



## **UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS  
PARA REDUCIR LOS TIEMPOS EN LAS  
OPERACIONES DE CAMBIO DE MOLDES  
DE LAS MÁQUINAS IRWIN DEL ÁREA DE  
TERMOFORMADO DE LA EMPRESA  
MOLDEADOS ANDINOS C.A.

Autor: William J. Garcia A.  
C.I.: V-13.234.999

Urb. Yuma, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) – Fax (0241) 8712394



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LOS TIEMPOS  
EN LAS OPERACIONES DE CAMBIO DE MOLDES DE LAS MÁQUINAS  
IRWIN DEL ÁREA DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA MOLDEADOS  
ANDINOS C.A.

Empresa:  
MOLDEADOS ANDINOS C.A.

Autor: William J. Garcia A.  
C.I.: V-13.234.999  
Tutor: Ing. Oswaldo Rodríguez  
C.I.: V-9.997.9277

San Diego, Enero de 2019.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Oswaldo Rodriguez portador de la cédula de identidad N°9.997.927, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano William José Garcia Aponte, portador de la cédula de identidad N°13.234.999, titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LOS TIEMPOS EN LAS OPERACIONES DE CAMBIO DE MOLDES DE LAS MÁQUINAS IRWIN DEL ÁREA DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA MOLDEADOS ANDINOS C.A.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los diez días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.

Ing. Oswaldo E. Rodriguez M.

C.I: 9.997.927

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicarle este informe primeramente a Dios por esta oportunidad de estudio por haberme guiado en esta etapa de mi crecimiento profesional y por sostenerme y levantarme en los momentos que sentí desmayar en el transcurso de mi carrera.*

*A mis padres por el apoyo brindado, ayudándome con ello a finalizar una etapa más en mi vida, a toda mi familia que me brindaron sus consejos y palabras de ánimo.*

*A mis hijos por ser la motivación y el motor que me das las fuerzas continuar y culminar esta etapa tan importante de mi vida.*

*A mi hermano, hermana y toda mi familia.*

*A la empresa por brindarme su confianza, su tiempo y conocimiento para emprender un beneficio mutuo.*

*Finalmente quiero dedicar este informe a mis compañeros de trabajo que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo de este informe.*

***William García***

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes y por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.*

*A la empresa Moldeados Andinos, C. A, por abrirme sus puertas en el campo laboral y contribuir en la realización de la investigación a través de la colaboración*

*A la Universidad José Antonio Páez, por ser una institución de pregrado de prestigio, de la cual estoy muy orgulloso de egresar.*

*A los profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.*

*A mi tutor de académico, Prof. Rodríguez Oswaldo por su apoyo y valiosa colaboración.*

*A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo de este informe de pasantía.*

***Muchas Gracias a Todos.***

***William García***

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN INFORMATIVO</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO</b>	
<b>I LA EMPRESA</b> .....	3
1.1. Nombre de la Empresa .....	3
1.2. Ubicación de la Empresa.....	3
1.3. Reseña Histórica de la Empresa.....	3
1.4. Productos que se Fabrican.....	5
1.5. Organigrama General de la Empresa .....	7
1.6. Misión .....	9
1.7. Visión.....	9
1.8. Política de la Calidad .....	10
1.9. Representante de la Dirección.....	11
1.10. Compromiso de la Dirección .....	11
1.11. Objetivos de la Calidad .....	12
1.12. Valores de Molanca .....	12
1.13. Descripción del Área de Pasantías .....	13
1.14. Organización del Departamento de Producción División Plástico .....	14
<b>II EL PROBLEMA</b> .....	17
2.1. Planteamiento del Problema.....	17
2.2. Formulación del Problema .....	18
2.3. Objetivo de la Investigación.....	18
2.3.1. Objetivo General .....	18
2.3.2. Objetivo Específicos .....	19

2.4. Justificación de la Investigación .....	19
2.5. Alcance y Delimitación del Problema.....	19
2.5.1. Alcance.....	19
2.5.2. Limitaciones.....	20
<b>III MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
3.1. Antecedentes de la Investigación .....	20
3.2. Bases Teóricas.....	24
3.3. Definición de Términos Básicos .....	47
<b>IV MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>48</b>
4.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	48
4.2. Objeto de Estudio.....	49
4.3. Técnicas de Recolección de Datos.....	49
4.4. Metodología de la Investigación .....	50
4.4.1. FASE I. Diagnosticar el estado actual .....	50
4.4.2. FASE II. Identificar las operaciones clave .....	51
4.4.3. FASE III. Diseñar acciones de mejora.....	51
4.4.4. FASE IV. Evaluar económicamente la propuesta .....	51
<b>V RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
5.1. FASE I. Diagnosticar el estado actual.....	52
5.2. FASE II. Identificar las operaciones .....	64
5.3. FASE III. Diseñar acciones de mejora.....	71
5.4. FASE IV. Evaluar económicamente la propuesta.....	81
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>90</b>
Bibliográficas: .....	90
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>
ANEXO 1.....	92
ANEXO 2.....	93

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tiempo de Cambio de Molde y Troquel por mes en el 2.017 .....	18
Tabla 2. Inventario de Molde .....	30
Tabla 3. Símbolos del diagrama de flujo de proceso .....	47
Tabla 4. Tiempo de Cambio de Molde y Troquel Maq. Irw-1 Ago-18 .....	53
Tabla 5. Operaciones para el Cambio de Molde .....	54
Tabla 6. Operaciones para el Cambio de Troquel.....	55
Tabla 7. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Molde.....	57
Tabla 8. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Molde (Continuación).....	58
Tabla 9. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Troquel.....	59
Tabla 10. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Troquel (Continuación) ....	60
Tabla 11. Diagrama de Flujos de Operaciones para el Cambio de Molde Actual .....	61
Tabla 12. Diagrama de Operación para el Cambio de Troquel Actual .....	62
Tabla 13. Agrupación de Causas por tipo de variable .....	65
Tabla 14. Identificación de las actividades para el cambio de molde .....	68
Tabla 15. Identificación de las actividades para el cambio de molde .....	69
Tabla 16. Clasificación ABC por frecuencia para los Moldes y Troquel .....	72
Tabla 17. Clasificación ABC para los Moldes según frecuencia de montaje .....	73
Tabla 18. Herramientas para la realización de cambio de Molde y Troquel. ....	76
Tabla 19. Diagrama de Operación para el Cambio de Molde Propuesto.....	79
Tabla 20. Diagrama de Operación para el Cambio de Troquel Propuesto.....	80
Tabla 21. Inversión requerida para las propuestas .....	81
Tabla 22. Resultados de la Relación Costo-Beneficio.....	83

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Empresa MOLANCA,C.A.....	5
Figura 2. Bobina de EPS. MOLANCA, C.A. ....	6
Figura 3. Bandeja de EPS. MOLANCA, C.A.....	6
Figura 4. Organigrama General de la empresa MOLANCA, C.A.....	7
Figura 5. Organigrama del Departamento de Producción de la Planta de Plástico.....	15
Figura 6. Termoformado Mecánico .....	25
Figura 7. Devanador o Desbobinador .....	26
Figura 8. Alimentador (Cadena de Transporte) .....	26
Figura 9. Zona de Calentamiento .....	27
Figura 10. Sección de Moldeo .....	27
Figura 11. Estación de Troquelado .....	28
Figura 12. Sección del Canopy .....	28
Figura 13. Sección del Servo Pick .....	29
Figura 14. Sección del Troquel .....	29
Figura 15. Conjunto de Molde y Troquel .....	31
Figura 16. Etapas del SMED.....	37
Figura 17. Mangueras de enfriamiento de la Estación de Moldeo sin identificar.....	63
Figura 18. Estante de almacenaje de los Moldes y Troquel sin identificar.....	63
Figura 19. Diagrama de Causa – Efecto.....	64
Figura 20. Modelo de Caja de Herramienta Solicitada.....	77
Figura 21. Identificación de las mangueras del sistema de enfriamiento .....	77

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1. Diagrama de Pareto de Causas asociadas a cambio de moldes. ....	65
Grafico 2. Total de actividades Internas y Externas en el Cambio de Moldes y Troquel. ....	70
Grafico 3. Tiempo de Actividades Internas y Externas en el Cambio de Moldes y Troquel. ....	70

República Bolivariana de Venezuela  
Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Industrial  
Carrera Ingeniería Industrial

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LOS TIEMPOS  
EN LAS OPERACIONES DE CAMBIO DE MOLDES DE LAS MÁQUINAS  
IRWIN DEL ÁREA DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA  
MOLDEADOS ANDINOS C.A.**

Autor: William J. Garcia A.  
Tutor: Ing. Oswaldo Rodríguez  
Fecha: Enero de 2019

**RESUMEN INFORMATIVO**

El Objetivo principal de este trabajo es la reducción de los tiempos improductivos en las máquinas Irwin de la línea de termoformado de la empresa Moldeados Andinos C.A. que se presenta durante el cambio de molde y troquel, ajuste de parámetros y puesta a punto en cada inicio de operaciones en las máquinas. El diseño de alternativa de solución propuesta es la aplicación del Justo a Tiempo mediante la técnica del SMED (Single Minute Exchange of Die) que significa cambio de herramienta en menos de diez minutos, estas alternativas de solución esta enfocados en ejecutar un cambio secuencial y reducir los tiempos muertos ya sean antes, durante y después de un cambio de molde. Cabe destacar que para este diseño se necesita el compromiso de todas las personas involucradas como operadores, técnicos, supervisores, jefaturas; con un entrenamiento, supervisión continúa e incentivarlos para el cambio de mentalidad mostrando los beneficios que se obtiene mediante la aplicación de estas alternativas. De aquí surgieron unificaciones de producción y modificaciones con ajustes e incorporación de dispositivos a las máquinas.

Descriptor: Procesamiento, Estudio Descriptivo, Mejoramiento, Variables, Innovación.

## INTRODUCCIÓN

El comportamiento del mercado actual se rige por los requerimientos de los clientes, que buscan día a día satisfacer su demanda con productos cada vez más personalizados o hechos a la medida. En este sentido, se hace necesario que todas las empresas se vean en la obligación de fabricar y elaborar lo que el cliente solicita en cantidad, oportunidad, calidad y por supuesto, con un precio competitivo. Es por todo ello que las empresas requieren medios productivos flexibles que le permitan responder a estas necesidades con nuevos productos, o productos modificados, utilizando los recursos disponibles de la manera más eficiente posible.

Por lo anterior, las compañías han empezado a utilizar herramientas de mejora de procesos como la manufactura esbelta o lean manufacturing que provee técnicas que permiten optimizar los tiempos de operación, mejorar los procesos, estandarizar, eliminar los desperdicios, para minimizar la variación de los procesos.

Este documento constituye el diseño de herramientas de mejoramiento con las cuales se busca la reducción de los tiempos de cambio de moldes de las maquinas Irwin de la línea de termoformado en la empresa Moldeados Andinos C.A., por medio de la metodología SMED. Para cumplir con este objetivo, se realiza una búsqueda de diferentes estudios y una revisión de fundamentación teórica para fortalecer los conocimientos en términos de Manufactura Esbelta y procesos de mejora.

Asimismo, se realiza la presentación de la metodología utilizada y sus fases de implementación abordando cada una de las etapas de SMED (Estudio, Separar, Convertir y Mejorar).

Una vez realizada esta aplicación se mostrarán los resultados obtenidos, su comparación entre la línea base y el objetivo esperado, así como las conclusiones del trabajo de investigación.

En el Capítulo I de la presente investigación se expone toda la información referente a la empresa Moldeados Andinos C.A., donde se desarrolló la investigación mencionando los aspectos referente a Ubicación, Reseña histórica, Organigrama, Visión, Misión, Descripción de los Procesos y Productos entre otros, para dar a conocer sus políticas y razón de ser de la compañía.

El Capítulo II está constituido por las problemáticas identificadas, los planteamientos y las delimitaciones del estudio y los objetivos que se desean alcanzar para proponer un plan de mejoras que pueda satisfacer todos los hallazgos identificados.

Así mismo en el Capítulo III inicia con la presentación de los antecedentes de otras investigaciones realizadas dentro de esta planta, así como las referencias y marcos teóricos que puedan aportar las bases para el presente estudio de investigación.

Luego en el Capítulo IV se expone las fases del trabajo, que representan como se llevara a cabo el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Posteriormente en el Capítulo V están establecidos los resultados de las fases que se describieron en el capítulo anterior.

Finalmente se da paso a las conclusiones y recomendaciones a seguir por la empresa.

## **CAPÍTULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1. Nombre de la Empresa**

MOLDEADOS ANDINOS C.A. (MOLANCA)

#### **1.2. Ubicación de la Empresa**

Zona Industrial Sur II. Ave. Domingo Olavarría, Valencia – Edo. Carabobo.

#### **1.3. Reseña Histórica de la Empresa**

MOLANCA es una empresa con más de 40 años de experiencia en la elaboración de productos de pulpa, iniciándose en Mayo de 1.969 donde un grupo de emprendedores venezolanos funda la sociedad Productos Moldeados C.A., PROMOLCA, para dedicarse a la fabricación de envases moldeados a base de papel destinados a la satisfacción del mercado nacional emergente en ese momento. Luego de estos primeros años, el 15 de Octubre de 1.974, es fundada la compañía Moldeados Andinos, C.A, MOLANCA, en la cual los emprendedores de PROMOLCA se asociaron con el grupo colombiano Carvajal y con el grupo norteamericano Keyes Fibre, para la fabricación de envases de pulpa moldeada, con una visión internacional, teniendo como mercado – meta, los países del recién conformado Bloque Andino.

En los años 1.980, MOLANCA encuentra una nueva oportunidad de negocios en el sector de envases plásticos y se funda la compañía filial PLÁSTICOS MOLANCA con operaciones en las adyacencias de su ya establecida planta de pulpa. Produciendo espuma de poliestireno, conquistando un posicionamiento importante en el mercado nacional venezolano, a finales de los años 90, se inició operaciones de producción de bandejas de Foil de aluminio, agregando un negocio más a su actividad productiva.

En el transcurso de estos años, MOLANCA se convierte en un exportador hacia los países de Centroamérica y el Caribe, incursionando incluso en el mercado norteamericano. Como parte del desarrollo de su visión estratégica, a mediados de los años 1.990, MOLANCA funda su primera filial en el exterior, Moldeados Panameños S.A., MOLPASA, para situarse en el mercado centroamericano operando en la Ciudad de Panamá. En el año 2.000 es fundada Moldeados Dominicanos S.A., MOLDOSA, en la República Dominicana. En el año 2.002 se inauguró Guatemalteca de Moldeados S.A., GUAMOLSA, consolidando la presencia de MOLANCA en Centroamérica, en un mercado cada vez más creciente.

Hoy en día, el grupo MOLANCA está conformado por estas seis plantas que actúan en los exigentes mercados de Centroamérica y el Caribe. La empresa en estudio está caracterizada por tres divisiones las cuales son:

División Aluminio, encargada de fabricar envases/bandejas de aluminio para el uso de alimentos; División Plástico, caracterizada por dos áreas específicas: un Área de Extrusión en la que se obtiene laminas (espuma) de Poliestireno mediante el proceso de extrusión por medio de extrusoras doble tornillo y la otra Área es Termoformado en donde se moldea la lámina de poliestireno obtenida en Extrusión a una forma deseada, en esta área obtenemos diversas variedades de bandejas que definirán el producto final como tal; la División Pulpa-Aluminio, orientada a la obtención de diversos contenedores a base de papel y aluminio; la materia prima que utiliza cada División en la fabricación de sus productos, adicional a su estrategia de expansión geográfica, MOLANCA explora nuevas oportunidades de negocios, con nuevas inversiones productivas en el sector de plásticos e interesantes desarrollos en pulpa con miras a su definitiva independencia tecnológica.

Actualmente la organización cuenta con un área de 64.300 m<sup>2</sup> de terreno, sus instalaciones cuenta con áreas de oficinas, en la cual se desarrollan las actividades administrativas: Gerencia de Negocios, Administración y Compras, Recursos Humanos, Gestión de la Calidad, entre otras; paralelamente existen las siguiente áreas

relacionadas: Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad, Almacén de insumos y repuestos, Taller Mecánico, Servicio Médico, departamento de Higiene y Seguridad Industrial y otros.



Figura 1. Empresa MOLANCA,C.A  
Fuente. Departamento de RRHH (2017)

#### **1.4. Productos que se Fabrican**

En el área de extrusión de la empresa MOLANCA, se fabrican las bobinas o rollos de EPS de Poliestireno expandido de 80 Kg. aproximadamente, que son los productos semi-elaborados (figura 2), para luego pasarlas a un proceso de termoformado donde se realizan envases y bandejas de EPS descartables, que son utilizados para envasar alimentos (figura 3).



Figura 2. Bobina de EPS. MOLANCA, C.A.  
Fuente: Dpto. Producción Plástico (2017)



Figura 3. Bandeja de EPS. MOLANCA, C.A.  
Fuente: Dpto. Producción Plástico (2017)

## 1.5. Organigrama General de la Empresa

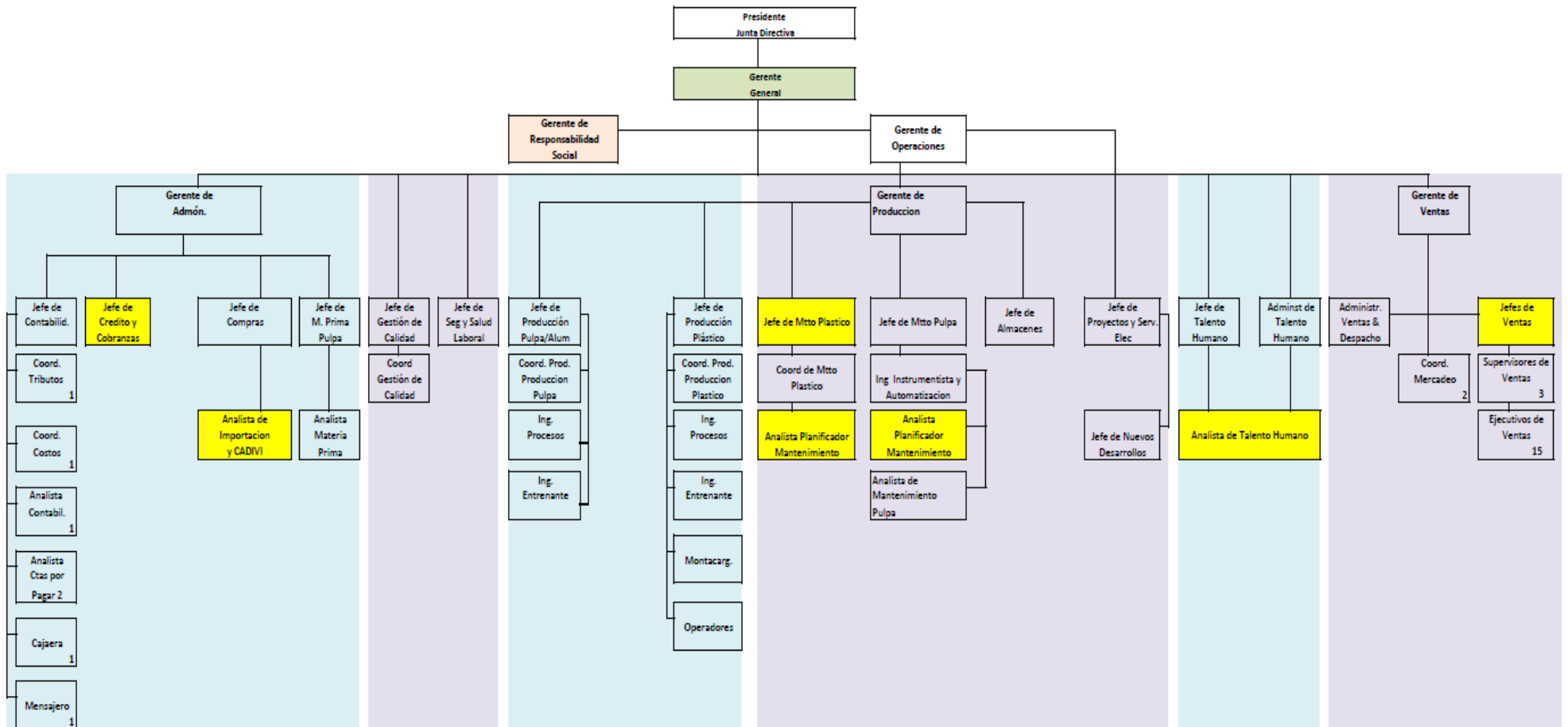


Figura 4. Organigrama General de la empresa MOLANCA, C.A.  
Fuente. Departamento de RRHH (2018)

La estructura organizacional de Moldeados Andinos C.A, está conformada fundamentalmente por dos niveles: el nivel corporativo y el nivel funcional.

**Nivel corporativo:** Es el que ejecuta la máxima dirección y administración de la compañía, el cual está constituido por:

**La Presidencia:** Es el nivel ejecutivo más alto, una forma corporativa y centralizada de pensar y actuar, para aprovechar al máximo la capacidad disponible y permitir la flexibilidad, agilidad, respaldo y continuidad operativa requeridas por las responsabilidades y tareas corporativas del que la integran, el presidente, las cuales son variadas, complejas y exigentes.

**La Junta Directiva:** Es el órgano ejecutivo que posee las más amplias atribuciones de planificar, dirigir, organizar y el control de las actividades, dentro de las normas establecidas y las disposiciones legales y estatutarias.

**La Gerencia General:** Es la responsable de que las demás gerencias operen eficientemente y de que los resultados estén acorde con las políticas, metas y objetivos trazados por la empresa, entre las gerencias que componen la gerencia general se tienen:

**La Gerencia de Administración:** Encargada de todo lo referente al área administrativa, la cual comprende: el Departamento de Contabilidad, en el cual se encuentran las áreas de Cuentas por Pagar, Cuentas por Cobrar y Computación; el Departamento de Contabilidad de Costos, en el cual se encuentra las áreas de Materiales - Mano de Obra y de Gastos Departamentales; el Departamento de Compras y Almacenes, comprendido por las áreas de Compras, Materia Prima,

**Suministro de Repuestos y Producto Terminado:** El Departamento de Servicios Administrativo, en el que se incluyen las áreas de Facturación, Despacho, Seguridad Industrial y Servicios Generales.

**La Gerencia de Producción:** Es la responsable de velar todo lo referente al proceso de producción. Esta comprende los distintos Departamentos de la División Pulpa, División Aluminio y la División Plástico; en el cual están las diversas áreas:

**Línea de Producción:** En el que se encuentra el supervisor de producción, el operario, apiladores y preparadores; Departamento de Planificación, el cual programa la producción, control de inventario y la eficiencia; el Departamento de relaciones Industriales, representada por el área de Reclutamiento y selección, Adiestramiento y Planes sociales; por último el Departamento de Mantenimiento, conformada por las áreas de Mantenimiento Mecánico, Mantenimiento Eléctrico y Proyectos-Proceso.

**Nivel funcional:** Es el encargado de desarrollar las operaciones y los planes estratégicos para el logro de los objetivos de la empresa. Dicho nivel se encuentra dividido en Funciones de Operaciones, encargadas de desarrollar las actividades básicas de la empresa y las Funciones de Apoyo, tienen como finalidad brindar los servicios y asesorías fundamentales para el desarrollo de los objetivos de la compañía.

## **1.6. Misión**

“Somos una organización comprometida a explorar, anticipar y satisfacer las necesidades de empaque de los mercados nacionales e internacionales, que ofrece una extensa variedad de productos de alta calidad a precios competitivos. Nos apoyamos en plantas ubicadas estratégicamente en varios países, que operan en forma integrada y que utilizan la mejor tecnología disponible no contaminante y el más calificado recurso humano; logramos así superar las expectativas de nuestros clientes, trabajadores y accionistas”.

## **1.7. Visión**

“La Corporación a la cual aspiramos es una Organización financieramente sólida e innovadora, reconocida nacional e internacionalmente por su capacidad para satisfacer necesidades de empaque con diversas soluciones de alta calidad a precios

competitivos. Queremos que nuestra empresa sea un modelo de gestión gerencial, con personal altamente calificado y motivado, con tecnología de punta, caracterizada por un crecimiento planificado, moderado y sostenido, y preocupada por la conservación del ambiente y la calidad de vida de la sociedad”.

### **1.8. Política de la Calidad**

La Directiva de Moldeados Andinos, C.A. expresa su Política de la Calidad a través de su misión; dicha política está definida en:

“Somos una organización comprometida a explorar, anticipar y satisfacer mediante la mejora continua, las necesidades de empaques de los mercados nacionales e internacionales, que ofrece una extensa variedad de productos de alta calidad a precios competitivos.”

Para cumplir con esta política, se han definido los siguientes lineamientos como parte de la dirección estratégica:

- Definir Calidad como cumplir o sobrepasar los requisitos aplicables de todos nuestros clientes incluyendo (Accionistas, Colaboradores y la comunidad).
- Mantener un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la prevención.
- Adoptar estándares de realización basados en la excelencia operacional.
- Mejorar continuamente la eficacia y eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Garantizar y promover la motivación y satisfacción de los colaboradores, generando un ambiente de trabajo que cumpla y supere sus expectativas.

Estos lineamientos están respaldados en los objetivos de la Calidad de Moldeados Andinos C.A. La organización se asegura que esta política se difunda, conocida, entendida y aplicada permanentemente en todos los niveles de la organización y partes interesada pertinentemente.

### **1.9. Representante de la Dirección**

La dirección adoptara las medidas que faciliten en todo momento la aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad, y delegara en el Gerente de Producción, quien con independencia de otras atribuciones, tendrá la función, responsabilidad y autoridad en la organización para:

- Asegurar que los requisitos y procesos del sistema de Gestión de la Calidad (SGC) se establezcan, implementen y mantengan.
- Informar a la dirección sobre el desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad y sobre cualquier necesidad de mejora.
- Asegurar que se promueva la toma de conciencia acerca de los requerimientos del cliente en los distintos niveles de la organización.

### **1.10. Compromiso de la Dirección**

Molanca C.A. mantiene un compromiso constante y renovado con su Política de la Calidad, con la satisfacción de sus clientes y con la calidad de sus procesos.

La dirección se esfuerza por mantener un liderazgo activo para la mejora continua y alienta a todo el personal a detectar y sugerir posibilidades de mejora.

Para alcanzar esto, la dirección se compromete a:

- Garantizar el desarrollo, implementación y revisión periódica del Sistema de Gestión de la Calidad, orientado a satisfacer los requerimientos de nuestros clientes, así como las exigencias legales y reglamentarias.
- Garantizar la asignación oportuna de los recursos para el mejoramiento continuo.
- Realizar revisiones frecuentes por la dirección a fin de mantener un Sistema de Gestión de la Calidad eficaz y eficiente para lograr el cumplimiento de las metas organizacionales.

### 1.11. Objetivos de la Calidad

Los Objetivos de la Calidad de Moldeados Andinos, C.A. se establecen como guía para cumplir los lineamientos definidos en la Política de Calidad. Los Objetivos de la Calidad son los siguientes:

- Aumentar la satisfacción de los clientes de acuerdo a sus necesidades y expectativas.
- Mantener y mejorar continuamente la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO 9001 Vigente.
- Lograr la eficiencia y eficacia de los procesos productivos.
- Capacitar al personal en función de las necesidades detectadas en la matriz de competencia y toma de conciencia a todos los niveles de trabajo que afecten el desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Mantener una posición de liderazgo en el mercado nacional en las divisiones de Pulpa y Plástico, y mantener la estrategia competitiva y comercial en la división de Aluminio.

Estos objetivos están basados en la “Política de la Calidad”, se despliegan a través de los planes de Comunicación en todas las divisiones de la empresa. Las metas de cada unidad son medibles a través de indicadores y están contemplados en la “Planificación para lograr los objetivos de la calidad de la organización”

### 1.12. Valores de Molanca

- **Integridad:** “Hacemos siempre lo correcto y nos comunicamos con respeto y franqueza.”
- **Liderazgo:** “Inspiramos y facultamos a nuestra gente para alcanzar grandes metas.”
- **Iniciativa:** “Impulsamos nuestras ideas y proyectos con creatividad e ingenio para promover el crecimiento de la empresa.”

- **Cooperación:** “Trabajamos en equipo con un alto sentido de compromiso personal con el éxito de nuestra empresa.”
- **Superación:** “Sustentamos nuestro éxito en la promoción del conocimiento y el bienestar integral de nuestra gente.”
- **Conservación:** “Estamos comprometidos con la defensa del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida en el planeta.”
- **Mejoramiento Continuo:** “Concebimos el trabajo como la oportunidad de mejorar constantemente nuestros procesos, productos y servicios”

### 1.13. Descripción del Área de Pasantías

#### **Nombre del departamento**

#### **Producción Plástico.**

El Departamento de Producción de la División Plástico de la empresa Moldeados Andinos C.A., está encargado de velar por la manufactura de los procesos y productos que allí se elaboran para la satisfacción de sus clientes internos y externos, garantizando el desarrollo, implementación y revisión periódica del sistema basado en el Manual de la Calidad, .actualmente el Departamento de Producción de la división de Plástico se encuentra conformado por el Jefe de Producción de la Planta, Coordinador de Producción y dos Ingenieros de Procesos.

El ingeniero de proceso tiene como propósito general analizar, supervisar y fomentar el desarrollo de los procesos de la empresa y que estos se efectúen bajo los parámetros establecidos por los mismos, además de la producción de los productos semi-elaborados y terminados cumpliendo con las exigencias del aseguramiento de la Calidad con el firme propósito de estandarizar los procesos para que sean orientados a la obtención de los niveles máximos de satisfacción de los clientes internos y externos, además de la estandarización de los procesos de producción, bajo las normas de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la prevención, asegurando la calidad de las materias primas, procesos y los productos, así como

también velar por el buen funcionamiento de todos los programas de mejoras implementados y la certificación y mantenimiento del Sistema ISO 9001:2015.

Los ingenieros de procesos desarrollan actividades en el área de extrusión donde se manufacturan láminas de Poliestireno expandido en diversos grupos de bobinas, esta actividad se realiza mediante el procedimiento de arranque y puesta a punto de producción de láminas del área de extrusión, para luego verificar que el peso y el espesor de las mismas se encuentren dentro de las de especificaciones establecidas, además de inspeccionar que la apariencia física de las bobinas este en óptimas condiciones.

Este proceso en general amerita trabajos adicionales basados en estadísticas de procesos estudios de capacidades, recurrencia de fallas, mantenimiento preventivo, correctivo y la mejora continua de los procesos.

A si mismo también el ingeniero de procesos desarrolla actividades en el área de termoformado, mediante los procedimientos de arranque, parada y puesta a punto de las maquinas termoformadoras, donde este depende esencialmente de las bobinas que son manufacturadas en el área de extrusión, para luego verificar las condiciones de formado, corte y embalado de los productos terminados cumpliendo los estándares del aseguramiento de la calidad.

La misión fundamental del ingeniero de procesos es diseñar, poner en marcha y ejecutar todo lo necesario para obtener la óptima explotación de los sistemas o procesos a instalados en el departamentos de producción de las empresas, cuando el departamento de producción necesita modificar o implantar un nuevo sistema o proceso lo solicita a los ingenieros de procesos para que lo desarrolle.

#### **1.14. Organización del Departamento de Producción División Plástico**

Los Ingenieros de Procesos forman parte de la Gerencia de Producción, la cual como departamento presenta una estructura organizativa de cuatro niveles dentro de la empresa Moldeados Andinos.

La cual se representa en la siguiente figura:

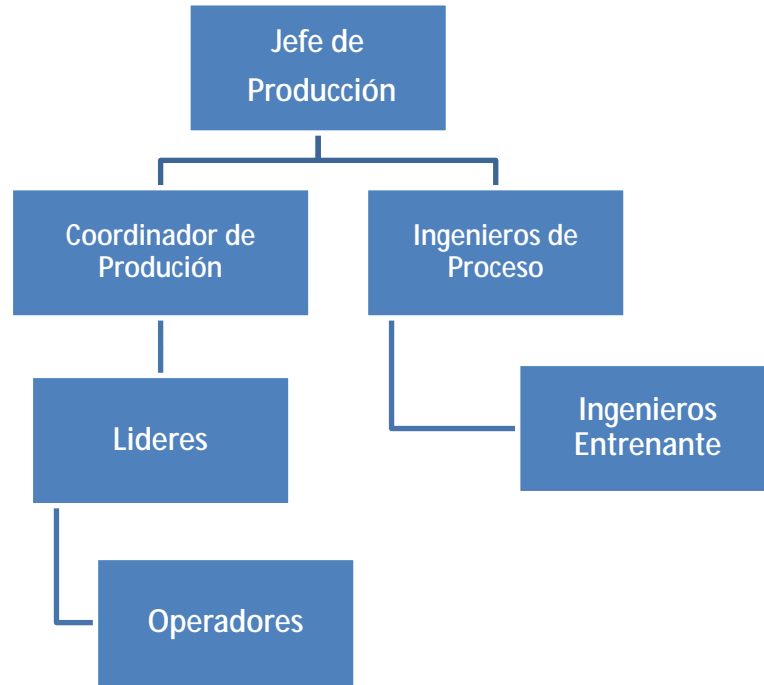


Figura 5. Organigrama del Departamento de Producción de la Planta de Plástico.  
Fuente: Departamento de RRHH (2.018)

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

La empresa Moldeados Andinos C.A., está dedicada a la producción de envases moldeados de pulpa de papel para alimentos y productos industriales, envases plásticos y de aluminio, por lo que se encuentra dividida en tres plantas: aluminio, pulpa y plástico, dicha empresa se ubica en la Av. Domingo Olavarría de la ciudad de Valencia Edo. Carabobo.

En la planta de plástico se elaboran envases de poliestireno expandido (PS). El proceso de producción comienza en el área de extrusión, donde se fabrican las bobinas que sirven de materia prima para la fabricación de los diferentes productos. Dichas bobinas se producen utilizando como insumos, poliestireno cristal, agente nucleante, poliestireno recuperado, pigmento (opcional) y gas de expansión (butano). Estos materiales son colocados en las diferentes tolvas de alimentación que a su vez son dosificados hacia el extrusor.

En el extrusor se ajustan las condiciones de operación y por efectos de presión, temperatura, fricción y fuerzas mecánicas, son extruidos dentro del barril del equipo para formar una lámina expandida. Al salir la lámina por el cabezal del extrusor es pasada sobre un tambor de enfriamiento llamado torpedo que permite obtener el ancho y especificaciones deseadas, de allí se procede a enrollarlas en rodillos embobinadores, para luego ser clasificadas en grupos. Finalmente, las bobinas formadas se transportan a la sala de maduración en la cual son almacenadas por un periodo mínimo de 48 horas, con el objeto de disipar y extraer el excedente de butano presente.

Ya cumplido el periodo de maduración, las bobinas son llevadas al área de termoformado, donde son colocadas en la estación de devanado, la cual se encarga de desenrollarla, para pasarla por un horno y ablanda la lámina, seguidamente es pasada a la siguiente estación llamada Moldeo, que es donde se le da la forma al producto entre dos plataformas mediante la acción fuerzas mecánicas y neumáticas. Al salir la lámina formada, pasa a la siguiente estación, que es la de troquelado, donde la lámina formada ingresa por unas guías que la orientan hasta los troqueles que realizan el corte del producto para su posterior apilamiento y empaque en bolsas o cajas por parte de los operadores. Finalmente el producto empacado es colocado en paletas y transportado a los almacenes del departamento de despacho para ser entregados a los clientes o distribuidores.

La empresa posee un portafolio de productos muy diverso en la línea de termoformado con un total de 39 productos, y sólo cuenta con 4 máquinas termoformadoras para cubrir la demanda del mercado, lo que conlleva a realizar el procedimiento de cambios de moldes de productos con mucha más frecuencia. Las termoformadoras de las que dispone la empresa son de la marca Irwin modelos 28NT y 50NT, respectivamente, siendo el numero un indicativo de sus dimensiones en pulgadas. Adicional a la variedad de productos a fabricar, la compañía tiene como premisa producir solo el requerimiento de los clientes y no manejar inventario de productos terminados en los almacenes de planta, debido principalmente a la poca materia prima que se dispone la cual se utiliza netamente para la realización de los productos solicitados bajo pedido.

De acuerdo con la información suministrada por el departamento de producción en la tabla 1, el tiempo empleado para los cambios de moldes de los diferentes productos en las maquinas Irwin durante el periodo enero–diciembre del año 2.017 fue 264.8 horas, con un total de 64 cambios donde el promedio de cada cambio fue de 4.14 horas.

Tabla 1. Tiempo de Cambio de Molde y Troquel por mes en el 2.017

### Tiempo de Cambio de Molde y Troquel por mes en el año 2.017

MES	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	
<b>COMPLETO</b>	6	4	6	5	3	4	
<b>SEMI COMPLETO</b>	0	0	2	0	0	1	
<b>TOTAL HRA.</b>	25,4	16,48	22,08	21,6	12,45	15,48	
<b>PROM.CAMBIO</b>	4,23	4,12	3,68	4,32	4,15	3,87	
MES	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	TOTAL
<b>COMPLETO</b>	7	5	7	6	5	6	<b>64</b>
<b>SEMI COMPLETO</b>	1	0	0	0	1	0	<b>5</b>
<b>TOTAL HRA.</b>	27,72	21,5	28,28	26,82	21,65	25,32	<b>264,78</b>
<b>PROM.CAMBIO</b>	3,96	4,30	4,04	4,47	4,33	4,22	<b>4,14</b>

Fuente: Departamento de Producción Plástico (2.018)

El tiempo empleado para realizar un cambio de producto se traduce como tiempo perdido y es por ello que el realizar una gran cantidad de cambios en periodos muy cortos genera una limitante a la hora de realizar y cumplir con el programa de producción, lo que implica que mensualmente se dejan de atender pedidos de cliente.

Por todo esto surge la necesidad de implementar un plan de mejora que impacte directamente sobre la reducción en el tiempo de cambios de productos, aumentando así la productividad de la compañía en referencia a los productos terminados de Poliestireno expandido provenientes del área de termoformado.

## 2.2. Formulación del Problema

¿Cómo reducir el tiempo de cambio de moldes en la maquina Termoformadora Irwin de la empresa Moldeados Andinos C.A.?

## 2.3. Objetivo de la Investigación

### 2.3.1 Objetivo General

Proponer un plan de mejoras en las máquinas Irwin del área de termoformado de la empresa Moldeados Andinos C.A. para la reducción de los tiempos en las operaciones de cambio de moldes.

### **2.3.2 Objetivo Específicos**

- Diagnosticar el estado actual de las operaciones de preparación y montaje de moldes en la maquina Irwin del área de termoformado de la empresa Molanca, mediante aplicación de observación directa, entrevista informal al personal y revisión documental.
- Identificar las operaciones clave dentro del proceso de cambio de moldes actual en la máquina Irwin de la empresa Molanca, mediante aplicación de técnicas de análisis propias de la ingeniería industrial.
- Diseñar acciones de mejora fundamentadas en Lean Manufacturing que conduzca a la reducción de tiempo de las operaciones de cambio de moldes para la máquina Irwin.
- Evaluar económicamente la propuesta mediante un análisis de costo – beneficio.

### **2.4. Justificación de la Investigación**

En la empresa Moldeados Andinos C.A. actualmente se realizan gran cantidad de cambios de productos lo que genera tiempos de paradas de máquinas, y a su vez trae como consecuencia retrasos en la entrega de los pedidos y disminución de la producción. Dado que la estrategia adoptada por la empresa es aumentar la productividad y no dejar de atender a sus clientes, se hace necesario proponer un plan de mejoras con el fin de disminuir los tiempos de cambios de moldes, así mismo la presente investigación permite al autor ampliar y aplicar los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria, adquiriendo además una gran experiencia en el ámbito laboral industrial.

### **2.5. Alcance y Delimitación del Problema**

#### **2.5.1 Alcance**

Con el desarrollo de esta investigación se buscará aumentar la producción en las máquinas Irwin al disminuir los tiempos de cambios de moldes, se hará un

diagnóstico de la situación actual de las operaciones de preparación y montaje de moldes del área de termoformado para reconocer en detalle las operaciones claves y proponer un plan de mejora que permita agilizar el proceso. A largo plazo se espera disminuir los tiempos de parada de máquina y generar más productividad.

### **2.5.2 Limitaciones**

Una de las principales limitaciones en la realización de este estudio es el tiempo, ya que solo se cuenta con 12 semanas para la investigación, además de la información confidencial de la empresa, a la cual no se tiene acceso y por último el estudio se realizara con los materiales y equipos disponibles en la organización.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes de la Investigación**

“Los antecedentes reflejan los avances y el Estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones.” Según Fideas Arias (2.004).

Miguel Hernán Escobar Sevilla, (2.013), en su trabajo de grado titulado **“Implementación de un sistema de grúa para la optimización de los tiempos improductivos en los cambios de molde en la empresa Plásticos Industriales C.A.”**, para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de Los Andes cuyo principal objetivo fue “Evaluar y mejorar la productividad de la División Inyección-Soplado mediano consumo para implementar un sistema de SMED, aplicado a los cambios de molde”. Se tuvo como conclusión, los tiempos improductivos en la sección han sido por la falta de innovación de equipos, herramientas y procedimientos.

Seguidamente el trabajos de grado de Cuartas Mazuera Henry Steven (2.014) sobre **“La estandarización de los procesos de producción en la empresa Construcciones Cuartas”**, para optar por el título de Ingeniero Industrial Universidad Autónoma de Occidente en Santiago de Cali, Colombia donde su objetivo general es “Normalizar y estandarizar los procesos productivos de la empresa CONSTRUCCIONES CUARTAS, reduciendo el tiempo productivo, desperdicio de materiales y mejorando el diseño de planta para incrementar la eficiencia en la producción.” realizo estudios de tiempo, que fueron vitales para determinar el tiempo de trabajo, y las secuencias dentro de una operación, siendo significativos para lograr la estandarización y aumentar la productividad.

A partir de lo anterior se diseñaron metodologías para que los operarios manejen fácilmente las operaciones, los recursos y herramientas necesarias en el proceso de producción

Por otro lado el trabajo de grado elaborado por Paulo Cesar Sierra Libreros y Jose David Sierra Libreros (2.015) sobre **“La implementación de un programa de mantenimiento en la empresa Grúas de Occidente LTDA”**, el cual se ha desarrollado bajo un sistema de mantenimiento productivo total (T.P.M.) a partir de cuatro pilares claves: mejoramiento continuo, mantenimiento autónomo, mantenimiento progresivo, planificado y formación, todo esto con el fin de disminuir averías por falta de personal capacitado, mejorar tiempos de respuesta y detectar fallas oportunas en los equipos.

Este proyecto fue beneficioso para disminuir los tiempos muertos en el proceso de alistamiento y detección y tratamiento de defectos en el proceso productivo.

Diego Manuel Huebla, Carlos Reinaldo Mejía Pérez, (2.015), en su trabajo de grado titulado **“Aplicación del sistema smed (sistema rápido y reducción de los tiempos de preparación en troqueles y matrices) en la empresa AUPLATEC”**, para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad del Azuay, Cuenca Ecuador, cuyo objetivo fue “aplicar el sistema “Single Minute Exchange of Die” SMED o cambio rápido y reducción de los tiempos de preparación de matrices en la empresa “AUPLATEC”. Se tuvo como conclusión la aplicación de análisis SMED el cual se emplea desde la grabación del proceso productivo hasta el análisis de los procesos en los cuales se deben de implementar alguna mejora para que se realicen de una manera más eficiente el cambio de molde.

Morales y Melian (2.015), En su Trabajo Especial de Grado **“Propuesta de un Plan de Minimización de Desperdicio y de Mejora Continua para Línea de Extrusión, de la Empresa Moldeados Andinos C.A”**. Presentado en el Instituto Universitario de Tecnología de Valencia Área de Postgrado, para optar al Título de

Especialista en gerencia en Sistema de la Calidad. Los autores concluyen que, uno de los mayores problemas que inciden en la presencia de los defectos en los productos es la falta de metodología y de conocimiento para realizar el trabajo además de unas condiciones extremas del área que influyen en el rendimiento de los trabajadores.

Por tal motivo surgió la necesidad de elaborar un plan de entrenamiento a fin de suministrarle la información eficaz y necesaria para realizar un mejor trabajo. Como metodología aplicaron una serie de entrevistas de las cuales se coincidió con la necesidad de implementar una estrategia de mejoramiento continuo, enfocado hacia el desarrollo de un entrenamiento de los trabajadores, capacitándolos para analizar la causas, facilitando la toma de decisiones oportunas que permiten elevar los niveles de productividad, minimizando los desperdicio y los costos productivos.

De este trabajo se realizó la revisión de los resultados y conclusiones para identificar los elementos más importantes que influyeron en su estudio, obteniendo información de las principales debilidades de los mecánicos que realizan los cambios de moldes en cuanto a la metodología realizada en la operación de los equipos.

Rodrigo Alberto Castillo Morán, 2.016, en su trabajo de grado titulado **“Reducción de los tiempos de cambio de molde en la línea de inyección de preformas de la compañía Plástico Team S.A.S.”**, presentado para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de San Buenaventura, en Santiago de Cali, Colombia, cuyo objetivo general fue: “Reducir en un 20 % el tiempo de cambio de moldes para incrementar el volumen de producción de la línea de preformas en la empresa PlásticosTeam S.A.S”.

El tipo de investigación fue un proyecto factible, cuyas técnicas de recolección de datos fueron tormenta de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y la observación directa además de técnicas de mejoramiento continuo y estudio entre tiempo. En este trabajo de investigación el autor concluyo que a través del diagnóstico visual se logró detectar la problemática presente en la línea de

producción, las cuales a través de la utilización de herramientas de ingeniería industrial nombradas anteriormente se analizaron e identificaron las causas que origina la disminución de la productividad en la línea.

El aporte de esta investigación permitió conocer que la metodología DMAIC permite identificar condiciones subnormales de los procesos y con cada uno de los pasos, descubrir las mejores técnicas de implementación para encontrar las soluciones que permitan obtener los resultados deseados.

Los proyectos de grados mencionados anteriormente, tienen como objetivo aumentar la productividad de los procesos a través de diferentes técnicas de ingeniería, por lo que fueron útiles para el desarrollo de este proyecto y cumplimiento de los objetivos propuestos del mismo.

### **3.2. Bases Teóricas**

#### **Termoformado**

Es un proceso que consiste en dar forma a una lámina plana de un material termoplástico sobre una matriz (Moldes), aplicando calor y presión para darle la forma deseada. El material debe tener un alargamiento grande y uniforme para que se pueda estirar según la forma del molde, de lo contrario fallará. (Martínez Chile, 2014)

El proceso de termoformado consta de dos etapas fundamentales: el calentamiento y el formado.

**Calentamiento:** por lo general se lo realiza con radiadores eléctricos en una o ambas caras del plástico. La duración debe ser suficiente para que el plástico alcance su elasticidad; esto depende del tipo de material, espesor y del color.

**Formado:** consiste en dar la forma del molde a la lámina de plástico; existen tres categorías básicas: termoformado por presión o soplado, termoformado por vacío y termoformado mecánico.

Las maquinas en estudio funcionan bajo el método de formado mecánico el cual utiliza dos moldes (positivo y negativo) que se aplican contra la lámina caliente, forzándola a asumir la forma.

Se calienta la lámina hasta llegar a su temperatura de termoformado sobre el molde negativo y se cierra con el molde positivo para conformar el plástico caliente.

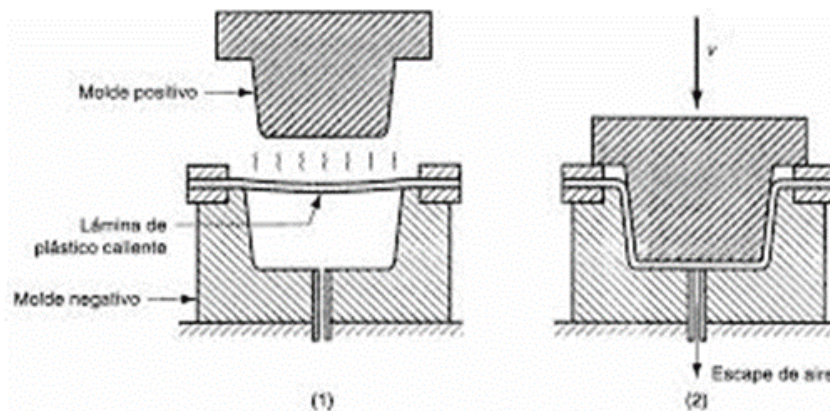


Figura 6. Termoformado Mecánico  
Fuente: (Martínez Chile, 2014).

### **Termoformadoras Irwin**

Según el manual del fabricante de las máquinas termoformadoras las misma consta de dos estaciones: (Irwin , Research & Development, 1998)

#### **Estación de Formado**

Es la parte que se encarga de formar el producto y está compuesta por las siguientes secciones:

##### **Devanador**

Sección de la máquina compuesta por un motor y una caja reductora que tiene como función desenrollar las bobinas de láminas espumada ante de entrar al alimentador.



Figura 7. Devanador o Desbobinador  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

### **Alimentador (Cadena de Transporte)**

Sección de la maquina compuesta por un servo motor la cual se encarga de guiar la lámina espumada a través del horno y la estación de moldeo de forma continua y a una velocidad determinada.



Figura 8. Alimentador (Cadena de Transporte)  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

## Zona de Calentamiento

La zona de calentamiento de la máquina Irwin está constituida por un horno superior y un horno inferior, compuesto por 46 resistencias tubulares por horno que a su vez está dividido en cinco (5) zonas de control.



Figura 9.Zona de Calentamiento  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

## Etapa de Moldeo

Compuesta por dos plataformas una superior y una inferior sobre la cual se colocan los moldes de los diferentes productos a fabricar, las mismas son movidas a través de un motor y una caja reductora que de forma sincronizada con la cadena de transporte. Es aquí donde se realizan los cambios de moldes.

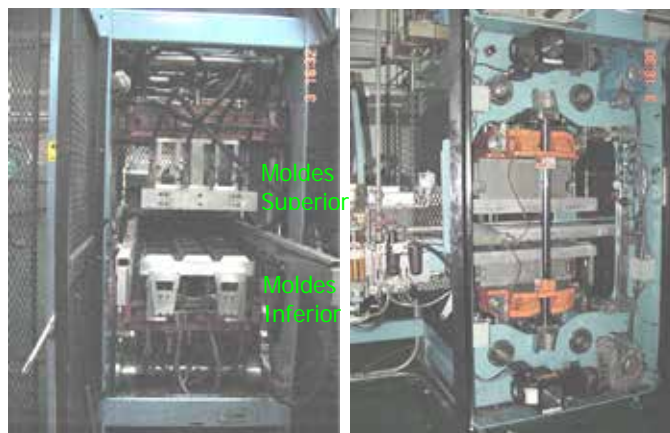


Figura 10.Sección de Moldeo  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

### **Estación de Troquelado (Trim Press)**

Esta parte de la máquina que se encarga de cortar el producto formado para luego ser colocado en embolsados, está dividida en 3 secciones llamadas:



Figura 11.Estación de Troquelado  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

### **Servo Canopy**

Es la sección de la máquina que sirve de conexión entre la estación de formado y la estación de troquelado, de manera de alimentar proporcionalmente la lámina al servo Pick.



Figura 12.Sección del Canopy  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

### **Servo Pick**

Es la sección de la máquina que se encarga llevar y de posicionar la lámina en el troquel de corte de forma sincronizada de manera que el corte del troquel sea uniforme.



Figura 13. Sección del Servo Pick  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

### **Etapa de Troquel**

Es la sección encargada de realizar el corte de la lámina para extraer el producto final, para luego ser embolsado. Esta es la sección dónde se realiza el cambio de troquel.

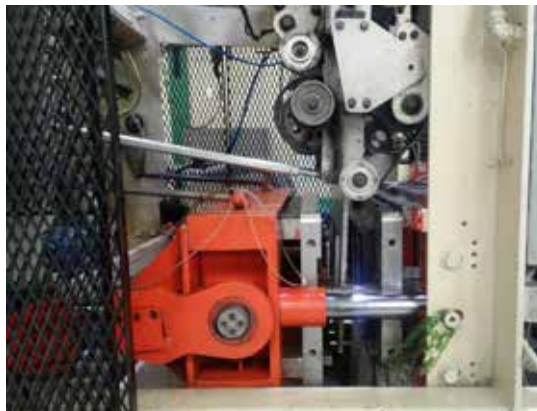


Figura 14. Sección del Troquel  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

## Conjunto de Moldes

Para el estudio se definió moldes como el conjunto de herramental que permite formar y cortar la lámina de espumado y obtener un producto terminado. En los actuales momentos la empresa MOLANCA cuenta con el siguiente inventario: (Ver tabla 2)

Tabla 2. Inventario de Molde

### Inventario de Molde

ITEM	MOLDE	ITEM	MOLDE
1	Bandeja A llana (Ancho 28)	21	Plato Laminado 9" Liso (Ancho 28)
2	Bandeja A profunda (Ancho 28)	22	Plato Laminado 9" Con Divisiones (Ancho 28)
3	Bandeja A llana (Ancho 52)	23	Luncharo I Sin Division (Ancho 28)
4	Bandeja A profunda (Ancho 52)	24	Luncharo I Sin Division (Ancho 52)
5	Bandeja B llana (Ancho 28)	25	Luncharo II Con Division (Ancho 28)
6	Bandeja B profunda (Ancho 28)	26	Luncharo II Con Division (Ancho 52)
7	Bandeja B llana (Ancho 52)	27	Luncharo III Sin Division (Ancho 28)
8	Bandeja B profunda (Ancho 52)	28	Luncharo IV Sin Division (Ancho 28)
9	Bandeja C (Ancho 28)	29	Luncharo V Con Division (Ancho 28)
10	Bandeja D (Ancho 28)	30	Envase China I (Ancho 28)
11	Bandeja G profunda (Ancho 28)	31	Envase China II (Ancho 28)
12	Bandeja G Profunda (Ancho 52)	32	Envase China III (Ancho 28)
13	Bandeja GP (Ancho 28)	33	Envase China IV (Ancho 28)
14	Bandeja G llana (Ancho 28)	34	Envase ZIII (Ancho 28)
15	Bandeja H (Ancho 28)	35	Envase Hamburguesa (Ancho 28)
16	Bandeja H2P Profunda (Ancho 28)	36	Envase Perro calientes (Ancho 28)
17	Plato Picnic (Ancho 28)	37	Envase Contenedor Redondo CR (Ancho 52)
18	Plato Eliptico (Ancho 28)	38	Tapa Contenedor Redondo CR (Ancho 52)
19	Plato Laminado 6" (Ancho 28)	39	Tapa 990
20	Plato Laminado 8" (Ancho 28)		

Fuente: Departamento de Producción Plástico (2.018)

Un molde de formado está compuesto por las siguientes partes:

Sistema de sujeción de lámina o Piastra, conectores de enfriamiento, guías y tornillos de sujeción

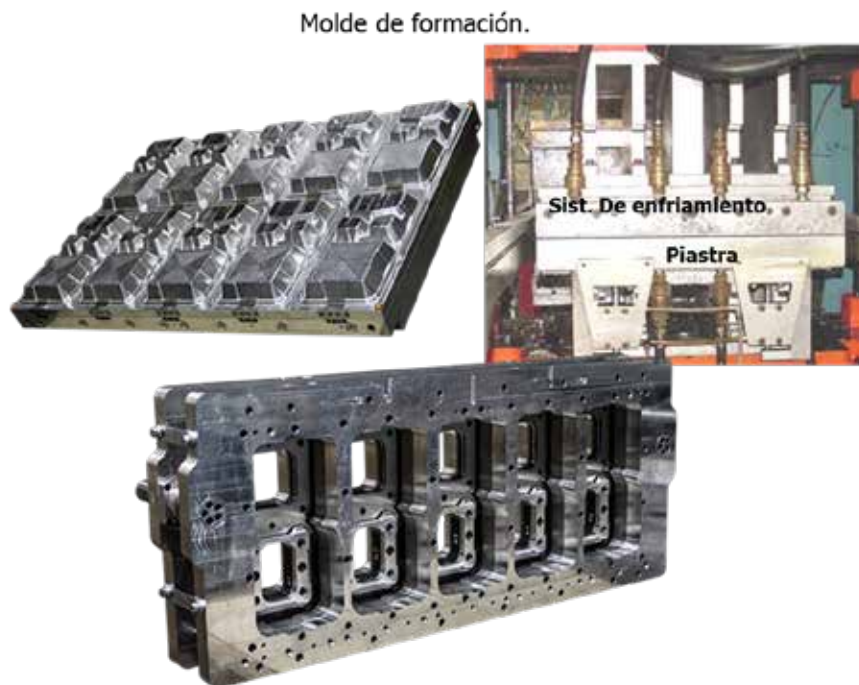


Figura 15. Conjunto de Molde y Troquel  
Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

### **Cambio de moldes**

Para efecto de este estudio se define como cambio de moldes el proceso en la cual son cambiados un molde y un troquel instalado en la máquina irwin para producir un producto diferente. Dependiendo del producto, la empresa ha establecido dos tipos de cambio de moldes clasificados en Completo y Semicompleto que a su vez presentan diferentes tipos de actividades que se describen a continuación:

#### **Cambio de Moldes Completo**

En este cambio de Molde se realizan las siguientes actividades

1. Cambio de Molde de la estación de formado.
2. Ajuste del Ancho del alimentador o Cadena (De ser Necesario)
3. Ajuste del ancho del sistema Canopy y Servopick (De ser Necesario)
4. Cambio de Troquel en la estación de Troquelado.
5. Ajustes de guías en el Servo Pick.

**1. Cambio de la estación de formado.**

- Retirar las mangueras del sistema de enfriamiento del molde superior e inferior
- Desmontar las piastras (delanteras y traseras)
- Colocan las bridas de sujeción del molde de formación.
- Retirar los tornillos de sujeción del molde inferior y superior desmontan
- Extraer el molde de la plataforma de moldeado con la ayuda del carro porta molde
- Colocar el nuevo molde y se le coloca los tornillos de sujeción
- Ajustar el nuevo molde.

**2. Ajuste del Ancho del alimentador o Cadena (De ser Necesario)**

- Colocar el nuevo ancho del alimentador y la cadena.

**3. Ajuste del ancho del sistema Canopy y Servopick (De ser Necesario)**

- Colocar el nuevo ancho del Canopy y servo pick

**4. Cambio de Troquel en la estación de Troquelado.**

- Desmontar la plancha pisadora del troquel.
- Colocar los tornillos de las bridas de sujeción del troquel
- Retirar los tornillos de sujeción
- Desmontar el troquel con la ayuda del carro porta troquel
- Colocar el nuevo troquel
- Colocar los tornillos de sujeción del troquel
- Retirar las bridas de sujeción
- Colocar la plancha pisadora del troquel

**5. Ajustes de guías en el Servo Pick.**

- Alinear guías con el troquel de corte
- Realizar ajuste de la guías

## **Cambio de Semicompleto**

En los cambios de moldes semicompleto no se realiza el cambio de troquel en la estación de troquelado.

En ambos caso al finalizar el ajuste del ancho de del alimentador se procede a encender el sistema de calentamiento para terminar de hacer los ajuste finales en la estación de formado y de troquelado.

## **Lean Manufacturing**

En este punto se tratará sobre la metodología del Lean Manufacturing y se enfatiza en la herramienta del SMED, debido a que es una teoría que permitió reducir los tiempos de realización de las operaciones de preparación y montaje de molde. Y por último se explica sobre el estudio de tiempos. (Barcia Villacreses, 2005)

**El Lean Manufacturing** “es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de lo necesario” (Hernández & Vizán 2.013, p. 35). Para ello es necesario utilizar algunas herramientas, como lo son:

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

La metodología Single Minute Exchange of Die o SMED lo creo el Dr. Shingo, además es considerado como uno de los expertos y líderes mundiales de la mejora de procesos en manufactura, en Japón es conocido como el “Dr. Mejora”. Además de crear la metodología SMED también intervino en la prevención de fallas Poka – Yoke y fue uno de las personas que desarrollaron el sistema de producción “JIT”. (Barcia Villacreses, 2005) (Arrieta Posada, 2006)

SMED comienza con una encuesta para mejorar eficiencias en la Planta de Mazda ToyoKogyo en 1.950. En la planta existía un cuello de botella en las prensas de moldura de grandes cuerpos, porque no estaban trabajando en su capacidad.

Por ese problema el Dr. Shingo le da un seguimiento y la solución que brindó dio mayor complejidad al cambio. Por ello decidió aplicar ajustes y se halló la importancia del ajuste interno y externo en las actividades, y así se mejora la eficiencia en un 50%.

En el año 1.969, Toyota Motor Company tenía una prensa de 1.000 toneladas la cual necesitaba de 4 horas para realizar un cambio. Ello originó que se identificaran ajustes internos y externos y que se redujera el tiempo a 90 minutos en 6 meses, fue bueno el avance pero se quería llegar a cambiar en 3 minutos lo cual reajustando nuevamente y mejorando los tiempos notablemente nació la técnica llamada SMED.

El sistema SMED tiene por objetivo reducir tiempos, es un proceso fácil y ayuda con cualquier tipo de trabajo. Para el doctor Shingo las técnicas son:

Aplicada para los Gerentes, los cuales son responsables de su producción y deben identificar que la estrategia apropiada es hacer lo que pueda ser vendido, SMED tiene una respuesta ante fluctuaciones de demanda, y crea las condiciones para reducir los tiempos de entrega.

Tener un sistema de producción ayuda a responder al cambio de mercado sin malgastar, su propósito natural es la reducción de costos. Manufacturar los bienes tan económicos como se pueda y solo manufacturarlos cuando se sabe que se venderán rápidamente. Finalmente es importante adherir que es importante reducir tiempos de ajustes y minimizar los tamaños de los lotes de producción.

Los beneficios de aplicar la metodología SMED se aprecian en minimizar el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo, poder realizar varios cambios de molde y poder hacer varios productos utilizando una misma máquina o línea de producción.

Aplicar el sistema de cambio rápido de molde es útil para las empresas que tienen tamaños de lotes muy variados y que tengan la necesidad de fabricar series cortas.

En la actualidad el mercado varía mucho y la demanda es frecuentemente de productos con modelos diferentes, por momentos se produce un poco de exceso para cubrir productos que salgan mal, generando un nivel de inventarios alto.

La metodología SMED considera una etapa preliminar y 4 etapas las cuales son: (Añaguari Yarasca, 2016)

**Etapa preliminar;** la cual nos indica que se debe de conocer las actividades antes de poder plantear mejoras, el registro de los tiempos del cambio de molde, conocer la media y la variabilidad, saber las causas de la variabilidad junto a las condiciones actuales del cambio de molde, análisis con cronómetro, entrevistas a los operarios y grabar un video, todas las acciones mencionadas ayudan a tener un mayor alcance de la información del proceso que se desea mejorar.

**Etapa 1:** Separar las operaciones internas de las externas, saber cuáles son las actividades que se realizan mientras la máquina se encuentra detenida y las actividades que se realizan mientras que la máquina está en funcionamiento.

El primer caso son las operaciones internas es conocido como preparación interna, son todas las actividades que se realizan cuando la máquina se encuentra apagada.

El segundo caso son las operaciones externas y es conocido como preparación externa, son todas las actividades que se realizan cuando la máquina se encuentra encendida.

**Etapa 2:** Convertir las operaciones internas en externas, este paso es el principal de todo el sistema, se trata de transformar todas las actividades internas en externas.

Lo que se debe de considerar para realizar este pasó satisfactoriamente son: los recursos humano, involucrar en la actividad al personal que cuente con las habilidades y conocimientos para realizar la labor específica, generando programa de capacitación; disponibilidad de talleres; ya que se debe se realizar actividades fuera de la maquina es necesario tener un taller apropiado para poder desempeñar las acciones correspondientes; herramientas, por el hecho de aplicar la metodología SMED se requiere de un mayor número de herramientas disponibles; partes y refacciones, son elementales para realizar tareas de preparación de forma externa, refracciones duplicadas para poder aplicar una reducción de tiempos; costo/beneficio, es la relación de pasar de una tarea interna a una externa relacionándose con el desarrollo de un cambio y el costo; procedimientos documentados, los procedimientos son la forma de trabajar documentada y estandarizada; seguridad, cuando una actividad pasa a ser externa tiene que estar dentro de las normas de seguridad establecidas por la empresa.

**Etapa 3:** Organizar las operaciones externas, Esta fase comprende tener la disponibilidad de todas las herramientas que se utilizaran durante el cambio de molde, (matrices, pernos, accesorios, etc.) deben de estar cerca de la maquina en donde se debe de realizar el cambio, generalmente en esta fase se debe de realizar algún tipo de inversión ya que es necesario tener activos de ayuda como alimentadores, trasportadores, almacenamiento, etc.

**Etapa 4:** Reducir el tiempo de las operaciones internas, las actividades que ayudan a que este paso se cumpla son: operaciones paralelas, la cual busca incrementar las actividades que se puedan realizar de manera paralela, evitando tiempos muertos en las actividades internas.

Se puede agrupar las actividades que una sola persona puede realizar en función al tiempo, seguridad y espacio.

Las operaciones que requieren de más de un operario se pueden reducir mucho el tiempo ya que lo que realiza un solo operario en 10 minutos, no será 5 minutos si es que lo realizan dos operarios, sino podría llegar a realizarse en 3 minutos quizá ya que se minimizan movimientos y tiempos a la vez.

Las fijaciones, colaboran a mantener un objeto fijo sin mucho esfuerzo significa que puede servir de apoyo al operario en algunas actividades y mejorar los tiempos.

Eliminar ajustes, realizar ajustes al proceso o hacer operaciones de prueba generalmente ocupan entre 50% y el 70% de las operaciones internas.

Para poder eliminar lo recomendable es estandarizar el sistema de sujeción de los elementos móviles ya que esto genera pérdida de tiempo si es que son distintas unas de otras, los ajustes son necesarios porque puede no estar bien centrados o las dimensiones varían, etc. para ello se debe de retroceder un paso y mejorar el inicio de la preparación interna.

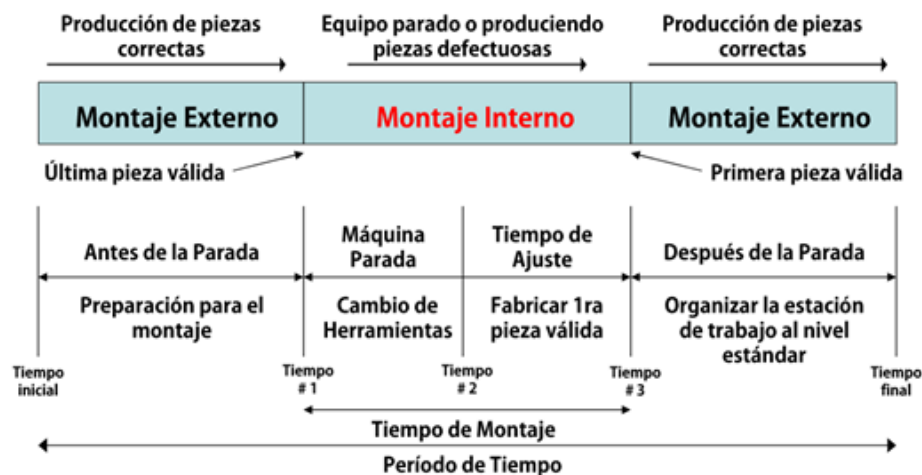


Figura 16. Etapas del SMED  
Fuente: (Añaguari Yarasca , 2016)

### Toma de tiempos

La toma de tiempos se realizó por Perronet en Francia en el siglo XVIII, comenzó en la fabricación de alfileres, pero recién a finales del siglo XIX ayudado con las propuestas de Taylor fue que se difundió y fue conocido esta técnica.

El padre de la administración científica empezó a estudiar los tiempos comenzando la década de los 80's, luego se hizo el concepto de "tarea", se propone que la administración debería de encargarse del planeamiento del trabajo de los empleados y que cada trabajador debe de tener un tiempo estándar de trabajo obtenido por el tiempo de trabajo de un operarios promedio bien calificado. (Rengifo, 2013)

Los objetivos del estudio de tiempos es minimizar el tiempo que se necesita para hacer la actividad, mantener los recursos y reducir costos, Se realiza la sin que se pierda energía y finalmente genera un producto confiable y con alta calidad. El estudio de tiempos requiere que el operario conozca y que domine las actividades en donde se va a realizar la toma de tiempos, el operario debe saber que se realiza una medición de tiempos, el analista tiene que estar capacitado y debe tener las herramientas para que pueda realizar la evaluación, la actitud de la persona que hará el estudio de tiempos tanto como el operador deben estar tranquilos y sobretodo el primero no debe de influir ni presionar sobre el segundo. (Carbonell, 2013)

Existen dos tipos de métodos para que se realice el estudio de tiempos, el continuo y el regreso a cero. Para el primero se deja correr el tiempo mientras dura todo el estudio, esta técnica el cronometro se lee cuando acaba la actividad, en cambio en el método de regreso a cero se lee a la terminación de cada elemento y luego se regresa nuevamente a cero.

### **Estudio de movimientos**

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica frecuentemente por su facilidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas. Objetivos del estudio de movimientos son la eliminación o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes. (Carbonell, 2013)

## **Herramientas de calidad**

**Las 5'S:** según Villaseñor Contreras & Galindo Cota (2.008) “es una metodología que ayuda a tener una mayor eficiencia en los procesos, debido a que los operarios saben dónde están las cosas para poder realizar sus funciones.”

Para Arrieta P. (2006) las 5'S significa cinco palabras japonesas que empiezan en S las cuales son:

**Seiri (Clasificación / Despejar):** separar los artículos necesarios de los innecesarios.

**Seiton (Orden / Organizar):** asignar un lugar para cada objeto.

**Seiso (Limpieza):** dar mantenimiento a los objetos.

**Seiketsu (Normalizar):** sistematizar los procesos y los métodos de trabajo.

**Shitsuke (Disciplinar):** repetir con regularidad las primeras 4'S.

**1S: Seiri (Clasificación / Despejar):** tiene por objetivo separar las cosas que se necesitan de las cosas que no son necesarias, colocando las cosas necesarias en un lugar determinado y adecuado.

Las ventajas son el aumento de espacio, stock y almacenamiento, evitando además la compra de material que no se usara y su deterioro en el tiempo, se incrementa la productividad de las máquinas y las personas, mejora el desgaste físico y mejora la facilidad de operación.

Si se desea comenzar a poner en práctica la 1S hay que realizar las siguientes preguntas: ¿Qué debemos tirar?; ¿Qué debe ser guardado?; ¿Qué puede ser útil para otra persona?; ¿Qué debemos reparar?; ¿Qué debemos vender?, Finalmente otro punto importante es la clasificación de residuos, ya que eliminándolos de nuestra área de trabajo mejorara nuestro desempeño laboral.

### **La 2S: Seiton (Orden / Organizar)**

Es el estudio de la eficacia. Plantea el cuán rápido se puede conseguir lo que se requiere y cuán rápido se devolverá a su nuevo sitio. Cada objeto debe tener su lugar, y así como debe salir de ahí se tiene que reponerlo.

Las ventajas del 2S son: Menor necesidad de control de stock y producción, mejora el transporte interno, minimiza el tiempo de búsqueda, evita comprar material e insumos innecesariamente, aumenta el retorno de capital, aumenta la productividad y provoca menor cansancio físico y mental.

### **La 3S: Seiso (Limpieza)**

Es importante y lo debemos de realizar todos, cada uno debe de limpiar el área en donde trabaja y que este bajo su responsabilidad, todas las partes de la empresa deben estar asignadas, las personas deben de asumir el compromiso de limpiar ya que si no lo hacen nunca se llegara a comprobar los resultados. Si generan algún tipo de suciedad limpiarlo y botarlo si es que es el caso de un desperdicio.

Los beneficios de implementar esta 3S es: un ambiente de trabajo limpio de calidad y seguridad, mejorar la productividad de las personas, máquinas y materiales, evitar pérdidas y daños de materiales, es indispensable para la imagen tanto interna como externa de la empresa.

### **La 4S: Seiketsu (Normalizar)**

La higiene mantiene la limpieza y el orden, la calidad es muy cuidadosa con la apariencia. La seguridad siempre estará presente en un ambiente limpio, la técnica más usada es el proceso de mejora continua.

Por lo general las empresas que implementan la 4S tienen facilidad para la seguridad y el buen desempeño de sus trabajadores, evita los daños a la salud del trabajador y del consumidor, eleva la imagen de la empresa tanto internamente como externamente y sube el nivel de motivación del personal hacia el trabajo.

### **La 5S: Shitsuke (Compromiso y Disciplina)**

La disciplina es la voluntad que tienen los trabajadores para hacer las cosas como deben de hacerse, es el querer hacer un ambiente de trabajo aceptable, el compromiso es también de parte de los trabajadores con respecto a lo que originalmente se planteó, es por el entrenamiento y la formación de los trabajadores y poner en práctica los conceptos de vamos a hacerlo que comienzan a dejar los malos hábitos pasados y poner en práctica buenas enseñanzas como las 5S.

Esta 5S es la técnica con mayor compromiso de mejora continua, la cual todos deben de asumirlo, porque el beneficio será común.

### **Importancia de las 5S dentro del SMED**

Dicha técnica estableciera un escenario favorable para poner en correcto funcionamiento el sistema SMED. El poder encontrar rápidamente las herramientas, el disponer de ambientes de trabajo ordenados con elementos visuales, son formas en que esta estrategia elevara los esquemas de operación en un cambio de formato. (Arrieta Posada, 2006)

### **Efectos del SMED**

- Reducción de los tiempos de cambio.
- Menor nivel de habilidad requerida para las preparaciones.
- Eliminación de los errores posibles en la preparación.
- Simplificación del área de trabajo.
- Incremento de la capacidad de producción.
- Mejora la flexibilidad de fabricación de productos múltiples.
- Producción con inventarios significativamente menores.
- Calidad mejorada con reducción de costos.
- Carga equilibrada en la producción diaria.
- Facilidad para responder a los cambios de demanda.
- Motivación y compromiso de los participantes.

Todo proceso productivo es un sistema formado por personas, equipos y procedimientos de trabajo. El proceso genera una salida (output), que es el producto que se quiere fabricar. La calidad del producto fabricado está determinada por sus características de calidad, es decir, por sus propiedades físicas, químicas, mecánicas, estéticas, durabilidad, funcionamiento, etc. que en conjunto determinan el aspecto y el comportamiento del mismo.

El cliente quedará satisfecho con el producto si esas características se ajustan a lo que esperaba, es decir, a sus expectativas previas. Por lo general, existen algunas características que son críticas para establecer la calidad del producto, normalmente se realizan mediciones de estas características y se obtienen datos numéricos. Si se mide cualquier característica de calidad de un producto, se observará que los valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre las distintas unidades del producto fabricado.

El valor de una característica de calidad es un resultado que depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo. La variabilidad o fluctuación de las mediciones es una consecuencia de la fluctuación de todos los factores y variables que afectan el proceso.

El análisis de los datos medidos permite obtener información sobre la calidad del producto, estudiar y corregir el funcionamiento del proceso y aceptar o rechazar lotes de producto. En todos estos casos es necesario tomar decisiones y estas decisiones dependen del análisis de los datos, algunas de estas técnicas son:

### **Tormenta de Ideas.**

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, debido a que permite la reflexión y el diálogo sobre un problema sobre una base de igualdad. Las sesiones de lluvia de ideas se rigen por los siguientes pasos: (Fernández , 2016)

- Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas, esto permitirá que el resto de la sesión sólo esté enfocada a este punto y no se dé pie a la divagación sobre otros temas.

- Se nombra un moderador de la sesión, quien se encargará de coordinar la participación de los demás.

- Cada participante en la sesión hace una lista por escrito de ideas sobre el tema (una lista de posibles causas si se analiza un problema). La razón de que esta Lista sea por escrito y no de manera oral es que así todos los miembros del grupo participan y se logra concentrar más la atención de todos los participantes en el objetivo. Incluso esta lista puede encargarse de manera previa a la sesión.

- Los participantes se acomodan de preferencia en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez. A medida que se leen las ideas, éstas se presentan visualmente a fin de que todos las vean. El proceso continúa hasta que se hayan leído todas las ideas diferentes de todas las listas. Ninguna idea de considerarse como absurda o imposible, aun cuando se considere que unas sean causas de otras; la crítica y la anticipación de juicios tiende a limitar la creatividad del grupo, que es el objetivo en esta etapa.

En otras palabras, es importante distinguir dos procesos de pensamiento: primero pensar en las posibles causas y después seleccionar la más importante. Hacer ambos procesos al mismo tiempo entorpecerá los dos procesos. Por esto, en esta etapa sólo se permite el diálogo para aclarar una idea que ha señalado un participante. Debe fomentarse la informalidad y la risa instantánea, pero prohibirse la burla.

- Una vez leídos todos los puntos, el moderador le pregunta a cada persona, por turno, si tiene puntos adicionales este proceso continúa hasta que se agoten las ideas. Ahora se tiene una lista básica de ideas sobre él, problema o tema. Si el propósito era generar estas ideas, aquí termina la sesión; pero si se trata de profundizar aún más la búsqueda y encontrar las ideas principales, entonces se deberá hacer un análisis de las mismas.

- Agrupar las causas por su similitud y representarlas en un diagrama de Ishikawa, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama, que se le asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo.

Este proceso de agrupación permitirá clarificar y estratificar las ideas, así como tener una mejor visión de conjunto y generar nuevas opciones.

- Una vez hecho el debate se analiza si se ha omitido alguna idea o causa importante; para ello se pregunta si hay alguna otra causa adicional en cada rama principal, y de ser así se agrega.

- A continuación se inicia una discusión abierta y respetuosa dirigida a centrar la atención en las causas principales. En esta discusión se trata de argumentar a favor de y no de descartar opciones. Las causas que reciban más mención o atención en la discusión se pueden señalar en el diagrama de Ishikawa resaltándolas de alguna manera.

- Elegir las causas o ideas más importantes de entre las que el grupo ha destacado previamente. Para ello se tienen tres opciones: datos, consenso o por votación. Se recomienda esta última cuando no se puede recurrir a datos y en la sesión participan personas de distintos niveles jerárquicos o cuando hay alguien de opiniones dominantes. La votación se puede hacer de manera ponderada para lastres causas que cada participante crea que son las principales, por ejemplo, 5 puntos para la más importante, 3 para la de mediana importancia y 1 para la importante en menor grado. Se suman los votos y se eliminan las ideas que recibieron poca atención; ahora la atención del grupo se centra en las ideas que recibieron más votos. Se hace una nueva discusión sobre éstas y después de ello una nueva votación para así obtener las causas más importantes que el grupo se encargará de atender.

- Si la sesión está encaminada a resolver un problema, se debe buscar que en las futuras reuniones se llegue a las acciones concretas que se deben realizar, para lo cual se puede utilizar nuevamente la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa. Darle énfasis a las acciones para no caer en el error o vicio de muchas reuniones de trabajo de que sólo se debate sobre los problemas, pero no se acuerdan acciones de solución.

### **Técnica de Grupo Nominal.**

Es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas. Esta técnica presenta ciertas ventajas cuando se desea tratar un tema en conjunto y entre las cuales tenemos: (Fernández , 2016)

- Reduce la probabilidad de aparición de conflictos.
- Permite la proliferación de un buen número de ideas.
- Se consideran las posiciones minoritarias. Todos los componentes del grupo participan.
- Se garantiza que el éxito de las ideas no dependa de la brillantez en la exposición de las mismas.

### **Diagrama de Causa-Efecto.**

El Diagrama de causa y Efecto (o Espina de Pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra, construido con la apariencia de una espina de pescado. (Fernández , 2016)

Esta herramienta fue aplicada por primera vez en 1.953, en el Japón, por el profesor de la Universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, es usado para: visualizar en equipo las causas principales y secundarias de un problema. Ampliar la visión de las posibles causas de un problema enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones. Analizar procesos en búsqueda de mejoras, conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones -muchas veces - sencillas y baratas. Educa sobre la comprensión de un problema y sirve de guía objetiva para la discusión y la motiva; muestra el nivel de conocimientos

técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema y ayuda a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.

**El diagrama Causa-Efecto se construye de la siguiente manera:**

- Establezca claramente el problema (efecto) que va a ser analizado y diseñe una flecha horizontal apuntando a la derecha y escriba el problema al interior de un rectángulo localizado en la punta de la flecha.

- Haga una "Lluvia de ideas" para identificar el mayor número posible de causas que pueda estar contribuyendo para generar el problema, preguntando "¿Por qué está sucediendo?".

- Agrupe las causas en categorías. Una forma muy utilizada de agrupamiento es la 5M: máquina, mano de obra, método, medio ambiente y materiales.

- Para comprender mejor el problema, busque las sub-causas o haga otros diagramas de causa y efecto para cada una de las causas encontradas, escriba cada categoría dentro de los rectángulos paralelos a la flecha principal. Los rectángulos quedarán entonces, unidos por líneas inclinadas que convergen hacia la flecha principal. Diagrama Espina de Pescado porque su forma es similar al esqueleto de un pez: está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 5 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

**Diagrama de Flujo de Operaciones.**

Diagrama de Flujo de operaciones es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso, esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos.

Este tipo de diagrama utiliza los símbolos mostrados en la tabla 3. Cuando sea necesario mostrar dos actividades simultáneas las figuras relacionadas deberán superponerse.

## SIMBOLOS DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES

Tabla 3. Símbolos del diagrama de flujo de proceso

Simbolo	Descripcion	Actividades Indicada	Significado
○	Circulo	Operacion	Ejecucion de un Trabajo
□	Cuadrado	Inspeccion	Actividades de Control de calidad
→	Flecha	Transporte	Movimiento de un lugar a otro
▽	Triangulo Invertido	Almacenamiento	Para almacenamiento a largo plazo
D	D Grande	Retardo o Demora	Cuando no se permite el flujo inmediato

Fuente: García W. (2018)

### 3.3. Definición de Términos Básicos

**Cadena:** Es la que transporta la lámina de forma continua y sincronizada dentro del horno.

**Caja Reductora:** Es una caja de engranajes, que está conectado al motor eléctrico y a su vez al eje del tomillo sin fin. La caja de engranajes tiene la función de cambiar las revoluciones del motor eléctrico que normalmente gira más rápido que el tomillo, y esto ocurre por la relación de los engranajes, que multiplica la transmisión de giro del motor en giros más lentos pero con mayor fuerza.

**DMAIC:** Es un acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Es una herramienta de la metodología enfocada en la mejora incremental de procesos existentes.

**Piastra:** parte del molde que se encarga de sujetar la lámina ante de ser moldeada.

**Poliestireno (EPS):** Material plástico que se obtiene por polimerización del estireno, muy utilizada industrialmente para la fabricación de lentes o aislante térmico.

## **CAPITULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico está referido al momento que alude al conjunto de procedimientos lógicos y operacionales implícitos en todo proceso de investigación. En otras palabras, el fin esencial del marco metodológico es el que se sitúa a través de un lenguaje claro y sencillo los métodos e instrumentos que se emplearon así como el tipo y diseño de la investigación. A propósito de estos aspectos, Arias, F. (1.999) menciona que: “la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “como” se realizara el estudio para responder al problema planteado.” (p. 110).

#### **4.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

Este proyecto se correspondió a un diseño de campo, debido a que la recolección de datos fue directamente en la empresa MOLDEADOS ANDINOS C.A., con el propósito de mejorar el proceso de Cambio de moldes en las maquinas Termoformadoras Irwin donde se manufacturan los envases y bandejas de EPS como productos terminados, aplicando técnicas o herramientas de la Lean Manufacturing.

Según Arias, F. (1.999), Expresa que “El diseño de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar alguna variable”. (p. 48).

El tipo de investigación que se utilizo fue descriptivo, de acuerdo con (Ramírez, s.f.) “tiene el propósito de explicar un fenómeno especificando las propiedades importantes del mismo, a partir de mediciones precisas de variables o eventos, sin llegar a definir cómo se relacionan éstos”, este estudio pretende observar y describir el comportamiento del proceso de cambio de moldes en la maquina Irwin de la línea de termoformado para la mejora de la disponibilidad, basado en SMED.

Además, fue un proyecto factible porque se elaboró un proyecto con algunos cambios estructurales y de procedimiento. Según el Manual de Trabajo de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. (1.998) “el proyecto factible consiste en “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales.” (p. 11).

#### **4.2. Objeto de Estudio**

Menciona Saravia, M. (2.006) sobre el objeto de estudio que “delimita aquella parte de la realidad que interesa estudiar. La precisión del investigador, en este sentido, se demuestra en la redacción minuciosa y cuidada con la cual formula el objeto de estudio.”(p.8).El objeto estudio en el desarrollo de estas pasantías fue enfocado explícitamente en el proceso de cambio de molde de las maquinas irwin en el área de termoformado.

#### **4.3. Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas utilizadas para la obtención de los resultados en esta investigación fueron las siguientes: revisión bibliográfica, la observación directa y la entrevista no estructurada. La revisión bibliográfica; es una técnica que consiste en obtener información a través de un proceso sistemático de recolección e interpretación de datos adquiridos en los textos bibliográficos y documentos digitales descargados de Internet.

En este mismo orden de ideas Sabino, C. (1.999) explica que la observación directa “Es el uso sistemático de los sentidos en la búsqueda de datos que se necesitan para resolver un problema de investigación” donde el investigador forma parte activa del grupo observado y asume su comportamiento (p.59). Este método permitirá visualizar procesos o datos de la empresa a través de las actividades que realiza la misma, con el fin de evaluar la situación actual del departamento de producción.

La entrevista no estructurada Según Ander, E. (1.982). Dice que: "La entrevista no estructurada son preguntas abiertas las cuales se responden dentro de una conversación, la persona interrogada da una respuesta, con sus propios términos, de una cuadro de referencia a la cuestión que se le ha formulado". (p.227).

Esta es otra de las técnicas que se emplearán en la empresa, y su finalidad es lograr conversaciones abiertas con todo el personal que labora en las áreas de extrusión y termoformado, así como los operadores, lideres, Ingenieros de Procesos, esto con el fin de conocer, estudiar y evaluar la información que sea suministrada, y poder canalizar y detectar todo lo referente al proceso productivo en estas áreas.

#### **4.4. Metodología de la Investigación**

La metodología empleada para el estudio se estructuró conforme a los objetivos perseguidos, conformando las cuatro fases que a continuación se presentan:

##### **4.4.1. FASE I. Diagnosticar el estado actual de las operaciones de preparación y montaje de moldes en la maquina Irwin del área de termoformado de la empresa Molanca, mediante aplicación de observación directa, entrevista informal al personal y revisión documental.**

El diagnóstico se realizó mediante las siguientes acciones:

- a. Revisión documental, manuales de operación de las maquinas termoformadoras Irwin modelos 28 existente en la Empresa.
- b. Observación directa de las actividades en el área de termoformado durante el proceso de cambio de molde y troquel en la maquina Irwin 28, además de utilizar cámara fotográfica para captar todo el proceso.
- c. Entrevistas no estructurada con las diferentes personas responsables del proceso; supervisores, operadores y personal de mantenimiento los cuales estaban en contacto directo con el área de estudio.

#### **4.4.2 FASE II. Identificar las operaciones clave dentro del proceso de cambio de moldes actual en la máquina Irwin de la empresa Molanca, mediante aplicación de técnicas de análisis propias de la ingeniería industrial.**

Durante esta fase se analizaron los datos recabados en la fase anterior con el fin de identificar las operaciones claves (internas y externas) aplicando como herramienta las técnicas de la Ingeniería industrial tales como: Análisis del Proceso, Diagrama de Operaciones del Proceso (D.O.P), Técnica de Cronometrado, Causa-Efecto, Técnica de Grupo Nominal y Tormenta de Ideas.

#### **4.4.3.FASE III. Diseñar acciones de mejora fundamentadas en herramientas de ingeniería industrial Lean Manufacturing que conduzca a la reducción de tiempo de las operaciones de cambio de moldes para la máquina Irwin.**

En esta etapa se presentaron las soluciones que se consideran de mayor relevancia; y que fueron analizadas en la fase anterior con la aplicación del método SMED, el cual nos permitió obtener la reducción de los tiempos de cambio de molde y troquel en la maquina termoformadora Irwin 28. Así mismo, estas acciones se implementaron a través de un nuevo procedimiento estandarizado para el cumplimiento del objetivo de este informe.

#### **4.4.4.FASE IV. Evaluar económicamente la propuesta mediante un análisis de costo – beneficio.**

Se evaluó la relación costo beneficio que género la estandarización del proceso de cambio de molde y troquel en el cual se calculó los costos aproximados para la implementación de la estandarización y el ahorro que obtuvo la empresa al implementar las mejoras propuestas.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

En el presente capítulo se muestra el análisis e interpretación de los resultados así como también las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, en función de los objetivos definidos para diseñar un plan de mejoras para las áreas de extrusión y termoformado para disminuir los desperdicios y paradas no programadas que afectan estas áreas de la planta de plástico.

Es importante destacar, que la información obtenida, una vez analizados los procesos observados durante las semanas de la pasantía para este estudio de investigación, se presentan los resultados logrados se interpretaron de manera cualitativa y de este modo se procedió a su discusión y en función de estos se plantearon las mejoras mediante el uso de las herramientas de la ingeniería de métodos y las políticas de trabajo de la organización.

#### **5.1. FASE I. Diagnosticar el estado actual de las operaciones de preparación y montaje de moldes en la máquina Irwin del área de termoformado de la empresa Molanca, mediante aplicación de observación directa, entrevista informal al personal y revisión documental.**

En esta fase se presentó un claro panorama de la situación actual, realizando un recorrido por las instalaciones de tanto del área de Extrusión como de Termoformado donde a través de la observación directa se fue conociendo el proceso productivo de ambas áreas. También se describirá brevemente el estado actual del proceso de cambio de moldes y de manera posterior se presentan las herramientas de la metodología SMED que se utilizara para iniciar el proceso de identificación de las tareas internas y externas.

## Fase preliminar

Como primer paso se empezó a investigar si existe documentación histórica referente a los cambios de moldes y troquel encontrándose que para la máquina Irwin I, se tiene como base un promedio de 4 horas para la realización de los cambios de moldes y troquel para el cálculo de los programas de producción.

Otro hallazgo encontrado fue el hecho de que ningún departamento contaba con un seguimiento a los tiempos de cambios. El dato más próximo se encontraba en los reportes de producción en donde se cargaban los tiempos de cambio de moldes como tiempo perdido por mantenimiento, pero la información no estaba bien documentada, por lo que se decidió realizar una tabla (ver Tabla 4) en el cual se registró durante un mes el tiempo de los cambios de moldes y troquel realizados en la maquina Irwin 1

Tabla 4. Tiempo de Cambio de Molde y Troquel Maq. Irw-1 Ago-18

### Duración de cambio de Molde y Troquel en la Maquina Irwin 1 (Mes Agosto 2018)

Agosto 2018.	Cambio de Molde de Bandeja H Llana para Bandeja D Llana	Cambio de Molde de Bandeja D Llana para Plato Eliptico	Cambio de Molde de Plato Eliptico para Plato 8	Cambio de Molde de Plato 8 para Plato 9 Liso	Cambio de Molde de Plato 9 Liso para Plato 9 Dividido	Cambio de Molde de Plato 9 Dividido para Envase lunchero I	Cambio de Molde de Envase lunchero I Bandeja C llana	Promedio (Horas)
Fecha	2/8/18	6/8/18	10/8/18	15/8/18	20/8/18	24/8/18	28/8/18	04:14:58
Duración	03:56:03	04:09:23	04:20:42	04:17:43	04:19:55	04:22:30	04:18:30	

Fuente: Fuente: Departamento de Mantenimiento (2018)

Haciendo uso de una cámara de video se registró el montaje del molde y troquel; para cubrir todas las actividades y contratiempos que sucedieron durante el proceso de cambio, con esta información recopilada se genera el formato en el cual se pudo desglosar todas las operaciones posibles, aparte de almacenar las operaciones y los registros de los tiempos que el personal de mantenimiento tomaba en cada una de ellas, este formato también cumplió con la función de hacer más fácil la separación de actividades internas y externas de todas las operaciones realizadas durante los cambios de molde y troquel.

Para realizar la toma de tiempo se definieron las operaciones para el cambio de molde (ver tabla 5) y para el cambio de troquel (ver tabla 6) que se muestran a continuación:

Tabla 5. Operaciones para el Cambio de Molde

Operaciones para el Cambio de Molde			
1	Presionar el Boton de Cierre de Molde	27	Colocar los moldes en la plataforma de moldeo
2	Presionar Boton de Parada de Emergencia	28	Retirar el carro porta moldes de la maquina
3	Presionar el Boton de apagado del homo	29	Colocar los tornillos sujetadores del molde superior
4	Presionar el boton de apertura del homo	30	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo
5	Separar el horno de la estacion de modeo	31	Retirar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior
6	Abrir las puertas protectoras de la estacion de moldeo	32	Mover manualmente el motor hasta subir la plataforma inferior a los moldes
7	Sacar bandeja recolectora de agua debajo de la estacion de moldeo	33	Colocar los tornillos sujetadores del molde Inferior
8	Desconectar Manguera neumatica de ambas piastras	34	Retirar los tranca moldes de ambos lados de los moldes
9	Desmontar ambas piastras	35	Colocar las mangueras de enfriamiento de ambos moldes
10	Desconectar manguera de enfriamiento de los Moldes	36	Colocar ambas piastras en el molde
11	Colocar los tranca moldes en la parte frontal y posterior de los moldes	37	Colocar mangueras neumatica en las piastra
12	Quitar todos los tomillos sujetadores del molde inferior	38	Calibrar y ajustar la apertura de las plataformas de moldeo
13	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	39	Calibrar y ajustar al ancho deseado de los rieles
14	Colocar las barras metalicas cilindrica entre la plataforma y el molde	40	Cerrar todas las puertas protectoras de la estacion de moldeo
15	Mover manualmente el motor hasta subir la plataforma inferior hasta llegar al molde inferior	41	Presionar el boton de cierre del horno y encendido de la maquina
16	Quitar todos los tomillos sujetadores del molde superior	42	Colocar los parametros de condicion del nuevo producto
17	Colocar el carro porta moldes en la parte frontal de la estacion de moldeo	43	Presionar el Boton de encendido del horno
18	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior a la altura del carro porta	44	Esperar que el homo llegue a la temperatura deseada
19	Retirar los moldes de la estacion de moldeo hacia el carro porta moldes	45	Encender el devanador
20	Retirar el carro porta moldes y llevarlo al taller de moldes	46	Colocar bobina en el devanador
21	Limpiar la plataforma de moldeo superior e inferior	47	Verificar temperatura del homo
22	Abrir al maximo ancho de los rieles	48	Colocar el motor de la cadena en modo lento
23	Colocar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	49	Pasar la lamina del devanador al alimentador
24	Desmontar moldes del carro porta Moldes	50	Colocar el motor de la cadena en modo de trabajo
25	Colocar moldes nuevo en el carro porta moldes	51	Presionar el boton de encendido de los motores de la estacion de moldeo
26	Llevar el carro porta moldes a la estacion de moldeo de la maquina	52	Verificar producto a la salida de la estacion de moldeo

Fuente: García W. (2.018)

Tabla 6. Operaciones para el Cambio de Troquel

Operaciones para el cambio de Troquel			
1	Presionar el Boton de Parada de emergencia	20	Nivelar troquel con las plataformas de la estacion de corte
2	Retirar carro porta lampara	21	Colocar tornillos sujecion de la plataforma delantera
3	Abrir puertas laterales y porterior de la estacion de corte	22	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller
4	Desconectar tuberias del molino de escama	23	Cerrar manualmente la plataforma posterior
5	Retirar molino de escama de la estacion de corte	24	Colocar tornillos sujecion de la plataforma posterior
6	Quitar los tornillos de sujecion de la plancha del troquel	25	Retirar dispositivo de bloqueo del troquel de cada lado
7	Desmontar plancha del troquel	26	Abrir manualmente el troquel
8	Cerrar manualmente el troquel	27	Ajustar apertura de la plataforma de la estacion de corte
9	Colocar los dispositivos de bloqueo a cada lado del troquel	28	Colocar plancha del nuevo troquel
10	Quitar los tornillos de sujecion de la plataforma posterior del troquel	29	Colocar los tornillos a la plancha del troquel
11	Colocar carro porta troquel debajo del mismo	30	Ajustar ancho del alimentador del troquel (Canopy)
12	Ajustar altura del carro porta troquel	31	Colocar molino debajo de la estacion de corte
13	Separar plataforma posterior del troquel	32	Alinear las tuberias del molino
14	Quitar los tornillos de la plataforma delantera del troquel	33	Cerrar las puertas protectoras de la estacion de corte
15	Bajar altura del carro porta troquel al minimo	34	Ajustar los inyectores de los marcadores tinta
16	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	35	Pasar la lamina hasta el Servo Pick
17	Colocar el nuevo troquel en el carro porta troquel	36	Ajustar las guias del servo Pick
18	Llevar el carro porta troquel a la estacion de corte	37	Encender Molino soplador y troquel
19	Colocar el carro porta troquel debajo de la estacion de corte	38	Verificar producto final

Fuente: García W. (2.018)

La empresa Moldeados Andinos C.A. cuenta con un departamento de mantenimiento compuesto por 12 técnicos, (8 mecánicos y 4 electricistas) los cuales estan distribuido de la siguiente manera 4 mecánicos están en turnos diurnos y los otros 4 junto a los 4 electricista en turnos rotativos formando 4 grupos, este personal rotativo son los responsable de realizar las operaciones de cambio de moldes y troquel en la maquina termoformadora Irwin I.

Previo al estudio de tiempo, se realizó un diagnóstico del proceso con el fin de identificar los elementos que intervienen en el mismo, de esta manera se logró el registro inicial de las actividades relacionadas en el proceso y las variables que lo afectan. Para ello se realizaron las observaciones directas con el personal encargado de realizar dicha actividad, a lo largo de todo el proceso, midiendo con un cronómetro repetitivamente la operación y considerando cada detalle para desechar los tiempos no productivos y establecer el tiempo efectivo del elemento.

Seguidamente tras terminar cada toma de datos se unificó la información obtenida en una hoja de trabajo, donde se consolidó la información obtenida durante el estudio y se determinó cada tiempo representativo para la realización de cada operación.

Los datos obtenidos se puede observar en las tablas 7 (Cambio de Molde) y Tabla 8 (Cambio de Troquel), donde se pueden apreciar los siguientes elementos:

T: Tiempo de duración de cada operación expresado en el siguiente formato minutos; segundos.

L: Tiempo acumulado del cronómetro, expresado en el siguiente formato hora; minutos; segundos.

Prom: Tiempo promedio de cada operación, expresado en el siguiente formato minutos; segundos.

Tabla 7. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Molde

**Tiempo de cada Operación para el Cambio de Molde**

Operaciones para el cambio de Molde		1er		2da		3er		4ta	
		T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)
1	Presionar el Boton de Cierre de Molde	0:03	00:00:03	0:03	00:00:03	0:03	00:00:03	0:02	00:00:02
2	Presionar Boton de Parada de Emergencia	0:03	00:00:06	0:02	00:00:05	0:03	00:00:06	0:03	00:00:05
3	Presionar el Boton de apagado del horno	0:03	00:00:09	0:03	00:00:08	0:03	00:00:09	0:03	00:00:08
4	Presionar el boton de apertura del horno	0:03	00:00:12	0:03	00:00:11	0:02	00:00:11	0:03	00:00:11
5	Separar el horno de la estacion de moldeo	0:03	00:00:15	0:03	00:00:14	0:03	00:00:14	0:03	00:00:14
6	Abrir las puertas protectoras de la estacion de moldeo	0:30	00:00:45	0:25	00:00:39	0:24	00:00:38	0:23	00:00:37
7	Sacar bandeja recolectora de agua debajo de la estacion de moldeo	1:48	00:02:33	1:16	00:01:55	2:03	00:02:41	1:39	00:02:16
8	Desconectar Manguera neumatica de ambas piastras	1:10	00:03:43	1:03	00:02:58	1:49	00:04:30	1:14	00:03:30
9	Desmontar ambas piastras	3:57	00:07:40	3:45	00:06:43	4:17	00:08:47	3:38	00:07:08
10	Desconectar manguera de enfriamiento de los Moldes	3:18	00:10:58	3:10	00:09:53	4:38	00:13:25	3:08	00:10:16
11	Colocar los tranca moldes en la parte frontal y posterior de los moldes	2:10	00:13:08	2:23	00:12:16	2:04	00:15:29	3:06	00:13:22
12	Quitar todos los tornillos sujetadores del molde inferior	3:18	00:16:26	4:12	00:16:28	4:02	00:19:31	4:59	00:18:21
13	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	0:55	00:17:21	1:05	00:17:33	1:12	00:20:43	1:10	00:19:31
14	Colocar las barras metalicas cilindrica entre la plataforma y el molde	1:12	00:18:33	1:31	00:19:04	2:12	00:22:55	2:08	00:21:39
15	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior hasta llegar al molde inferior	0:57	00:19:30	1:33	00:20:37	1:02	00:23:57	1:00	00:22:39
16	Quitar todos los tornillos sujetadores del molde superior	3:55	00:23:25	4:24	00:25:01	3:44	00:27:41	3:48	00:26:27
17	Colocar el carro porta moldes en la parte frontal de la estacion de moldeo	1:57	00:25:22	2:07	00:27:08	2:13	00:29:54	2:38	00:29:05
18	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a la altura del carro porta moldes	1:03	00:26:25	1:05	00:28:13	1:02	00:30:56	1:09	00:30:14
19	Retirar los moldes de la estacion de moldeo hacia el carro porta moldes	3:08	00:29:33	3:13	00:31:26	3:55	00:34:51	3:43	00:33:57
20	Retirar el carro porta moldes y llevarlo al taller de moldes	3:52	00:33:25	4:16	00:35:42	2:55	00:37:46	2:49	00:36:46
21	Limpiar la plataforma de moldeo superior e inferior	3:10	00:36:35	4:27	00:40:09	3:53	00:41:39	3:49	00:40:35
22	Abrir al maximo ancho de los rieles	3:20	00:39:55	4:03	00:44:12	3:29	00:45:08	3:35	00:44:10
23	Colocar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	1:08	00:41:03	1:20	00:45:32	2:04	00:47:12	1:45	00:45:55
24	Desmontar moldes del carro porta Moldes	2:30	00:43:33	2:08	00:47:40	2:45	00:49:57	2:49	00:48:44
25	Colocar moldes nuevo en el carro porta moldes	2:16	00:45:49	3:13	00:50:53	2:54	00:52:51	2:11	00:50:55
26	Llevar el carro porta moldes a la estacion de moldeo de la maquina	4:12	00:50:01	3:18	00:54:11	3:42	00:56:33	3:22	00:54:17
27	Colocar los moldes en la plataforma de moldeo	2:56	00:52:57	3:06	00:57:17	2:49	00:59:22	2:42	00:56:59
28	Retirar el carro porta moldes de la maquina	2:10	00:55:07	2:00	00:59:17	1:45	01:01:07	1:38	00:58:37
29	Colocar los tornillos sujetadores del molde superior	3:26	00:58:33	4:37	01:03:54	4:06	01:05:13	3:22	01:01:59
30	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior al punto mas bajo	0:04	00:58:37	0:04	01:03:58	0:03	01:05:16	0:04	01:02:03
31	Retirar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	0:13	00:58:50	0:10	01:04:08	0:09	01:05:25	0:08	01:02:11
32	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a los moldes	0:40	00:59:30	0:37	01:04:45	0:30	01:05:55	0:43	01:02:54
33	Colocar los tornillos sujetadores del molde Inferior	2:50	01:02:20	3:44	01:08:29	4:09	01:10:04	3:57	01:06:51
34	Retirar los tranca moldes de ambos lados de los moldes	2:33	01:04:53	2:44	01:11:13	2:05	01:12:09	2:54	01:09:45
35	Colocar las mangueras de enfriamiento de ambos moldes	2:12	01:07:05	3:03	01:14:16	2:42	01:14:51	2:52	01:12:37
36	Colocar ambas piastras en el molde	3:46	01:10:51	3:58	01:18:14	3:56	01:18:47	3:18	01:15:55
37	Colocar mangueras neumatica en las piastra	1:56	01:12:47	1:36	01:19:50	2:02	01:20:49	1:56	01:17:51
38	Ajustar la apertura de las plataformas de moldeo	10:18	01:23:05	9:39	01:29:29	12:54	01:33:43	13:20	01:31:11
39	Ajustar el ancho deseado de los rieles	5:12	01:28:17	6:02	01:35:31	6:46	01:40:29	6:30	01:37:41
40	Cerrar todas las puertas protectoras de la estacion de moldeo	0:39	01:28:56	0:35	01:36:06	0:42	01:41:11	0:30	01:38:11
41	Presionar el boton de cierre del horno y encendido de la maquina	0:02	01:28:58	0:03	01:36:09	0:02	01:41:13	0:03	01:38:14
42	Colocar los parametros de condicion del nuevo producto	5:54	01:34:52	6:55	01:43:04	6:50	01:48:03	7:36	01:45:50
43	Presionar el Boton de encendido del horno	0:02	01:34:54	0:01	01:43:05	0:03	01:48:06	0:03	01:45:53
44	Esperar que el horno llegue a la temperatura deseada	11:50	01:46:44	10:15	01:53:20	11:36	01:59:42	10:52	01:56:45
45	Encender el devanador	0:05	01:46:49	0:08	01:53:28	0:13	01:59:55	0:06	01:56:51
46	Colocar bobina en el devanador	1:10	01:47:59	1:36	01:55:04	1:10	02:01:05	1:05	01:57:56
47	Verificar temperatura del horno	0:05	01:48:04	0:06	01:55:10	0:03	02:01:08	0:04	01:58:00
48	Colocar el motor de la cadena en modo lento	0:02	01:48:06	0:03	01:55:13	0:03	02:01:11	0:02	01:58:02
49	Pasar la lamina del devanador al alimentador	0:22	01:48:28	0:25	01:55:38	0:39	02:01:50	0:30	01:58:32
50	Colocar el motor de la cadena en modo de trabajo	0:02	01:48:30	0:02	01:55:40	0:03	02:01:53	0:02	01:58:34
51	Presionar el boton de inicio del ciclo de la estacion de moldeo	0:08	01:48:38	0:07	01:55:47	0:08	02:02:01	0:08	01:58:42
52	Verificar producto a la salida de la estacion de moldeo	1:08	01:49:46	1:07	01:56:54	1:02	02:03:03	1:05	01:59:47
<b>Tiempo Total:</b>		<b>01:49:46</b>	<b>01:56:54</b>	<b>02:03:03</b>	<b>02:03:03</b>	<b>02:03:03</b>	<b>02:03:03</b>	<b>01:59:47</b>	<b>01:59:47</b>

Fuente: García W. (2018)

Tabla 8. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Molde (Continuación)

**Tiempo de cada Operación para el Cambio de Molde**

Operaciones para el cambio de Molde		5ta		6to		7mo		Prom. (Min:Seg)
		T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	
1	Presionar el Boton de Cierre de Molde	0:02	00:00:02	0:03	00:00:03	0:03	00:00:03	00:03
2	Presionar Boton de Parada de Emergencia	0:03	00:00:05	0:03	00:00:06	0:03	00:00:06	00:03
3	Presionar el Boton de apagado del horno	0:02	00:00:07	0:03	00:00:09	0:02	00:00:08	00:03
4	Presionar el boton de apertura del horno	0:03	00:00:10	0:03	00:00:12	0:03	00:00:11	00:03
5	Separar el horno de la estacion de moldeo	0:03	00:00:13	0:03	00:00:15	0:03	00:00:14	00:03
6	Abrir las puertas protectoras de la estacion de moldeo	0:26	00:00:39	0:28	00:00:43	0:32	00:00:46	00:27
7	Sacar bandeja recolectora de agua debajo de la estacion de moldeo	1:43	00:02:22	1:06	00:01:49	1:17	00:02:03	01:33
8	Desconectar Manguera neumatica de ambas piastras	1:47	00:04:09	1:09	00:02:58	1:48	00:03:51	01:26
9	Desmontar ambas piastras	4:03	00:08:12	3:15	00:06:13	3:37	00:07:28	03:47
10	Desconectar manguera de enfriamiento de los Moldes	4:24	00:12:36	3:42	00:09:55	3:55	00:11:23	03:45
11	Colocar los tranca moldes en la parte frontal y posterior de los moldes	3:56	00:16:32	3:10	00:13:05	3:25	00:14:48	02:53
12	Quitar todos los tornillos sujetadores del molde inferior	4:28	00:21:00	4:13	00:17:18	4:17	00:19:05	04:13
13	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	0:59	00:21:59	1:07	00:18:25	1:03	00:20:08	01:04
14	Colocar las barras metalicas cilindrica entre la plataforma y el molde	2:13	00:24:12	1:42	00:20:07	2:10	00:22:18	01:53
15	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior hasta llegar al molde inferior	0:57	00:25:09	1:17	00:21:24	1:08	00:23:26	01:08
16	Quitar todos los tornillos sujetadores del molde superior	4:31	00:29:40	3:10	00:24:34	3:46	00:27:12	03:54
17	Colocar el carro porta moldes en la parte frontal de la estacion de moldeo	2:12	00:31:52	2:06	00:26:40	2:10	00:29:22	02:12
18	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a la altura del carro porta moldes	0:59	00:32:51	1:11	00:27:51	1:03	00:30:25	01:05
19	Retirar los moldes de la estacion de moldeo hacia el carro porta moldes	3:59	00:36:50	3:21	00:31:12	3:50	00:34:15	03:36
20	Retirar el carro porta moldes y llevarlo al taller de moldes	2:24	00:39:14	3:32	00:34:44	3:57	00:38:12	03:24
21	Limpiar la plataforma de moldeo superior e inferior	4:37	00:43:51	3:40	00:38:24	3:28	00:41:40	03:52
22	Abrir al maximo ancho de los rieles	4:20	00:48:11	3:15	00:41:39	3:37	00:45:17	03:40
23	Colocar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	1:39	00:49:50	1:55	00:43:34	2:02	00:47:19	01:42
24	Desmontar moldes del carro porta Moldes	2:35	00:52:25	3:01	00:46:35	2:58	00:50:17	02:41
25	Colocar moldes nuevo en el carro porta moldes	2:26	00:54:51	3:03	00:49:38	3:25	00:53:42	02:47
26	Llevar el carro porta moldes a la estacion de moldeo de la maquina	3:26	00:58:17	3:52	00:53:30	3:36	00:57:18	03:38
27	Colocar los moldes en la plataforma de moldeo	2:37	01:00:54	2:59	00:56:29	2:30	00:59:48	02:48
28	Retirar el carro porta moldes de la maquina	2:09	01:03:03	2:07	00:58:36	1:46	01:01:34	01:56
29	Colocar los tornillos sujetadores del molde superior	4:28	01:07:31	3:17	01:01:53	3:23	01:04:57	03:48
30	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior al punto mas bajo	0:02	01:07:33	0:03	01:01:56	0:02	01:04:59	00:03
31	Retirar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	0:11	01:07:44	0:13	01:02:09	0:08	01:05:07	00:10
32	Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a los moldes	0:28	01:08:12	0:35	01:02:44	0:33	01:05:40	00:35
33	Colocar los tornillos sujetadores del molde Inferior	3:17	01:11:29	3:13	01:05:57	3:05	01:08:45	03:28
34	Retirar los tranca moldes de ambos lados de los moldes	3:18	01:14:47	3:03	01:09:00	3:42	01:12:27	02:54
35	Colocar las mangueras de enfriamiento de ambos moldes	3:02	01:17:49	2:57	01:11:57	3:01	01:15:28	02:50
36	Colocar ambas piastras en el molde	3:10	01:20:59	4:12	01:16:09	3:40	01:19:08	03:43
37	Colocar mangueras neumatica en las piastra	1:19	01:22:18	1:42	01:17:51	1:33	01:20:41	01:43
38	Ajustar la apertura de las plataformas de moldeo	14:20	01:36:38	13:04	01:30:55	13:47	01:34:28	12:29
39	Ajustar el ancho deseado de los rieles	6:24	01:43:02	6:33	01:37:28	6:44	01:41:12	06:19
40	Cerrar todas las puertas protectoras de la estacion de moldeo	0:35	01:43:37	0:45	01:38:13	0:41	01:41:53	00:38
41	Presionar el boton de cierre del horno y encendido de la maquina	0:03	01:43:40	0:03	01:38:16	0:02	01:41:55	00:03
42	Colocar los parametros de condicion del nuevo producto	8:10	01:51:50	8:47	01:47:03	7:49	01:49:44	07:26
43	Presionar el Boton de encendido del horno	0:02	01:51:52	0:03	01:47:06	0:02	01:49:46	00:02
44	Esperar que el horno llegue a la temperatura deseada	12:23	02:04:15	11:07	01:58:13	11:34	02:01:20	11:22
45	Encender el devanador	0:08	02:04:23	0:10	01:58:23	0:07	02:01:27	00:08
46	Colocar bobina en el devanador	1:13	02:05:36	1:29	01:59:52	1:47	02:03:14	01:21
47	Verificar temperatura del horno	0:05	02:05:41	0:09	02:00:01	0:07	02:03:21	00:06
48	Colocar el motor de la cadena en modo lento	0:04	02:05:45	0:03	02:00:04	0:05	02:03:26	00:03
49	Pasar la lamina del devanador al alimentador	0:20	02:06:05	0:33	02:00:37	0:28	02:03:54	00:28
50	Colocar el motor de la cadena en modo de trabajo	0:02	02:06:07	0:03	02:00:40	0:03	02:03:57	00:02
51	Presionar el boton de inicio del ciclo de la estacion de moldeo	0:07	02:06:14	0:09	02:00:49	0:06	02:04:03	00:08
52	Verificar producto a la salida de la estacion de moldeo	1:15	02:07:29	1:09	02:01:58	1:06	02:05:09	01:07
<b>Tiempo Total:</b>		<b>02:07:29</b>		<b>02:01:58</b>		<b>02:05:09</b>		<b>02:00:35</b>

Fuente: García W. (2018)

Tabla 9. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Troquel

**Tiempo de cada Operación para el Cambio de Troquel**

Operaciones para el cambio de Troquel		1er		2da		3er		4ta	
		T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)
1	Presionar el Boton de Parada de emergencia	0:02	00:00:02	0:02	00:00:02	0:03	00:00:03	0:02	00:00:02
2	Retirar carro porta lampara	0:09	00:00:11	0:11	00:00:13	0:11	00:00:14	0:17	00:00:19
3	Abrir puertas laterales y posterior de la estacion de corte	0:11	00:00:22	0:13	00:00:26	0:08	00:00:22	0:13	00:00:32
4	Desconectar tuberías del molino de escama	0:34	00:00:56	0:37	00:01:03	0:29	00:00:51	0:34	00:01:06
5	Retirar molino de escama de la estacion de corte	3:43	00:04:39	3:14	00:04:17	3:09	00:04:00	3:24	00:04:30
6	Quitar los tornillos de sujecion de la plancha del troquel	4:36	00:09:15	4:05	00:08:22	4:44	00:08:44	4:23	00:08:53
7	Desmontar plancha del troquel	2:48	00:12:03	1:33	00:09:55	1:43	00:10:27	1:31	00:10:24
8	Cerrar manualmente el troquel	0:34	00:12:37	0:28	00:10:23	0:35	00:11:02	0:44	00:11:08
9	Colocar los dispositivos de bloqueo a cada lado del troquel	1:57	00:14:34	2:42	00:13:05	1:32	00:12:34	1:38	00:12:46
10	Quitar los tornillos de sujecion de la plataforma posterior del troquel	4:13	00:18:47	4:35	00:17:40	4:58	00:17:32	4:04	00:16:50
11	Colocar carro porta troquel debajo del mismo	2:30	00:21:17	1:53	00:19:33	2:07	00:19:39	3:06	00:19:56
12	Ajustar altura del carro porta troquel	1:28	00:22:45	1:19	00:20:52	1:22	00:21:01	1:29	00:21:25
13	Separar plataforma posterior del troquel	0:55	00:23:40	1:05	00:21:57	1:12	00:22:13	1:10	00:22:35
14	Quitar los tornillos de la plataforma delantera del troquel	4:12	00:27:52	3:58	00:25:55	3:34	00:25:47	3:18	00:25:53
15	Bajar altura del carro porta troquel al minimo	0:57	00:28:49	1:03	00:26:58	1:02	00:26:49	1:00	00:26:53
16	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	4:55	00:33:44	5:36	00:32:34	5:14	00:32:03	4:18	00:31:11
17	Colocar el nuevo troquel en el carro porta troquel	4:57	00:38:41	3:07	00:35:41	4:13	00:36:16	4:38	00:35:49
18	Llevar el carro porta troquel a la estacion de corte	4:07	00:42:48	4:05	00:39:46	4:32	00:40:48	4:09	00:39:58
19	Colocar el carro porta troquel debajo de la estacion de corte	1:14	00:44:02	2:13	00:41:59	2:05	00:42:53	1:43	00:41:41
20	Nivelar troquel con las plataformas de la estacion de corte	1:52	00:45:54	1:13	00:43:12	1:55	00:44:48	1:45	00:43:26
21	Colocar tornillos sujecion de la plataforma delantera	4:10	00:50:04	4:57	00:48:09	4:28	00:49:16	4:49	00:48:15
22	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	3:40	00:53:44	3:39	00:51:48	3:24	00:52:40	3:01	00:51:16
23	Cerrar manualmente la plataforma posterior	0:30	00:54:14	0:40	00:52:28	0:30	00:53:10	0:45	00:52:01
24	Colocar tornillos sujecion de la plataforma posterior	4:50	00:59:04	4:18	00:56:46	4:22	00:57:32	4:25	00:56:26
25	Retirar dispositivo de bloqueo del troquel de cada lado	2:36	01:01:40	2:13	00:58:59	2:53	01:00:25	2:16	00:58:42
26	Abrir manualmente el troquel	0:32	01:02:12	0:28	00:59:27	0:31	01:00:56	0:22	00:59:04
27	Ajustar y calibrar plataforma de la estacion de corte	13:12	01:15:24	17:21	01:16:48	18:14	01:19:10	19:18	01:18:22
28	Colocar plancha del nuevo troquel	3:55	01:19:19	4:26	01:21:14	3:54	01:23:04	3:52	01:22:14
29	Colocar los tornillos a la plancha del troquel	3:10	01:22:29	3:39	01:24:53	3:45	01:26:49	4:38	01:26:52
30	Ajustar ancho del alimentador del troquel (Canopy)	4:20	01:26:49	4:37	01:29:30	4:06	01:30:55	4:54	01:31:46
31	Colocar molino debajo de la estacion de corte	3:04	01:29:53	3:34	01:33:04	3:13	01:34:08	3:54	01:35:40
32	Alinear las tuberías del molino	0:17	01:30:10	0:37	01:33:41	0:19	01:34:27	0:08	01:35:48
33	Cerrar las puertas protectoras de la estacion de corte	0:23	01:30:33	0:17	01:33:58	0:19	01:34:46	0:08	01:35:56
34	Ajustar los inyectores de los marcadores tinta	2:40	01:33:13	2:37	01:36:35	2:42	01:37:28	2:48	01:38:44
35	Pasar la lamina hasta el Servo Pick	1:33	01:34:46	1:14	01:37:49	1:11	01:38:39	1:24	01:40:08
36	Ajustar las guías del servo Pick	30:13	02:04:59	32:58	02:10:47	37:26	02:16:05	36:02	02:16:10
37	Encender Molino soplador y troquel	0:06	02:05:05	0:34	02:11:21	0:31	02:16:36	0:39	02:16:49
38	Verificar producto final	1:12	02:06:17	1:08	02:12:29	1:03	02:17:39	1:07	02:17:56
<b>Tiempo del Cambio del Troquel:</b>		<b>02:06:17</b>		<b>02:12:29</b>		<b>02:17:39</b>		<b>02:17:56</b>	

Fuente: García W. (2018)

Tabla 10. Tiempo de cada Operación para el Cambio de Troquel (Continuación)

**Tiempo de cada Operación para el Cambio de Troquel**

Operaciones para el cambio de Troquel		5ta		6to		7mo		Prom. (Min)
		T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	T (m:s)	L (h:m:s)	
1	Presionar el Boton de Parada de emergencia	0:02	00:00:02	0:03	00:00:03	0:03	00:00:03	00:02
2	Retirar carro porta lampara	0:18	00:00:20	0:14	00:00:17	0:12	00:00:15	00:13
3	Abrir puertas laterales y porterior de la estacion de corte	0:14	00:00:34	0:15	00:00:32	0:12	00:00:27	00:12
4	Desconectar tuberias del molino de escama	0:39	00:01:13	0:28	00:01:00	0:33	00:01:00	00:33
5	Retirar molino de escama de la estacion de corte	3:46	00:04:59	3:12	00:04:12	3:21	00:04:21	03:24
6	Quitar los tornillos de sujetacion de la plancha del troquel	4:10	00:09:09	4:28	00:08:40	3:32	00:07:53	04:17
7	Desmontar plancha del troquel	1:13	00:10:22	1:13	00:09:53	1:37	00:09:30	01:40
8	Cerrar manualmente el troquel	0:40	00:11:02	0:29	00:10:22	0:48	00:10:18	00:37
9	Colocar los dispositivos de bloqueo a cada lado del troquel	1:43	00:12:45	2:11	00:12:33	2:37	00:12:55	02:03
10	Quitar los tornillos de sujetacion de la plataforma posterior del troquel	4:50	00:17:35	4:47	00:17:20	4:39	00:17:34	04:35
11	Colocar carro porta troquel debajo del mismo	3:12	00:20:47	3:10	00:20:30	3:05	00:20:39	02:43
12	Ajustar altura del carro porta troquel	1:20	00:22:07	1:13	00:21:43	1:36	00:22:15	01:24
13	Separar plataforma posterior del troquel	1:13	00:23:20	1:07	00:22:50	1:03	00:23:18	01:06
14	Quitar los tornillos de la plataforma delantera del troquel	3:26	00:26:46	3:44	00:26:34	3:15	00:26:33	03:38
15	Bajar altura del carro porta troquel al minimo	1:07	00:27:53	1:17	00:27:51	1:08	00:27:41	01:05
16	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	3:56	00:31:49	4:10	00:32:01	3:46	00:31:27	04:34
17	Colocar el nuevo troquel en el carro porta troquel	4:40	00:36:29	3:49	00:35:50	3:10	00:34:37	04:05
18	Llevar el carro porta troquel a la estacion de corte	3:57	00:40:26	4:11	00:40:01	4:03	00:38:40	04:09
19	Colocar el carro porta troquel debajo de la estacion de corte	2:00	00:42:26	2:11	00:42:12	2:50	00:41:30	02:02
20	Nivelar troquel con las plataformas de la estacion de corte	1:54	00:44:20	1:22	00:43:34	1:58	00:43:28	01:43
21	Colocar tornillos sujecion de la plataforma delantera	4:44	00:49:04	4:10	00:47:44	4:28	00:47:56	04:32
22	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	3:04	00:52:08	3:15	00:50:59	3:37	00:51:33	03:23
23	Cerrar manualmente la plataforma posterior	0:50	00:52:58	0:55	00:51:54	0:38	00:52:11	00:41
24	Colocar tornillos sujecion de la plataforma posterior	4:20	00:57:18	4:01	00:55:55	4:58	00:57:09	04:28
25	Retirar dispositivo de bloqueo del troquel de cada lado	2:20	00:59:38	3:03	00:58:58	3:38	01:00:47	02:43
26	Abrir manualmente el troquel	0:24	01:00:02	0:32	00:59:30	0:36	01:01:23	00:29
27	Ajustar y calibrar plataforma de la estacion de corte	15:47	01:15:49	18:36	01:18:06	16:34	01:17:57	17:00
28	Colocar plancha del nuevo troquel	3:55	01:19:44	3:59	01:22:05	3:16	01:21:13	03:54
29	Colocar los tornillos a la plancha del troquel	4:45	01:24:29	4:07	01:26:12	3:33	01:24:46	03:57
30	Ajustar ancho del alimentador del troquel (Canopy)	4:41	01:29:10	4:49	01:31:01	4:23	01:29:09	04:33
31	Colocar molino debajo de la estacion de corte	3:46	01:32:56	3:28	01:34:29	3:32	01:32:41	03:30
32	Alinear las tubería del molino	0:07	01:33:03	0:33	01:35:02	0:12	01:32:53	00:19
33	Cerrar las puertas protectoras de la estacion de corte	0:12	01:33:15	0:27	01:35:29	0:12	01:33:05	00:17
34	Ajustar los inyectores de los marcadores tinta	2:51	01:36:06	0:00	01:35:29	2:33	01:35:38	02:19
35	Pasar la lamina hasta el Servo Pick	1:08	01:37:14	1:33	01:37:02	1:23	01:37:01	01:21
36	Ajustar las guías del servo Pick	33:36	02:10:50	41:47	02:18:49	34:40	02:11:41	35:15
37	Encender Molino soplador y troquel	0:34	02:11:24	0:39	02:19:28	0:33	02:12:14	00:31
38	Verificar producto final	1:02	02:12:26	1:04	02:20:32	1:07	02:13:21	01:06
<b>Tiempo del Cambio del Troquel:</b>		<b>02:12:26</b>		<b>02:20:32</b>		<b>02:13:21</b>		<b>02:14:23</b>

Fuente: García W. (2018)

La suma de los tiempos de las operaciones anteriores nos indican el tiempo total del cambio de molde y troquel desde que se detiene la maquina hasta que se inicia el proceso de producción nuevamente, el cual es 04:14:58 Hra. Con esta información se procede a realizar el diagrama de operaciones del proceso actual donde se podrá observar todas las operaciones del cambio de molde y troquel.

Tabla 11. Diagrama de Flujos de Operaciones para el Cambio de Molde Actual

**Diagrama de Flujos de Operaciones para el Cambio de Molde**

Nombre del Proceso		Cambio de Molde		Actual		Propuesto		Diferencia	
<input checked="" type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Material				# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo
<b>DESCRIPCION DEL METODO</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		<input type="checkbox"/> OPERACIONES <input type="checkbox"/> INSPECCIONES <input type="checkbox"/> TRANSPORTE <input type="checkbox"/> DEMORAS <input type="checkbox"/> ALMACENES		45	01:36:50	2	01:13
<b>Se Inicia en:</b>		Al parar la maquina		4	11:10				
<b>Se Termina en:</b>		Al salir la lamina del molde instalado		1	11:22				
<b>Elaborado Por:</b>		William Garcia		DISTANCIAS RECORIDAS		42			
<b>Fecha:</b>		Septiembre 2018.							

Operaciones	●	■	→	▢	▽	Tiempo (Min:Seg)	Distancia (Mts)	Observaciones
1 Presionar el Boton de Cierre de Molde	●					00:03		
2 Presionar Boton de Parada de Emergencia	●					00:03		
3 Presionar el Boton de apagado del horno	●					00:03		
4 Presionar el boton de apertura del horno	●					00:03		
5 Separar el horno de la estacion de moldeo	●					00:03		
6 Abrir las puertas protectoras de la estacion de moldeo	●					00:27		
7 Sacar bandeja recolectora de agua debajo de la estacion de moldeo	●					01:33		
8 Desconectar Manguera neumatica de ambas piastras	●					01:26		
9 Desmontar ambas piastras	●					03:47		
10 Desconectar manguera de enfriamiento de los Moldes	●					03:45		
11 Colocar los tranca moldes en la parte frontal y posterior de los moldes	●					02:53		
12 Quitar todos los tornillos sujetadores del molde inferior	●					04:13		
13 Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	●					01:04		
14 Colocar las barras metalicas cilindrica entre la plataforma y el molde	●					01:53		
15 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior hasta llegar al molde inferior	●					01:08		
16 Quitar todos los tornillos sujetadores del molde superior	●					03:54		
17 Colocar el carro porta moldes en la parte frontal de la estacion de moldeo	○		→			02:12	6	
18 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a la altura del carro porta moldes	●					01:05		
19 Retirar los moldes de la estacion de moldeo hacia el carro porta moldes	●		→			03:36		
20 Retirar el carro porta moldes y llevarlo al taller de moldes	○		→			03:24	13	
21 Limpiar la plataforma de moldeo superior e inferior	●					03:52		
22 Abrir al maximo ancho de los rieles	●					03:40		
23 Colocar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	●					01:42		
24 Desmontar moldes del carro porta Moldes	●					02:41		
25 Colocar moldes nuevo en el carro porta moldes	●					02:47		
26 Llevar el carro porta moldes a la estacion de moldeo de la maquina	○		→			03:38	17	
27 Colocar los moldes en la plataforma de moldeo	●					02:48		
28 Retirar el carro porta moldes de la maquina	○		→			01:56	6	
29 Colocar los tornillos sujetadores del molde superior	●					03:48		
30 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior al punto mas bajo	●					00:03		
31 Retirar las barras metalicas cilindrica en la plataforma inferior	●					00:10		
32 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a los moldes	●					00:35		
33 Colocar los tornillos sujetadores del molde inferior	●					03:28		
34 Retirar los tranca moldes de ambos lados de los moldes	●					02:54		
35 Colocar las mangueras de enfriamiento de ambos moldes	●					02:50		
36 Colocar ambas piastras en el molde	●					03:43		
37 Colocar mangueras neumatica en las piastra	●					01:43		
38 Ajustar la apertura de las plataformas de moldeo	●					12:29		
39 Ajustar el ancho deseado de los rieles	●					06:19		
40 Cerrar todas las puertas protectoras de la estacion de moldeo	●					00:38		
41 Presionar el boton de cierre del horno y encendido de la maquina	●					00:03		
42 Colocar los parametros de condicion del nuevo producto	●					07:26		
43 Presionar el Boton de encendido del horno	●					00:02		
44 Esperar que el horno llegue a la temperatura deseada	○					11:22		
45 Encender el devanador	●					00:08		
46 Colocar bobina en el devanador	●					01:21		
47 Verificar temperatura del horno	○					00:06		
48 Colocar el motor de la cadena en modo lento	●					00:03		
49 Pasar la lamina del devanador al alimentador	●					00:28		
50 Colocar el motor de la cadena en modo de trabajo	●					00:02		
51 Presionar el boton de inicio del ciclo de la estacion de moldeo	●					00:08		
52 Verificar producto a la salida de la estacion de moldeo	○					01:07		
<b>Totales</b>	45	2	4	1		<b>02:00:35</b>		

Fuente: García W. (2018)

Tabla 12. Diagrama de Operación para el Cambio de Troquel Actual

Diagrama de Operación para el Cambio de Troquel

Nombre del Proceso		Cambio de Troquel de Corte		Actual		Propuesto		Diferencia	
<input checked="" type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Material				# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo
DESCRIPCION DEL METODO		<input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		33	1:58:28				
Se Inicia en:		Al parar la maquina		1	01:06				
Se Termina en:		Al salir el producto en buen estado		4	14:49				
Elaborado Por:		William Garcia		0	00:00				
Fecha:		Septiembre 2018.		DISTANCIAS RECORIDAS (Mts)		55			

Operaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiempo (Min:Seg)	Distancia (Mts)	Observaciones
1 Presionar el Boton de Parada de emergencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:02		
2 Retirar carro porta lampara	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:13		
3 Abrir puertas laterales y posterior de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:12		
4 Desconectar tuberías del molino de escama	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:33		
5 Retirar molino de escama de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03:24		
6 Quitar los tornillos de sujecion de la plancha del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:17		
7 Desmontar plancha del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:40		
8 Cerrar manualmente el troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:37		
9 Colocar los dispositivos de bloqueo a cada lado del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02:03		
10 Quitar los tornillos de la plataforma posterior del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:35		
11 Colocar carro porta troquel debajo del mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02:43	13	
12 Ajustar altura del carro porta troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:24		
13 Separar plataforma posterior del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:06		
14 Quitar los tornillos de la plataforma delantera del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03:38		
15 Bajar altura del carro porta troquel al minimo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:05		
16 Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:34	15	
17 Colocar el nuevo troquel en el carro porta troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:05		
18 Llevar el carro porta troquel a la estacion de corte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:09	12	
19 Colocar el carro porta troquel debajo de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02:02		
20 Nivelar troquel con las plataformas de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:43		
21 Colocar tornillos sujecion de la plataforma delantera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:32		
22 Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03:23	15	
23 Cerrar manualmente la plataforma posterior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:41		
24 Colocar tornillos sujecion de la plataforma posterior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:28		
25 Retirar dispositivo de bloqueo del troquel de cada lado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02:43		
26 Abrir manualmente el troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:29		
27 Ajustar apertura de la plataforma de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17:00		
28 Colocar plancha del nuevo troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03:54		
29 Colocar los tornillos a la plancha del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03:57		
30 Ajustar ancho del alimentador del troquel (Canopy)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04:33		
31 Colocar molino debajo de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03:30		
32 Alinear las tubería del molino	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:19		
33 Cerrar las puertas protectoras de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:17		
34 Ajustar los inyectores de los marcadores tinta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02:19		
35 Pasar la lamina hasta el Servo Pick	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:21		
36 Ajustar las guías del servo Pick	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35:15		
37 Encender Molino soplador y troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	00:31		
38 Verificar producto final	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01:06		
<b>Totales</b>						02:14:23		

Fuente: García W. (2018)

Además de haber realizado la toma de tiempos de las operaciones se pudo observar algunas condiciones en la máquina y el área de almacenaje de los moldes, que no ayudan a desempeñar un correcto cambio de molde las cuales son:

En la Figura 17. se observa que las mangueras del sistema de enfriamiento de los moldes (superior e inferior), que lleva 8 conexiones, no se encuentra identificado y el mecánico encargado en conectar las mangueras debe de conocer muy bien cuál de las manguera va en cada toma del molde.

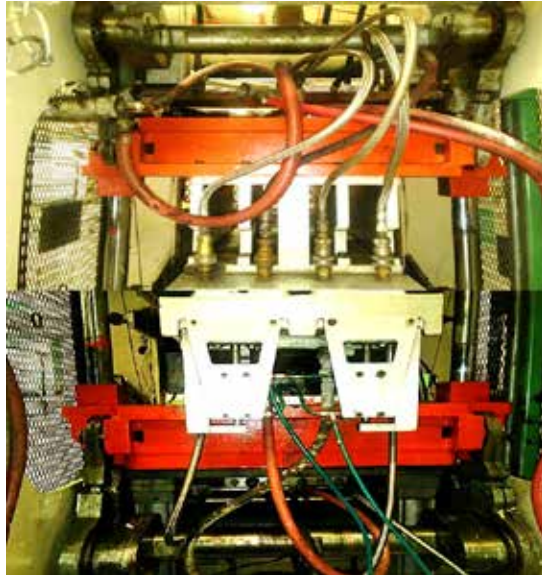


Figura 17. Mangueras de enfriamiento de la Estación de Moldeo sin identificar  
Fuente: García W. (2018)

Mientras que en la Figura 18, se observa el área de almacenaje de los moldes los estantes sin identificar y esto provoca que los mecánicos pierdan tiempo ubicando el molde que se va a instalar.



Figura 18. Estante de almacenaje de los Moldes y Troquel sin identificar.  
Fuente: García W. (2018)

**5.2. FASE II. Identificar las operaciones clave dentro del proceso de cambio de moldes actual en la máquina Irwin de la empresa Molanca, mediante aplicación de técnicas de análisis propias de la ingeniería industrial.**

Parte de este análisis se realiza a través de la herramienta de Diagrama Causa Efecto presentado en la Figura 19, en la cual se establecieron 4M asociadas a maquinaria, mano de obra, método y medio ambiente. Es importante mencionar que cada una de las causas se identificó en conjunto con el personal de mantenimiento, líderes y operadores de la máquina, y se agruparon en la 4M asociadas establecidas en el diagrama Causa Efecto

A continuación se presenta un diagrama de causa-efecto, en el cual podemos observar las causas más probables o frecuentes por el cual el cambio de molde y troquel tenga un tiempo demasiado largo, estas causas fueron tomadas de la tormenta de idea realizada por el personal de mantenimiento, líderes de planta, operadores de máquina.

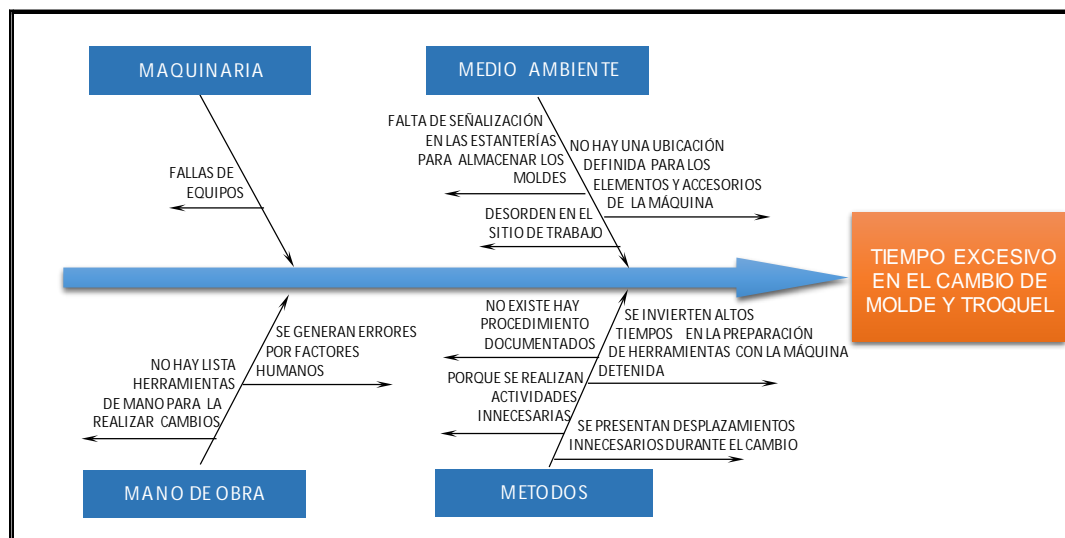


Figura 19. Diagrama de Causa – Efecto.  
Fuente: García W. (2018)

Tabla 13. Agrupación de Causas por tipo de variable

AGRUPACION DE CAUSAS			
M. ASOCIADAS	CAUSA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUM.
<b>METODOS</b>	4	40%	40%
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	3	30%	70%
<b>MANO DE OBRA</b>	2	20%	90%
<b>MAQUINARIA</b>	1	10%	100%

Fuente: García W. (2018)

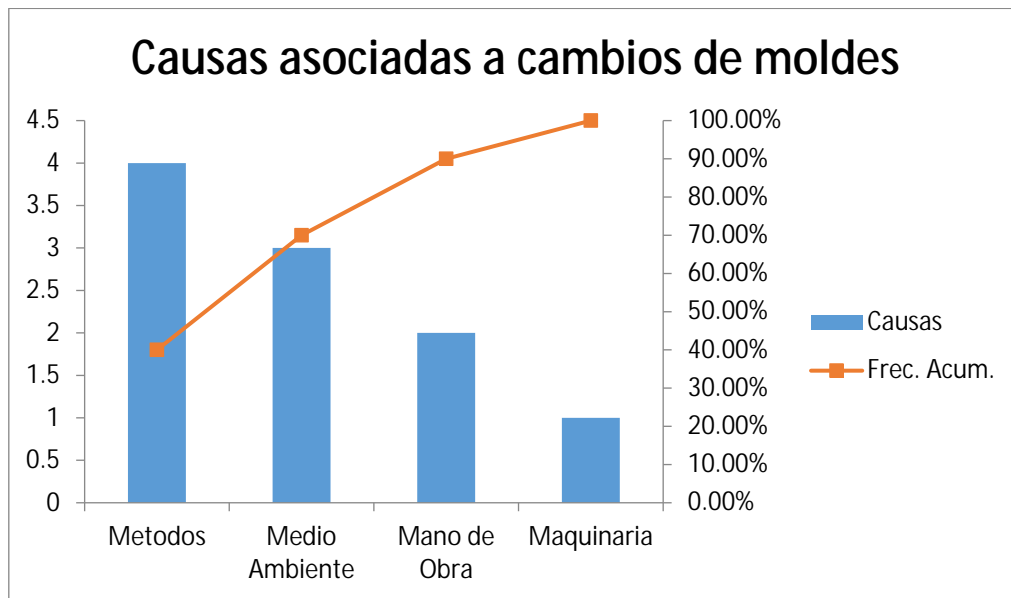


Grafico 1. Diagrama de Pareto de Causas asociadas a cambio de moldes.  
Fuente: García W. (2018)

De este análisis, como se observa en el Pareto de causas presentado en el Grafico 1, se pudo determinar que las causas más relevantes y que tienen mayor impacto en el tiempo de cambio de moldes están en los Métodos y Medio ambiente, por lo tanto este trabajo está enfocado en resolver los problemas de estos dos puntos para así lograr disminuir los tiempos durante los cambios de molde y troquel y a su vez lograr el aumentar la productividad

## **Separación de las actividades internas y externas**

El paso más importante en la aplicación del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y externa. En esta etapa se realizó la tabla de identificación de actividades internas y externas, para el proceso de cambio y troquel donde se clasificaron las 90 actividades entre los dos procesos.

Para descartar actividades innecesarias, se tuvo que aplicar algunas preguntas y el análisis respectivo por parte del autor.

Las preguntas que se consideraron para eliminar pequeñas pérdidas de tiempo fueron:

- ¿Qué preparaciones se necesitan hacer por adelantado?
- ¿Qué herramientas se deben tener a la mano?
- ¿Están las herramientas en buenas condiciones?

En cambio, para reducir operaciones o mejorarlas fue preciso preguntarse:

- ¿Es necesaria la tarea? ¿Puede eliminarse?
- ¿Es apropiado el procedimiento actual?, ¿Es difícil?
- ¿Puede cambiarse el orden?, ¿Pueden hacerse de forma simultánea?
- ¿Es adecuado el número de personas?

Al tratar de mejorar tiempos siempre se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Que no se busquen materiales o herramientas.
- No mover cosas innecesariamente, establecer el área de trabajo y el área de almacenaje de forma apropiada.

Para eliminar ciertos ajustes, fue necesario analizar y aplicar lo siguiente:

- Muchos ajustes pueden ser ejecutados sin prueba y error, sólo los ajustes inevitables deben permanecer.

- Para eliminar ajustes se debe analizar su propósito, métodos actuales y eficacia.
- Identificar porqué los ajustes son necesarios.
- Considerar alternativas y mejoras que eliminarán la necesidad de hacer ajustes.

Para aquellos ajustes inevitables que por su naturaleza no pudieron ser separadas del proceso, se optó por adoptar varias estrategias:

- Establecer un procedimiento estándar para ejecutar los ajustes.
- Mejorar y/o incrementar las destrezas de los trabajadores practicando los procedimientos estándar.

Con la reestructuración de actividades se logró pasar de 90 a 69 operaciones internas, disminuyendo así las operaciones que se hacen con la máquina detenida; además se generaron 20 operaciones externas.

En la tabla 12 y tabla 13 se muestran el resultado de la separación de las operaciones en el cambio de molde y troquel.

Tabla 14. Identificación de las actividades para el cambio de molde

<b>IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES INTERNA Y EXTERNA</b>		<b>FECHA: Sept -2018.</b>	<b>pág.</b>	<b>1/1.</b>
<b>Operaciones para el cambio de Molde</b>		<b>Clasificacion</b>		
		<b>Interna</b>	<b>Externas</b>	
1	Presionar el Boton de Cierre de Molde	X		X
2	Presionar Boton de Parada de Emergencia	X		X
3	Presionar el Boton de apagado del homo	X		X
4	Presionar el boton de apertura del homo	X		
5	Separar el homo de la estacion de moldeo			X
6	Abrir las puertas protectoras de la estacion de moldeo	X		
7	Sacar bandeja recolectora de agua debajo de la estacion de moldeo			X
8	Desconectar Manguera neumatica de ambas piastras	X		
9	Desmontar ambas piastras	X		
10	Desconectar manguera de enfriamiento de los Moldes	X		
11	Colocar los tranca moldes en la parte frontal y posterior de los moldes	X		
12	Quitar todos los tornillos sujetadores del molde inferior	X		
13	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	X		
14	Colocar las barras metalicas cilíndrica entre la plataforma y el molde	X		
15	Mover manualmente el motor hasta subir la plataforma inferior hasta llegar al molde inferior	X		
16	Quitar todos los tornillos sujetadores del molde superior	X		
17	Colocar el carro porta moldes en la parte frontal de la estacion de moldeo	X		
18	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior a la altura del carro porta moldes	X		
19	Retirar los moldes de la estacion de moldeo hacia el carro porta moldes	X		
20	Retirar el carro porta moldes y llevarlo al taller de moldes			X
21	Limpiar la plataforma de moldeo superior e inferior	X		
22	Abrir al maximo ancho de los rieles	X		
23	Colocar las barras metalicas cilíndrica en la plataforma inferior	X		
24	Desmontar moldes del carro porta Moldes			X
25	Colocar moldes nuevo en el carro porta moldes			X
26	Llevar el carro porta moldes a la estacion de moldeo de la maquina			X
27	Colocar los moldes en la plataforma de moldeo	X		
28	Retirar el carro porta moldes de la maquina			X
29	Colocar los tornillos sujetadores del molde superior	X		
30	Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	X		
31	Retirar las barras metalicas cilíndrica en la plataforma inferior	X		
32	Mover manualmente el motor hasta subir la plataforma inferior a los moldes	X		
33	Colocar los tornillos sujetadores del molde inferior	X		
34	Retirar los tranca moldes de ambos lados de los moldes	X		
35	Colocar las mangueras de enfriamiento de ambos moldes	X		
36	Colocar ambas piastras en el molde	X		
37	Colocar mangueras neumatica en las piastra	X		
38	Ajustar la apertura de las plataformas de moldeo			X
39	Ajustar al ancho deseado de los rieles	X		
40	Cerrar todas las puertas protectoras de la estacion de moldeo	X		
41	Presionar el boton de cierre del homo y encendido de la maquina	X		
42	Colocar los parametros de condicion del nuevo producto	X		
43	Presionar el Boton de encendido del horno	X		
44	Esperar que el horno llegue a la temperatura deseada			X
45	Encender el devanador	X		
46	Colocar bobina en el devanador	X		
47	Verificar temperatura del homo	X		
48	Colocar el motor de la cadena en modo lento	X		
49	Pasar la lamina del devanador al alimentador	X		
50	Colocar el motor de la cadena en modo de trabajo	X		
51	Presionar el boton de encendido de los motores de la estacion de moldeo	X		
52	Verificar producto a la salida de la estacion de moldeo	X		

Fuente: García W. (2018)

Tabla 15. Identificación de las actividades para el cambio de molde

<b>IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES INTERNA Y EXTERNA</b>		<b>FECHA: Sept -2018.</b>	<b>pág.</b>	<b>1/1.</b>
<b>Operaciones para el cambio de Troquel</b>			<b>Clasificacion</b>	
			<b>Interna</b>	<b>Externas</b>
1	Presionar el Boton de Parada de emergencia			X
2	Retirar carro porta lampara	X		
3	Abrir puertas laterales y porterior de la estacion de corte	X		
4	Desconectar tuberias del molino de escama	X		
5	Retirar molino de escama de la estacion de corte	X		
6	Quitar los tornillos de sujecion de la plancha del troquel	X		
7	Desmontar plancha del troquel	X		
8	Cerrar manualmente el troquel	X		
9	Colocar los dispositivos de bloqueo a cada lado del troquel	X		
10	Quitar los tornillos de sujecion de la plataforma posterior del troquel	X		
11	Colocar carro porta troquel debajo del mismo	X		
12	Ajustar altura del carro porta troquel	X		
13	Separar plataforma posterior del troquel	X		
14	Quitar los tornillos de la plataforma delantera del troquel	X		
15	Bajar altura del carro porta troquel al minimo	X		
16	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller			X
17	Colocar el nuevo troquel en el carro porta troquel			X
18	Llevar el carro porta troquel a la estacion de corte			X
19	Colocar el carro porta troquel debajo de la estacion de corte	X		
20	Nivelar troquel con las plataformas de la estacion de corte	X		
21	Colocar tornillos sujecion de la plataforma delantera	X		
22	Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y llevarlo al taller			X
23	Cerrar manualmente la plataforma posterior	X		
24	Colocar tornillos sujecion de la plataforma posterior	X		
25	Retirar dispositivo de bloqueo del troquel de cada lado	X		
26	Abrir manualmente el troquel	X		
27	Ajustar apertura de la plataforma de la estacion de corte			X
28	Colocar plancha del nuevo troquel	X		
29	Colocar los tornillos a la plancha del troquel	X		
30	Ajustar ancho del alimentador del troquel (Canopy)	X		
31	Colocar molino debajo de la estacion de corte	X		
32	Alinear las tuberia del molino	X		
33	Cerrar las puertas protectoras de la estacion de corte	X		
34	Ajustar los inyectores de los marcadores tinta			X
35	Pasar la lamina hasta el Servo Pick	X		
36	Ajustar las guias del servo Pick	X		
37	Encender Molino soplador y troquel			X
38	Verificar producto final			X

Fuente: García W. (2018)

Según el análisis correspondiente, se encontró que el 76.7% de las actividades son realizadas mientras la máquina está detenida, es decir, son operaciones internas, y un 23,3% son actividades externas, y a priori se puede indicar que la mayoría del tiempo del cambio es improductivo tanto para la máquina como para el proceso como se observa en las gráficas 2 y 3.

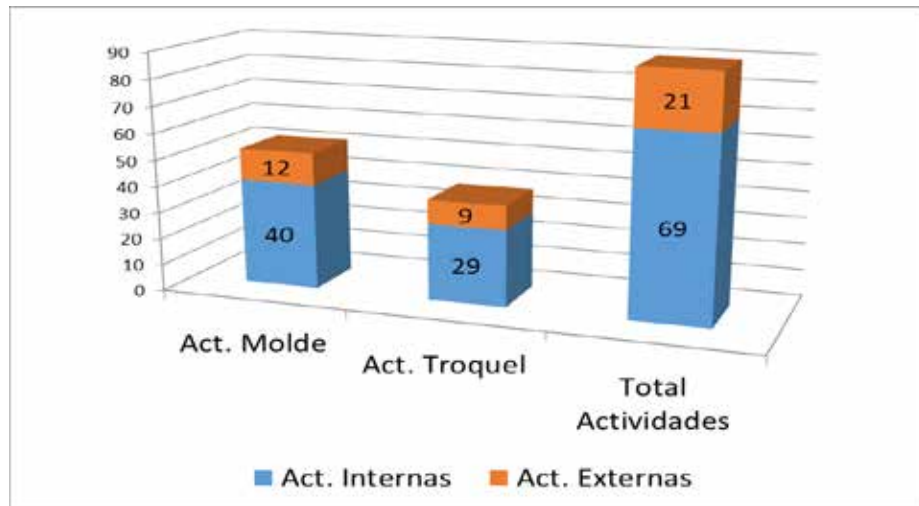


Grafico 2. Total de actividades Internas y Externas en el Cambio de Moldes y Troquel.  
Fuente: García W. (2018)

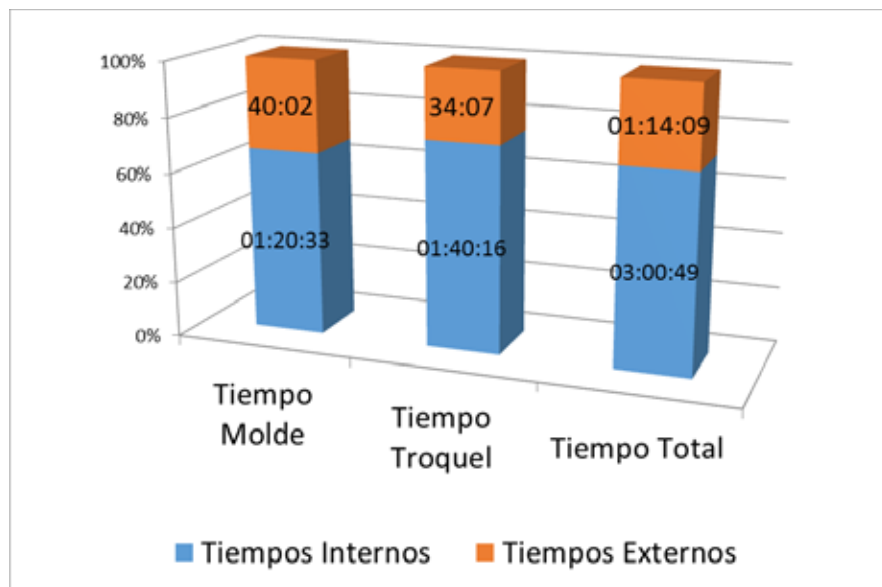


Grafico 3. Tiempo de Actividades Internas y Externas en el Cambio de Moldes y Troquel.  
Fuente: García W. (2018)

### **5.3. FASE III. Diseñar acciones de mejora fundamentadas en herramientas de ingeniería industrial Lean Manufacturing que conduzca a la reducción de tiempo de las operaciones de cambio de moldes para la máquina Irwin.**

Otra de las etapas importante en la aplicación del SMED es la de eliminar las que no agregan valor y convertir las actividades interna en externa, en esta etapa y con la ayuda del departamento de ingeniería de plástico se analizaron las actividades internas y se tomaron algunas acciones las cuales permitirían que las mismas sean convertidas en actividades externas, mientras que algunas otras actividades se realizan en paralelo para optimizar el tiempo de cambio de molde y troquel.

#### **Limpieza y organización del área de almacenamiento de los moldes y troqueles**

En el área de almacenamiento de los moldes se debe de poner en práctica el método de las 5S, esto con la finalidad de organizar el espacio de trabajo de manera eficaz, eliminar todas las herramientas que ya no se necesitan en el área o se encuentren en mal estado, mejorar el nivel de orden y limpieza, reducir condiciones inseguras, tener facilidad para ubicar fácilmente el molde y/o troquel y tener una mejora en la imagen del departamento, para llevar a cabo esta metodología es necesario hacer seguimiento de 5 fases.

Las fases que se deben llevar a cabo durante este programa son:

#### **SEIRI (Clasificación / Despejar).**

**"Disponer sólo de lo necesario, mejora la eficiencia".**

Al tener la posibilidad de encontrar lo que se necesita de manera rápida y sencilla, se ahorra tiempo y esfuerzo, mismos que puede ser utilizado en la elaboración del producto, mejorando con esto el rendimiento y la productividad de la planta. Al despejar un espacio se puede realizar movimientos de los moldes y troqueles de una manera más cómoda, rápida, sin que se tenga que realizar

movimientos lentos con el fin de no tropezar con elementos innecesarios colocados por el área. El espacio ocupado por materiales o demás cosas que no sirven reduce el espacio útil en la planta provocando por consiguiente la acumulación de materiales, chatarra que, además dan un mal aspecto al lugar de trabajo, por lo tanto se debe eliminar todo los materiales o equipos que no pertenezcan al área de almacenamiento de los moldes

**SEITON (Orden / Organizar).**

**"El orden mejora la imagen de nuestro puesto y la nuestra".**

Se observó que la falta de orden en la zona de almacenaje de moldes retrasaba el cambio de molde ya que todos los moldes se encontraban mezclados, por lo que al buscar un molde específico es dificultoso. Aunque esto no interfiere directamente con el montaje pero no se puede decir lo mismo de las actividades externas que es la preparación previa antes del montaje que incluye la operación de localización del molde a montar. Se debe identificar en cada ubicación dentro de los rack con un cartel (30cm largo x 12cm de ancho) el cual contenga el nombre del molde y/o troquel, además a cada molde y troquel se debe colocar en un lugar visible una placa metálica (10cm largo por 5cm de ancho) con el nombre del molde y del troquel para poder identificarlos.

En algunos momentos la búsqueda de un molde puede tardar más de 20 min., por lo que aparte de identificarlos se debe de clasificar cada molde utilizando el método ABC por frecuencia de uso, de la siguiente forma:

Tabla 16 Clasificación ABC por frecuencia para los Moldes y Troquel

Clasificación de Moldes (ABC)	Frecuencia de Clasificación
<b>Moldes de Tipo A</b>	Frecuencia de uso entre 1 o 2 Meses
<b>Moldes de Tipo B</b>	Frecuencia de uso entre 3 o 6 Meses
<b>Moldes de Tipo C</b>	Frecuencia de uso entre 6 o 12 Meses

Fuente: García W. (2018)

A continuación se observa la tabla 17 con la clasificación ABC para los moldes según su frecuencia de montaje, esta clasificación se realizó tomando en cuenta los cambios de los últimos 12 meses

Tabla 17. Clasificación ABC para los Moldes según frecuencia de montaje

CLASIFICACION DE MOLDES Y TROQUELES SEGÚN SU FRECUENCIA DE USO			
PRODUCTO			
ITEM	MOLDE	TROQUEL	CLASIFICACION
1	Bandeja A llana (Ancho 28)	Bandeja A llana y prof (Ancho 28)	B
2	Bandeja A profunda (Ancho 28)		
3	Bandeja A llana (Ancho 52)	Bandeja A llana y prof (Ancho 52)	A
4	Bandeja A profunda (Ancho 52)		
5	Bandeja B llana (Ancho 28)	Bandeja B llana y prof (Ancho 28)	B
6	Bandeja B profunda (Ancho 28)		
7	Bandeja B llana (Ancho 52)	Bandeja B llana y prof (Ancho 52)	A
8	Bandeja B profunda (Ancho 52)		
9	Bandeja C llana (Ancho 28)	Bandeja C llana (Ancho 28)	A
10	Bandeja D llana (Ancho 28)	Bandeja D llana (Ancho 28)	A
11	Bandeja G profunda (Ancho 52)	Bandeja G Prof. (Ancho 52)	C
12	Bandeja G profunda (Ancho 28)	Bandeja G Prof. (Ancho 28)	B
13	Bandeja G "GP" (Ancho 28)		C
14	Bandeja G llana (Ancho 28)		C
15	Bandeja H llana (Ancho 28)	Bandeja H, H prof, Picnic (Ancho 28)	B
16	Bandeja H2P Prof. (Ancho 28)		C
17	Plato Picnic (Ancho 28)		C
18	Plato Elíptico (Ancho 28)	Plato Elíptico (Ancho 28)	B
19	Plato 6 (Ancho 28)	Plato 6 (Ancho 28)	B
20	Plato 8 (Ancho 28)	Plato 8 (Ancho 28)	B
21	Plato 9 Laminado (Ancho 28)	Plato 9 (Ancho 28)	B
22	Plato 9 Dividido (Ancho 28)		B
23	Envase China III (Ancho 28)	China III, ZIII (Ancho 28)	C
24	Envase ZIII (Ancho 28)		C
25	Envase China II (Ancho 28)	Envase China II (Ancho 28)	C
26	Envase China I (Ancho 28)	Envase China I, IV (Ancho 28)	C
27	Envase China IV (Ancho 28)		C
28	Luncharo I S/DIV (Ancho 28)	Luncharo I, II Liso/Div (Ancho 28)	A
29	Luncharo II C/DIV (Ancho 28)		A
30	Luncharo III S/DIV (Ancho 28)	Luncharo III S/DIV (Ancho 28)	B
31	Luncharo IV S/DIV (Ancho 28)	Luncharo IV, V (Ancho 28)	A
32	Luncharo V C/DIV (Ancho 28)		A
33	Hamburguesa (Ancho 28)	Hamburguesa (Ancho 28)	C
34	Perro calientes (Ancho 28)	Perro Caliente (Ancho 28)	C
35	Luncharo I S/DIV (Ancho 52)	Luncharo I S/DIV / Luncharo II C/DIV (Ancho 28)	A
36	Luncharo II C/DIV (Ancho 52)		A
37	Envase Contenedor Redondo CR (Ancho 52)	Envase Contenedor Redondo (Ancho 52)	A
38	Tapa Contenedor Redondo CR (Ancho 52)	Tapa Contenedor Redondo (Ancho 52)	A
39		Troquel de Tapa 990 (28NT)	C

Fuente: García W. (2018)

### **SEISO (Limpieza)**

**"Las condiciones óptimas tienen su razón de ser".**

Un lugar limpio y con orden no solo hace a nuestro lugar de trabajo más agradable sino que también, al tener un espacio limpio podemos encontrar lo necesario rápidamente, además no tenemos cosas en el suelo que nos puedan estorbar o peor aún causar algún tipo de lesión que mermaría nuestra capacidad de trabajo.

A través de esta fase se debe crear un programa de limpieza del área dentro del almacén de moldes y troqueles, el cual permitirá tener tanto el área como los moldes y troqueles en buenas condiciones.

### **SEIKETSU (Normalizar).**

**"Si normalizas tus tareas, tu trabajo será más sencillo".**

Se debe mantener la filosofía de realizar la limpieza todos los días para mantener el lugar de trabajo y los equipos de uso para el cambio de molde ordenado, con el objetivo de hacer el trabajo más sencillo que el que se hace actualmente, se reduce fatigas y se optimiza el recurso tiempo. El analista de mantenimiento será el encargado de supervisar que el área de trabajo quede completamente limpia y ordenada al finalizar la jornada laboral.

### **SHITSUKE (Disciplina)**

**"Con disciplina los esfuerzos son menos y los resultados mejores".**

Si se mantienen los cambios que se han realizado, entonces, se podrá conservar el nivel de mejora en el trabajo y la eficiencia. Es mucho más fácil realizar pequeñas revisiones periódicas que dejar que se deterioren las condiciones alcanzadas que tener que implementarlas nuevamente.

En el área de almacenaje de moldes se debe colocar una indicación **“COLOQUE EL MOLDE Y TROQUEL EN LA UBICACIÓN ASIGNADA”**. Claro que al inicio parece ser una imposición pero después de que el personal de

mantenimiento lo haga vera que su trabajo se facilita, haciendo que la indicación no sea ya una imposición sino una necesidad para su trabajo. Se hace esta recomendación ya que si se llegaran a mezclar los moldes sería complicado buscar y encontrar nuevamente el molde en específico teniendo por esto, que revisar todas las tres secciones en busca del molde perdido.

### **Estandarización de la apertura de la estación de moldeo**

Molanca cuenta con 39 conjuntos de molde y troquel, cada vez que se realiza un cambio se debe calibrar las apertura de las plataformas de moldeo para garantizar que la separación entre ambos molde sea de 3mm, este es un procedimiento muy delicado, este consiste en colocar las plataformas de moldeo en la posición cerrada y aflojar 4 tornillos tipo Allen en cada brazo de la plataforma superior y mover un tornillos doble rosca hasta obtener la medida deseada entre las dos plataformas, si los mismo no son ajustado adecuadamente se pueden sufrir danos permanentes las bocinas y columnas de la estación de molde.

Se debe ajustar la apertura de las plataformas de la estación de moldeo en 25” y de esa manera se eliminara el ajuste de los brazos en cada cambio de molde.

### **Estandarización de la apertura de la estación de corte**

Durante el cambio de troquel se debe garantizar que los cortantes machos no excedan más de 3mm al cortante hembra ya que de ser así el troquel pueden presentar desgaste prematuro, para realizar esta calibración se debe de cerrar la plataforma de corte en su posición “Zero Mecánica” aflojar los tornillos tipo Allen de los brazos y ajustar el tornillo doble rosca hasta obtener la medida de 10” si algún troquel ha sido rectificado se deberá colocar un suplemento detrás del cortante macho para garantizar que mantenga la medida estándar.

### Adquisición de caja de Herramientas exclusiva para los cambios

Uno de los problemas que el personal de mantenimiento tenían al momento de prepararse para realizar el cambio de molde y troquel en la máquina era el de no contar con herramientas adecuadas y propias para sus labores; la propuesta radica en que se debe adquirir las herramientas necesarias y una caja de herramienta para el resguardo de las mismas; el cual además se debe colocar en un lugar asequible y cercano a la máquina y al personal de mantenimiento durante los cambios, para cumplir con los objetivos propuestos de disminuir el tiempos de cambios de molde y troquel y facilitar el orden en el puesto de trabajo.

Tabla 18. Herramientas para la realización de cambio de Molde y Troquel.

#### Listado de Herramientas Necesarias para realizar Cambio de molde y troquel

Descripcion	Cantidad
Dado de 3/4 cuadrante de media	2 Pza
Dado de 9/16 cuadrante de media	2 Pza
Reacher de 8" cuadrante de 1/2	2 pza
Llave Combinada de 3/4"	1 Pza
Llave Combinada de 9/16"	2 pza
Llave Combinada de 1/2"	2 Pza
Llave Combinada de 7/16"	2 pza
Llave Combinada de 15/16"	1 Pza
Llave Combinada de 1-1/8"	1 pza
Llave Combinada de 7/8"	1 Pza
Llave Allen de 1/8"	1 pza
Llave Allen de 3/8"	1 Pza
Llave Allen de 5/16"	1 pza
Llave Allen de 1/4"	1 Pza
Llave Allen de 3/16"	1 pza
Llave Allen de 7/32"	1 Pza
Espiga de 5/16 Cuadrante de 1/2	1 pza
Espiga de 3/8 Cuadrante de 1/2	2 Pza
Espiga de 1/2 Cuadrante de 1/2	1 pza
Cinta Metrica	1 Pza
Regla Metalica de 60cm	1 pza

Fuente: Dpto. de Mantenimiento (2018)



Figura 20 Modelo de Caja de Herramienta Solicitada  
Fuente: Amazon. (2018)

### **Identificación de las mangueras del sistema de enfriamiento de los moldes.**

Esta acción es simple y consistió en colocar cinta adhesiva de color rojo para las mangueras de salida y de color azul para las mangueras de entradas de igual forma se identificarán las conexiones de cada molde esto garantizará que no habrá confusión a la hora de colocar las mangueras al momento de realizar el cambio de molde.

Lo mismo se realizó con las mangueras neumáticas de las piastras, donde se colocó cinta adhesiva de color azul para las mangueras de subida y de color rojo para las mangueras de bajada.



Figura 21. Identificación de las mangueras del sistema de enfriamiento  
Fuente: García W. (2018)

### **Formato de Estado del Molde y Troquel**

Se realizó un formato “Reporte de Estado de Molde y Troquel” (Ver Anexo 1) el cual es entregado al líder de producción cada vez que se realiza un cambio de molde y troquel en la maquina con el fin de registrar todos los defectos y/o reparaciones ocurrida durante la corrida el mismo es regresado al finalizar la corrida al Ing. De Proceso del área de termoformado el cual se encargara de registrar los datos en un archivo digital y posteriormente se lo entregara al analista de mantenimiento el cual es el encargado de programar el mantenimiento del molde y/o troquel de ser necesario.

### **Diagrama de operaciones propuesto para la realización de los cambios de molde y troquel**

Con base a los datos obtenidos del estudio de tiempos inicial se calculó un tiempo promedio para la realización de la operación de montaje de molde y troquel con un total de 04:14:58 Hra frente a 03:00:49 Hra que se lograran mediante las mejoras y la estandarización realizada lo cual es una diferencia de 01:14:09 Hra con una reducción del 29.1% solo en tiempos de productivos sin tener en cuenta tiempos en los ajuste de puesta a punto.

Actualmente no se cuenta con un estándar que establezca y guíe a las dos personas de mantenimiento, la preparación y secuencia lógica en que deben realizar la operación de montaje de molde y troquel garantizara que se sincronicen de tal forma que se reduzca el tiempo muerto u ocioso.

Los siguientes diagramas son el resultado del análisis del método de trabajo y la aplicación de los fundamentos del sistema SMED.

Tabla 19. Diagrama de Operación para el Cambio de Molde Propuesto.

**Diagrama de Operación para el Cambio de Molde**

Nombre del Proceso		Cambio de Molde		Actual		Propuesto		Diferencia		
<input checked="" type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Material				# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo	
DESCRIPCION DEL METODO	<input type="checkbox"/> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto			45	01:36:50	37	01:12:54	8	23:56	
Se Inicia en:	Al parar la maquina				2	01:13	2	01:13	0	00:00
Se Termina en:	Al salir la lamina del molde instalado				4	11:10	4	06:26	0	04:44
Elaborado Por:	William Garcia				1	11:22	0	0	1	11:22
Fecha:	Octubre 2018.				DISTANCIAS RECORRIDAS		42	18	24	

Operaciones	Leyenda					Tiempo (Min:Seg)	Distancia (Mts)	Observaciones
	●	■	→	◻	▽			
1 Presionar el boton de apertura del homo	●	◻	→	◻	▽	00:03		
2 Abrir las puertas protectoras de la estacion de moldeo	●	◻	→	◻	▽	00:27		
3 Desconectar Manguera neumatica de ambas piastras	●	◻	→	◻	▽	01:26		
4 Desmontar ambas piastras	●	◻	→	◻	▽	03:47		
5 Desconectar manguera de enfriamiento de los Moldes	●	◻	→	◻	▽	03:45		
6 Colocar los tranca moldes en la parte frontal y posterior de los moldes	●	◻	→	◻	▽	02:53		
7 Quitar todos los tornillos sujetadores del molde inferior	●	◻	→	◻	▽	04:13		
8 Mover manualmente el motor hasta bajar la plataforma inferior al punto mas bajo	●	◻	→	◻	▽	01:04		
9 Colocar las barras metalicas cilíndrica entre la plataforma y el molde	●	◻	→	◻	▽	01:53		
10 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior hasta llegar al molde inferior	●	◻	→	◻	▽	01:08		
11 Quitar todos los tornillos sujetadores del molde superior	●	◻	→	◻	▽	03:54		
12 Colocar el carro porta moldes en la parte frontal de la estacion de moldeo	○	◻	→	◻	▽	02:12	6	
13 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a la altura del carro porta moldes	●	◻	→	◻	▽	01:05		
14 Retirar los moldes de la estacion de moldeo hacia el carro porta moldes	●	◻	→	◻	▽	03:36		
15 Retirar el carro porta moldes y colocarlo a un lado de la maquina	○	◻	→	◻	▽	01:24	4	
16 Limpiar la plataforma de moldeo superior e inferior	●	◻	→	◻	▽	03:52		
17 Abrir al maximo ancho de los rieles	●	◻	→	◻	▽	03:40		
18 Colocar las barras metalicas cilíndrica en la plataforma inferior	●	◻	→	◻	▽	01:42		
19 Llevar el carro porta moldes a la estacion de moldeo de la maquina	○	◻	→	◻	▽	01:30	4	
20 Colocar los moldes en la plataforma de moldeo	●	◻	→	◻	▽	02:48		
21 Retirar el carro porta moldes de la maquina	○	◻	→	◻	▽	01:20	4	
22 Colocar los tornillos sujetadores del molde superior	●	◻	→	◻	▽	03:48		
23 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior al punto mas bajo	●	◻	→	◻	▽	00:03		
24 Retirar las barras metalicas cilíndrica en la plataforma inferior	●	◻	→	◻	▽	00:10		
25 Mover manualmente el motor de la plataforma inferior a los moldes	●	◻	→	◻	▽	00:35		
26 Colocar los tornillos sujetadores del molde inferior	●	◻	→	◻	▽	03:28		
27 Retirar los tranca moldes de ambos lados de los moldes	●	◻	→	◻	▽	02:54		
28 Colocar las mangueras de enfriamiento de ambos moldes	●	◻	→	◻	▽	02:50		
29 Colocar ambas piastras en el molde	●	◻	→	◻	▽	03:43		
30 Colocar mangueras neumatica en las piastra	●	◻	→	◻	▽	01:43		
31 Ajustar el ancho deseado de los rieles	●	◻	→	◻	▽	05:19		
32 Cerrar todas las puertas protectoras de la estacion de moldeo	●	◻	→	◻	▽	00:38		
33 Presionar el boton de cierre del homo y encendido de la maquina	●	◻	→	◻	▽	00:03		
34 Colocar los parametros de condicion del nuevo producto	●	◻	→	◻	▽	04:11		
35 Presionar el Boton de encendido del horno	●	◻	→	◻	▽	00:02		
36 Encender el devanador	●	◻	→	◻	▽	00:08		
37 Colocar bobina en el devanador	●	◻	→	◻	▽	01:21		
38 Verificar temperatura del horno	○	■	→	◻	▽	00:06		
39 Colocar el motor de la cadena en modo lento	●	◻	→	◻	▽	00:03		
40 Pasar la lamina del devanador al alimentador	●	◻	→	◻	▽	00:28		
41 Colocar el motor de la cadena en modo de trabajo	●	◻	→	◻	▽	00:02		
42 Presionar el boton de inicio del ciclo de la estacion de moldeo	●	◻	→	◻	▽	00:08		
43 Verificar producto a la salida de la estacion de moldeo	○	■	→	◻	▽	01:07		

Fuente: El Autor (2018)

Tabla 20. . Diagrama de Operación para el Cambio de Troquel Propuesto.

**Diagrama de Operación para el Cambio de Troquel**

Nombre del Proceso		Cambio de Troquel de Corte		Actual		Propuesto		Diferencia	
<input checked="" type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Material				# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo	# Op.	Tiempo
DESCRIPCION DEL METODO	<input type="checkbox"/> Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto			33	1:58:28	28	1:34:31	5	23:57
Se Inicia en:	Al parar la maquina			1	01:06	0	00:00	1	01:06
Se Termina en:	Al salir el producto en buen estado			4	14:49	0	05:45	4	09:04
Elaborado Por:	William Garcia			0	00:00	0	00:00	0	00:00
Fecha:	Octubre 2018.			DISTANCIAS RECORIDAS (Mts)		55	15	40	

Operaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	Tiempo (Min:Seg)	Distancia (Mts)	Observaciones
1 Retirar carro porta lampara	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:13		
2 Abrir puertas laterales y posterior de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:12		
3 Desconectar tuberías del molino de escama	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:33		
4 Retirar molino de escama de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	03:24		
5 Quitar los tornillos de sujecion de la plancha del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	04:17		
6 Desmontar plancha del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:40		
7 Cerrar manualmente el troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:37		
8 Colocar los dispositivos de bloqueo a cada lado del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	02:03		
9 Quitar los tornillos de la plataforma posterior del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	04:35		
10 Colocar carro porta troquel debajo del mismo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	02:19	3	
11 Ajustar altura del carro porta troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:24		
12 Separar plataforma posterior del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:06		
13 Quitar los tornillos de la plataforma delantera del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	03:38		
14 Bajar altura del carro porta troquel al minimo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:05		
15 Retirar carro porta troquel de la estacion de corte y colocarlo al lado de la maquina	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:04	4	
16 Llevar el carro porta troquel a la estacion de corte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:09	4	
17 Colocar el carro porta troquel debajo de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	02:02		
18 Nivelar troquel con las plataformas de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:43		
19 Colocar tornillos sujecion de la plataforma delantera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	04:32		
20 Retirar carro porta troquel de la estacion de corte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:13	4	
21 Cerrar manualmente la plataforma posterior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:41		
22 Colocar tornillos sujecion de la plataforma posterior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	04:28		
23 Retirar dispositivo de bloqueo del troquel de cada lado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	02:43		
24 Abrir manualmente el troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:29		
25 Colocar plancha del nuevo troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	03:54		
26 Colocar los tornillos a la plancha del troquel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	03:57		
27 Ajustar ancho del alimentador del troquel (Canopy)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	04:33		
28 Colocar molino debajo de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	03:30		
29 Alinear las tubería del molino	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:19		
30 Cerrar las puertas protectoras de la estacion de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	00:17		
31 Pasar la lamina hasta el Servo Pick	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	01:21		
32 Ajustar las guías del servo Pick	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input checked="" type="checkbox"/>	▼	35:15		

Fuente: García W. (2018)

#### 5.4. FASE IV. Evaluar económicamente la propuesta mediante un análisis de costo – beneficio.

En esta última fase se realizó la evaluación de factibilidad económica, a continuación se detallan los requerimientos para la realización de las mejoras propuestas.

##### Costo Total de las Mejoras Propuestas:

Una vez ya establecido las mejoras planteadas se proceden a realizar los cálculos de las propuestas para la evaluación del aspecto económico, se hace necesario realizar un análisis de los costos que estos representan y de los beneficios que generarían al ser implementada. Al respecto, se puede decir que es totalmente factible operacionalmente; ya la empresa cuenta con el personal necesario para la aplicación de las nuevas modalidades de trabajo.

Con relación a la inversión, se determina que para el desarrollo del proyecto se requiere realizar una inversión de 320.100 Bs.S tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 21. Inversión requerida para las propuestas

Inversión requerida para mejoras propuestas			
Descripción	Cant.	Costo Unitario (Bs.S)	Inversión (Bs.S)
Herramientas para el cambio	1 kits	76.600,00	76.600,00
Caja de Herramientas	1 Pza	55.000,00	55.000,00
Etiquetas de Identificación en material de Poliestireno de 2 mm de espeso dimensiones 15X30	50 Pza	950,00	47.500,00
Etiquetas de Identificación en material de Poliestireno de 2 mm de espeso dimensiones 30X30	2 pza	1.750,00	3.500,00
Placa de Identificación Metalicas (5X10)	50 Pza	2.750,00	137.500,00
Pinturas y brochas	10 Pza	14.000,00	140.000,00
<b>Total de la Inversión (Bs.S)</b>			<b>320.100,00</b>

Fuente: García W. (2018)

La suma de tiempos de todos los movimientos anteriores, indica el tiempo total del cambio de molde desde que se detiene el proceso actual (máquina moldeadora sin producir), hasta que se inicia el proceso de nuevo (máquina moldeadora produciendo), el cual es de 255 minutos (4:14:58 hrs.) y si tomamos en cuenta que la maquina produce 58 paquetes por hora en promedio, y el tiempo promedio es de 4.25 horas por cambio de molde y troquel, la empresa deja de producir la cantidad 246,5 paquetes x cambio y considerando que en un mes se realiza en promedio 7 cambios eso representa 1.725 paquetes por mes.

De acuerdo con los resultados que se pretenden obtener luego de las mejoras, y tomando como base los tiempos anteriores, al restarlos se obtiene una reducción en los tiempo de 74min (1;14:09 hra) por cambio

Cálculos:

$7 \text{ Cambios por mes} \times 74 \text{ minutos/cambio por mes} = 518 \text{ minutos.}$

Esto significa que por cada mes se obtiene 518 minutos adicionales

Se calculan los paquetes que podrían producir a un promedio de 58 paquetes/hora eso equivale producir 500,7 paquetes por cada mes.

500,7 paquetes al mes no parecen marcar la diferencia pero al final del año se aumentaría la producción con más de 6008,8 paquetes.

Según la información suministrada por el Departamento de Costos, el precio promedio de venta al público de un paquete producido en la Termoformadora Irwin 1, es de 1250 Bs.S

$6008,8 \text{ Paquetes/ año} \times 1.250 \text{ Bs,S /paquetes} = 7.511.000 \text{ Bs.S/ año}$

### **Indicador Beneficio/Costo**

En la siguiente (Tabla 19) se muestra la relación beneficio/costo del plan de mejora planteado.

Tabla 22.Resultados de la Relación Costo-Beneficio.

Fuente García W. (2018)

La propuesta es viable ya que la fórmula de beneficio/costo es igual a 22.46, implica que  $B/C > 1$ ; esto expresa que por cada Bs.S invertido la empresa gana 22.46Bs.S

### **Ahorro mensual y la factibilidad**

Aplicando la siguiente formula.

*A*

### Tiempo para recuperar la inversión

Aplicaremos la siguiente fórmula para saber en qué tiempo se recuperara la inversión, se aplica para hallar indicadores financieros.

$$F = P(1 + i)^n$$

Dónde:

P= Valor presente (lo que la empresa invertirá = 320.100 Bs.S)

F= Beneficio futuro (lo que la empresa pierde(30% Ganancias)= 2.253.300 Bs.S)

I= Interés (tasa de rentabilidad)

N= Tiempo (1 año)

Reemplazando

$$2.253.300 = 320.100(1 + i)^1$$

$$7.04 = (1 + i)^1$$

$$i = 6.04$$

Luego de que se halla el interés anual, se aplica la fórmula para encontrar el valor presente, para determinar en cuanto tiempo la empresa recuperara lo invertido.

Formula

$$P = \frac{F_1}{(1 + i)^1} + \frac{F_2}{(1 + i)^2} + \frac{F_n}{(1 + i)^n}$$

Se halla el valor mensual:

$$i = \frac{6.04}{12} = 0.50 \text{ Mesnsual}$$

$$F = \frac{2.253.300}{12} = 187.775 \text{ Mesnsual}$$

Reemplazando en la formula

$$P = \frac{187.775}{(1+i)^1} + \frac{187.775}{(1+i)^2} + \frac{187.775}{(1+i)^3} + \frac{187.775}{(1+i)^4} + \frac{187.775}{(1+i)^5}$$
$$P = 124.183,33 + 83.455,56 + 55.637,04 + 37.091,36 + 24.727,57$$
$$P = 326.094,86 \text{ Bs. S}$$

Según los cálculos, la inversión se recuperara en cinco (05) meses.

Como se puede observar la pequeña inversión que se realizó para implementar el sistema SMED queda justificada en muy poco tiempo el incremento del rendimiento se debe al ahorro de tiempo que se obtiene con la aplicación del SMED, entonces el tiempo sobrante antes empleado en el cambio de cambio de molde y troquel ahora es utilizado en la producción propiamente dicha, y tampoco hubo la necesidad de gastar recursos en la repotenciación de la maquinaria disponible.

Como se pudo demostrar con estos cálculos las mejoras de las propuestas son totalmente viables, ya que se lograría aumentar la producción en la maquina termoformadora Irwin I, generando así mayor utilidad para la empresa y un aumento en la producción, además de recuperar el capital invertido en aproximadamente 5 meses.

### **Análisis de la Factibilidad del plan de mejoras**

Se tiene como finalidad evaluar datos relevantes sobre el desarrollo de este trabajo de investigación y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede el desarrollo o implementación del plan de propuesta lo cual determinará decidir acerca de la factibilidad de las mismas.

### **Factibilidad Operativa**

La empresa cuenta con el recurso humano disponible para realizar las acciones de mejoras pudiendo llevar a cabo la implementación de sistema SMED y reducir los tiempos en los cambios de moldes y troqueles

### **Factibilidad Técnica**

Por otro lado la empresa cuenta con los recursos técnicos como son los equipos y herramientas acordes para el plan de mejora propuesto.

### **Factibilidad Económica**

Desde el punto vista económico el proyecto es considerado factible, ya que los costos incurridos en la aplicación del plan de mejora pueden ser sufragados y recuperados fácilmente por la empresa, tal como se demostró con la relación Costo/Beneficio.

## CONCLUSIONES

El objetivo inicial era reducir los tiempos en los cambios de molde y troquel para poder aumentar el rendimiento de la máquina de termoformadora Irwin I, objetivo que mediante la implantación del sistema SMED se ha comprobado que se puede conseguir.

Con una inversión que se amortizara en 5 meses aproximadamente se puede conseguir aumentar el rendimiento de la máquina, lo cual hace que aporte más horas productivas, con lo que el departamento de producción podrá fabricar más variedad de productos en menos tiempo. Por consiguiente, se podrá dar mejor servicio a los clientes, al tener más variedad de productos y más tiempo de producción, además de reducir los plazos de entrega.

Por lo tanto, se puede ver que la incorporación del sistema SMED aporta una gran serie de ventajas (productivas, económicas), por lo que merece la pena ser implantado poco a poco en toda las empresas.

Las herramientas de Lean Manufacturing son sencillas y simples de aplicar además de que no requieren de una inversión significativa para hacerlo, pues tal como se evidencia en este proyecto su implementación tiene un costo de inversión bajo con un beneficio alto al reducir el tiempo promedio del cambio de molde y troquel 04:14:58 Horas a tan solo 03:00:49 Horas.

La implementación de la metodología 5S mejora la cultura del personal de mantenimiento generando un interés por el orden, la limpieza y por una mejora continua en su entorno de trabajo, evitando equivocaciones.

Finalmente, se puede afirmar que es factible implementar las mejoras durante el proceso de cambio de molde y troquel llegando a reducir el tiempo y pudiendo mejorar los tiempos de entrega del producto final a los clientes nacionales sin afectar el plan de entrega de los clientes internacionales.

Estos resultados que se presentan son solo el principio de las mejoras a los procesos de producción ya que esto está en constante evolución, lo que es la mejora continua de todos los procesos, pero en definitiva es un detonante para motivar a futuros investigadores, sobre la reducción de los tiempos a cualquier proceso productivo.

Es importante resaltar que el presente trabajo de investigación y sus herramientas de investigación son aplicables para cualquier maquina irwin; así que solo se tiene que enfocar a las necesidades específicas de futuras investigaciones.

### **RECOMENDACIONES**

Cabe hacer mención que en cualquier proceso productivo, es necesario la plena participación de todo el personal, ya que de esto depende en gran medida el éxito o el fracaso del trabajo de investigación.

Por lo tanto se recomienda que los resultados que arroja el presente trabajo de investigación sean considerados como punto de partida para realizar acciones encaminadas a la reducción de tiempos en procesos productivos.

Para que en este proyecto de mejora los resultados perduren en el tiempo, es imprescindible que se lo siga ejecutando y el seguimiento se lo efectúe cabalmente, es recomendable además que los Departamentos de Mantenimiento y Producción, con el apoyo de la organización, sean quienes se responsabilicen de llevar a cabo estas recomendaciones.

Se recomienda que a según se vayan realizando las mejoras o reajustes al sistema, deben también actualizarse el estándar de procesos y el procedimiento estándar de cambio de molde y troquel.

Mantener un control de los moldes, para así tener conocimiento de las fallas, del mantenimiento que requieren, los insumos que se necesitarán y organizarse para el mantenimiento de los mismos según un orden de prioridad.

Se recomienda la construcción o modificación de un área de almacenamiento para los moldes de mayor tamaño que el actual

Se recomienda que la metodología 5S se mejore con el tiempo, y se expanda a otras áreas de la planta (talleres) y maquinas.

Finalmente, resulta acertado recordar que la causa más frecuente para que este tipo de proyectos no alcancen los objetivos preestablecidos, es que los altos mandos no le dediquen la atención necesaria y por consiguiente no deleguen a una persona para que se encargue de hacer cumplir el proyecto y darle el respectivo seguimiento.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

### Bibliográficas:

Añaguari M. (2.016) **“Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación para Pymes”**. Universitat Politècnica de Valencia Campus D’Alcoi.

Arrieta, J. (2.006) **“Interacción y conexiones entre las técnicas 5S, SMED y Poka Yoke en proceso de mejoramiento continuo.”** Revista Tecnura (10) pp. 139 – 148

Barcia, K. & Cordova W. (2.005) **“Mejoramiento de la operación de preparación de máquinas cortadoras de bobinas de acero “Slitters” en una empresa metalmeccánica por medio del sistema SMED”**. Revista Tecnológica ESPOL (18) pp. 85 – 92

Brian A. Fernández B. (2.016) **“Reducir tiempo de entrega mejorando el tiempo de cambio de molde en la empresa de plástico”** Universidad San Ignacio de LAYola USIL Lima Peru.

Byron S. Cruz E. (2011) **“Implementación del sistema SMED en máquina envasadora Thiele en la empresa Pintura Condor S.A**

Carbonell, F (2.013) Técnica SMED. **“Reducción del tiempo preparación.”**Ciencias. Revista de investigación. Disponible en [<http://www.3ciencias.com/wpcontent/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>]

María A. García, (2.014) **“Implementar Plan de Mejora en el Proceso Productivo en la Línea N-8 de la Empresa Cerámica Carabobo, S.A.C.A Planta Gres Guacara”** U.J.A.P Valencia

Liz Rengifo (2.013) **“Plan de mejora en la línea de inyección de la empresa derivados plásticos C.A. ubicada en valencia estado Carabobo”** U.J.A.P. Valencia.

Rodrigo A. Castillo (2.017) **“Reducción de los tiempos de cambio de molde en la línea de inyección de preforma de la compañía plásticos Team S.A.S”** U.J.A.P. Valencia.

Sabino, C. (2.002) **El Diseño de Investigación**. El proceso de Investigación. Editorial Panapo

Tamayo y Tamayo. (1.999) **“El Proceso de la investigación científica”** Editorial Limusa. Mexico

Universidad José Antonio Páez (2.011). **“Normas para la elaboración de los anteproyectos, proyectos y trabajo de grados”** Valencia

# ANEXOS



