce los tiempos de cambio de las máquinas utilizadas en el proceso	Tiempos de espera Tiempos innecesarios de preparación
<b>Balaceo de líneas</b>	Permite obtener una línea de producción equilibrada, optimizando variables tales como inventarios, el proceso, los tiempos y las entregas	Tiempos de espera Inventarios
<b>KANBAN</b>	Controla el flujo de producción por medio de la utilización de tarjetas, manejándose por pedidos en función de las demandas del cliente	Sobreproducción Cuellos de botella Trabajo innecesario Transportes innecesarios Defectos
<b>Control Visual</b>	Facilita a los trabajadores por medio de la observación, el	Transportes innecesarios

	conocimiento del estado del proceso	
<b>JIDOKA</b>	Autocontrol del proceso mediante sistemas de control ya sea por la misma máquina o por el operario	Defectos
<b>Estandarización</b>	Estabilizar las operaciones dentro de un proceso para obtener un resultado uniforme	Defectos

Se relacionan los desperdicios encontrados mediante el análisis VSM de la situación actual de la empresa, especificados en la tabla 23, con las soluciones que proponen las herramientas Lean Manufacturing de la tabla 24, para aplicar en el proceso de inyección de vinchas plásticas para tapizado universal.

### 3.8.1 Método de factores ponderados

Se procede a realizar un estudio cuali-cuantitativo, con la finalidad de determinar la herramienta más óptima para su aplicación, debido a que los desperdicios encontrados pueden ser tratados por varias de ellas, se pondera en función de algunos factores detallados a continuación:

- **Facilidad de implementación:** se le asigna un peso de 40% debido a que el Gerente no aprueba métodos muy complejos que requieran de un tiempo muy prolongado, con esto en consideración se le asigna el peso más alto.
- **Impacto de la herramienta:** el peso de este factor es de 30%, puesto que existen varias herramientas de manufactura esbelta que pueden disminuir o eliminar los

mismos desperdicios, pero con distintos métodos.

- **Costos de equipos:** con un valor de 30%, se pretende no proponer mejoras muy costosas, pero que permitan alcanzar la meta especificada.

Finalmente, se aplica una escala de evaluación cualitativa, asignando una cantidad numérica que se muestra en la tabla 25.

Tabla 25.- Escala de evaluación

10 – 9	Excelente
8 – 7	Muy bueno
6 – 5	Bueno
4 – 3	Regular
2 – 1	Malo
0	Muy malo

### Movimientos innecesarios - Transportes

Tabla 26.- Ponderación de herramienta para movimientos innecesarios

<b>Movimientos innecesarios – Transportes excesivos</b>			
<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Alternativas</b>	
		<b>5's</b>	<b>Control visual</b>
Facilidad de implementación	0.4	9	7
Impacto de la herramienta	0.3	8	7
Costos de equipos	0.3	8	8
<b>Total</b>	1.0	8,4	7,75

Se opta por utilizar la herramienta 5's que obtuvo un puntaje de 8,4, por lo que se considera la herramienta más óptima para aplicar a la muda de movimientos innecesarios y transportes.

## Demoras

Tabla 27.- Ponderación de herramienta para demoras

<b>Demoras – Tiempos de espera</b>				
<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Alternativas</b>		
		<b>5's</b>	<b>SMED</b>	<b>Kanban</b>
Facilidad de implementación	0.4	9	9	8
Impacto de la herramienta	0.3	8	9	6
Costos de equipos	0.3	8	8	7
<b>Total</b>	1.0	8,4	8,55	6,95

Se opta por utilizar la herramienta SMED que obtuvo un puntaje de 8,55, por lo que se considera la herramienta más óptima para aplicar a la muda de demoras.

## Inventarios

Tabla 28.- Ponderación de herramienta para inventarios

<b>Inventarios</b>			
<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Alternativas</b>	
		<b>Balanceo de líneas</b>	<b>Kanban</b>
Facilidad de implementación	0.4	9	8
Impacto de la herramienta	0.3	9	6
Costos de equipos	0.3	9	7
<b>Total</b>	1.0	8,4	6,95

Se opta por utilizar la herramienta Balanceo de líneas que obtuvo un puntaje de 8,4, por lo que se considera la herramienta más óptima para aplicar a la muda de fallas en el proceso.

## Defectos

Tabla 29.- Ponderación de herramienta para defectos

Defectos			
Factores	Peso	Alternativas	
		Estandarización	JIDOKA
Facilidad de implementación	0.4	9	8
Impacto de la herramienta	0.3	6	8
Costos de equipos	0.3	7	5
<b>Total</b>	1.0	7,5	7,4

Se opta por utilizar la herramienta Estandarización que obtuvo un puntaje de 7,5, por lo que se considera la herramienta más óptima para aplicar a la muda de defectos.

### Propuesta de implementación de las 5's

Se realiza una visita técnica a la planta de producción de Multiaccesorios M.G. en donde se observa la zona de trabajo de los operarios de las máquinas inyectoras de plástico, se inspecciona la distribución de las máquinas y se revisa el orden y la limpieza del área en general.

#### Primera S (Seiri) Eliminar

Se debe tener en consideración como se conforma el trabajo en su totalidad para la obtención de las vinchas plásticas, lo cual se lo estudió en el punto 3.3.2 anterior, con ello se identifican los objetos útiles dentro del área de trabajo y si estos se encuentran en uso constante o no. Para lograr lo antes mencionado sin cometer errores, se debe realizar un listado de los elementos que son necesarios en la planta. Se debe separar lo únicamente necesario del área de trabajo siguiendo los siguientes pasos:

1. Revisar el área de trabajo
2. Clasificar los objetos y herramientas útiles

3. Eliminar lo excesivo
4. Especificar sitios para los elementos que pueden ser de utilidad para otras áreas
5. Decidir lo que se hará con los objetos no útiles

El listado de las herramientas y objetos presentes en el área de inyección de plásticos se lo muestra en la tabla 30 a continuación.

Tabla 30.- Registro de elementos encontrados en el área de inyección de plásticos

<b>Registro de elementos encontrados</b>					
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Lugar</b>	<b>Útil</b>	<b>No útil</b>	<b>Acción</b>
1	Bidones metálicos	Inyectoras		X	Reubicar
2	Baldes plásticos	Inyectoras	X		Mantener los necesarios
3	Herramientas de ajuste	Mesa de trabajo	X		Mantener las necesarias
4	Sacos de polietileno	Zona de triturado	X		Mantener los necesarios
5	Sacos de material reciclado	Zona de triturado		X	Reubicar
6	Cartones	Zona de triturado		X	Eliminar
7	Fundas con polietileno	Zona de triturado	X		Mantener las necesarias
8	Moldes de acero	Zona de triturado e inyectoras	X		Mantener los necesarios
9	Repisa de madera	Zona de triturado		X	Reubicar

Con el objeto de llevar un registro de las acciones realizadas, se crea un modelo de tarjeta roja, color que permite distinguir a simple vista la presencia de la misma, y así los operarios apliquen las acciones requeridas.



Fecha: _____	Número: _____
Área: _____	
Elemento: _____	
Cantidad: _____	
Disposición:	
Transferir	
Eliminar	
Inspeccionar	
Comentarios: _____	
_____	

Figura 31.- Tarjeta roja de acciones a tomar

En base a esta tarjeta se aplicarán las acciones correctivas necesarias para mantener únicamente los objetos de utilidad para el área de inyección de plásticos.

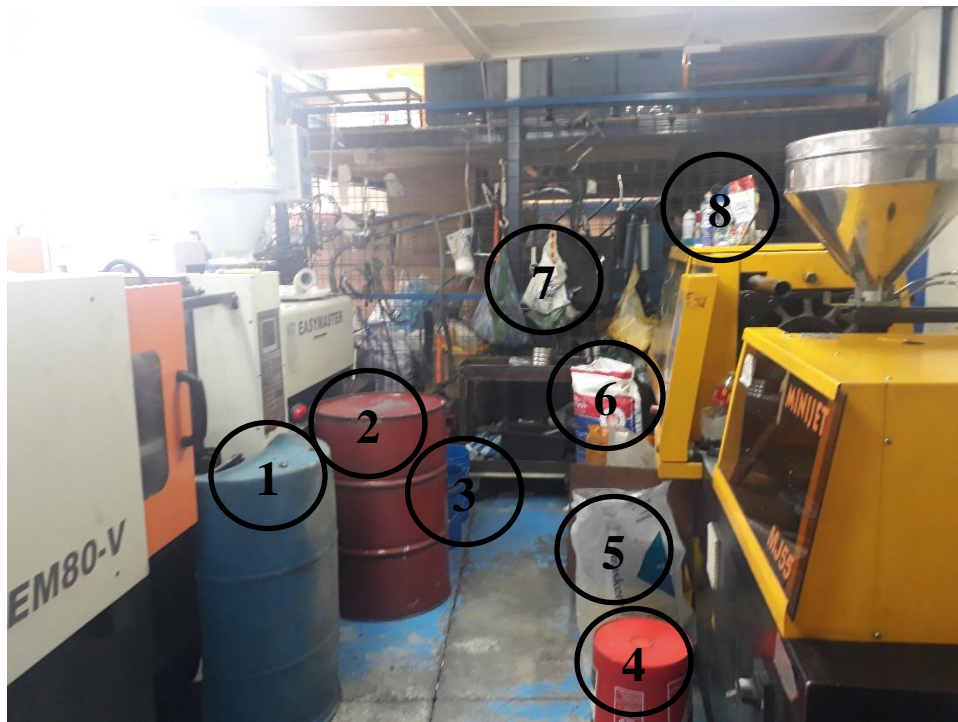


Figura 32.- Ubicación de tarjetas rojas en los lugares desordenados y objetos sin uso

área de inyectoras



Figura 33.- Ubicación de tarjetas rojas en los lugares desordenados y objetos sin uso  
área de materia prima

### **Segunda S (Seiton) Ordenar**

Es necesario organizar los objetos clasificados que son útiles para el proceso de inyección, con la finalidad de encontrarlos de una manera más sencilla e inmediata, de igual manera se deben delimitar las zonas de trabajo con líneas amarillas para identificar cual zona corresponde a su determinado subproceso, señalizando las áreas de trabajo, así como los equipos y los materiales.

Se propone la implementación de un “shadowboard” en donde se organicen las herramientas a necesarias para realizar las actividades de preparación de las inyectoras y montaje de los moldes, en la figura 34 se muestra un modelo de shadowboard para aplicar al área de inyección de plásticos.

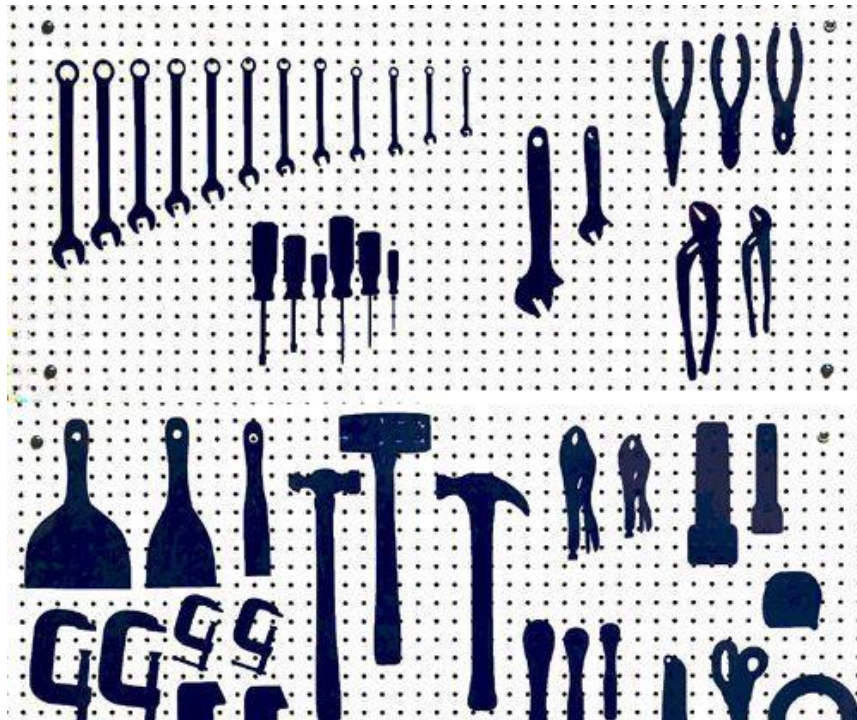


Figura 34.- Diseño de shadowboard

En este punto se lleva un registro de las tarjetas rojas utilizadas en cada zona y de las actividades llevadas a cabo para despejar el área de objetos innecesarios. Para ello se aplica el formato presentado en la figura 35.

Registro de tarjetas rojas				
Nº tarjeta roja	Fecha emisión	Acción	Responsable	Fecha aplicación

Figura 35.- Formato para registrar las tarjetas rojas

Se designa un puesto específico para la ubicación de los moldes de inyección y para la bodega de productos terminados, debido a que existe una gran distancia hacia la bodega siendo de 53,15 m y del área donde se ubican los moldes hasta las máquinas inyectoras es de 13,8 m, que representan transportes innecesariamente distantes.

En la figura 36 se muestra la distribución actual para el área de inyección de plásticos.

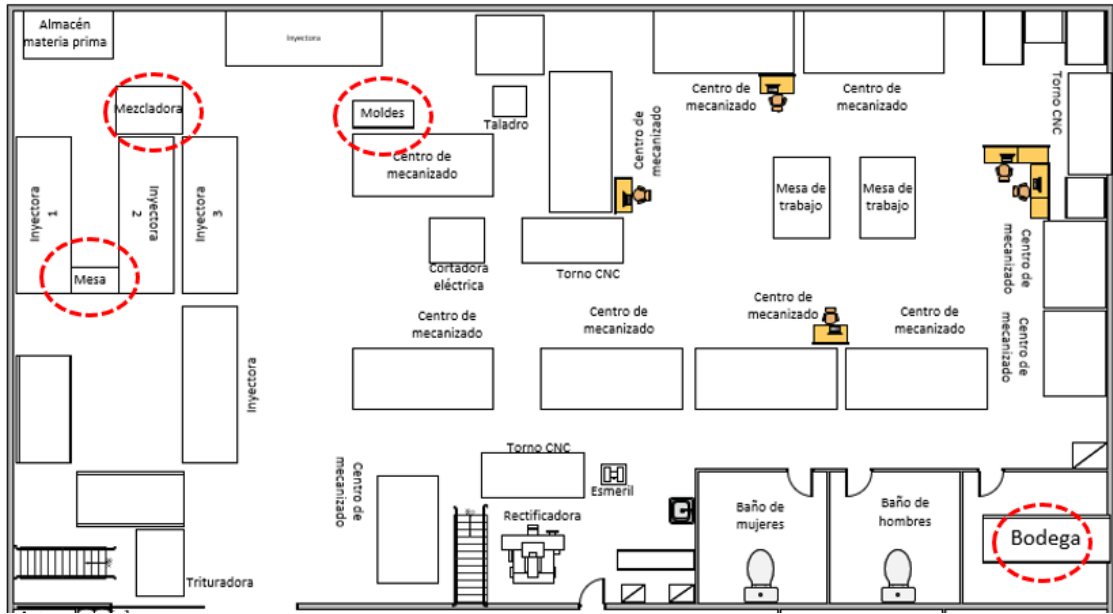


Figura 36.- Distribución actual área de inyección de plásticos

En la figura 37 se muestra la ubicación propuesta para el almacenamiento de moldes, mesa, mezcladora y para la bodega de productos terminados.

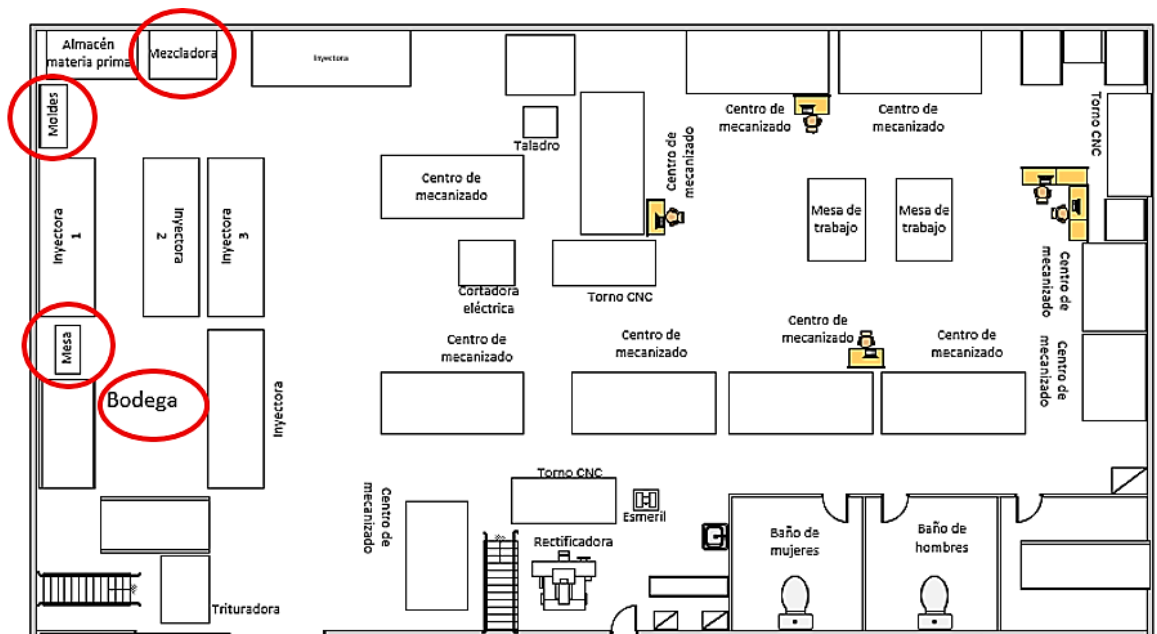


Figura 37.- Distribución propuesta para el área de inyección de vinchas

### Tercera S (Seiso) Limpiar

La zona de inyección de plásticos requiere de un proceso de limpieza que permita a los operarios laborar en un ambiente libre de objetos, y que no sea necesario pausar las actividades productivas por estos motivos, lo que conllevaría a pérdidas de tiempo y retrasos en las actividades que agregan valor a las vinchas plásticas.

Por ello se ha creado un formato de programa de limpieza, figura 37, en el cual se especifican las actividades que se realizan para mantener el ambiente de trabajo limpio, programa que se debe realizar de manera rutinaria cada día antes de iniciar con el proceso de inyección. Se ubicarán materiales de limpieza específicos para cada zona a tratar y se asignará un tiempo promedio de 10 minutos al día.

Check List programa de limpieza				
	Fecha:		Turno:	
	Operario:		Hora finalización:	
N°	Actividad	Presencia de implementos de limpieza	Realizado	Observaciones
1	Remoción de polvo presente en máquinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Limpieza del suelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Remoción de polvo de herramientas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Correcta ubicación de herramientas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Remoción de materiales extraños al proceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 38.- Check List programa de limpieza

### Cuarta S (Seiketsu) Estandarizar

Se debe tener certeza de que las actividades anteriormente especificadas sean cumplidas por los operarios y trabajadores de la planta, por lo que es necesario un registro de las acciones llevadas a cabo diariamente, y evaluar esta información cada mes. Para ello se han creado los formatos de las figuras 36 y 37, mismos que sirven de evidencia para una evaluación futura.

También es de importancia que las áreas de trabajo cuenten con la señalética correspondiente, así como con sus herramientas adecuadas, rótulos, delimitaciones tanto de máquinas como de zonas de tránsito.

### **Quinta S (Shitsuke) Disciplina**

Se debe crear una cultura de limpieza y orden dentro de la empresa, y para ello cada trabajador debe tener constancia de los programas y acciones que se deben realizar. Esto se logra con capacitaciones, que permitan a los interesados tener conocimiento pleno de esta cultura de las 5's.

Como acciones a aplicar se puede recomendar:

- Incentivar a los empleados que cumplen con los programas establecidos
- Designar responsabilidades
- Revisar periódicamente las evidencias de cumplimiento
- Realizar auditorías del cumplimiento de las 5'S

En el anexo 8 se muestra el formato de auditoría a aplicar.

### **Propuesta de implementación del sistema SMED**

Debido a la gran cantidad de operaciones con tiempos de espera en el proceso de inyección de vinchas plásticas, es necesario aplicar la herramienta SMED misma que se encarga de reducir o eliminar las actividades innecesarias para optimizar el tiempo de entrega de los lotes de producción. En el caso del área de inyección de plásticos se evalúa que el tiempo de cambio de moldes y preparación de la máquina inyectora es muy representativo, lo que conlleva a una demora sustancial para iniciar con el proceso de inyección de las máquinas.

Se analiza el proceso actual por medio del cursograma analítico presentado en la tabla 31, se toman las actividades de preparación de la materia prima y las máquinas inyectoras con sus respectivos tiempos y se las clasifica según sean actividades internas o externas.

Tabla 31.- Actividades internas y externas proceso inyección

Nº	Actividad	Tiempo (min)	Interna	Externa
1	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	0,812	X	
2	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	0,634	X	
3	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	0,094	X	
4	Esperar a que todo el material se mezcle por completo	5,738		X
5	Vaciar el material mezclado en un saco	1,360	X	
6	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde	2,9	X	
7	Remover pernos de sujeción	3,34	X	
8	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	1,146	X	
9	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	1,789	X	
10	Colocar los pernos de sujeción	4,595	X	
11	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración	1,818	X	
12	Limpiar el área de trabajo	4,212	X	
13	Limpiar la tolva del material restante	5,782	X	
14	Transportar el material mezclado a las inyectoras	1,555	X	
15	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas	1,382	X	
16	Encender las máquinas	0,097	X	
17	Esperar a que se calienten los cañones de descarga	17,501		X
18	Limpiar los cañones de descarga de material restante	6,819		X
19	Calibrar distancia de cierre de molde	5,448	X	
20	Ingresar los parámetros de inyección	3,521	X	

Nº	Actividad	Tiempo (min)	Interna	Externa
21	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada	11,955		X
<b>Total</b>		82,496	17	4

El tiempo total de preparación del proceso es de 82,496 minutos, en donde están presentes 17 actividades internas, muchas de las cuales pueden ser eliminadas o transformadas en actividades externas que aporten directamente a la producción de las vinchas y están presentes 4 actividades externas. Todas las actividades iniciales de preparación del material e inyectoras, no poseen un orden específico que permita un correcto flujo del proceso, por lo que se procede a reordenar las actividades y a eliminar aquellas que no sean necesarias, debido a que se han propuesto varias acciones correctivas por medio de las 5'S, es posible que varias actividades de limpieza y preparación se modifiquen dentro del proceso.




Mediante el método de las 5'S se han añadido 5 actividades extra de limpieza a las cuales se han asignado 10 minutos en total al inicio de las actividades diariamente, estas se añaden a la tabla propuesta y se transforman las actividades internas en externas de ser posible.

Tabla 32.- Optimización tiempos y actividades internas y externas

Nº	Actividad	Sin SMED			Con SMED		
		Tiempo (min)	A. I.	A. E.	Tiempo (min)	A. I.	A. E.
1	Remoción de polvo presente en máquinas				2		X
2	Limpieza del suelo				2		X
3	Remoción de polvo de herramientas				1		X
4	Correcta ubicación de herramientas				1		X
5	Remoción de materiales extraños al proceso				4		X
6	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	0,812	X		0,812		X



N°	Actividad	Sin SMED			Con SMED		
		Tiempo (min)	A. I.	A. E.	Tiempo (min)	A. I.	A. E.
7	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	0,634	X		0,634	X	
8	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	0,094	X		0,094	X	
9	Esperar a que todo el material se mezcle por completo	5,738		X			
10	Vaciar el material mezclado en un saco	1,36	X		1,36	X	
11	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde	2,9	X		2,9	X	
12	Remover pernos de sujeción	3,34	X		3	X	
13	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	1,146	X		0,8		X
14	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	1,789	X		1		X
15	Colocar los pernos de sujeción	4,595	X		4	X	
16	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración	1,818	X		1,818	X	
17	Limpiar el área de trabajo	4,212	X				
18	Limpiar la tolva del material restante	5,782	X				
19	Transportar el material mezclado a las inyectoras	1,555	X		0,5		X
20	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas	1,382	X		1	X	
21	Encender las máquinas	0,097	X		0,097	X	
22	Esperar a que se calienten los cañones de descarga	17,501		X			
23	Limpiar los cañones de descarga de material restante	6,819		X	6,819	X	
24	Calibrar distancia de cierre de molde	5,448	X		5,448	X	
25	Ingresar los parámetros de inyección	3,521	X		3,521	X	

N°	Actividad	Sin SMED			Con SMED		
		Tiempo (min)	A. I.	A. E.	Tiempo (min)	A. I.	A. E.
26	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada	11,955		X	1		X
A. I. = actividades internas A. E. = actividades externas		82,498	17	4	44,803	13	9
Actividad a eliminar en el proceso 		Tiempo de actividad reducido 					
Actividades a implementar por las 5'S 							

Se han eliminado las actividades de limpieza dispersas dentro del proceso de inyección debido a que las mismas son realizadas al inicio de las actividades, también se han transformado cuatro actividades internas en externas y se organizaron las actividades, eliminando o reduciendo aquellas esperas innecesarias.

La actividad 9: “esperar a que todo el material se mezcle por completo” se elimina, y a los trabajadores se les asigna las actividades de montaje de los moldes de inyección, tiempo en el que la materia prima se mezcla por completo, y la actividad 10: “vaciar el material mezclado en un saco” se transfiere al subproceso de preparación de las inyectoras.

Debido a que el tiempo para que los cañones de descarga de material alcancen la temperatura de 175 °C es de 17,501 min, tiempo que no se puede disminuir, la espera de esta actividad no se puede eliminar, sin embargo, es posible reducir este tiempo al trasladar esta actividad y la de limpieza de los cañones de descarga, para ser realizadas después de ingresar los parámetros de inyección, con ello se realizan las actividades de calibración de cierre de molde e ingreso de los parámetros de inyección, reduciendo la espera a 8,532 min.

En la tabla 33 se muestra el método propuesto para la preparación de la materia prima y máquinas inyectoras.

Tabla 33.- Propuesta aplicando SMED para las actividades de preparación del

proceso

<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (min)</b>
1	Remoción de polvo presente en máquinas	2
2	Limpieza del suelo	2
3	Remoción de polvo de herramientas	1
4	Correcta ubicación de herramientas	1
5	Remoción de materiales extraños al proceso	4
6	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	0,812
7	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	0,634
8	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	0,094
9	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde	2,9
10	Remover pernos de sujeción	3
11	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	0,8
12	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	1
13	Colocar los pernos de sujeción	4
14	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración	1,818
15	Vaciar el material mezclado en un saco	1,36
16	Transportar el material mezclado a las inyectoras	0,5
17	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas	1
18	Encender las máquinas	0,097
19	Calibrar distancia de cierre de molde	5,448
20	Ingresar los parámetros de inyección	3,521

Nº	Actividad	Tiempo (min)
21	Esperar a que se calienten los cañones de descarga	8,532
22	Limpiar los cañones de descarga de material restante	6,819
23	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada	1
<b>Total</b>		<b>53,335</b>

En la tabla 34 se compara el tiempo actual con el propuesto.

Tabla 34.- Comparación tiempos de preparación actual vs SMED

<b>Tiempo de ciclo de preparación del proceso (min)</b>	
Método actual	Aplicando SMED
82,498	53,335

Aplicando la herramienta SMED se reducen 29,163 min que corresponde al 35,35 % de optimización, por lo que se considera como una mejora dentro del proceso, siendo que el tiempo que toma iniciar con la inyección de vinchas y pernos se reduce de 82,498 min a 53,335 min.

En la figura 39 se muestra la variación de los tiempos actuales de las actividades con respecto a los tiempos propuestos aplicando SMED.

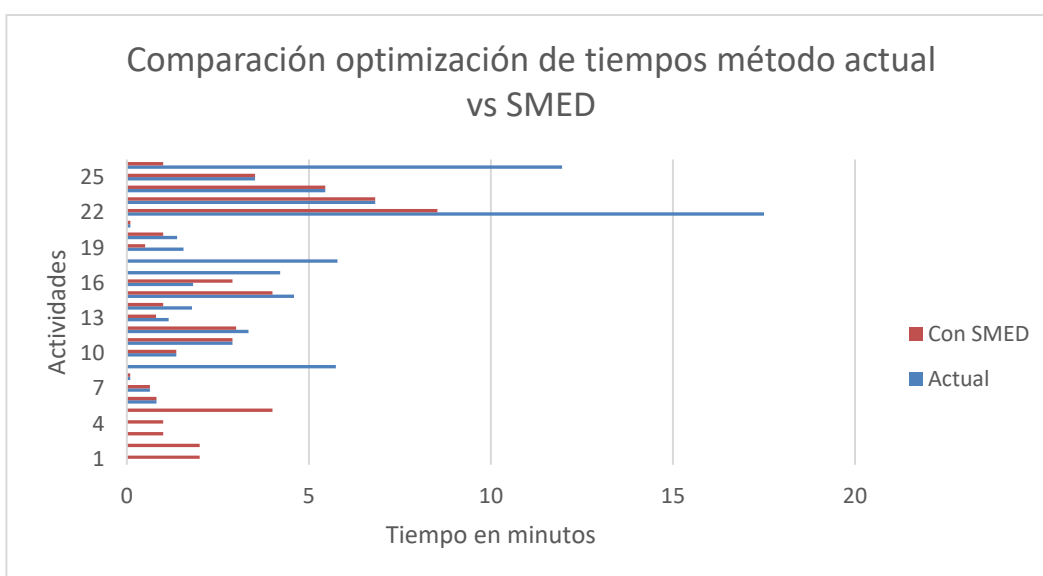


Figura 39.- Variación de tiempos aplicando SMED

Las actividades de mezclado y preparación de máquinas inyectoras se las realiza en paralelo por dos trabajadores asignados a dichas tareas, sin embargo, una vez iniciado el ciclo de inyección de las vinchas y pernos, queda un solo operario a cargo del armado de las vinchas y pernos y almacenamiento, tiempo en el que el segundo trabajador se encuentra realizando actividades innecesarias de colaboración en el área de mecanizado de moldes. El subproceso de armado de vinchas se puede agilizar con la inclusión del operario 2 que se mantiene inactivo o realizando operaciones ajenas al proceso de inyección. Dado que el tiempo de armado de vinchas es muy elevado, al añadir al segundo trabajador que desempeñe en conjunto estas actividades con el primer trabajador, el tiempo puede reducirse considerablemente.

### **Propuesta de implementación estandarización**

La implementación de la estandarización de los procesos se justifica con la presencia de vinchas y pernos defectuosos en el proceso de inyección de plásticos, debido a la falta de un sistema de información para los operarios, mismo que les permita regirse a un método específico para realizar sus actividades. Para ello se analizan los subprocesos y las actividades en donde se radican las fallas con la finalidad de corregirlas.

Tabla 35.- Fallas presentes en las actividades

<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Observación</b>
21	Limpiar los cañones de descarga de material restante	Posible falta de limpieza de los cañones
22	Calibrar distancia de cierre de molde	El molde no cierra adecuadamente
23	Ingresar los parámetros de inyección	Parámetros mal ingresados
24	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada	Falla visual
25	Ciclo de inyección de las inyectoras	
26	Separar el exceso de material de las vinchas y pernos de plástico	Falla en la remoción de la rebaba
27	Verificar el óptimo estado de las vinchas y pernos de plástico	Falla visual
28	Colocar vinchas y pernos de plástico en recipientes según corresponda	

<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Observación</b>
29	Transportar los recipientes a una zona adecuada	
30	Armar las vinchas	Armado defectuoso de las vinchas
31	Colocar vinchas armadas en un saco	
32	Sellar el saco lleno de vinchas armadas	
33	Transportar el saco lleno a la bodega	
34	Almacenar saco de vinchas en bodega	

A partir de la limpieza de los cañones de descarga de las inyectoras se presentan las fallas correspondientes a los defectos de los productos, debido a que son procesos desarrollados por los trabajadores mismos que no cuentan con un procedimiento estandarizado para la ejecución de sus actividades. En este caso se aplicarán medidas correctivas del tipo manuales, en donde los mismos trabajadores serán los sujetos correctores de las fallas presentes.


Se procede a diseñar un formato de hoja informativa, en donde constan los parámetros que se deben aplicar para la preparación de las inyectoras, dependiendo del tipo de producto a inyectar y del molde a utilizar.

Se asignan códigos a los moldes dependiendo del producto para el que se utilizan, a continuación, se proponen los códigos para los moldes de vinchas y pernos plásticos.

Molde de vincha universal = MV-01

Molde de perno plástico para vincha universal = MP-01

Tabla 36.- Formato parámetros montaje de moldes

Hoja informativa de parámetros				
<b>MONTAJE DE MOLDE EN MÁQUINA INYECTORA</b>				
Código de molde	Producto	Material a utilizar recomendado	Temperatura de cañón (°C)	Distancia de cierre (mm)
<b>INYECTORA 1</b>				
MV-01	Vinchas universales	Polietileno de alta densidad	175	250
<b>INYECTORA 2</b>				
MP-01	Pernos plásticos	Polietileno de alta densidad	175	265
<b>INYECTORA 3</b>				

Para la implementación del formato de la tabla 36, es necesario realizar un control de inventario del total de moldes que posee la empresa para el área de inyección de plásticos, con ellos mediante la experiencia de los trabajadores se procede a ingresar los datos en función de la producción en marcha, y mediante inspección de calidad, al obtener el producto deseado en óptimas condiciones, los datos adquiridos en ese momento serán tomados para la hoja de datos. Se debe realizar un estudio de calidad con varias muestras de la funcionalidad de la máquina con el molde acoplado, con la finalidad de obtener los datos más óptimos a ser usados para el correcto montaje de los moldes. Los datos dependen de las características del molde a utilizar y de la máquina inyectora disponible para su uso, dependiendo de las dimensiones del recorrido y temperaturas que posea la máquina para su correcta funcionalidad.

Se procede a crear un formato para ingresar los parámetros de inyección para los productos que se inyectan.

Tabla 37.- Formato parámetros máquina inyectora

Hoja informativa de parámetros									
PARÁMETROS MÁQUINA INYECTORA									
Código producto	Descripción	Material a utilizar	Temperaturas (°C)			Tiempos (segundos)			
			T1	T2	T3	Ciclo	Llenado	Plastificación	Enfriado
204	Vinchas para tapizado universales	Polietileno	175	170	165	17,4	2	2,28	10

Al igual que el formato anterior, será necesario un estudio por parte de los trabajadores del área de inyección, más experimentados que obtengan los datos en función de la producción en marcha. Para ello se asignará un operario que se encargue del ingreso de datos en la máquina inyectora y otro trabajador que registre los datos obtenidos una vez se verifique el correcto estado del producto inyectado. Se creará una base de datos de los parámetros de inyección en función del elemento a producir y para un manejo óptimo de la información se entregarán las hojas a los operarios de las inyectoras.

Con este sistema se reduce la variación en la calidad de los productos inyectados y ofertados a los clientes, y también se reducen tiempos de preparación de las inyectoras al utilizar únicamente el tiempo necesario para traspasar los datos de las hojas informativas al panel de la máquina, sin la necesidad de recurrir al método prueba-error.



### Propuesta de implementación de balanceo de líneas

Para realizar el balanceo de línea es necesario conocer el tiempo disponible de producción y la cantidad a producir en dicho tiempo, valores calculados en los puntos 3.3.4 y 3.4. Se utiliza el tiempo disponible semanal y su producción correspondiente debido a que el tiempo disponible para el primer día al inicio del proceso es de 397,504 min diferenciándose de los días posteriores que tienen un tiempo disponible de 438,631 min, con ello se realizan los cálculos con los tiempos semanales que es el periodo en el que se despachan las vinchas a los clientes.

Se procede a calcular el tiempo de ciclo.

$$C = \frac{\text{Tiempo disponible semanal}}{\text{Cantidad a producir}} \quad (10)$$

$$C = \frac{155439,54 \text{ s}}{52277 \text{ vinchas}}$$

$$C = 2,97338 \text{ s/vincha}$$

Luego se analizan las actividades tomando en consideración el tiempo de ciclo, lo cual se muestra es la tabla 38, en donde se especifican las precedencias de cada operación.

Tabla 38.- Precedencias de los subprocesos

Subproceso		Tiempo ciclo (min)	Precedencia
A	Ciclo de inyección de las vinchas plásticas	0,293	-
B	Ciclo de inyección de los pernos plásticos	0,223	-
C	Armado de vinchas	111,504	A , B
D	Almacenamiento de las vinchas	11,397	C
<b>Total</b>		<b>279,772</b>	

Para aplicar este método es necesario calcular los tiempos que toma producir cada unidad individualmente, por lo que se considera la cantidad producida por ciclo en cada operación y se transforman los tiempos a segundos, que es la unidad de tiempo en la que se calculó el nuevo tiempo de ciclo requerido.

Tabla 39.- Total de tiempo de ciclo en segundos

S	Cantidad	Tiempo ciclo	Ti (min)	Ti (s)
A	6	0,293	0,048833	2,930000
B	6	0,223	0,037167	2,230000
C	2300	111,504	0,048480	2,908800
D	50000	11,397	0,000228	0,013676
<b>Total</b>				8,082476

Con estos datos se procede a graficar el diagrama de precedencia, que representa claramente la secuencia de los subprocesos del proceso de inyección de vinchas plásticas.

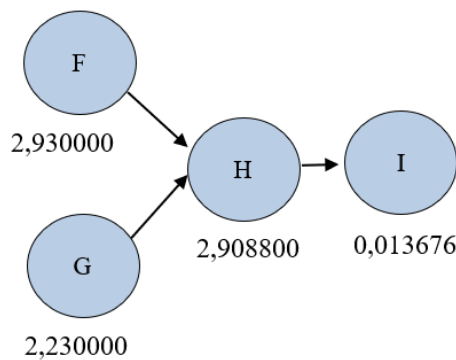


Figura 40.- Diagrama de precedencia

Se calcula el número de estaciones mínimas requeridas para lograr cumplir con el tiempo de ciclo establecido, aplicando la ecuación 11.

$$K \text{ min} = \frac{\text{Tiempo total de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (11)$$

$$K \text{ min} = \frac{8,082476}{2,97338} = 2,718 \approx 3 \text{ estaciones}$$

## Comprobación en el software POM QM for Windows

Se introducen los valores de los tiempos en segundos que toma cada subproceso para producir una unidad, se especifica el tiempo de ciclo en función de la cantidad de vinchas a producir y el tiempo disponible semanal.

The screenshot shows a software window with a 'Method' dropdown menu set to 'Longest operation time'. To the right, under 'Cycle time computation', there are two radio buttons: 'Given' (unselected) and 'Computed' (selected). Next to 'Given' is a text box containing '52277' and the unit 'units'. Next to 'Computed' is a text box containing '155439' and the unit 'per'. At the bottom right, there are three radio buttons for time units: 'seconds' (selected), 'minutes', and 'hours'.

Figura 41.- Selección del método e introducción de datos para el tiempo de ciclo

Aplicando el método de mayor tiempo de operación, se obtienen los resultados de la figura 41.

The screenshot shows a window titled 'Line Balancing Results'. It contains a table with the following data:

Balance vinchas solution				
Station	Task	Time (seconds)	Time left (seconds)	Ready tasks
				A,B
1	A	2,93	,04	B
2	B	2,23	,74	C
3	C	2,91	,06	D
	D	,01	,05	
<b>Summary Statistics</b>				
Cycle time	2,97	seconds		
Min (theoretical) # of stations	3			
Actual # of stations	3			
Time allocated (cycle time * #	8,92	econds/cycle		
Time needed (sum of task times)	8,08	seconds/unit		
Idle time (allocated-needed)	,84	econds/cycle		
Efficiency (needed/allocated)	90,61%			
Balance Delay (1-efficiency)	9,39%			

Figura 42.- Resultados balanceo de líneas POM QM

## Análisis de los resultados calculados por el software POM QM for Windows

Se evidencia la similitud en la obtención del número de estaciones calculadas utilizando la ecuación 11 y mediante el POM valor que corresponde a 3 estaciones recomendadas, cuya distribución de actividades se muestra en la figura 43. La eficiencia aplicando el balanceo propuesto es de 90,61 %, el tiempo de inactividad es de 0,84 segundos y el tiempo de la suma total de las actividades es de 8,08 segundos.

Balance vinchas  
Precedence Graph

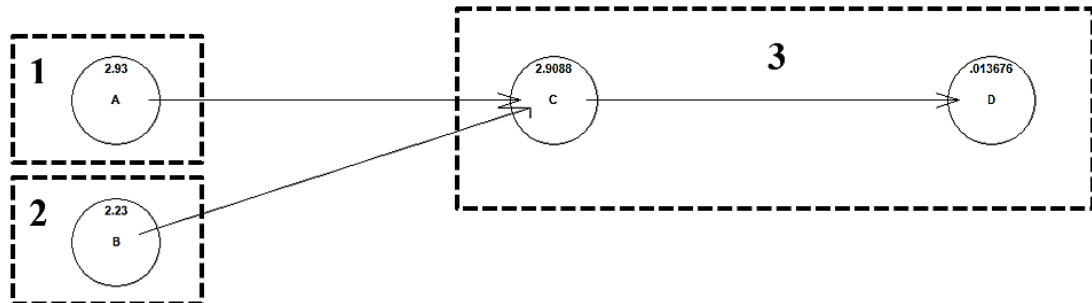


Figura 43.- Gráfico de precedencia y estaciones POM QM

Se calcula el número de trabajadores o máquinas para cada estación aplicando la ecuación 7.

$$Nt = \frac{\text{Tiempo estándar} * \text{Índice de productividad}}{\text{Eficiencia}} \quad (12)$$

El índice de productividad se lo calcula aplicando la ecuación 8.

$$IP = \frac{\text{Producción deseada}}{\text{Tiempo disponible}} \quad (13)$$

La producción deseada se calcula sabiendo que el gerente desea incrementar la producción de vinchas un 20%, y al ser la cantidad producida actualmente de 50962 vinchas:

$$52277 * 1,2 = 62732 \text{ vinchas}$$

Aplicando este valor en la ecuación 14:

$$IP = \frac{62732 \text{ vinchas}}{155439,54 \text{ s}}$$

$$IP = 0,40358$$

Se calcula el número de máquinas para la estación 1 reemplazando los valores calculados en la ecuación 12:

$$Nt = \frac{2,93 * 0,40358}{0,9061} = 1,305 \approx 2 \text{ máquinas}$$

En la tabla 40 se presenta el cálculo del número de trabajadores y máquinas recomendados para cada estación.

Tabla 40.- Número de trabajadores y máquinas recomendados

Estación	Índice de productividad	Tiempo estándar (s)	Eficiencia	Resultado	N.º trabajadores	N.º máquinas
1	0,40358	2,93	0,9061	1,305	-	2
2	0,40358	2,23	0,9061	0,993	-	1
3	0,40358	2,9225	0,9061	1,302	2	-

Analizando los resultados propuestos se determina que para la estación 3 son necesarios dos trabajadores, en dicha estación se encuentran los procesos de armado de vinchas y almacenamiento de las mismas, y la empresa ha asignado a un solo trabajador para realizar estas tareas por lo que, para cumplir de manera óptima con la meta propuesta, es necesario asignar las tareas de armado de vinchas y almacenamiento de las mismas al segundo trabajador para la estación 3.

Con respecto a la estación 1, los cálculos proponen la suma de una tercera máquina inyectora, que se encargue de la producción de vinchas plásticas y con ello se elimine el cuello de botella que representa el tiempo de ciclo de este subproceso.

En la figura 44 se puede visualizar la gráfica de los tiempos por cada estación en función del tiempo de ciclo.

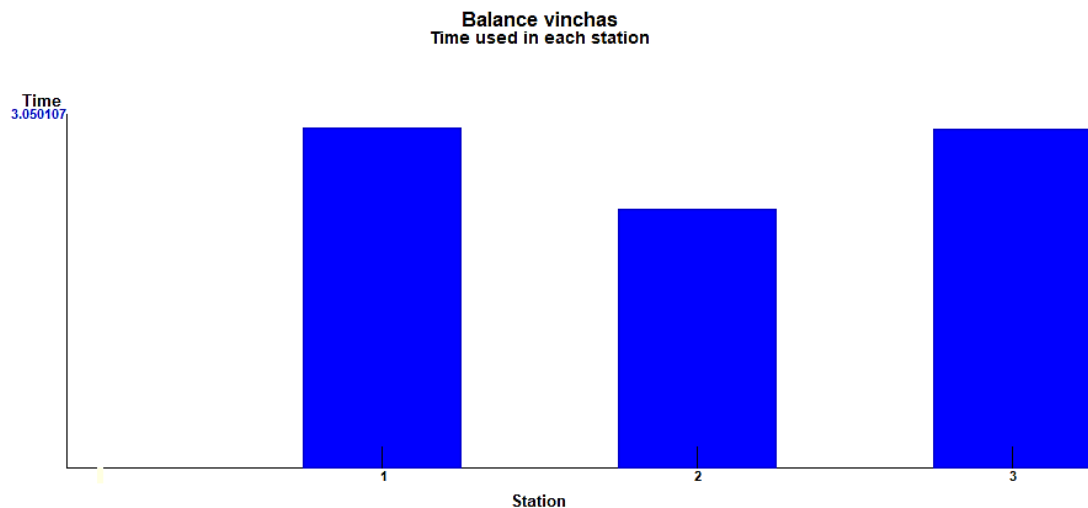


Figura 44.- Tiempos de ciclo en función de las estaciones

La gráfica nos muestra que tanto la estación 1 como la 3 limitan el proceso al ser necesario un mayor tiempo de ciclo con respecto a la estación 2, por ello se propone la implementación de la tercera máquina inyectora a la estación 1 y del segundo

trabajador a la estación 3.

### 3.9 Análisis de resultados aplicando las herramientas de Manufactura Esbelta

Con la finalidad de comparar los resultados de la propuesta con el método actual de proceso y determinar si la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas son las mejores para este estudio, se crea el nuevo cursograma analítico con las actividades y sus respectivos tiempos, y se procede a calcular la nueva producción en el área de inyección de plásticos.

En relación al Balance de Líneas, se habilita una tercera inyectora para el proceso de inyección de vinchas plásticas, debido a que el tiempo de ciclo de la inyectora 1 es muy elevado con respecto al tiempo de ciclo de la inyectora 2, adicional a ello se asigna al trabajador 2 las actividades del subproceso de armado de vinchas plásticas, para reducir considerablemente el tiempo de armado y almacenado.

Los tiempos de las actividades de set up de las máquinas se reducen por la implementación de los métodos de estandarización y SMED.

Al poner en marcha a la tercera máquina inyectora, se deben sumar las actividades de limpieza correspondientes a la misma, actividades que serán realizadas por ambos trabajadores. Estas actividades y sus tiempos correspondientes se especifican en la tabla 41.

Tabla 41.- Tiempos de limpieza asignados a las máquinas inyectoras

N°	Actividad	Tiempo (min)		
		I1 - I2	I3	Total
1	Remoción de polvo presente en máquinas	2	2	4
2	Limpieza del suelo	2	1	3
3	Remoción de polvo de herramientas	1	1	2
4	Correcta ubicación de herramientas	1	1	2
5	Remoción de materiales extraños al proceso	4	4	8
6	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	0,812	0,406	1,218

N°	Actividad	Tiempo (min)		
		I1 - I2	I3	Total
7	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	0,634	0,317	0,951
8	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	0,094	-	0,094
I1 = inyectora1 ; I2 = inyectora2 ; I3 = inyectora3				

Al inicio del proceso se realizan las actividades de limpieza por ambos trabajadores, por ello se suman los tiempos y no se añaden actividades extra.

A partir de la actividad 9 de montaje de los moldes y preparación de las máquinas inyectoras ambos trabajadores las realizan simultáneamente, sin embargo, no es posible efectuar paralelamente las mismas actividades para la inyectora 3, motivo por el que se añaden estos tiempos al tener en consideración que serán realizadas por el trabajador 1.

En la tabla 42 se indica la distribución de las actividades de montaje de moldes y preparación de inyectoras entre los dos trabajadores para las tres inyectoras.

Tabla 42.- Distribución de las actividades de montaje de moldes y preparación de inyectoras






N°	Actividad	Tiempo (min)
9	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde (I1 – I2)	2,9
10	Remover pernos de sujeción (I1 – I2)	3
11	Trasladar los moldes usados a un sitio externo (I1 – I2)	0,8
12	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras (I1 – I2)	1
13	Colocar los pernos de sujeción (I1 – I2)	4
14	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración (I1 – I2)	1,818
15	Vaciar el material mezclado en un saco	1,36
16	Transportar el material mezclado a las inyectoras (I1 – I2 – I3)	1
17	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas (I1 – I2 – I3)	2

<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (min)</b>
18	Encender las máquinas (I1 – I2)	0,097
19	Calibrar distancia de cierre de molde (I1 – I2)	5,448
20	Ingresar los parámetros de inyección (I1 – I2)	3,521
21	Esperar a que se calienten los cañones de descarga (I1 – I2)	8,532
22	Limpiar los cañones de descarga de material restante (I1 – I2)	6,819
23	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada (I1 – I2)	1
24	Espera de ciclo de inyección de las inyectoras (I1 – I2)	-
25	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde (I3)	1,45
26	Remover pernos de sujeción (I3)	1,5
27	Trasladar los moldes usados a un sitio externo (I3)	0,8
28	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras (I3)	1
29	Colocar los pernos de sujeción (I3)	2
30	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración (I3)	1,818
31	Encender la máquina (I3)	0,097
32	Calibrar distancia de cierre de molde (I3)	5,448
33	Ingresar los parámetros de inyección (I3)	3,521
34	Esperar a que se calienten los cañones de descarga (I3)	8,532
35	Limpiar los cañones de descarga de material restante (I3)	6,819
36	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada (I3)	1
<b>Total</b>		<b>77,28</b>
I1 = inyectora1 ; I2 = inyectora2 ; I3 = inyectora3		



En la actividad 24 inicia el proceso de inyección de vinchas y pernos al culminar con la preparación de las inyectoras 1 y 2, se reduce el stock necesario para iniciar el proceso de armado de vinchas a 1 hora de inyección, sin embargo, este tiempo de espera se lo utilizará para la preparación de la inyectora 3, para la cual se asignan a los dos trabajadores, reduciendo los tiempos a la mitad de ser posible.

Tabla 43.- Cursograma analítico propuesto área de inyección

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN</b>								
CURSOGRAMA ANALÍTICO										
<b>EMPRESA:</b>		MULTIACCESORIOS M.G.		<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>		<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>		<b>HOJA #:</b>		2 de 2
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>		VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL		<b>MATERIAL:</b>		POLIETILENO ALTA DENSIDAD		<b>FECHA:</b>		05/07/2021
<b>DEPARTAMENTO:</b>		PRODUCCIÓN		<b>REALIZADO POR:</b>		VALLES ALEXANDER		<b>DIAGRAMA #:</b>		2
<b>ÁREA:</b>		INYECCIÓN PLÁSTICOS		<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>		E1, E2 y E3				
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
Nº	Descripción de Operaciones									
1	Remoción de polvo presente en máquinas	3 máquinas	-	4	■					Sopleteando y usando herramientas de limpieza
2	Limpieza del suelo	-	-	3	■					Con el uso de escobas
3	Remoción de polvo de herramientas	-	-	2	■					Con el uso de brochas
4	Correcta ubicación de herramientas	-	-	2	■					Posicionadas en el shadowboard
5	Remoción de materiales extraños al proceso	-	-	8	■					Incluidas las tolvas de las máquinas
6	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina	4 sacos	3,2	1,218		■				Material para las vinchas polietileno de alta densidad



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
	mezcladora										
7	Vaciar el material en la máquina mezcladora en las cantidades necesarias	77,25 kg	-	0,951	■						1 saco de polietileno de 25 kg y el 3% de masterbatches
8	Encender la máquina para que inicie el mezclado del material	1 máquina	-	0,094	■						
9	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde (I1 – I2)	16 mangueras	5,8	2,9	■						Son 8 mangueras de la tapa y 8 de la base del molde
10	Remover pernos de sujeción (I1 – I2)	12 pernos	-	3	■						6 pernos de la tapa y 6 de la base del molde
11	Trasladar los moldes usados a un sitio externo (I1 – I2)	2 moldes	4,5	0,8	■						Traslado manual del molde



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
12	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras (I1 – I2)	2 moldes	4,5	1							Traslado manual del molde
13	Colocar los pernos de sujeción (I1 – I2)	12 pernos	-	4							6 pernos de la tapa y 6 de la base del molde
14	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración (I1 – I2)	16 mangueras	-	1,818							Son 8 mangueras de la tapa y 8 de la base del molde
15	Vaciar el material mezclado en un saco	77,25 kg	5,8	1,36							
16	Transportar el material mezclado a las inyectoras (I1 – I2 – I3)	77,25 kg	5,8	1							
17	Vaciar el material en las tolvas de las máquinas (I1 – I2 – I3)	25,75 kg por tolva	-	2							La tolva se llena por completo con 25,75 kg
18	Encender las máquinas (I1 – I2)	2 máquinas	-	0,097							



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
19	Calibrar distancia de cierre de molde (I1 – I2)	2 máquinas	-	5,448	■						
20	Ingresar los parámetros de inyección (I1 – I2)	2 máquinas	-	3,521	■						
21	Esperar a que se calienten los cañones de descarga (I1 – I2)	2 cañones	-	8,532					■		Que alcance los 175°C
22	Limpiar los cañones de descarga de material restante (I1 – I2)	2 cañones	-	6,819	■						Se realizan pequeñas descargas de material
23	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada (I1 – I2)	2 máquinas	-	1					■		
24	Desacoplar las mangueras de refrigeración del molde (I3)	16 mangueras	10,8	1,45	■						Son 8 mangueras de la tapa y 8 de la base del molde



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
25	Remover pernos de sujeción (I3)	12 pernos	-	1,5							6 pernos de la tapa y 6 de la base del molde
26	Trasladar los moldes usados a un sitio externo (I3)	2 moldes	11,8	0,8							Traslado manual del molde
27	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras (I3)	2 moldes	11,8	1							Traslado manual del molde
28	Colocar los pernos de sujeción (I3)	12 pernos	-	2							6 pernos de la tapa y 6 de la base del molde
29	Acoplar y ajustar las mangueras de refrigeración (I3)	16 mangueras	-	1,818							Son 8 mangueras de la tapa y 8 de la base del molde
30	Encender la máquina (I3)	1 máquina	-	0,097							
31	Calibrar distancia de cierre de molde (I3)	1 máquina	-	5,448							



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
32	Ingresar los parámetros de inyección (I3)	1 máquina	-	3,521	■						
33	Esperar a que se caliente el cañón de descarga (I3)	1 cañón	-	8,532					■		Que alcance los 175°C
34	Limpiar los cañones de descarga de material restante (I3)	1 cañón	-	6,819	■						Se realizan pequeñas descargas de material
35	Verificar la correcta inyección de piezas con la configuración ingresada (I3)	1 máquina	-	1				■			
36	Espera de ciclo de inyección de vinchas y pernos plásticos	-	-	60					■		
37	Separar el exceso de material de las vinchas y pernos de plástico	2454 vinchas + 1611 pernos	-	13,538	■						Cada 1 horas de inyección



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
38	Verificar el óptimo estado de las vinchas y pernos de plástico	2454 vinchas + 1611 pernos	-	8,765							Revisión rápida del estado de las vinchas y pernos inyectados
39	Colocar vinchas y pernos de plástico en recipientes según corresponda	2454 vinchas + 1611 pernos	-	2,492							Recipientes individuales
40	Transportar los recipientes a una zona adecuada	2 recipientes	3,4	0,508							
41	Armar las vinchas	1611 vinchas	-	29,6658							Acoplamiento manual de la vincha con el perno
42	Colocar vinchas armadas en un saco	1611 vinchas	-	1,494							Se va llenando el saco cada 1 hora
43	Sellar el saco lleno de vinchas armadas	50000 vinchas	-	6,906							





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2						
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021						
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2						
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3								
Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones	
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama						
Nº	Descripción de Operaciones										
44	Transportar el saco lleno a la bodega	1 saco	3,6	0,5							
45	Almacenar saco de vinchas en bodega	1 saco	-	1,326							Dependiendo del pedido o para stock



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**



**CURSOGRAMA ANALÍTICO**

<b>EMPRESA:</b>	MULTIACCESORIOS M.G.	<b>MÉTODO ACTUAL:</b> <input type="checkbox"/>	<b>MÉTODO PROPUESTO:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>HOJA #:</b>	2 de 2
<b>PRODUCTO ANALIZADO:</b>	VINCHAS TAPIZADO UNIVERSAL	<b>MATERIAL:</b>	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	<b>FECHA:</b>	05/07/2021
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN	<b>REALIZADO POR:</b>	VALLES ALEXANDER	<b>DIAGRAMA #:</b>	2
<b>ÁREA:</b>	INYECCIÓN PLÁSTICOS	<b>ESTACIÓN ANALIZADA:</b>	E1, E2 y E3		

Identificación de Operaciones		OPERACIÓN:			INYECCIÓN VINCHAS					Observaciones
		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
Nº	Descripción de Operaciones									

**RESUMEN**

ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	AHORRO (\$)	OBSERVACIONES
OPERACIÓN		30	127,7568	22,4		
TRANSPORTE		8	6,826	48,6		
INSPECCIÓN		3	10,765	-		
DEMORA		3	77,064	-		
ALMACENAJE		1	1,326	-		
<b>TOTAL</b>		<b>45</b>	<b>223,7378</b>	<b>71</b>		

Para el proceso de inyección de vinchas propuesto se ha aumentado una máquina inyectora extra esto debido a que, al realizar el Balanceo de Líneas, se ha observado que es necesario aumentar la producción de vinchas plásticas que es el cuello de botella del proceso, ya que el tiempo que toma en producirse 6 unidades es de 0.293 minutos y no se lo puede modificar por cuestiones de parámetros de inyección. La máquina se encuentra paralela a la inyectora 2 y es accesible para ambos trabajadores, y actualmente no se encuentra operando debido a que no se le ha asignado un trabajador que la opere, por lo que se propone utilizarla para aumentar la producción de vinchas. También se ha asignado al trabajador 2 al subproceso de armado de vinchas. El tiempo total del proceso en los resultados del cursograma analítico se reduce en 31,587%, inclusive tomando en consideración el aumento de los tiempos de preparación de la tercera inyectora, sin embargo, los resultados de producción finales, se los refleja analizando la producción semanal. Modificando y aumentando las operaciones de limpieza y orden estudiadas por las 5'S, el proceso propuesto posee 45 actividades.

### 3.9.1 Resumen tiempos del proceso propuesto

Tabla 44.- Resumen tiempos del proceso propuesto

Subproceso		Tiempo (min)	Cantidad
1	Limpieza y organización área de trabajo	19	-
2	Preparado de materia prima	2,263	77,25 Kg
3	Montaje de molde en máquinas inyectoras (I1 – I2)	13,518	2 moldes
4	Preparación de las inyectoras (I1 – I2)	29,777	2 máquinas
5	Montaje de molde en máquinas inyectoras (I3)	7,832	1 molde
6	Preparación de la inyectora (I3)	25,417	1 máquina
7	Espera ciclo de inyección de las vinchas y pernos plásticos	60	2454 vinchas y 1611 pernos
8	Armado de vinchas	56,4628	1611 vinchas a.

Subproceso		Tiempo (min)	Cantidad
9	Almacenamiento de las vinchas	8,732	50000 vinchas a.
<b>Total</b>		<b>223,7378</b>	

### 3.9.2 Diagrama de recorrido del material propuesto

En la figura 44 se presenta el recorrido del material con la nueva distribución de planta propuesta.

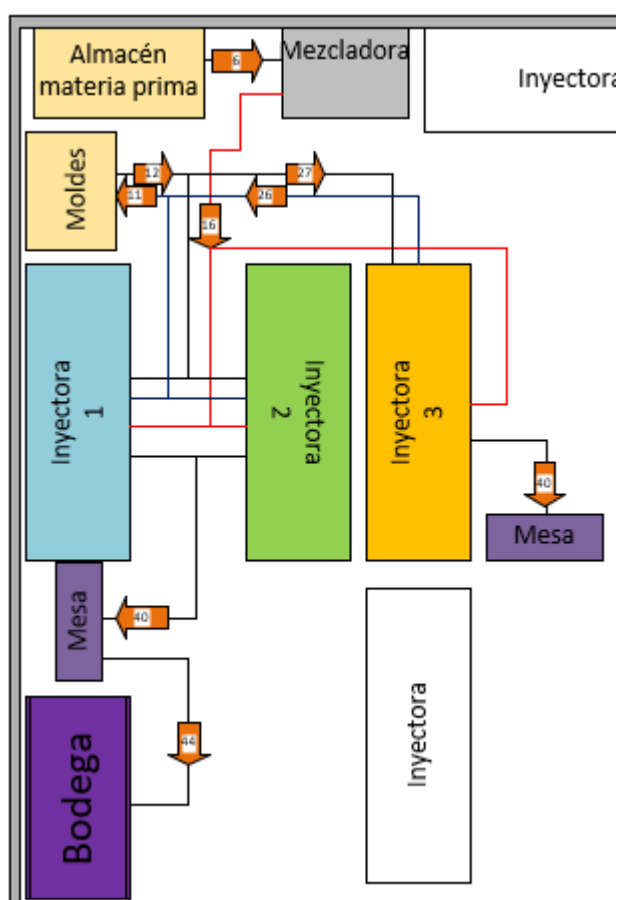


Figura 45.- Recorrido del material propuesta

En la tabla 45 se muestran las distancias recorridas aplicando la propuesta de distribución de planta.

Tabla 45.- Resumen distancias recorridas método propuesto

<b>Subproceso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Número de actividad</b>	<b>Cantidad de transportes</b>	<b>Distancia recorrida (m)</b>
Preparado de materia prima	Transportar los sacos de polietileno y masterbatches a la máquina mezcladora	6	1	3,2
Montaje de molde en máquinas inyectoras 1 y 2	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	11	1	4,5
	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	12	1	4,5
Preparación de las inyectoras 1, 2 y 3	Transportar el material mezclado a las inyectoras	16	1	5,8
Montaje de molde en máquina inyectora 3	Trasladar los moldes usados a un sitio externo	26	1	11,8
	Trasladar el molde de vinchas y de pernos a las inyectoras	27	1	11,8
Armado de vinchas plásticas	Transportar los recipientes a una zona adecuada	40	1	3,4
Almacenamiento de las vinchas	Transportar el saco lleno a la bodega	44	1	3,6
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>48,6</b>

Se puede observar que aumentan dos transportes con respecto al método actual, esto debido a que al implementar una tercera inyectora al proceso se deben asignar las actividades de preparación correspondientes a la misma para su puesta en marcha, sin embargo, al reorganizar la ubicación de los moldes, la mezcladora, mesa de trabajo y bodega, la distancia recorrida disminuye en un 46,74%, siendo que en el método actual

se recorren 91,25 m y aplicando la propuesta de optimización se recorren 48,6 m.

### 3.9.3 Capacidad de producción propuesta

Tabla 46.- Capacidad de producción propuesta

<b>Proceso</b>		<b>Cp (unid/semana)</b>
7	Ciclo de inyección de las vinchas plásticas	106102
8	Ciclo de inyección de los pernos plásticos	69703
9	Armado de vinchas	140685

### 3.9.4 Comparación capacidad de producción

Tabla 47.-Comparación capacidad de producción

<b>Proceso</b>		<b>Cp (unidades semanales)</b>		<b>% de aumento</b>
		<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	
7	Ciclo de inyección de las vinchas plásticas	52978	106102	200,2756
8	Ciclo de inyección de los pernos plásticos	69703	69703	100
9	Armado de vinchas	53437	140685	263,2726

Se evidencia el notable aumento en la capacidad de producción semanal aplicando las herramientas de manufactura esbelta, mediante la figura 46, se presenta la variación de estas cantidades.

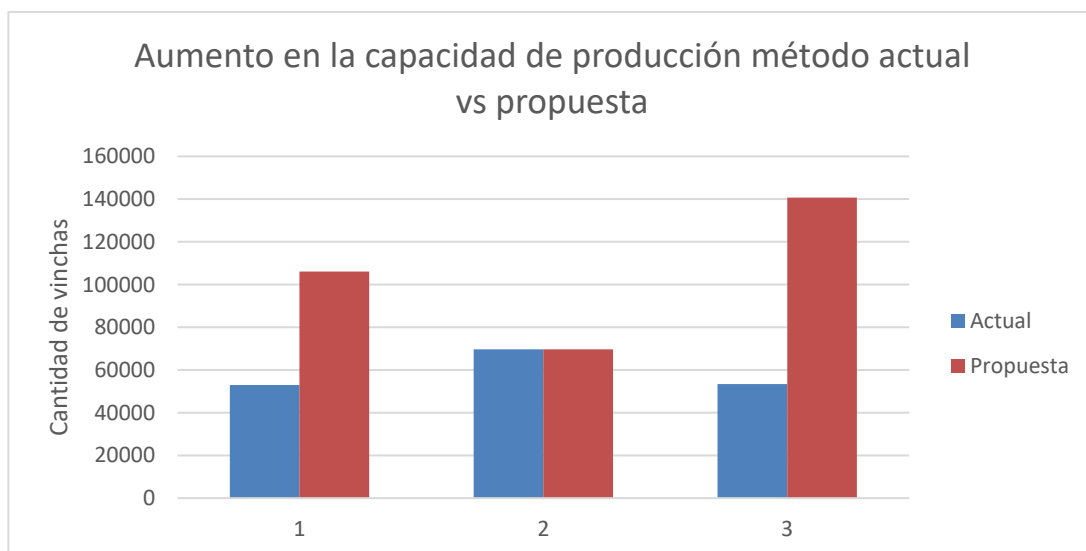


Figura 46.- Gráfica comparación producción semanal

El mayor aumento en la producción se da en el armado de vinchas con un aumento del 263,27 % para la cantidad de vinchas plásticas que pueden ser armadas al día, sin embargo, el proceso se ve limitado por el ciclo de inyección de pernos plásticos, mismo que se mantiene en un 100 % de su capacidad de producción inicial. Dicho resultado es favorable, debido a que con esta nueva capacidad de producción propuesta se alcanza la meta establecida por el gerente.

### 3.9.5 Mapa del flujo de valor método propuesto

Se procede a diseñar el nuevo mapa de flujo de valor aplicadas las herramientas de manufactura esbelta.

#### Cálculo del nuevo lead time

Tabla 48.- Cálculo del nuevo Lead Time

Proceso	Inventario	Lead Time (días)
2 Preparado de materia prima	26929	2,458
7.1 Ciclo de inyección de las vinchas plásticas	2454	0,224
7.2 Ciclo de inyección de los pernos plásticos	1611	0,147
8 Armado de vinchas	1611	0,147

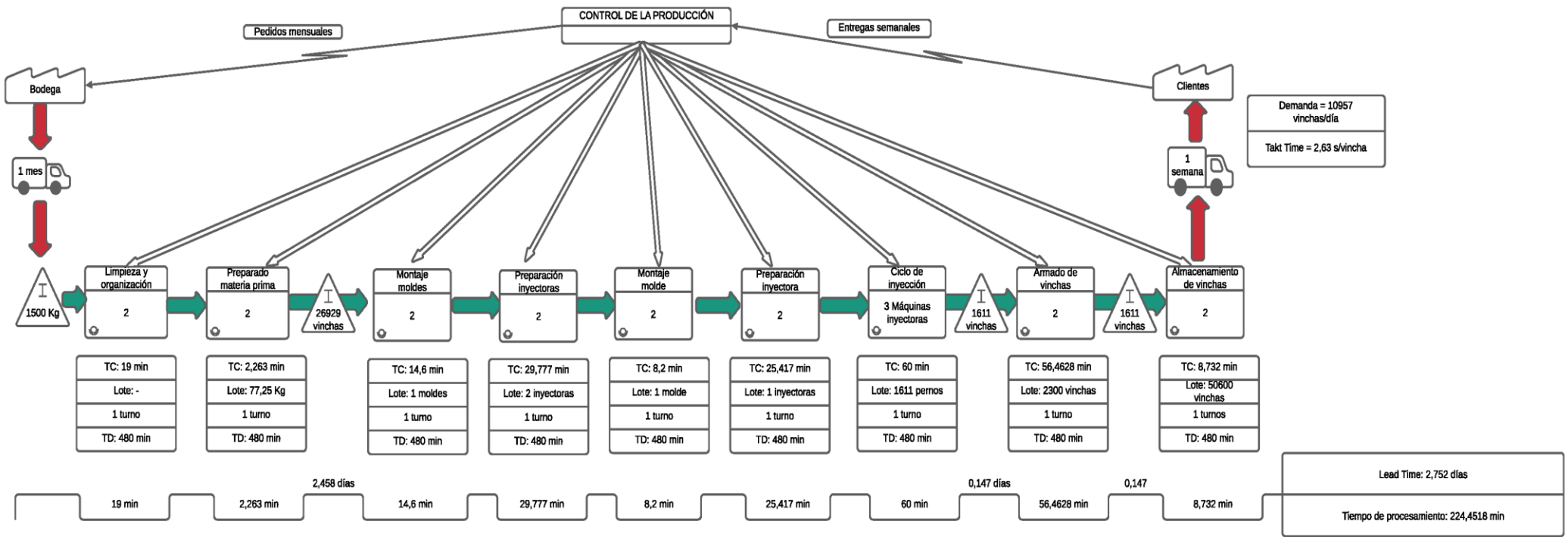


Figura 47.- VSM propuesto aplicando manufactura esbelta



### 3.9.6 Análisis económico

Mediante la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta se obtienen los siguientes beneficios vinculados al aumento de producción mensual. En la tabla 49 se presentan los valores pertenecientes al costo de implementación y a los beneficios de producción.

Se calcula el beneficio en función de las ganancias que representen la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta y el aumento de la producción, sabiendo que cada vincha se oferta en \$0.08.

$$\text{Beneficio} = \text{ventas con la implementación}$$

$$\text{Beneficio} = 69703 * 0.08$$

$$\text{Beneficio} = \$ 5576,24$$

Tabla 49.- Utilidad con la implementación de manufactura esbelta

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Beneficio	4076,96	5576,24	5576,24	5576,24	5576,24	5576,24	\$31958,16
<b>Costo</b>							
<b>5's</b>							
Capacitación	150						\$150
Material	200						\$200
Mano de obra							
<b>Estandarización</b>							
Capacitación	450						\$450
Material	20	20	20				\$60
Mano de obra	400	400	400				\$1200
<b>SMED</b>							
Capacitación	250						\$250
Material							
Mano de obra							
<b>Balanceo de Líneas</b>							
Capacitación							
Material	937,5	937,5	937,5	937,5	937,5	937,5	\$5625
Mano de obra	400	2400	400	400	400	400	\$2400
<b>Utilidad</b>							<b>\$13838,16</b>

El estudio se lo realiza con un tiempo de implementación de 6 meses de producción, tomando en consideración la capacitación de los operarios, el material necesario para implementar la herramienta y la mano de obra que intervendrá en el nuevo proceso. El

beneficio se calcula en función del aumento de producción de las vinchas plásticas una vez listas para entregar, aplicando el valor de venta por vincha de \$0,08. La utilidad semestral que se obtiene es de \$13838,16, con lo que se puede afirmar que de los beneficios económicos que se obtienen al aplicar las herramientas de manufactura esbelta se puede recuperar el costo de implementación y se perciben ganancias adicionales.

### **3.10 Simulación aplicando la propuesta de Manufactura Esbelta**

Se procede a simular el nuevo proceso de inyección de vinchas propuesto para el área de inyección de plásticos de la empresa Multiaccesorios M.G.

Para esto se ingresan los parámetros de inyección tomando en consideración que se operarán dos máquinas inyectoras, y se añadirán las funciones de armado de vinchas al operador 2, también se añadirá la cantidad extra de material para la inyectora 3 y se modificarán los tiempos en función del estudio SMED y estandarización.

Se crea el nuevo layout de la planta reubicando la bodega y la mesa de trabajo del operario 1, para permitir el paso a la bodega, también se reubica la mezcladora de materia prima y los moldes de inyección de plásticos se los coloca cerca de la máquina inyectora 1, con ello se logra disminuir los transportes y movimientos innecesarios.

Se programa la simulación para realizarse durante un día laboral y una segunda simulación durante una semana, para comparar los resultados de producción obtenidos con los de la simulación inicial.

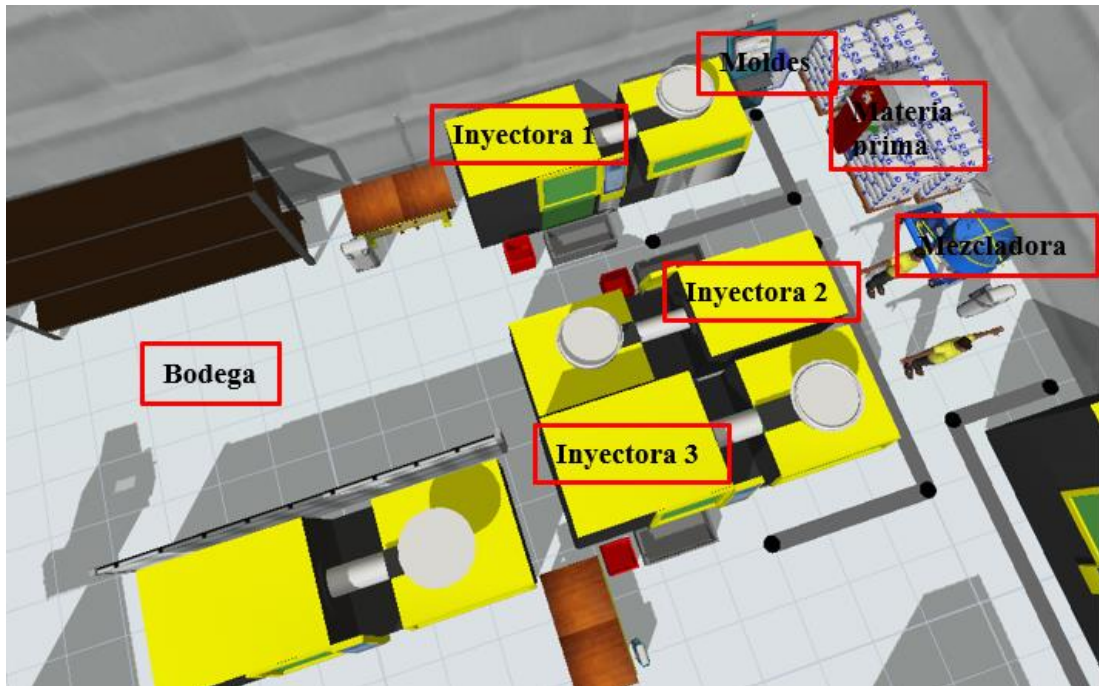


Figura 48.- Distribución del área de inyección de vinchas propuesta

Se ha ubicado una mesa de trabajo extra para la máquina inyectora 3, en donde el operario 2 se encargará de armar las vinchas plásticas, mientras el operario 1 realiza sus actividades en la primera mesa. Esto permite que se aumente la producción de vinchas al tener como nueva limitante el proceso de inyección de pernos plásticos que, al necesitar de un tiempo de ciclo menor, correspondiente a 0,223 min asegura que se alcance la meta de producción.

Quick Properties			
Statistics			
State	releasing		
Throughput			
Input	Output		
68822.00	0.00		
Content			
Curr	Min	Max	Avg
68822.00	0.00	68822.00	3145
Staytime			
Min	Max	Avg	
0.00	0.00	0.00	
General Properties			
Saco vinchas armadas			Ieb

Figura 49.- Producción semanal simulación propuesta

Se evidencia que la producción ha aumentado teniendo como resultado 68822 vinchas listas en el tiempo consecuente a la preparación del área de trabajo.

Tabla 50.- Resultados simulación producción semanal de vinchas

<b>Comparación de producción diaria primer día</b>	
Actual Simulado	Propuesto Simulado
50621	68822

Simulando una semana laboral se obtienen los siguientes resultados.

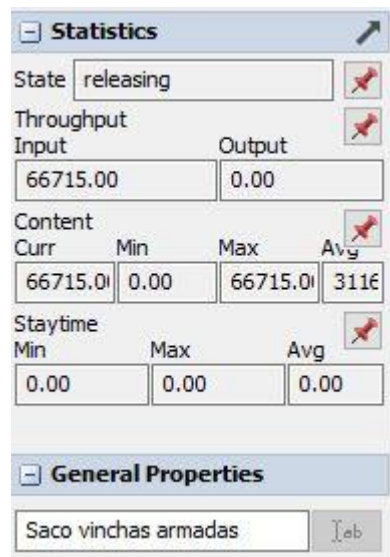


Figura 50.- Producción simulada semanal

Se realiza la comparación de los resultados semanales simulados en Flexsim.

Tabla 51.- Resultados simulación producción vinchas semanal

<b>Comparación de producción semanal</b>	
Actual Simulado	Propuesto Simulado
50621	66715

### 3.11 Eficiencia

Aplicando la ecuación 14, se calcula la eficiencia de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta propuestas.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción propuesta}}{\text{Producción actual}} * 100 \quad (14)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{66715}{50621} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 131,79 \%$$

Se obtiene un aumento del 31,79 % en la eficiencia del proceso de inyección de vinchas en el área de inyección de plásticos.

### 3.12 Cálculo de la productividad aplicando la propuesta

El tiempo real disponible de la propuesta se lo calcula restando los tiempos de las actividades de preparación del proceso iniciales, siendo 320,743 min el tiempo disponible para el primer día y 421,481 min para el resto de días.

Se aplica la ecuación 15, para encontrar la productividad de la planta de producción de vinchas propuesta.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}} * \frac{\text{U. producidas}}{\text{U. planificadas}} \quad (15)$$

$$\text{Productividad} = \frac{2590,659 \text{ min}}{2880 \text{ min}} * \frac{69703 \text{ u}}{62732 \text{ u}}$$

$$\text{Productividad} = 0,999$$

Esto representa el 99,9 % de productividad para el proceso de inyección de vinchas plásticas en el área de inyección de plásticos de la empresa Multiaccesorios M.G. aplicando 5'S, SMED, estandarización y balanceo de líneas.

Se obtiene un aumento del 5,844% en la productividad de la planta de producción de vinchas plásticas.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

Aplicando las herramientas de manufactura esbelta en el área de inyección de plásticos, específicamente para la producción de vinchas modelo 204 para tapizado universal, se consigue un aumento en la eficiencia del 31,79 % para el proceso, considerando que su implementación dentro de la planta es factible al calcular un estimado de la utilidad que se obtiene en un semestre de producción, con un valor de \$13.838,16.

Los subprocesos que se efectúan al iniciar el proceso de inyección de vinchas no representan actividades que agreguen valor al producto, debido a que a partir del comienzo del ciclo de inyección de las máquinas inyectoras es cuando el material se transforma y se producen las unidades deseadas, por lo que para el análisis del balanceo de líneas se ha calculado el valor de capacidad de producción unitaria de los subprocesos de ciclo de inyección, armado de vinchas y almacenamiento en función del tamaño de los lotes producidos.

Al implementar las herramientas SMED y estandarización, ha sido posible la reorganización de las actividades optimizando los tiempos del proceso, con ello se ha reducido el tiempo inicial de preparación de las máquinas inyectoras 1 y 2 de 54,059 min usados en el método actual a 29,777 min, y para el montaje de los moldes de las mismas de 19,8 min a 13,518 min, en el caso de la tercera inyectora estos tiempos son aún menores debido a que las actividades son realizadas por ambos trabajadores reduciendo el tiempo de preparación de la inyectora a 25,417 min y para el montaje del molde se reduce a 7,832 min.

Con la puesta en marcha de la tercera máquina inyectora y con la asignación de tareas de armado de vinchas al segundo operario, se eliminan los cuellos de botella que retrasan la producción de los lotes de vinchas armadas, con ello el nuevo cuello de botella pasa a ser el ciclo de inyección de pernos plásticos, sin embargo, para cumplir con la meta propuesta este tiempo no representa ninguna desventaja al permitir a la

línea producir 69.703 vinchas semanales, cantidad superior a la meta planteada de 62.732 vinchas semanales.

Implementando las herramientas de manufactura esbelta propuestas para este estudio la productividad del área de inyección de vinchas plásticas ha aumentado de 94,056% a 99,9%, incrementándose en un 5,844%, lo que representa una mejora sustancial para la empresa.

## **4.2 Recomendaciones**

Es de gran importancia asignar personal que se encargue de controlar periódicamente el cumplimiento de la implementación de las mejoras propuestas, con la finalidad de mantener un registro documentado que permita evaluar el desempeño de la planta de producción.

Los formatos de información para los parámetros de las máquinas inyectoras y montaje de moldes diseñados utilizando la herramienta de estandarización pueden ser modificados de acuerdo a las necesidades del área de producción, materiales utilizados y productos ofertados.

Se debe sembrar una cultura de limpieza y orden en todo el personal involucrado dentro del proceso de inyección de plásticos, para mantener el área de trabajo en las condiciones óptimas y así realizar las actividades laborales sin la presencia de obstáculos y sin la necesidad de crear retrasos en el proceso productivo.

La empresa cuenta con una enorme cantidad de productos plásticos ofertados, por lo que de ser necesaria la implementación de este estudio para otros productos de características totalmente distintas, se recomienda realizar un nuevo estudio de tiempos, específicamente para los ciclos de las máquinas inyectoras y montaje de moldes, que proporcionen los datos suficientes para la asignación de las herramientas de manufactura esbelta apropiadas.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- [1] D. Juárez, R. Balart, M. Á. Peydró y S. Ferrandiz, «Estudio y análisis del moldeo por inyección de materiales polímeros termoplásticos,» *3Ciencias*, vol. 1, n° 10, pp. 1-14, 2012.
- [2] R. C. M. Calero, «Estandarización de los procesos de producción, basado en Metodología Lean Manufacturing para la fabricación de cisternas, en la Empresa Remolques Tramontana S.A.C.,» Universidad Peruana de los Andes, Huancayo-Peru, 2017.
- [3] D. B. Carballo, «La Gestión de Procesos Esbeltos como principio de mejora. un caso aplicado a una comercializadora,» 3c empresa, Mexico, 28/08/2018.
- [4] M. R. Castro, «Desarrollo de una línea de producción basado en Metodología Lean Manufacturing,» Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2017.
- [5] C. M. C. Corado, «Reducción de desperdicio de producto semielaborado y de lugares de difícil acceso en máquina empacadoras de sopas y consomés, en Nestle fábrica antigua,» Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2016.
- [6] D. A. S. Defaz, «Estudio del sistema de producción y propuesta de optimización para el proceso de empaque en la planta de compostaje Abonos Chavez-Miño,» UDLA, Quito-Ecuador, 2018.
- [7] T. J. Ortiz Gonzales, «Mejoramiento de la productividad de capelladas sublimadas en la empresa TEIMSA S.A. con la implementación de Value Stream Map, KANBAN como herramientas Lean Manufacturing,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2018.
- [8] N. L. A. Hilasaca, «Análisis de las Herramientas de Lean Manufacturing y la productividad en la empresa Trading Quality F. e H. S.R.L. de la ciudad de Juliaca periodo 2016,» Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2017.
- [9] C. A. G. Chacón, «Manufactura Esbelta para los desperdicios en la empresa Impactex,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [10] J. L. C. Hermosillo, J. M. Salazar, M. C. C. Gaytán y F. L. Jaquez, «Incremento de



- la eficiencia de una línea productiva basada en herramientas de Manufactura Esbelta,» *Cultura Científica y Tecnológica*, vol. 1, n° 58, pp. 294-304, 2016.
- [11] G. D. G. González, «Mejora de la productividad con Herramientas de Manufactura Esbelta para el área de confección de bividis en la Empresa M&B Textiles,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [12] TXM Lean Solutions, «TXM,» 2018. [En línea]. Available: [https://go.txm.com/hubfs/Lean%20Manufacturing/Lean\\_Manufacturing\\_Glossary-1.pdf?hsCtaTracking=7b6ebe40-148d-40dd-b7c4-a1b68eb8daf5%7Cfda51a65-fb4d-4e89-869d-05a885dac01d](https://go.txm.com/hubfs/Lean%20Manufacturing/Lean_Manufacturing_Glossary-1.pdf?hsCtaTracking=7b6ebe40-148d-40dd-b7c4-a1b68eb8daf5%7Cfda51a65-fb4d-4e89-869d-05a885dac01d). [Último acceso: 10 Octubre 2020].
- [13] J. G. Vargas-Hernández, «Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. V, n° 17, pp. 153-174, 2016.
- [14] O. C. E. Saul, «Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport. Chiclayo - 2015,» Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2016.
- [15] I. D. M. O. Guerrero, «Modelo de implementación del Sistema de Manufactura Esbelta para la optimización de los procesos de producción textil,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [16] A. G. Calua Villanueva y M. B. Jara Sandoval, «Propuesta de aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de una empresa metalmecánica,» Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2020.
- [17] Tony, «Lean Challenge,» Creative Safety Supply, 12 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.ieceechallenge.org/lean-manufacturing-implementation-the-first-5-steps/>. [Último acceso: 17 Octubre 2020].
- [18] R.Sundar, A.N.Balaji y R.M.SatheeshKumar, «A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques,» *Elsevier*, n° 97, pp. 1875-1885 , 2014.
- [19] M. Kasher, N. Mani, R. Sharma y L. Zhang, «Application of Lean Manufacturing Principles in optimizing factory production,» Escuela de Ingeniería y Tecnología del Gobierno de Nueva Jersey, Nueva Jersey, 2018.
- [20] M. M. Ramírez y V. G. Soler, «Lean Manufacturing Implantación 5S,» *3C Tecnología*, vol. 5, n° 4, pp. 16-26, 2017.

- [21] A.-A. Karam, M. Liviu, V. Cristina y H. Radu, «The contribution of lean manufacturing tools to change overtime decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project.,» *Elsevier*, n° 22, pp. 886-892, 2018.
- [22] E. Y. T. Adesta y H. A. Prabowo, «Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Based on Lean Manufacturing Tools in Indonesian Manufacturing Industries,» *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 3, n° 7, pp. 156-159, 2018.
- [23] B. Durakovic, R. Demir, K. Abat y C. Emek, «Lean Manufacturing: Trends and Implementation Issues,» *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, vol. 6, n° 1, pp. 130-143, 2018.

Anexos

Anexo 1.- Modelos de vinchas Multiaccesorios M.G.

1	2	3	4	5	6
					
7	8	9	10	13	14
					
15	16	17	18	22	23
					
25	28	29	30	32	33
					
34	35	36	38	41	42
					
43	44	45	46	47	49
					
50	51	53	54	57	58
					

61	62	63	64	67	68
					
70	71	72	73	74	75
					
76	77	78	79	80	82
					
83	85	86	87	88	89
					
90	91	92	95	96	97
					
99	102	103	105	106	110
					
111	112	113	114	115	116
					

117	118	119	120	121	122
					
123	124	125	127	128	129
					
130	131	132	133	136	138
					
139	140	141	142	143	144
					
149	151	152	153	155	156
					
157	159	161	165	168	169
					
170	171	172	173	174	176
					

177	180	183	184	186	189
					
192	193	197	198	199	201
					
202	203	204	205	208	209
					
210	211	212	215	216	220
					
222	223	230	0073A	0091A	104-RH
					
132b	132c	163a	163B	163C	163F
					
19b	19c	19e	21A	21d	21E
					

21F	21G	21H	21I	21J	21L
					
27a	27b	27c	27d	27g	27h
					
27k	27l	35B	35c	35f	37BL
					
94A	94B	94c	94d	4090 RH – 4091 LH – VINCHA DEL. TOYOTA HIACE	4092 RH – 4093 LH – VINCHA POST. TOYOTA HIACE
					
4100 RH – 4101 LH – VINCHA POST. COROLLA 2009 – 2012	35A	35B	35D	35H	35i
					

94 J - GANCHO PARASOL HORIZONT AL	94 K - GANCHO PARASOL VW AUDI	127 B - X=3 Y=24 Z=11	151 B - X=5 Y=20 Z=13	154 - X=9 Y=24 Z=25	154 B - X=5 Y=22 Z=16
					
163 A - X=7 Y=20 Z=42	163 D - X=9 Y=22 Z=29	163 E - X=6 Y=22 Z=46	163 F - X=10 Y=25 Z=34	163 G - X=8 Y=25 Z=45	276 - ALZASEGU RO PUERTA EVOLUTION
					
277 - X=8 Y=14 Z=20	278 - X=9 Y=16 Z=20	281 - X=8 Y=13 Z=25	282 - X=8 Y=12 Z=13	283 - X=8 Y=20 Z=16	284 - X=8 Y=17 Z=12
					
285 - X=8 Y=18 Z=13	286 - X=7 Y=19 Z=20	287 - X=7 Y=21 Z=28	288 - X=8 Y=49 Z=8	289 - X=7 Y=21 Z=13	290 - X=8,5 Y=11 Z=12,5
					
888-000 - X=8 Y=27 Z=15	889-000 - X=6 Y=20 Z=16	890-000 - X=4 Y=14 Z=8	891-000 - X=8 Y=22 Z=12	892-000 - X=6 Y=29 Z=10	893-000 - X=9 Y=22 Z=14
					























894-000 – X=6 Y=25 Z=10	895-000 – X=6 Y=25 Z=10	896-000 – X=5 Y=24 Z=20	897-000 – X=5 Y=18 Z=8	898-000 – X=5 Y=23 Z=14	899-000 – X=12 Y=20 Z=14
					
900-000 – X=5 Y=22 Z=16	901-000 – X=6 Y=17 Z=12	902-000 – X=6 Y=21 Z=10	903-000 – X=5 Y=22 Z=14	904-000 – X=5 Y=19 Z=8	905-000 – X=5 Y=23 Z=8
					
906-000 – X=6 Y=20 Z=16	907-000 – X=8 Y=23 Z=15	908-000 – X=5 Y=23 Z=8	909-000 – X=6 Y=23 Z=10	910-000 – X=6 Y=38 Z=10	911-000 – X=6 Y=23 Z=10
					
912-000 – X=5 Y=11 Z=11	913-000 – X=2 Y=18 Z=24	914-000 – X=6 Y=22 Z=10	915-000 – X=2 Y=12 Z=16	916-000 – X=2 Y=14 Z=22	917-000 – X=4 Y=23 Z=7
					
918-000 – X=5 Y=23 Z=11	919-000 – X=5 Y=18 Z=10	920-163 – X=7 Y=14 Z=32	921-068 X=4 Y=30 Z=29	922-000 – X=3 Y=4 Z=22	924-000 – X=10 Y=30 Z=18
					

926-000 – X=15 Y=27 Z=22	929-000 – X=8 Y=15 Z=20	931-000 – X=10 Y=26 Z=22	932-000 – X=5.5 Y=13 Z=14	933-000 – X=9 Y=29 Z=18	934-000 – X=5 Y=12 Z=10
					
935-000 – X=11 Y=21 Z=21	4000 – X=7 Y=20 Z=11	4001 – X=17 Y=16 Z=23	4002 – X=7 Y=23 Z=15	4003 – X=26 Y=9 Z=32	4004 – X=7 Y=18 Z=34
					
4005 – X=6 Y=15 Z=22	4007 – X=4 Y=15 Z=13	4008 – X=9 Y=19 Z=14	4009 – X=9 Y=27 Z=12	4013 – X=11 Y=18 Z=26	4021 – X=10 Y=17 Z=13
					
4022 – X=10 Y=17 Z=12	4023 – TAPON RADIADOR D-MAX	4024 – TAPON RADIADOR HILUX VIGO	4025 – X=5 Y=14 Z=30	4026 – X=7 Y=14 Z=25	4027 – X=8 Y=41 Z=12
					
4028 – X=10 Y=9 Z=19	4039 – PERILLA CALEFACCI ON REDONDA	4040 – X=5,5 Y=34 Z=54	4041 – X=7 Y=26 Z=73	4043 – X=11 Y=26 Z=16	4044 – X=9 Y=23 Z=16
					

4045 – X=8 Y=14 Z=20	4046 – X=12 Y=25 Z=19	4049 – TAPON RADIADOR HILUX LN85	4056 – X=9 Y=37 Z=16	4057 – X=20 Y=15 Z=26	4122 – VINCHA MASCARILL A- RADIADOR NHR
					
4123 – X=10 Y=37 Z=31	4124 – X=10 Y=15 Z=22	4125 – X=9 Y=33 Z=32	4153 – X=7,5 Y=20 Z=14	4206 – CODO MANGUER A PARABRIS AS D-MAX	4213 – BASE VIDRIO DAIHATSU
					
4214 – BASE VIDRIO NPR LARGA	4215 – BASE VIDRIO NPR CORTA	CVT-008 – TAPON DATSUN 1200	CVT-009 – APOYACAP OT DATSUN 1200	editados accesorios julio Vinchas 2020	HS 6637 – BASE VARILLA CAPOT SUZUKI
					
HS 6665 – VINCHA CON CAUCHO TOPE	HS 6874 – CLIP MASCARILL A NHR	P 27C – X=9 Y=57 Z=13	P 121 – X=9 Y=57 Z=14	P 161	VMV 001 – VINCHA MASCARILL A VITARA GR.
					

Anexo 2.-Accesorios ofertados por Multiaccesorios M.G.

CABECERAS					
CAB-EU2	CAB-EUG	CAB-VIT			
					
CAUCHOS					
Cauchos-de-parabrisas					
					
PARASOLES					
FORSA-I-(SPRINT)-PARS-SSPT	FORSA-I-PARS-SF1	HYUNDAI-PARS-HAY	LAND-CRUISER-4.5-PARS-TY45	LUV-1.600-PARS-L16B	LUV-1.600-PARS-L16G
					
LUV-2.300-PARS-L23	MAZDA-B200-PARS-MB20	MAZDA-B2200-PARS-MB22	MONTERO-PARS-MMO	PARASOL-SUSUKI-SAMURAI-PARS-5502	SAN-REMO-PARS-SRM
					
SENTRA-B13-PARS-NSSTR	SWIFT-FORSA2-PARS-SF2	TOYOTA-HILLUX-PARS-THX	TOYOTA-STOUT-PARS-T5T		
					

MANIJAS					
ABEX-F11-RH	ABINA-VILH	ABINAF1LH	ABINAF2L	ABINB-CLLH	ABINB-CLRH
					
ABRE-COMPUERTA-GRAND-VITARA-HUSK3213TG	APP-BTR	APP-GF2	APP-GTOY	APP-NF1	APPB-TOY
					
APPG-MZ	MAL-NHR	MAN-L148	MAN-PB	MAN-TAVE	MAN-TCW
					
MAN-TF1G	MAN-TUNG	MAP-BLUV	TDY-100211	4084 – APOYABRAZO TOYOTA PEQ	4085 – APOYABRAZO TOYOTA GRANDE
					
4127 LH – 4128 RH – TOYOTA HILUX 85 – 90	4135 – ABRE COMPUERTA A POST. BT- 50	4136 LH – 4137 RH – ABRE PUERTA INT. TROOPER	4179 – ABREPUERTA A EXT. D- MAX 2014 DEL	4180 – ABREPUERTA A EXT. D- MAX 2014 POST	4181 – ABREPUERTA A EXT. D- MAX 2014 POST

					
4182 – ABREPUERT A EXT. D- MAX 2014 DEL	4192 LH – 4193 RH – ABREPUERT A EXT. BT- 50 DEL	4194 LH – 4195 RH – ABREPUERT A EXT. BT- 50 POST	4196 LH – 4197 RH – ABREPUERT A EXT. BT- 50 DEL	4198 LH – 4199 RH – ABREPUERT A EXT. BT- 50 POST	4200 LH – 4201 RH – ABREPUER TA INTERNO BT-50
					
4208 LH – 4209 RH – ABREPUERT A EXT. D- MAX 2005 DEL	4210 LH – 4211 RH – ABREPUERT A EXT. D- MAX 2005 POST	6021 – ABRE PUERTA INTERNO MAZDA METAL	6025 – ABRE PUERTA INTERNO MAZDA METAL	ABIN SILLH – ABIN SILRH – ABREPUERT A EXT. SILVERADO	GI 2016 AD – GI 2016 AI – ABREPUER TA INT. SWIFT EMOTION
					
GI 2028 RH – GI 2028 LH – ABREPUERT A INTERNO VERNA	GI 2105 LH – GI 2105 RH – ABREPUERT A EXT. VERNA	HS 2242 D L – HS 2242 D R – ABREPUERT A INTERNO LUV 2	HS 2323 A L – HS 2323 A R – ABREPUERT A INTERNO GRAND VITARA	HS 2343 L – HS 2343 R – ABREPUERT A INTERNO SILVERADO	HS 2353 L – HS 2353 R – ABREPUER TA INTERNO
					
HS 3116 – ABRECOMP UERTA FORSA 1	HS 3117 L – ABRE PUERTA EXT. FORSA	HS 3124 L – R ABREPUERT A EXT.	HS 3283 A – ABRECOMP UERTA GRAND	733 – 330 NCR – AMORTIGU ADOR	735 – 200 N AMORTIG UADOR COMPUER

	1	DATSUN 1200	VITARA	FORSA 1	TA FORSA
					
3051 – MANUBRIO VIDRIO PIN_ON CUADRADO	3061 – MANIJA PUERTA PIN_ON CUADRADO.	3071 NEGRO – 3072 CAFE – MANUBRIO VIDRIO DATSUN 1200	3080 CROMO – 3081 NEGRO – MANUBRIO VIDRIO MAZDA PIN_ON CUADRADO	3091 – MANIJA GANCHO LADA FIAT	3151 – MANIJA CABINA TIPO L
					
3181 – MANIJA CABINA TIPO T	3223 – MANUBRIO VIDRIO FORD TORNILLO	3233 – MANUBRIO VIDRIO BLAZER	3243 – MANUBRIO VIDRIO LADA FIAT	3333 – MANUBRIO VIDRIO TOYOTA METAL	3381 RH – 3382 LH – MANIJA PUERTA FORD
					
3387 RH – 3388 LH – MANIJA PUERTA FORD METAL	3420 NEGRO – 3421 GRIS – MANUBRIO VIDRIO CORSA	3460 CROM. CHAPA CAPOT VOLKSWAG EN	3501 – MANUBRIO VIDRIO RANGER	4131 – MAZDA BT- 50	4212 – MANUBRI O VIDRIO HILUX VIGO
					
5261 CROM. – 5262 NEGRO –	5551 RH – 5552 LH – CHAPA	5553 RH – 5554 LH – CHAPA	5603 RH – 5604 LH – CHAPA	5605 RH – 5606 LH – CHAPA	5661 – PICAPORT E TIPO J



























MANIJA BOTON	CABINA	CABINA	LAND ROVER	LAND ROVER	
					
5662 – PICAPORTE TIPO J	5741 RH – 5742 LH – CHAPA CABINA INTERNATI ONAL	5812 – CHAPA PORTAMAL ETERO CON LLAVE	5852 – BISAGRA PUERTA	5862 – BISAGRA PUERTA RECTANGU LAR	5908 – CILINDRO CHAPA CON LLAVE
					
5930 – CHAPA BODEGUER O	5940 – CILINDRO CHAPA TRIANGULA R	5950 – LLAVE TRIANGULA R	6031 – MANUBRIO VIDRIO MAZDA	6034 – MANUBRIO VIDRIO D- MAX	7172 – GANCHO PISO PICAPORT E
					
7191 – GANCHO CIERRE CAPOTAS	7231 RH – 7232 LH – ABREPUERT A EXT. TROOPER	7251 RH – 7252 LH – CHAPA PUERTA TOYOTA	7260 – ARGOLLA CHAPA TOYOTA	7281 RH – 7282 LH – ABREPUERT A EXT. SAN REMO	7287 RH – 7288 LH – ABREPUER TA EXT. SAN REMO
					
GALES 4070 – SEGURO VENTANA SAMURAI	GI 2111 – MANUBRIO VIDRIO SENTRA	GI 2122 – CHAPA CAJUELA SUZUKI	GI 2191 – SEGURO VENTANA SUPER CARRY	HS 2008 A – MANUBRIO VIDRIO TOYOTA	HS 2029C – MANUBRI O VIDRIO DATSUN 1500






					
HS 2080 CAFE – HS 2080A NEGRO – MANUBRIO VIDRIO DATSUN 1200	HS 2166 F – MANUBRIO VIDRIO LUV 2300	HS 2239 NEGRO – MANUBRIO VIDRIO SUZUKI VITARA	HS 2239C GRIS - MANUBRIO VIDRIO SUZUKI FORSA 1	LEI 1001 – CILINDRO PUERTA LUV 2.3	LEI 3323 PG – MANUBRIO O VIDRIO LUV 2.3 – NEGRO – GRIS – BEIGE – CAMEL
					
LEI 3333 PB – MANUBRIO VIDRIO TOYOTA – NEGRO – GRIS – BEIGE	LEI 3510 PG – MANUBRIO VIDRIO NHR GRIS	LEI 3510 PG – MANUBRIO VIDRIO SWIFT FORSA 2 – GRIS – NEGRO	LEI 3530 PG – MANUBRIO VIDRIO HYUNDAI GRIS	LEI 3590 PG – MANUBRIO VIDRIO FORSA 1 – VITARA – GRIS - NEGRO	LEI 3600 PN – MANUBRIO VIDRIO SAN REMO
					
LEI 3610 PG – MANUBRIO VIDRIO SPARK GRIS	LEI 3620 PB – MANUBRIO VIDRIO TROOPER – BEIGE – NEGRO – CAFE –				

					
<b>PERAS PALANCAS</b>					
PER-DXN	PER-MTSB	PER-MZG	PER-SR4		
					
<b>SALPICADERAS</b>					
DLG 003 – 41,5 x 22 cm	GLD 001 – 24cm X 16cm	GLD 002 – 28 x 19cm	GLD 006 – SALPICADE RAS SPARK GT	GLD 007 – GRAND VITARA SZ	GLD 009 – TOYOTA VIGO HILUX POST
					
GLD 010 – TOYOTA VIGO HILUX DELANT	GLD 012 – D- MAX 4X4 2005	GLD 016 – D- MAX 4X2 2005 – 2013 DELANT	GLD 017 – D- MAX 4X2 2005 – 2013 POST	GLD 020 – TOYOTA VIGO HILUX 4X4 DELANT	GLD 021 – TOYOTA VIGO HILUX 4X4 POST
					
<b>TANQUES</b>					
DA	DA—106	DA—107	DA—109	DA—111- MAZDA-626	DA—112- MAZDA
					
DA—114-	DA—207	DA—217-	DA2	DA3	4066 –




TOYOTA		FESTIVA			TAPA AUX. RADIADOR HILUX
					
4205 – TAPA COMBUSTIB LE D-MAX 2014	4060 – ASPERSOR AGUA D- MAX	4061 – ASPERSOR AGUA NHR	4062 – ASPERSOR AGUA HILUX VIGO	4063 – ASPERSOR AGUA MAZDA – RANGER	4126 – ASPERSOR AGUA CAMIONES NPR
					
4204 – AUX. RADIADOR D-MAX 2014	4207 – TANQUE LAVAPARA BRISAS D- MAX 2014	DA-03 – ASPERSOR AGUA FORSA 2 – SWIFT	DA-04 – ASPERSOR AGUA LUV 2300	DA-14 – ASPERSOR AGUA TOYOTA	DA-22 – ASPERSOR AGUA UNIVERSA L
					
DA-24 – ASPERSOR AGUA CORSA	DA-34 – ASPERSOR AGUA AVEO – SPARK GT	DA-35 – ASPERSOR AGUA SPARK	DA-206 – AUX. RADIADOR UNIVERSAL	DA-211 – AUX. RADIADOR MAZDA BT- 50	DA-223 – AUX. RADIADOR GRAND VITARA
					
DA-224 – AUX. RADIADOR CORSA	DA-308 – TAPA LAVAVIDRI OS CHEVROLET	DA-309 – TAPA AUX. RADIADOR TROOPER	DA-310 – TAPA AUX. RADIADOR SUZUKI	DA-311 – TAPA LAVAVIDRI OS MAZDA	DA-312 – TAPA LAVAVIDRI OS UNIVERSA L


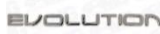


































					
DA-313 – TAPA AUX. RADIADOR CORSA MONZA	DA-314 – TAPA LAVAVIDRI OS UNIVERSAL				
					
<b>TAPICERÍAS</b>					
DATSUN- 1.200-TAP- 023	DATSUN- 1500-TAP- 010	FIAT-UNO- TAP-019	FORSA-I- (TELA)-TAP- 003	FORSA-I- TAP-032	FORSA-II- TAP-006
					
MITSUBISHI -L200-TAP- 012	PANEL- TAPIZ- SWIFT	SAMURAI- TAP-027	SAN-REMO- TAP-025	TAP-F1GJ	TAP-THTS
					
TOYOTA- STOUT-TAP- 021	VITARA-3- PTS.-TAP- 034	VITARA- 3PTS.-TAP- 014	VITARA-5- PTS-TAP- 018b	VITARA-5- PTS.-TAP- 018	VITARA- PARS-SVI
					
VITARA- POST.-PARS-	VW.- Escarabajo-				

























SF1	TAP-020				
					
VARIOS					
GAN-F1G	GAN-LN02	GTC-001	GUARDAPO LVOS- FPRSA-I-GP- FILH	JDL-FH006	KB-126- 2.300
					
KOA-TY- IH002L	MOL-LTOY	PER-ACIP	PER-AD001	PL-TR	PL-VI
					
PROTECTOR -CAPOT- FDC-001	REJ-TOY	SEG-SV	SEG-VH1	SEG-VMM	SEG-VSF1
					
SEG-VTR	SEG-WT	SVB001	TOP-1200	65 – COMPUERT A COMBUSTIB LE FORSA 1	4064 LH – 4065 RH – CACHO G.CHOQUE POST.
					
4086 RH – 4087 LH –	4216 – PERILLA	HS 5020R – OREJA DE			

COBERTOR INT. FARO HILUX VIGO	VENTILACION HILUX VIGO	CHAPA DATSUN 1200	
			


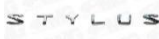



























Anexo 3.- Emblemas de Multiaccesorios M.G.


































CHEVROLET					
7214	0011512-A	0011512A	0011518B	0011525A	0011528A
					
0011534A	001211A	001240A	001246A	001255A	001259A
					
001261A	001270A	001281A	001283A	001288A	001291A
					
001459B	004012A	0042012A	004238A	004260A	004268A
					
0051345A	005265A- 005266A	005276A	00540A	007214A	007236A
					
007236A2	010212A	011217A	012208A	013213A	013220A
					
01415050041 506A	014297A	014298A	015223A	015228A	022254A
					
022262A	0421503A	0431517A	0491526A	0501527A	5026-ENS

					
5032-ENS	5036-ENS	5060-ENS	5066-ENS	5068-ENS	5079-ENS
					
5082-ENS	5083-ENS	8434-ECO	8450-ECO	8858PUB	CHE-056
					
CHE-122	CHE-125	CHE-T02	chevrolet	CHEVROLE T-NHR-(RH)- PARS-NPR01	001U1461 – T= 40 x 21mm
					
004E1586 – T= 164 x 25 mm	05A1490 – T= 198 x 71mm – MASC. D- MAX 2005	005E155105A 1552 – T= 222 x 82mm – MASC. SPARK GT 2011-2017	001201A – T= 85 x 24mm	5080-ENS – T= 268 x 17m	5080-ENS – T= 268 x 17mm
					
5212-ENS – T= 140 x 52mm	010212A – T= 150 x 51mm – MASC. TROOPER	015228A – T= 219 x 44mm	017233 A – T= 320 x 125 mm	0041351A005 1353 – T= 170 x 58mm – POST. SPARK GT 2011-2017	0071496 – T=224 x 19 mm
					
00111497 – T=131 x 21 mm	0151584 – T= 212 x 72mm MASC. AVEO EMOTION	CHE -T04 – T= 114 x 41mm – MASC. OPTRA			

		SPARK AVEO FAMILY			
					
CHRYSLER					
0012257A	0051263A				
					
FORD					
004387A- 6175PUB	f150xl	f150xlt	ford	ford2	ford3
					
HINO					
0051199A	emblema				
					
HYUNDAI					
0012030A	0042010A	elantra	hyundai2	hyundai3	hyundai
					
0011317 A – T= 86 x 30 mm	0052034 A – T= 131 x 65 mm				
					
HONDA					
0042002A	0051258B	honda			
					



KIA					
0012049A-	004490A	0071246A	012048A	014365-A	001E1491 – T= 77 x 21 mm
					
0011434 A – T= 80 x 20 mm					
					
MAZDA					
0011327A	001201A	001244A	00545A	0071342A	00724A
					
00739A	01338A	6025-PUB	Allegro	mazda	00545 B – T= 70 x 54 mm
					
03431A – T= 137 x 25mm	0071485 – T= 235 x 22 mm				
					
MITSUBISHI					
0012013A	0041158A	0041172A	01309A	mitsubishi	mitsubishi2
					
mitsubishi3	montero				
					
NISSAN					
0041135A	0041181A	004456A	0051214A	007236B	007796A

					
013366A	013836A				
					
<b>RENAULT</b>					
035158B	037168A	037170A	059186A	clio	logan14
					
logan16	renault	renault2	renault3	sandero	scenic
					
symbol					
					
<b>TOYOTA</b>					
0011227A	0011323A	0041325A	0041509A	0041510A	0051163A
					
005394A	0071192A	0071324A	014365A	014365A-	0291243-B
					
0291243B	hillux	TOY-016	001A1488 – T= 99 x 23mm	0151550 – T=216 x 36,4 mm	
					
<b>VOLKSWAGEN</b>					
0041150-A	005310A	001A1495 – T= 124x 25 mm	0181564 – T= 287 x 32 mm		

					
<b>VARIOS</b>					
0381099A	eagle	kenworth	mercedez	montaña	001U1475 – T= 90 x 24mm
					
001U1476 – T= 90 x 20mm	004A1555 – T= 156 x 38 mm	001287 B – T=66 x 15 mm	0291290 A – T= 183 mm		
					

Anexo 4.- Ventas primer semestre 2020 Multiaccesorios M.G.

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
1	204 Vinchas Tapizado Universal	\$0,08	479635	\$38.370,80	12,697%	12,697%	A
2	882-197D Vincha Pequeña	\$0,08	352410	\$28.192,80	9,329%	22,026%	
3	651077 Vinchas Tapizado Puertas Blazer GM	\$0,08	235470	\$18.837,60	6,233%	28,259%	
4	652036 Buje para Vinchas Tapizado	\$0,04	245360	\$9.814,40	3,248%	31,506%	
5	172 Vincha plástica tapizado interno	\$0,08	121400	\$9.712,00	3,214%	34,720%	
6	654002 Vichas Tapizadas Externo 2 pz Tipo Clavo	\$0,06	125950	\$7.557,00	2,501%	37,221%	
7	4198 Abre Puerta Externo Mazda Bt-50 Post Cromado Lh	\$7,18	530	\$3.803,28	1,258%	38,479%	
8	CLT036 Lamevidrio Ext Vitara 5p Posterior LH	\$12,13	310	\$3.759,99	1,244%	39,723%	
9	Gpt064 Guardapolvo Delant Fortuner RH	\$9,02	400	\$3.608,80	1,194%	40,917%	
10	4193 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Rh Negro	\$6,15	570	\$3.504,93	1,160%	42,077%	
11	Gpt062 Guardapolvo Yaris 2007-2012 RH	\$7,76	440	\$3.414,84	1,130%	43,207%	
12	Gpt053 Guardapolvo Delant Hilux Stout LH	\$7,76	430	\$3.337,23	1,104%	44,311%	

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
13	DA115 Tanque de agua Parabrisas Forsa 2 Swift	\$10,69	310	\$3.312,66	1,096%	45,408%	
14	4196 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Lh Cromado	\$7,18	460	\$3.300,96	1,092%	46,500%	
15	Gld020 Salpicadera Hilux Vigo 4x4 Delant LH-RH	\$12,14	270	\$3.278,34	1,085%	47,585%	
16	Gpt075 Guardapolvo Mazda BT 50 RH	\$10,88	300	\$3.264,30	1,080%	48,665%	
17	4192 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Lh Negro	\$6,15	530	\$3.258,97	1,078%	49,743%	
18	Gpt023 Guardapolvo D-Max 2014-19 4X4 Dlant LH	\$8,50	380	\$3.230,00	1,069%	50,812%	
19	Gpt047 Guardapolvo Delant Mazda B 2012 LH	\$10,93	290	\$3.170,57	1,049%	51,861%	
21	4029 Abre Compuerta balde D-Max negro	\$6,19	500	\$3.094,00	1,024%	52,885%	
22	ABINA VIRH Abrepuerta Interior Vitara Rh	\$2,65	1160	\$3.076,32	1,018%	53,903%	
23	Gpt046 Guardapolvo Delant Mazda B 2007 RH	\$10,93	270	\$2.951,91	0,977%	54,880%	
24	Gpt054 Guardapolvo Delant Hilux Stout RH	\$7,76	380	\$2.949,18	0,976%	55,855%	
25	Gpt042 Gualdapolvo Delant Mazda B2200 RH	\$10,03	290	\$2.908,70	0,962%	56,818%	
26	4180 Abre Puerta Externo D-Max 2014 - 2016 Negro Posterior	\$3,90	730	\$2.847,00	0,942%	57,760%	
27	Gpt063 Guardapolvo Delant Fortuner LH	\$9,02	300	\$2.706,60	0,896%	58,656%	
28	G12004I Abrepuerta Interno Silverado Base LH	\$10,80	240	\$2.592,72	0,858%	59,513%	
29	4150 Vincha Guardachoque Toyota Vigo- Hilux 2014 Rh	\$2,59	1000	\$2.587,00	0,856%	60,369%	
30	4194 Abre Puerta Externo Mazda Bt-50 Post Lh	\$6,15	420	\$2.582,58	0,855%	61,224%	
31	Gpt036 Guardapolvo Delant Hilux4x2 LH	\$8,84	280	\$2.475,20	0,819%	62,043%	
32	4199 Abre Puerta Externo Mazda Bt-50 Post Cromado Rh	\$7,18	340	\$2.439,84	0,807%	62,850%	
33	Gpt035 Guardapolvo Delant Hilux4x2 RH	\$8,85	260	\$2.301,78	0,762%	63,612%	
34	4169 Vincha Plástica Guarda Choque D-Max 2014 - 2016 4x2 Lh	\$2,82	790	\$2.228,59	0,737%	64,349%	

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
35	Gpt074 Guardapolvo Delant Almera LH	\$9,02	240	\$2.165,28	0,716%	65,066%	
36	Gpt073 Guardapolvo Delant Almera RH	\$9,02	240	\$2.165,28	0,716%	65,782%	
37	4146 Rejilla Lateral Ventilación Toyota Fortuner Café Lh	\$3,54	600	\$2.121,60	0,702%	66,484%	
38	4145 Rejilla Lateral Ventilación Toyota Fortuner Café Rh	\$3,54	600	\$2.121,60	0,702%	67,187%	
39	Gpt006 Guardafango Luv 2300 Delant LH	\$5,20	400	\$2.080,00	0,688%	67,875%	
40	4181 Abre Puerta Externo D-Max 2014-2017 Posterior	\$4,38	470	\$2.059,07	0,681%	68,556%	
41	7251 Chapa Puerta Toyota Land Cruiser RH	\$12,00	170	\$2.039,83	0,675%	69,231%	
42	Gpt059 Guardapolvo Delant Yaris Sedan LH	\$7,76	260	\$2.017,86	0,668%	69,899%	
43	Gpt060 Guardapolvo Delant Yaris Sedan RH	\$7,76	250	\$1.940,25	0,642%	70,541%	
44	Gpt040 Gualdapolvo Delant Mazda B2000 RH	\$9,69	200	\$1.937,00	0,641%	71,182%	
45	Gpt039 Gualdapolvo Delant Mazda B2000 LH	\$9,69	200	\$1.937,00	0,641%	71,823%	
46	CLT32 Lamevidrio Ext Nissan Frontier RH	\$10,74	180	\$1.932,84	0,640%	72,462%	
47	CLT032 Lamevidrio Ext Nissan Frontier RH	\$10,74	180	\$1.932,84	0,640%	73,102%	
48	Gpt007 Guardafango Luv 2200 Delant LH	\$4,29	450	\$1.930,50	0,639%	73,741%	
49	CLT020 Lamevidrio Ext Isuzu NPR LH	\$12,66	150	\$1.899,30	0,628%	74,369%	
50	Gpt008 Guardapolvo Luv 2200 Delant RH	\$4,29	430	\$1.844,70	0,610%	74,979%	
51	GI2004D Abrepuerta Interno Silverado Base RH	\$10,80	170	\$1.836,51	0,608%	75,587%	
52	CLT33 Lamevidrio Ext Nissan Frontier LH	\$10,74	170	\$1.825,46	0,604%	76,191%	
53	CLT033 Lamevidrio Ext Nissan Frontier LH	\$10,74	170	\$1.825,46	0,604%	76,795%	
54	GI2016AI Abrepuerta Int Swift Emotion RH Gris	\$3,64	500	\$1.820,00	0,602%	77,397%	
55	CVT021 Tope Aislante Parante Sup. Post Land C RH	\$3,77	465	\$1.753,05	0,580%	77,978%	

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
56	ABINA F2RH Abrepuerta Interior Forsa	\$2,18	800	\$1.747,20	0,578%	78,556%	
57	Gpt076 Guardapolvo Delant Mazda BT 50 LH	\$10,88	160	\$1.740,96	0,576%	79,132%	
58	4115 Tanque Agua Parabrisas Hilux – Vigo	\$17,08	100	\$1.708,20	0,565%	79,697%	
59	4130 Abrepuerta Ext Delant Luv 2300 Rh	\$2,29	740	\$1.693,12	0,560%	80,257%	B
60	7252 Chapa Puerta Toyota Land Cruiser LH	\$11,97	140	\$1.676,22	0,555%	80,812%	
61	G12028LH Abrepuerta Interior Hyundai Verna	\$2,50	670	\$1.672,32	0,553%	81,365%	
62	Gpt082 Guardapolvo Post Hilux 4x4 2016 LH	\$9,15	180	\$1.647,36	0,545%	81,910%	
63	Gpt011 Guardapolvo Luv D-Max 4x2 Post RH	\$10,61	150	\$1.591,20	0,527%	82,437%	
64	CVT019 Tope Capot Lateral Land Cruiser	\$3,93	400	\$1.570,40	0,520%	82,957%	
65	G12016AD Abrepuerta Int Swift Emotion LH Gris	\$3,64	400	\$1.456,00	0,482%	83,438%	
66	PRS SRM Parasol Chevette San Remo	\$15,98	90	\$1.437,93	0,476%	83,914%	
67	Gpt079 Guardapolvo Delant Hilux 4x4 RH	\$9,15	150	\$1.372,80	0,454%	84,368%	
68	4184 Abre Puerta Interno D-Max 2003 - 2013 Negro-Cromado Rh	\$1,69	800	\$1.352,00	0,447%	84,816%	
69	4163 Abre Puerta Externo Delantero D- Max 2003 - 2013 Cromado Lh	\$6,21	210	\$1.304,94	0,432%	85,248%	
70	Gpt080 Guardapolvo Delant Hilux 4x4 LH	\$9,15	140	\$1.281,28	0,424%	85,672%	
71	CLT022 Lamevidrio Interior Isuzu NPR RH	\$12,43	100	\$1.242,80	0,411%	86,083%	
72	4162 Abre Puerta Externo Delantero D- Max 2003 - 2013 Cromado R	\$6,21	200	\$1.242,80	0,411%	86,494%	
73	CVT018 Tope Puerta Tablero Land Cruiser	\$2,94	420	\$1.233,96	0,408%	86,902%	
74	G12042I Abrepuerta Externo Forsa l LH	\$2,50	480	\$1.198,08	0,396%	87,299%	
75	4071 Tanque Radiador Luv Dimax	\$4,67	250	\$1.166,75	0,386%	87,685%	
76	4105 Vincha Guardachoq. Corolla 09-12 Post. Lh	\$2,25	500	\$1.124,50	0,372%	88,057%	
77	Gpt034 Guarda fango Toyota Vigo 13-16 Delant R	\$5,89	190	\$1.118,91	0,370%	88,427%	

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
78	Gpt009 Guardapolvo Luv D-Max 4x2 Delant LH	\$6,34	170	\$1.078,48	0,357%	88,784%	
79	Gpt056 Guardapolvo Delant Corolla 03/09 RH	\$6,55	160	\$1.048,32	0,347%	89,131%	
80	Gpt033 Guarda fango Toyota Vigo 13- 16 Delant L	\$6,05	170	\$1.027,65	0,340%	89,471%	
81	Gpt031 Guarda fango Toyota Vigo Delant R	\$6,85	150	\$1.027,65	0,340%	89,811%	
82	4165 Abre Puerta Externo Posterior D-Max 2003 -2013 Cromado Lh	\$6,21	160	\$994,24	0,329%	90,140%	
83	CVT017 Tope Capot Frontal Land Cruiser	\$3,93	250	\$981,50	0,325%	90,465%	
84	Gpt055 Guardapolvo Delant Corolla 03/09LH	\$6,54	150	\$980,85	0,325%	90,789%	
85	4197 Abre Puerta Externo Bt-50 Delantero Rh Cromado	\$7,18	134	\$961,58	0,318%	91,107%	
86	PARS MSH Parasol Visera Mitsubishi (1R-1L)	\$19,20	50	\$960,05	0,318%	91,425%	
87	4164 Abre Puerta Externo Posterior D- Max 2003 - 2013 Cromado Rh	\$6,21	150	\$932,10	0,308%	91,734%	
88	4177 Abre Puerta Interno D-Max 2003 - 2013 Gris-Cromado Lh	\$1,55	600	\$928,20	0,307%	92,041%	
89	CLT031 Lamevidrio Ext Nissan 2,4 Pick UP RH	\$7,66	120	\$918,84	0,304%	92,345%	
90	CLT030 Lamevidrio Ext Nissan 2,4 Pick UP LH	\$7,66	120	\$918,84	0,304%	92,649%	
91	CLT31 Lamevidrio Ext Nissan 2,4 Pick Up RH	\$7,64	120	\$917,28	0,304%	92,952%	
92	CLT30 Lamevidrio Ext Nissan 2,4 Pick Up LH	\$7,64	120	\$917,28	0,304%	93,256%	
93	4106 Vincha Guardachoq. Corolla 09-12 Post. Rh	\$2,73	325	\$887,25	0,294%	93,549%	
94	4154 Tanque Auxiliar Radiador Npr - 120 Hp	\$8,53	90	\$767,52	0,254%	93,803%	
95	4147 Rejilla Lat. Ventilación D-Max 2009-2013 Redondo Gris Lh	\$3,25	230	\$747,50	0,247%	94,051%	
96	CVT014 Tope esquina delant puerta Land Cruiser LH	\$2,94	250	\$734,50	0,243%	94,294%	
97	CVT013 Tope esquina delant puerta Land Cruiser RH	\$2,94	250	\$734,50	0,243%	94,537%	
98	4152 Gancho Abrecompuerta Combustible Toyota Vigo –Hilux	\$1,01	710	\$719,94	0,238%	94,775%	
99	4171 Vincha Plástica Guarda Choque D- Max 2014 -2016 4x4	\$2,83	250	\$708,50	0,234%	95,010%	C

N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
	Lh						
100	0051269 Emblema corbatín Blazer	\$11,79	60	\$707,46	0,234%	95,244%	
101	4072 Tanque Auxiliar Radiador Npr - 115hp	\$6,21	110	\$683,54	0,226%	95,470%	
102	CLT016 Lamevidrio Exterior con Ventolera Luv RH	\$13,31	50	\$665,60	0,220%	95,690%	
103	CVT012 Tope esquina puerta sup. Land Cruiser LH	\$2,60	250	\$650,00	0,215%	95,905%	
104	4172 Tapa Interna Espejo D-Max 2003 - 2013 Rh	\$1,30	500	\$650,00	0,215%	96,120%	
105	GI2105LH Abrepuerta Accent Verna Delt LH	\$3,77	170	\$640,90	0,212%	96,332%	
106	4148 Rejilla Lat. Ventilación D-Max 2009-2013 Redondo Gris Rh	\$3,16	200	\$631,80	0,209%	96,541%	
107	Gpt032 Guarda fango Toyota Vigo Delant L	\$6,85	90	\$616,59	0,204%	96,745%	
108	7232 Abrepuerta Externo Trooper LH	\$3,22	190	\$612,56	0,203%	96,948%	
109	Gpt072 Guardapolvo Delant Nissan Frontier RH	\$2,86	200	\$572,00	0,189%	97,137%	
110	4174 Abre Puerta Interno D-Max 2003 - 2013 Gris Lh	\$1,30	440	\$572,00	0,189%	97,327%	
111	CVT016 Tope Aislante LH Land Cruiser	\$3,76	146	\$548,52	0,182%	97,508%	
112	4108 Vincha Guardachoq. Corolla 09-12 Post. Rh	\$2,60	210	\$546,00	0,181%	97,689%	
113	4182 Abre Puerta Externo D-Max 2014-2017 Delantero	\$4,33	119	\$515,15	0,170%	97,859%	
114	Gpt024 Guardapolvo D-Max 2014-19 4X2 Dlant RH	\$10,30	50	\$514,80	0,170%	98,030%	
115	CLT021 Lamevidrio Ext Isuzu NPR RH	\$12,68	40	\$507,00	0,168%	98,197%	
116	GI2105RH Abrepuerta Accent Verna Delt RH	\$4,24	100	\$423,80	0,140%	98,338%	
117	4168 Vincha Plástica Guarda Choque D-Max 2014 - 2016 4x2 Rh	\$2,82	150	\$423,15	0,140%	98,478%	
118	4133 Manija Techo Toyota Vigo - Hilux Gris Camel	\$0,81	500	\$403,00	0,133%	98,611%	
119	Gpt052 Guardapolvo Mitsubishi L200 C/D RH	\$7,80	50	\$390,00	0,129%	98,740%	
121	4107 Vincha Guardachoq. Corolla 09-12 Post. Lh	\$2,60	150	\$390,00	0,129%	98,869%	



N	Producto	PVP	n	Valor total	Porcentaje Valor total	Porcentaje acumulativo	C
122	G12191 Seguro Ventana Súper Carry	\$1,59	240	\$380,64	0,126%	98,995%	
123	ABINA VILH Abrepuerta Interior Vitara LH	\$3,25	100	\$325,00	0,108%	99,103%	
124	4111 Vincha Guardachoque Post. Yaris 2006-2011 Lh	\$1,11	250	\$276,25	0,091%	99,194%	
125	4176 Abre Puerta Interno D-Max 2003 - 2013 Gris-Cromado Rh	\$1,95	135	\$263,25	0,087%	99,281%	
126	4131 Manubrio Elevavidrio Mazda Ford Courier	\$0,72	364	\$260,26	0,086%	99,367%	
127	881-197C Vincha Moldura Aveo	\$0,05	5000	\$260,00	0,086%	99,453%	
128	4149 Vincha Guardachoque Toyota Vigo- Hilux 2014 Lh	\$2,59	100	\$258,70	0,086%	99,539%	
129	4173 Tapa Interna Espejo D-Max 2003 - 2013 Lh	\$1,30	181	\$235,30	0,078%	99,617%	
130	555022 Vinchas para Caucho capo Universal	\$0,04	5000	\$195,00	0,065%	99,681%	
131	4122 Vincha Mascarilla - Radiador Nhr - Npr	\$0,34	500	\$169,00	0,056%	99,737%	
132	4110 Vincha Guardachoque Yaris 2006-2011 Rh Del.	\$1,11	150	\$165,75	0,055%	99,792%	
133	4178 Manija Elevavidrio D-Max 2009 - 2013 Negro	\$0,68	190	\$128,44	0,043%	99,834%	
134	42 Alza Seguro Puerta Mazda Original Gris	\$0,23	500	\$117,00	0,039%	99,873%	
135	4109 Vincha Guardachoque Yaris 2006-2011 Lh Del.	\$1,11	100	\$110,50	0,037%	99,910%	
136	4132 Manija Techo Toyota Vigo Hilux Gris	\$0,74	100	\$74,10	0,025%	99,934%	
137	4112 Vincha Guardachoque Post. Yaris 2006-2011 Rh	\$1,11	60	\$66,30	0,022%	99,956%	
138	ABINB CLLH Abrepuerta Interior Chevrolet LH	\$0,68	94	\$63,54	0,021%	99,977%	
139	Gpt022 Guardapolvo D-Max 2014-19 4X2 Dlant LH	\$0,04	1500	\$58,50	0,019%	99,997%	
140	Gld021 Salpicadera Hilux Vigo 4x4 Post LH-RH	\$0,03	400	\$10,40	0,003%	100,000%	
n=unidades vendidas ; C=categoría ; PVP=precio valor al público			1609638	\$302.210,43	100,000%		

Anexo 5.- Asignación suplementos constantes

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES																															
	Hombre	Mujer	Actividades																												
			Prep. Materia prima					Montaje de molde							Preparación inyectora							Armado						Almacen.			
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	A	B
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
B. Suplemento base por fatiga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Suma total (%)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Anexo 6.- Asignación suplementos variables

2. SUPLEMENTOS VARIABLES																																	
	Hombre	Mujer	Actividades																														
			Prep. Materia prima					Montaje de molde							Preparación inyectora							Armado						Almacen.					
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	A	B	C	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
B. Suplemento por postura anormal																																	
Ligeramente incómoda	0	1			0	0	0						0					0	0								0	0	0	0			
Incómoda (inclinado)	2	3	2	2				2	2	2	2	2			2	2			2	2	2	2	2	2	2						2	2	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7												7																			
C. Uso de fuerza/energía muscular																																	




<b>2. SUPLEMENTOS VARIABLES</b>																																
	Hombre	Mujer	<b>Actividades</b>																													
			<b>Prep. Materia prima</b>					<b>Montaje de molde</b>							<b>Preparación inyectora</b>							<b>Armado</b>						<b>Almacen.</b>				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	A	B	C
Trabajos precisos o fatigosos	2	2																														
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5																			5	5	5						5			
<b>G. Ruido</b>																																
Continuo	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2				2	2														2									2		
Intermitente y muy fuerte	5	5																														
Estridente y fuerte					5																											
<b>H. Tensión mental</b>																																
Proceso bastante complejo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4																			4											
Muy complejo	8	8																				8	8	8								
<b>I. Monotonía</b>																																
Trabajo algo monótono	0	0			0			0	0			0	0		0																	
Trabajo bastante monótono	1	1	1	1		1	1			1	1			1		1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	1	1	1
Trabajo muy monótono	4	4																						4	4			4				
<b>J. Tedio</b>																																
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0		0	0	0	0							0	0		0	0	0	0


2. SUPLEMENTOS VARIABLES																																
	Hombre	Mujer	Actividades																													
			Prep. Materia prima					Montaje de molde							Preparación inyectora									Armado						Almacén.		
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	A	B	C
Trabajo bastante aburrido	2	1						2	2			2	2		2					2	2	2	2					2				
Trabajo muy aburrido	5	2																					5	5								
<b>Suma total (%) s. constantes + s. variables</b>			23	23	16	14	14	15	15	17	17	15	15	12	20	23	23	12	12	20	21	21	21	22	22	14	12	22	12	14	23	23

Anexo 7.- Tabla de General Electric para el número de ciclos


TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3


Anexo 8.- Formato de auditoría de implementación de las 5's

Planta:		<b>AUDITORÍA 5'S</b>					Auditor:				
Área:							Fecha:				
1 = 4 o más Hallazgos		2 = 3 Hallazgos		3 = 2 Hallazgos		4 = 1 Hallazgos		5 = 0 Hallazgos		Instrucciones: Marcar con una "x"	
minúscula el puntaje aplicable para cada sección											
Aspecto		1	2	3	4	5	Subtotal	Observaciones/ Hallazgos	Acción(es) Correctiva(s)	Responsable(s)	Fecha
<b>SELECCIONAR</b>	¿Se han removido todos los ítems innecesarios del área? (Ej. Herramientas, materiales, cajas)						0				
	¿El inventario o el trabajo en proceso incluye componentes que no se requieren?										
	¿Están las herramientas y los equipos ubicados en el lugar más conveniente?										
	¿Solo se encuentran ítems esenciales en gabinetes y estanterías?										
	¿Existe área de producto no conforme? ¿Se maneja correctamente?										
<b>ORDENAR</b>	¿Están las áreas de almacenamiento debidamente identificadas y delimitadas?						0				
	¿Se utilizan "shadowboards" y otros métodos de almacenamiento donde sea posible?										

Planta:		<b>AUDITORÍA 5'S</b>					Auditor:				
Área:							Fecha:				
1 = 4 o más Hallazgos		2 = 3 Hallazgos		3 = 2 Hallazgos		4 = 1 Hallazgos		5 = 0 Hallazgos		Instrucciones: Marcar con una "x"	
minúscula el puntaje aplicable para cada sección											
Aspecto		1	2	3	4	5	Subtotal	Observaciones/ Hallazgos	Acción(es) Correctiva(s)	Responsable(s)	Fecha
	¿Están las zonas de circulación y áreas de trabajo delimitadas? ¿Se encuentran sin obstrucciones?										
	¿Se encuentran elementos personales (Bolsos, Chaquetas, etc.) en las áreas de trabajo?										
	¿Los equipos y elementos de protección se encuentran en uso y en buen estado?										
<b>LIMPIAR</b>	Pisos - ¿Se mantienen limpios, en orden y en buen estado?						0				
	Máquinas y Herramienta - ¿Están libres de suciedad, fugas y derrames?										
	Canecas - ¿Se vacían regularmente y se encuentran en buen estado?										
	¿Hay alguien responsable de inspecciones de rutina y mantenimiento de estándares?										
	¿Los trabajadores barren y limpian máquinas y equipos sin tener que recordárselo?										



Planta:		<b>AUDITORÍA 5'S</b>					Auditor:		 <b>MULTIACCESORIOS</b>		
Área:							Fecha:				
1 = 4 o más Hallazgos		2 = 3 Hallazgos		3 = 2 Hallazgos		4 = 1 Hallazgos		5 = 0 Hallazgos		Instrucciones: Marcar con una "x"	
minúscula el puntaje aplicable para cada sección											
Aspecto		1	2	3	4	5	Subtotal	Observaciones/ Hallazgos	Acción(es) Correctiva(s)	Responsable(s)	Fecha
<b>ESTANDARIZAR</b>	¿Existen controles físicos al inventario en proceso? ¿Se utilizan? Ej. Cajas Tornillería, Transportes						0				
	¿Todos en el área conocen sus responsabilidades y conocen el flujo del área?										
	¿Se tienen instrucciones de trabajo claras y se utilizan?										
	¿Se están generando ideas para el programa de sugerencias y se están generando acciones de mejora como resultado?										
	¿Hay claridad sobre los estándares de 5'S? ¿Existen y están actualizados?										
<b>MANTENER</b>	¿Se están llevando a cabo las auditorias de 5'S en la frecuencia establecida?						0				
	Tablero de 5'S - ¿Se actualiza y revisa regularmente?										

Planta:		<b>AUDITORÍA 5'S</b>					Auditor:					
Área:							Fecha:					
1 = 4 o más Hallazgos		2 = 3 Hallazgos		3 = 2 Hallazgos		4 = 1 Hallazgos		5 = 0 Hallazgos		Instrucciones: Marcar con una "x"		
minúscula el puntaje aplicable para cada sección												
Aspecto		1	2	3	4	5	Subtotal	Observaciones/ Hallazgos	Acción(es) Correctiva(s)	Responsable(s)	Fecha	
¿Se implementaron las acciones correctivas del mes anterior?												
Entrenamiento - ¿Están todos los trabajadores entrenados adecuadamente para llevar a cabo su rol?												
Educación - ¿Pueden todos en el área explicar los beneficios de las 5'S? *												
* Educación - Preguntarles a empleados sobre los beneficios de las 5'S (-1 punto del total de 5 por cada persona que no sepa explicarlos)		PUNTAJE					0,00					
		DIFERENCIA RESPECTO A MES ANTERIOR (+ -)										