



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

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

**TEMA:**

---

***"REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DE LA FÁBRICA DE SUELAS Y TACOS MILPLAST CÍA. LTDA"***

---

Trabajo de graduación modalidad Pasantía presentado previo a la obtención del  
Título en Ingeniería Industrial y Procesos de Automatización.

**AUTORA:** VERÓNICA APUSHÓN

**TUTORA:** ING. JEANETTE UREÑA

AMBATO – ECUADOR

2010

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutora del trabajo de investigación sobre el tema: **“REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE SUELAS Y TACOS MILPLAST CÍA. LTDA”**, de la Srta. María Verónica Apushón Chimbo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 57 del Capítulo IV Pasantías, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril, 2010

LA TUTORA

.....

Ing. Jeanette Ureña

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación “**REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE SUELAS Y TACOS MILPLAST CÍA. LTDA**”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos – legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ambato, Abril 2010

.....

Srta. María Verónica Apushón Chimbo

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo de graduación conformada por los señores docentes: Ing. César Rosero, Ing. Carlos Sánchez; aprueban el presente trabajo de graduación titulado “**REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE SUELAS Y TACOS MILPLAST CÍA. LTDA**”, presentada por la Srta. María Verónica Apushón Chimbo; de acuerdo al Art. 57 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal del tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Oswaldo Paredes  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. César Rosero  
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Carlos Sánchez  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

A Dios, todopoderoso por haberme regalado el don preciado de la vida. A toda mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional. A mis amigos y compañeros con los que he compartido experiencias inolvidables que se mantendrán en los buenos recuerdos de universidad. A todos aquellos seres queridos, que de una u otra forma me extendieron la mano y me confortaron con sus palabras

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial al Grupo Empresarial Grupo Mil, ya que me abrieron las puertas de sus empresas para nutrirme de conocimientos prácticos, los mismos que han alimentado mi carrera profesional sustancialmente.

De la misma forma agradezco a todos los profesores de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial quienes a lo largo de los años de estudio compartieron sus conocimientos y experiencias los mismos que han ayudado a la formación de una profesional, de manera especial a la Ing. Jeanette Ureña, tutora de este proyecto, quien con sus acertados conocimiento profesionales y consejos me ha ayudado en el

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG</b>
<b>PRELIMINARES</b>	
Portada	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación Comisión Calificadora	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Resumen Ejecutivo	xii
Introducción y Antecedentes	xiii
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA</b>	
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico	2
1.2.3 Prognosis	4
1.2.4 Formulación del Problema	5
1.2.5 Preguntas Directrices	5
1.2.6 Delimitación de problema	5
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Específicos	7

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes Investigativos	8
2.2 Fundamentación Legal	9
2.3 Categorías Fundamentales	9
2.3.1 Reingeniería de Procesos	10
2.3.1.1 Conceptualización	10
2.3.1.2 ¿Por qué hacer Reingeniería?	10
2.3.1.3 Hacia la Reingeniería	11
2.3.1.4 ¿Qué implica la Reingeniería?	12
2.3.1.5 ¿Cómo se hace una Reingeniería?	14
2.3.2 Sistemas de Producción	15
2.3.2.1 Conceptualización	15
2.3.2.2 Problemas relacionados con la planeación, análisis y control de los sistemas de producción.	19
2.3.2.3 Tipos de Organización	21
2.3.2.4 Proceso de Inyección de Termoplásticos	22
2.3.2.4.1 Termoplásticos	22
2.3.2.4.2 Proceso de Inyección	22
2.3.2.4.3 Máquina de Inyección	23
2.3.2.4.4 El Molde	29
2.3.2.4.5 Ciclo de Inyección	35
2.3.2.4.6 Parámetros del Proceso de Inyección	41
2.3.3 Productividad	45
2.3.3.1 Historia	45
2.3.3.2 Definición de Productividad	47
2.3.3.3 Importancia de la Productividad	47
2.3.3.4 Eficiencia y Efectividad	48
2.3.3.5 Ingresos y Productividad	49
2.3.3.6 Mejora de la productividad	49



2.3.3.7 Cálculo de la Eficiencia y Productividad	50
2.3.3.8 Necesidad de una gestión total de la productividad	50
2.3.3.9 Mejoramiento de la Productividad	51
2.3.3.10 Principios de la Gestión Total de la Productividad	53
2.3.3.11 Reglas para lograr el éxito en la Gestión Total de la Productividad	54
2.3.3.12 Lista de técnicas de mejoramiento de la productividad total	55
2.3.4 Ingeniería de Métodos	57
2.3.5 Estudio de Tiempos y Movimientos	62
2.3.5.1 Estudio de Movimientos	62
2.3.5.1.1 Conceptualización	62
2.3.5.1.2 Principios de la Economía de Movimientos	63
2.3.5.2 Estudio de Tiempos	65
2.3.5.2.1 Conceptualización	65
2.3.5.2.2 Elementos y preparación para el Estudio de Tiempos	69
2.3.5.2.3 Ejecución del Estudio de Tiempos	70
2.3.5.2.4 Equipo Utilizado	72
2.3.5.2.5 Ritmo de Trabajo	74
2.3.5.2.6 Tiempo Imprevisto	75
2.3.5.2.7 Tiempo Real	75
2.3.5.2.8 Tiempo Normal	75
2.3.5.2.9 Tiempo Estándar	75
2.3.5.2.9.1 Cálculo del Tiempo Estándar	77
2.4 Hipótesis	77
2.5 Señalamiento de las Variables	77

### **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Enfoque	78
3.2 Modalidad Básica de la Investigación	78
3.2.1 Investigación de Campo	78
3.2.2 Investigación Documental — Bibliográfica	79
3.2.3 Proyecto Factible	79

3.3 Nivel o Tipo de Investigación	79
3.4 Población y Muestra	80
3.5 Operacionalización de las Variables	80
3.6 Plan de Recolección de Información	84
3.7 Plan de Procesamiento de la Información	85

## **CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Observación Directa	86
4.2 Diagrama de Proceso	91
4.3 Diagrama de Recorrido	92
4.4 Diagrama de Ishikawa	94
4.5 Árbol de Problema	96
4.6 Análisis Estadístico	98

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones	119
5.2 Recomendaciones	119

## **CAPITULO VI: PROPUESTA**

6.1 Datos Informativos	121
6.2 Antecedentes de la Propuesta	121
6.3 Justificación	122
6.4 Objetivos	122
6.5 Análisis de Factibilidad	123
6.6 Fundamentación Técnica	123
6.6.1 Proceso Productivo de MilPlast Cía Ltda.	123
6.6.1.1 Termoplásticos utilizados	124
6.6.1.2 Proceso de Inyección	127

6.6.1.3 Máquina de Inyección	127
6.6.1.4 Ciclo de Producción	131
6.6.1.5 Procedimiento Inyección de Suelas	132
6.6.1.6 Criterios de Calidad: Defectos	138
6.6.1.6.1 Defectos habituales en las piezas de inyección	138
6.6.1.6.2 Control de piezas defectuosas	139
6.7 Metodología	139
6.7.1 Análisis de Productos Defectuosos	139
6.7.2 Análisis de Tiempos y Movimientos	168
6.7.3 Estudio de Parámetros de Inyección	178
6.7.4. Análisis de la Distribución de Instalaciones	187
6.8 Previsión de la Evaluación	192

## **MATERIAL DE REFERENCIA**

1. Bibliografía	216
1.1 Libros	216
1.2 Páginas de Internet	216
2. Anexos	216

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El desarrollo del presente trabajo de investigación tiene como finalidad hacer una Reingeniería de Procesos en el Área de Producción en MilPlast Cía. Ltda. con el objeto de mejorar la productividad de sus procesos minimizando la producción de pares defectuosos, estableciendo los parámetros de producción, reorganizando la distribución de sus instalaciones y determinando los tiempos y movimientos estándares para así establecer la capacidad real de producción de la empresa.

Para el proceso de reingeniería se utilizaron herramientas de gestión como Diagrama de Ishikawa, Árbol de Problemas, Diagrama de Flujo y Diagrama de Pareto los mismos que nos guiaron durante todo el proceso de investigación e incluso se recomienda seguir con la misma metodología al momento que exista un problema en la empresa ya que es recomendable una retroalimentación que permita minimizar los problemas que se presenten en el futuro.

Tomando en cuenta la investigación de campo realizada en MilPlast se optimizó el ciclo de producción de forma tal que la productividad se incrementó, consiguiendo así réditos en beneficio de todos los que conforman la empresa.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Considerando la constante evolución de las industrias, es prioridad de las mismas la implementación permanente de nuevos sistemas de producción, procesos de mejoramiento continuo, reingeniería de procesos, formas de organización y administración de la producción, que permitan cumplir a las empresas de manera eficiente y eficaz con los requerimientos que exige el cliente; y, al mismo tiempo asumir los distintos retos que se presentan día a día en el campo de los negocios, llegando a ser competitivos dentro de su campo, logrando así cumplir con volúmenes de producción que satisfagan la demanda del mercado, estándares de calidad que sean la garantía del producto, tiempos mínimos de producción, costos de operación bajos, manejo de tecnologías limpias que cuiden el medio ambiente, entre otras que son la base del buen desempeño de una organización que pretenda mantenerse en la cima, siempre dispuesta a asumir los retos del futuro.

El presente trabajo de investigación tratará sobre la reingeniería de procesos en una industria que no es más que un rediseño de las actividades y procesos de una empresa, lo cual implica configurar él o los sistemas de la compañía a efectos de lograr incrementos significativos en su desarrollo, obteniendo rentabilidad, mayor productividad, volúmenes adecuados de producción, altas eficiencias, tiempos de respuesta mínimos, y calidad, lo cual conlleva a la obtención de ventajas competitivas que le permiten a una fábrica desenvolverse a gran escala.

La reingeniería, en su actual acepción, tuvo su origen en Occidente como una reacción de las empresas estadounidenses a sus problemas de competitividad frente a las compañías niponas. Estas últimas venían trabajando desde hacía mucho tiempo en la mejora continua logrando de tal forma ir sacando frecuentes e importantes ventajas frente a las organizaciones occidentales. Así dadas las circunstancias, la única forma que tenían las empresas americanas era dar un salto que las reposicionara frente a sus competidores. Era menester destruir los viejos conceptos que las limitaban e impedían el desarrollo, evolución y puesta en práctica de nuevos conceptos tanto en materia de productos, como de procesos.

Entre las más expuestas de las industrias se encontraban las automotrices, las cuales generaban productos que ya no satisfacían las demandas y necesidades del consumidor, sus procesos tanto de diseño como de producción eran varias veces superiores en plazo a las de sus competidores japoneses, además de adolecer de altos costos y bajos niveles de calidad, sobre todo si se la comparaba con sus rivales. Así surgió la primera aplicación de la reingeniería de procesos como una forma de dar alcance a los competidores.

Entre los problemas que han tenido que enfrentar las industrias están los retrasos dentro de su flujo de partes, componentes y materiales causados por otro problema que son los cuellos de botellas, éstos provocan la existencia de inventarios en proceso; los aspectos antes mencionados hacen crecer el gasto de operación de forma que se genera una disminución de ganancias para la empresa; otro aspecto a tener en cuenta es el desorden que puede existir en las instalaciones de una fábrica y el incumplimiento de normas de seguridad, aspectos que pueden influir en el rendimiento de los trabajadores e incluso producir alguna clase de incidente o accidente, es por ello que se considera necesario un rediseño dentro de los procesos que se llevan a cabo en una fábrica para lograr deshacernos de estas dificultades que no le permiten a una organización desarrollarse con tranquilidad y mucho menos crecer en el ámbito competitivo.

El presente proyecto de investigación se va a centrar en la solución de los problemas existentes en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” Cía Ltda. que serán detallados más adelante en la sección correspondiente al Análisis Crítico, por lo que es necesario el comprometimiento de la mencionada empresa en cuanto a asumir el reto de un cambio sustancial en la organización de sus instalaciones, en la forma de llevar sus procesos, y las acciones que se deben tomar dentro de éstos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema**

***“REINGENIERÍA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE SUELAS Y TACOS MILPLAST CÍA. LTDA”***

### **1.2 Planteamiento del problema**

#### **1.2.1 Contextualización**

La reingeniería de procesos ha venido salvando a algunas industrias de grandes dificultades, pues se ha considerado conveniente su aplicación en vista de la creciente competencia gracias a la globalización y los tratados de libre comercio; países como Japón han logrado desarrollar procesos productivos que hasta cierto punto se han considerado casi perfectos, todo esto gracias a la aplicación de técnicas y procedimientos tales como Kaizen, las 9s, Kanban, Teoría Z, Just In Time, Total Quality Control, Mantenimiento Productivo Total, entre otras, que son parte integral de un mejoramiento continuo que se ha venido dando a lo largo de las últimas décadas teniendo como pioneros a los países de Oriente, estos métodos e ideologías de trabajo han venido disminuyendo los problemas existentes en las industrias, entre ellos los retrasos, los inventarios en proceso, los cuellos de botella, los despilfarros que no hacen más que alejar a una organización de su desarrollo dentro del ámbito de los negocios y evitan que crezca más allá de las fronteras locales o regionales.

Obviamente nuestro país no quiere quedarse atrás y actualmente se están implementando sistemas de calidad y mejoramiento continuo en la industrias, tal es así que algunas han alcanzado la Certificación de Calidad ISO 9001:2000, que no es más que la garantía de que esos productos o servicios están dentro de los estándares y especificaciones exigidos por un mercado competitivo. En Tungurahua tenemos algunos ejemplos de ello como es el caso de “Baldoré”, “Vecachi”, “Ecuatrán”, Industrias “La Catedral” entre otras que han alcanzado dicha certificación lo que les ha permitido posicionarse dentro del mercado como empresas altamente competitivas.

Es por ello que se ve la necesidad de que una empresa joven e innovadora como es el caso de “MilPlast” implemente en su fábrica esta clase de técnicas y procedimientos que le ayudarán a mejorar sus procesos de producción disminuyendo en gran parte los problemas existentes en la planta, como son productos defectuosos que se convierten en recursos perdidos, desorden en las instalaciones, inadecuada distribución de bodegas, falta de aplicación de normas de seguridad, entre otros que detallaremos más adelante.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

La fábrica de suelas y tacos “MilPlast”, actualmente se encuentra produciendo volúmenes aceptables de suelas y en menor número lotes de tacos en diversos modelos, colores y tallas; pero a medida que nos vamos centrando en su proceso productivo encontramos algunas falencias que han sido descuidadas, las cuales con el tiempo se pueden convertir en un enemigo eventual o permanente, por ello comenzaremos con el orden de las instalaciones, las mismas que no llevan una adecuada organización en relación a sus bodegas de producto terminado, materia prima e insumos, ya que si recorremos la infraestructura de la mencionada empresa nos encontraremos por todo lado con costales de materia prima (TR, PVC u otros), gavetas, cajones y sacos que contienen producto terminado, y también barriles de productos químicos, lo cual da una imagen de desorganización



de las instalaciones y adicionalmente se convierten en un riesgo potencial, pues si ocurriera algún incendio el mismo sería fatal ya que todo lo que hay en la fábrica es combustible y sería difícil de apagar. Otro factor en relación a la seguridad industrial es el incumplimiento de normas de seguridad tales como son la señalización de las instalaciones y el uso de equipo de protección personal como es el caso de fajas de protección, orejeras o tapones, mascarillas y guantes que son necesarios al momento de realizar su trabajo en el caso de los operarios.

Otro problema presente en “MilPlast” es la inexistencia de tablas o registros de los tiempos, temperaturas, velocidad, volumen y presión que deben ser aplicados a cada modelo y talla de suelas para su correcta inyección, pues a causa de ingresar valores erróneos en la computadora de la inyectora se obtienen pares defectuosos, esto generalmente ocurre cuando existe un cambio de molde y hasta lograr calibrar la máquina se echan a perder algunos pares, adicionalmente estos problemas de descoordinación de parámetros pueden aparecer nuevamente en la mitad del proceso por lo que en ocasiones el índice de pares defectuosos es considerado alto, el cual disminuye la productividad de cada estación de trabajo convirtiéndose en una pérdida de recursos (aire comprimido, electricidad, tiempo, energía del operario) y todo esto se traduce en dinero, por lo que es necesario minimizar este inconveniente; un adicional al problema de pares defectuosos es la materia prima pues en ocasiones ésta presenta problemas por la presencia de algún objeto extraño o químico generando así problemas en la calidad de las suelas, ya que no se analiza adecuadamente la composición química de ésta.

Adicionalmente otro de los factores a cambiar en la empresa es la responsabilidad de los operarios por las máquinas, ya que estas reciben una sola vez al año el respectivo mantenimiento por lo que se debe operar las mismas con cuidado y respetando las normas de seguridad; sin embargo, en algunas ocasiones pueden surgir inconvenientes durante la jornada de trabajo por lo cual el operario deja de laborar o pierde el ritmo de trabajo, ejemplo de ello es algún descuido de los

trabajadores en el ajuste de los moldes, teniendo como consecuencia la salida de un perno, una guía o incluso alguna colisión que puede dañar al molde o a la máquina provocando así la parada de la producción en esa estación de trabajo hasta que se arregle el problema de la máquina, por lo que es necesario la aplicación de un mantenimiento preventivo y mas no de un correctivo.

Finalmente otro elemento que puede influir en el bajo rendimiento de un proceso es la existencia de tiempos muertos, esto ocurre cuando el operario espera que la suela sea inyectada por la máquina; en ocasiones los tiempos de cambio de molde también son otro problema pues sobrepasan los 5 minutos y esto se debe a que las etiquetas de las perchas que contienen los moldes para la inyección se encuentran deteriorados por lo que no se puede apreciar con facilidad que moldes contienen los respectivos estantes; el hecho de que algunos estantes se encuentran ubicados lejos de los operarios le hace perder más tiempo, pues deben caminar más, también existe demoras cuando hay que purgar o limpiar la maquina.

### **1.2.3 Prognosis**

De continuar la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” con los problemas que tiene actualmente la misma, al momento de existir una gran demanda del mercado podría no satisfacer ésta, traduciéndose en pérdidas económicas ya que todos los factores presentes actualmente en la planta se pueden conjugar a futuro y crear grandes inconvenientes los cuales se pueden traducir en el incumplimiento de plazos establecidos o en la disminución de la calidad de sus productos lo que podría estar mermando la fidelidad de los clientes, y así verse truncadas sus aspiraciones de crecer en un mercado tan exigente como el actual.

Adicionalmente en relación al orden de las instalaciones y seguridad tanto de la empresa como de los trabajadores es de vital importancia tomar los correctivos necesarios para evitar alguna desgracia provocada por incidentes o accidentes que

puedan suscitar en la fábrica debido al descuido en la aplicación de las respectivas normas de seguridad.

#### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿Cuáles serán los beneficios que conllevará la reingeniería de procesos dentro del área de producción de la fábrica de suelas y tacos “MilPlast Cía. Ltda.”?

#### **1.2.5 Preguntas Directrices**

- ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta en el ciclo de producción de suelas?
- ¿Cómo se puede determinar la productividad de una fábrica?
- ¿Cómo se pueden solucionar el problema de la elaboración de productos defectuosos?
- ¿Cómo se deben establecer los estándares en tiempos, movimientos y calidad dentro de la producción de suelas?
- ¿Qué técnicas y procedimientos se deben tomar en cuenta para un buen rediseño de un proceso de producción de suelas?
- ¿Qué factores pueden afectar a la productividad de los trabajadores dentro de la producción de suelas?
- ¿Cómo se puede establecer una distribución adecuada de las instalaciones que minimice el costo de transporte?

#### **1.2.6 Delimitación del Problema**

El presente trabajo se lo va a realizar en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast Cía. Ltda.” en el área de inyección de suelas, la empresa se encuentra ubicada en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector del Parque Industrial, la dirección de la mencionada planta es calle F y 5ta. El tiempo previsto para realizar el presente trabajo es de seis meses, iniciándose en Junio de 2009 y concluyéndose en Diciembre de 2009.

### **1.3 Justificación**

La reingeniería que se va a realizar en la empresa “MilPlast” no pretende descartar la organización de la misma y partir de cero, sino más bien continuar sobre la base establecida por ésta y mejorar la forma de llevar la administración de la planta abarcando el orden de las instalaciones en relación a las bodegas tanto de materia prima, insumos y producto terminado, la productividad del proceso de fabricación de suelas, la señalización de la fábrica, el uso de equipos de protección personal y la aplicación de normas de seguridad, todos estos factores se consideran necesarios de desarrollar por cuanto están relacionados con el buen desempeño de “MilPlast” pretendiendo alcanzar una mayor productividad a la actual.

Los retrasos en el proceso productivo, los productos defectuosos, el desorden de una fábrica, son inconvenientes que tienen que afrontar la mayoría de ellas, en ocasiones por una mala administración, en otras por descuido o por factores ajenos a la empresa como es el caso del incumplimiento de plazos por parte de los proveedores de insumos o materia prima; sin embargo, si una empresa quiere ser competitiva tiene que manejar inteligentemente todos los parámetros que intervienen en el desarrollo de su organización a fin de minimizar los problemas dentro de la misma y lograr alcanzar una armonía que le permita crecer como empresa y asumir retos cada día más grandes.

Por lo tanto, la idea de realizar este trabajo de investigación y su posterior implementación en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” surge de la necesidad de la empresa por mejorar la administración de su producción de una forma que obtenga mayores volúmenes de producción a bajos costos, en menores tiempos, cumpliendo con las normas de calidad y exigencias del cliente, por ello es necesario un estudio y rediseño de su proceso de producción para así establecer los parámetros dentro del mismo que se deben mejorar o cambiar a fin lograr una mejoría dentro de la mencionada fábrica y como consecuencia el progreso de la misma.

Al proponer en la empresa un adecuado y definido proceso de reingeniería, la misma podrá disponer de herramientas que le permitirán un desarrollo eficiente y eficaz de sus actividades productivas, lo que coadyuvará a establecer apropiadamente las funciones de los miembros de la fábrica, los métodos y procedimientos de fabricación más oportunos, y una optimización significativa de los recursos disponibles de la empresa, con la finalidad de afrontar los retos que se presentan en cuanto a competencia, clientes y orientación de mercado.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Realizar una reingeniería del proceso productivo de la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” que permita simplificar y optimizar su ciclo de operación con el fin de incrementar su productividad.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio de tiempos, movimientos y utilización del espacio físico de la fábrica de suelas y tacos Milplast que permita conocer la capacidad de producción real del proceso productivo.
- Determinar la productividad de la fábrica de suelas y tacos Milplast Cía. Ltda.
- Plantear una propuesta que permita la simplificación y optimización del ciclo de operación del proceso productivo de la fábrica Milplast, para incrementar su productividad a partir de una reingeniería de procesos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

En relación al tema motivo de la presente investigación se han encontrado varios trabajos que pueden estar relacionados con el presente proyecto, teniendo:

- “Estudio de tiempos y movimientos en la elaboración de suelas para la empresa de poliuretano La Fortaleza”. Autora: Mariño Ordóñez Johanna Elizabeth
- “Implementación del método de mejoramiento de productividad “Teoría de Restricciones (TOC)” para una producción de calidad en la empresa de carrocerías IMCE”. Autor: Fonseca Córdova Sandra Lorena
- “Optimización de la gestión de procesos productivos de Gelatinas Ecuatorianas GELEC S.A.”. Autora: Paulina Alexandra Vásquez Cabezas

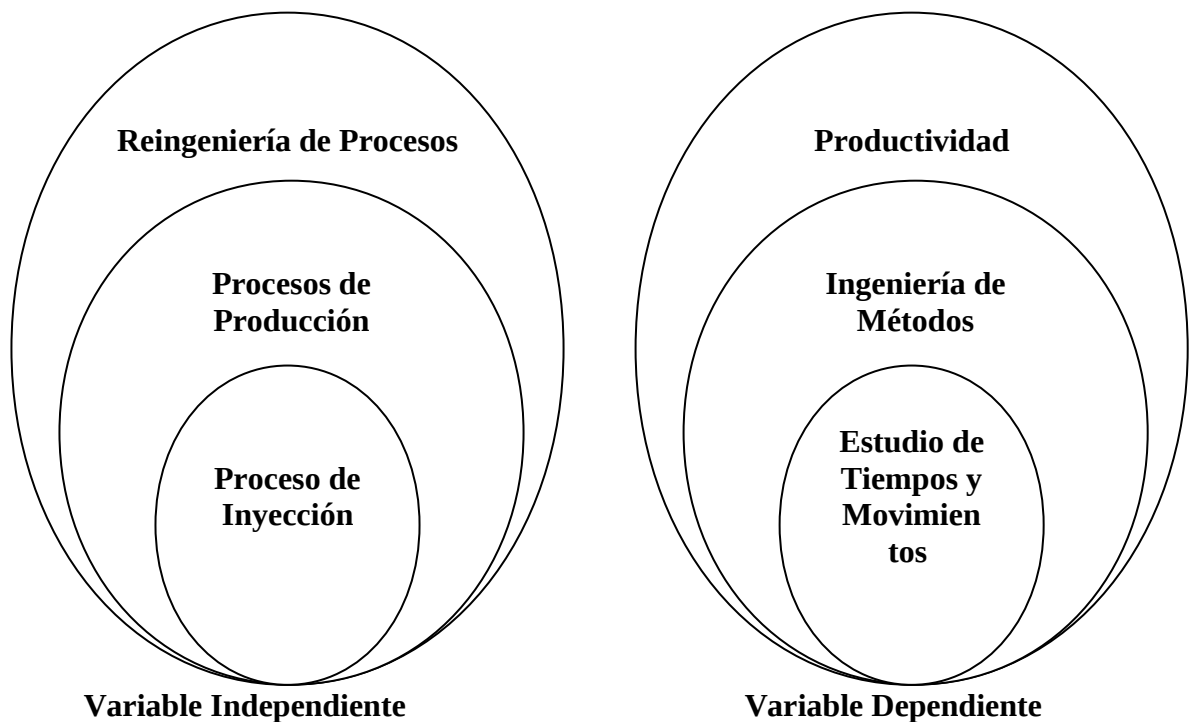
De los trabajos antes mencionados se tomaron como base para el análisis sus conclusiones, teniendo en cuenta que son muy comunes en las industrias los problemas de: cuellos de botellas, inexistencia de tiempos estándar, normas de seguridad industrial, desorden en las instalaciones, entre otros, teniendo como consecuencia el desconocimiento de la capacidad de producción real de un determinado proceso, también los obreros no están capacitados acorde con la función que desempeñan dentro de la fábrica, no hay interés en el uso de equipo de protección personal, incidentes y accidentes dentro de las fábricas; estos factores y otros más provocan retrasos en los procesos productivos, conllevando que las empresas tengan baja productividad, por lo que se hace factible una

reingeniería de los procesos productivos de nuestras industrias así como de la forma de administrar las mismas y el presente trabajo esta orienta a ello.

## 2.2 Fundamentación Legal

El presente proyecto de investigación deberá estar enmarcado dentro del respecto a cualquier reglamento existente en relación al manejo de la información de la empresa como parte de la ética profesional que debe caracterizar al ingeniero industrial.

## 2.3 Categorías Fundamentales



### 2.3.1 Reingeniería de Procesos

### **2.3.1.1 Conceptualización**

La definición más aceptada actualmente es la siguiente “La Reingeniería es el replanteamiento fundamental y el rediseño de los procesos del negocio para lograr mejoras dentro de medidas críticas y contemporáneas de desempeño, tales como costo, calidad, servicio y rapidez” (Hammer 1994).

Desde otro punto de vista la reingeniería “Es el rediseño rápido de los procesos estratégicos de valor agregado y de los sistemas, las políticas y las estructuras organizaciones que los sustentan para optimizar los flujos del trabajo y la productividad de una organización” (Manganelli, 1995). En su forma más sencilla la reingeniería cambia el proceso para corregir el ajuste entre el trabajo, el trabajador, la organización y su cultura para maximizar la rentabilidad del negocio. Para que una empresa adopte el concepto de reingeniería, ésta tiene que ser capaz de deshacerse de las reglas, formas de hacer las cosas y políticas convencionales que aplicaba con anterioridad y estar abierta a los cambios por medio de los cuales sus negocios y actividades puedan llegar a ser más eficientes, en el caso de “MilPlast” aumentar su productividad y tener un ambiente de trabajo seguro y ordenado.

### **2.3.1.2 ¿Por qué hacer Reingeniería?**

El ritmo del cambio en la vida de los negocios se ha acelerado a tal punto que la única manera de igualar o superar la rapidez del cambio en el mundo que nos rodea es lograr avances decisivos. Sucede que muchas veces se culpa a los empleados, a los encargados o la maquinaria cuando las cosas no marchan bien; cuando en realidad la culpa no es de ellos sino de la forma en qué se trabaja. También es importante hacer notar que no es porque el proceso sea malo, sino que es malo en la actualidad debido a que el proceso fue diseñado para otras condiciones de mercado que se daban en el pasado.

### **2.3.1.3 Hacia la Reingeniería**



Detrás de la palabra reingeniería, existe un nuevo modelo de negocios y un conjunto correspondiente de técnicas que los ejecutivos y los gerentes tendrán que emplear para reinventar sus compañías. Bajo el pensamiento tradicional muchas de las tareas que realizaban los empleados nada tenía que ver con satisfacer las necesidades de los clientes. Muchas de esas tareas se ejecutaban para satisfacer exigencias internas de la propia organización de la empresa.

En el ambiente de hoy nada es constante ni previsible, ni crecimiento del mercado, ni demanda de los clientes, ni el ciclo de vida de los productos. Tres fuerzas, por separado y en combinación, están impulsando a las compañías a penetrar cada vez más profundamente en un territorio que para la mayoría de los ejecutivos y administradores es desconocido. Estas fuerzas son: clientes, competencia y cambio.

- **Clientes:** Los clientes ya no se conforman con lo que encuentran, ya que actualmente tienen múltiples opciones para satisfacer sus necesidades. Esto es igualmente aplicable en la relación cliente – proveedor entre las propias empresas, y los reclamos muchas veces se expresan en: *"O lo hace usted como yo quiero o busco otro que lo haga"*. Los clientes se han colocado en posición ventajosa, en parte por el acceso a mayor información. Se debe tener mucho cuidado en las relaciones con el cliente, pues si se pierde un cliente hoy, no aparece otro para reemplazarlo, cada uno es la oportunidad de crecer más como empresa y hacia ello debe estar orientada nuestra industria.
- **Competencia:** Antes era grande la compañía que lograba salir al mercado con un producto o servicio aceptable y al mejor precio. Ahora hay mucho más competencia y en relación a calidad, variedad y cantidad. La globalización trae consigo la caída de las barreras comerciales y ninguna compañía tiene su territorio protegido de la competencia extranjera. Empresas americanas, japonesas, europeas tienen experiencia en mercados fuertemente competitivos y están muy ansiosas de ganar una porción de nuestro mercado. Ser grande ya no es ser invulnerable, y todas las compañías existentes deben tener la agudeza

para descubrir las nuevas organizaciones del mercado, pues las empresas nuevas no siguen las reglas conocidas y hacen nuevas reglas para manejar sus negocios.

- **Cambio:** El cambio se vuelve una constante, la naturaleza del cambio también es diferente, la rapidez del cambio tecnológico también promueve la innovación, los ciclos de vida de los productos han pasado de años a meses, ha disminuido el tiempo disponible para desarrollar nuevos productos e introducirlos. Hoy las empresas tienen que moverse más rápidamente, o pronto quedarán totalmente paralizadas, los ejecutivos creen que sus compañías están equipadas con radares eficientes para detectar el cambio, pero la mayor parte de ellas no lo está, es por ello que se hace vital el diseño de sistemas de producción que sean flexibles y acepten cambios, en el caso de “MilPlast” se debe asumir el reto del cambio si es que se pretende alcanzar la cima en relación a ventas, calidad, satisfacción al cliente, reducción de gastos de operación y mejoras en el sistema de producción.

#### 2.3.1.4 ¿Qué implica la Reingeniería?

Se necesita reingeniería en una empresa cuando:

- El rendimiento de la organización está por detrás de la competencia.
- La organización está en crisis.
- Las condiciones del mercado cambian.
- Se quiere obtener una posición de líder del mercado.
- Hay que responder a una competencia agresiva.
- La empresa es líder y sabe que debe seguir mejorando para mantener el liderazgo.
- La forma de realizar las cosas se cree que es la “mejor”, pero no se obtienen los resultados deseados.

Las nuevas tendencias creen que el futuro es que las empresas se den cuenta rápidamente de las áreas que necesitan urgentemente una reingeniería de forma tal que se las pueda mejorar, luego se debe evaluar los resultados y si no son satisfactorios realizar una retroalimentación.

Según Omachumo, las ventajas de la reingeniería son:

- **Mentalidad revolucionaria:** Induce a pensar en grande a la organización.
- **Mejoramiento decisivo:** Cambios notables en tiempos cortos para responder a la satisfacción del cliente.
- **Estructura de la organización:** Enfocarse a las verdaderas necesidades del cliente.
- **Renovación de la organización:** Aumenta participación en el mercado, rentabilidad y mejor posición frente a la competencia.
- **Cultura corporativa:** Ayuda a evolucionar la cultura de la organización.
- **Rediseño de puestos:** Crea empleos más satisfactorios.

A la reingeniería lo único que le importa es cómo se quiere organizar el trabajo en el presente dadas las demandas de los mercados y el poder de la tecnología de la actualidad se debe hacer énfasis en que no debe importar cómo se ha hecho el negocio en el pasado.

La reingeniería debe cuestionarse ¿porqué se hace lo que se está haciendo? Para poder contestar esto se debe tener claro que todo proceso relevante debe llevar un valor agregado para el cliente, esto puede ser de calidad de producto o servicio, precio justo, etc., es decir que nunca se debe realizar un proceso solo por satisfacer alguna demanda interna de la organización de la empresa.

### 2.3.1.5 ¿Cómo se hace una Reingeniería?

Para poder reinventar empresas los gerentes tienen que deshacer los conceptos antiguos que saben sobre cómo organizar y manejar los negocios, deben abandonar los principios y procedimientos organizacionales y operacionales que actualmente utilizan y crear otros completamente nuevos, esto creará que las nuevas organizaciones no se parezcan a las actuales. Las empresas deben realizar estos 5 pasos generales para dar un nuevo diseño a sus procesos de operación:

1. Desarrollar la misión, visión y los objetivos de los procesos de la empresa, estableciendo prioridades y metas.
2. Identificar los procesos que es necesario volver a diseñar, buscando los procesos críticos, cuellos de botellas, etc.
3. Entender y medir los procesos actuales
4. Reunir a las personas involucradas y realizar sesiones de trabajo.
5. Diseñar y elaborar un prototipo del proceso. Implementación técnica.

Para realizar la reingeniería la gerencia debe:

1. Persuadir al personal para aceptar el cambio
2. Educar desde el principio del proceso
3. Dar mensajes claros
4. Aclarar donde se encuentra la compañía y porque debe cambiar.

El aspecto vital y crucial de la reingeniería y que debe darse necesariamente al inicio del esfuerzo para que este logre darse, es la persuasión de la gente dentro de la empresa para que acepten o cuando menos no rechacen la posibilidad de un gran cambio dentro de la empresa. En general, los participantes de la reingeniería son:

- **Líder.** Quien autorice y motive el cambio.
- **Dueño del Proceso.** Que conozca todos los detalles y sea responsable de estos.

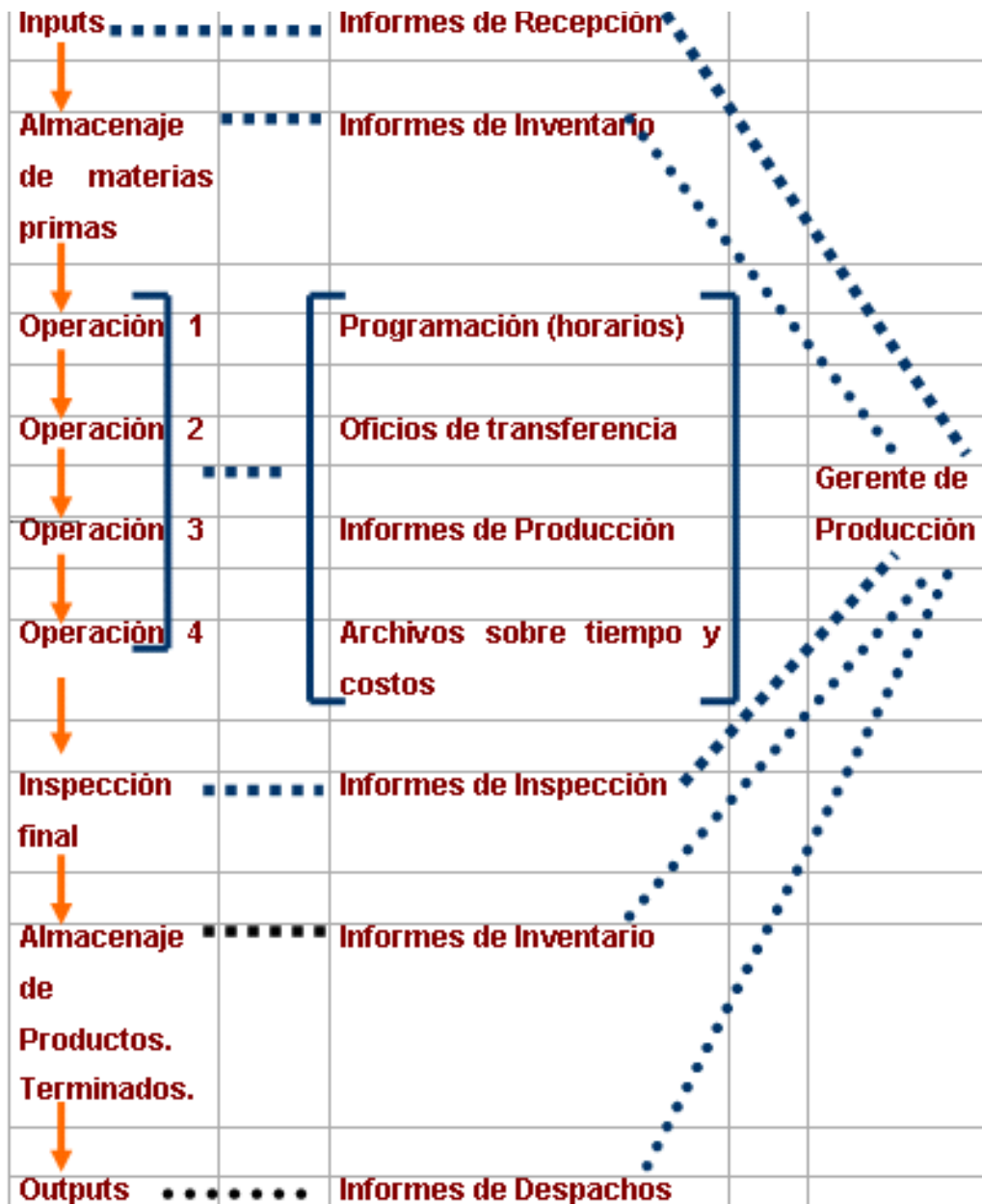
- **Equipo de reingeniería.** Diagnostica el proceso, lo rediseñan e implementan el nuevo proceso
- **Comité de Dirección.** Desarrolla las estrategias para la reingeniería.

Todos ellos deberán estar comprometidos y dispuestos a llevar adelante el proceso de reingeniería.

## **2.3.2 Procesos de Producción**

### **2.3.2.1 Conceptualización**

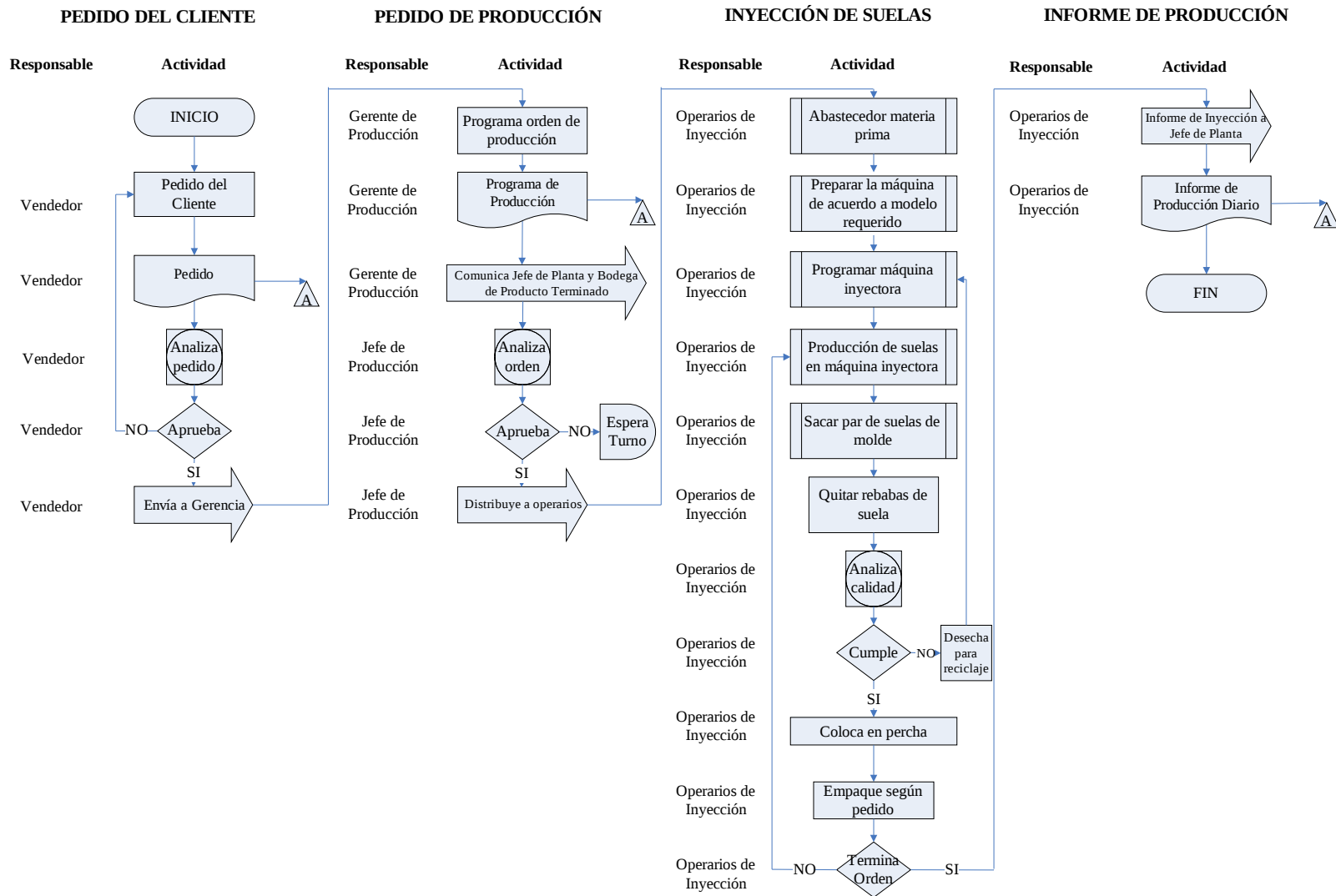
Un proceso de producción puede ser visto como un conjunto de actividades dentro del cual la creación del valor puede ocurrir. En un extremo del sistema están los inputs (materia prima, insumos, etc.). En el otro extremo están los outputs (producto o servicio). Conectando a ambos está una serie de operaciones o procesos, almacenajes e inspecciones (ver *Figura 1*).



**Figura 1: Sistema Simplificado de Producción**

La fabricación de cualquier producto o servicio puede ser visto en términos de ser un sistema de producción. Por ejemplo, la producción de suelas involucra cierto tipo de inputs tales como TR, PVC, máquinas de inyección, entre otros incluyendo a los trabajadores (operarios), así como otros factores de la producción. Después que estas entradas son adquiridas, son almacenadas hasta ser usadas. Entonces ocurren diversas operaciones manuales como son preparar la materia prima y otras operaciones ayudadas por máquinas como es el caso de la

inyección y así los inputs son convertidos en outputs, en este caso pares de suelas en los diversos modelos y tallas con los que cuenta la empresa. Después de las operaciones de terminado ocurre una inspección final que termina con el empacado del producto. Finalmente los outputs son mantenidos en un lugar de almacenamiento para productos terminados hasta ser despachados. En la **Figura 2** se muestra el **Diagrama de Flujo del Proceso de Producción de MilPlast**.



**Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Producción de Suelas de MilPlast.**



### 2.3.2.2 Problemas relacionados con la planeación, análisis y control de los sistemas de producción.

- a. **Localización de la Planta:** los factores que deben analizarse para tomar la decisión incluye la ubicación en los mercados, ubicación de material, ubicación de los suministros de mano de obra, instalación de transporte, fuente de energía, disponibilidad de agua, instalación para la eliminación de servicios, clima, reglamento gubernamental, impuestos y costo del terreno. En el caso de MilPlast es necesario tomar en cuenta la ubicación de la Bodega de Materia Prima (Catiglata) con relación al lugar donde se encuentra la planta de producción (Parque Industrial), motivo por el cual diariamente se hacen viajes para abastecer al proceso de producción.
- b. **Distribución de la Planta:** esta decisión se refiere al arreglo de las instalaciones, el sistema de producción continuo utiliza la distribución por productos, los sistemas de producción intermitente están distribuidos por proceso. En MilPlast es un problema al que se debe atacar por cuanto la distribución del espacio físico es inadecuada en relación a los inventarios de materia prima, insumos, químicos y producto terminado.
- c. **Manejo de Materiales:** el tipo de distribución que se usa afecta al tipo de sistema para el manejo de materiales que se implanta para diseñar un sistema de producción e incorporar un manejo digital de materiales, es indispensable que el gerente de producción conozca los principios y manejos eficientes de los materiales y los diversos dispositivos que pueden disponer ello.
- d. **Adquisición de Equipos de Capital:** los costos son un factor importante para decidir cual equipo comprar, para una buena decisión debe considerar el interés, la depreciación, retorno potencial de la inversión, costo de oportunidad, costo de mantenimiento, impuestos que pueden remover o restringir la inversión. Una mala decisión en este rubro puede encerrar a la empresa en operaciones ineficientes y alto costo de producción, especialmente en aquellas industrias donde los cambios tecnológicos ocurren rápidamente. Una vez que se ha diseñado un sistema de producción y este ha sido activado los problemas que enfrenta un gerente son la prevención y análisis de un

control en los aspectos profesionales, un problema es la planeación agregada, otro es determinar la ruta que el producto debe seguir a través de la planta. El programa de trabajo debe contener parámetros: como deben cumplir las ordenes de trabajo y como podrán unificarse dentro del programa las actividades de producción. Estas actividades demuestran programación cronológica, despacho y extensión son actividades básicas de planeación y control. Se pueden usar varios tipos de sistemas para el control de producción, definiendo el tipo de producto que se fabrica y las necesidades de la misma.

- e. **Planeación de Producción Agregada:** uno de los problemas más difíciles al operar un determinado producto es determinar que tanto producir y cuando hacerlo. Para resolver este problema se debe saber como producir la demanda, traducir la demanda en órdenes de producción y usar dispositivos para la programación cronológica tales como la gráfica de GANTT. En este punto se debe tomar en cuenta el costo de mantener un inventario de producto terminado y el espacio que ocupa dentro de la planta de producción, es necesario hacer una revisión de los stocks de producto final con los que cuenta MilPlast.
- f. **Abastecimiento:** una de las principales funciones del gerente es la compra de insumos, materiales, equipos, servicios, suministros adecuados de calidad y en cantidades adecuadas a los precios correctos y en el momento oportuno. Se pueden utilizar dos evoluciones recientes que son útiles con los análisis de productos de compra, el análisis del valor y la técnica Montecarlo.
- g. **Control de Inventario:** los problemas de abastecimientos se encuentran relacionados con los productos de control de inventario de materia prima, productos en proceso y producto terminado, el control efectivo de los inventarios se facilita mediante el uso de dispositivo analíticos tales como la técnica de punto requerido y formas para la cantidad de pedido. Este punto se tomará en cuenta al momento de desarrollar la propuesta por las razones mencionadas anteriormente.
- h. **Control de Calidad:** es uno de los problemas que enfrenta el gerente de calidad aun cuando es sencillo establecer un programa de inspección para determinar lo que ha sucedido en el sistema productivo es más difícil

determinar lo que sucederá en el futuro determinado por las técnicas de gráfico, media, porcentaje, rango, defectuosos. Parte fundamental en los procesos de producción y que garantizan la satisfacción de cliente por lo que se cree conveniente desarrollar un Programa de Calidad y Pruebas de Atributos en MilPlast para certificar el cumplimiento de las mismas.

### 2.3.2.3 Tipos de Organización

La mayoría de las estructuras de una empresa o fábrica son una combinación de los diferentes tipos de organización tales como:

- **Organización por Función:** están separadas en divisiones mayores sobre la base de funciones, la mayoría de las empresas utiliza este tipo de estructura porque las funciones representan áreas de especialización, el personal está entrenado, además muchas clases de productos, clientes pueden ampliar otras estructuras en tanto que una estructura funcional tiende a ergonomizar.
- **Organización por Ubicación:** algunas compañías encuentran que sus operaciones se adaptan mejor a grandes decisiones organizacionales basadas en varios puntos geográficos.
- **Organización por Cliente:** las compañías orientadas hacia las ventas. Pueden ser organizaciones por cliente en modelo típico incluye las grandes definiciones en clientes minoristas y mayorista tradicionalmente. En algunas compañías siguen estas definiciones: ventas al consumidor y ventas a la industria. La organización al cliente lo usa en el sistema de mercadotecnia.
- **Organización por Producto:** cuando la empresa divide organización sobre las bases de artículos principales que produce la fábrica por producto promueve el conocimiento organizado del producto así como la competencia de las divisiones. Este es el caso de la producción de MilPlast.
- **Organización por Proceso:** muchas empresas factibles emplean este tipo de organización es una situación típica, se establecen departamentos separados sobre la base del proceso implicado en la industria.

### **2.3.2.4 Proceso de Inyección de Termoplásticos**

#### **2.3.2.4.1 Termoplásticos:**

Un termoplástico es un plástico que, a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de débiles fuerzas Van der Waals (polietileno); fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno, o incluso anillos aromáticos apilados (poliestireno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables en que después de calentarse y moldearse pueden recalentarse y formar otros objetos, mientras que en el caso de los termoestables o termoduros, después de enfriarse la forma no cambia y arden. Sus propiedades físicas cambian gradualmente si se funden y se moldean varias veces (historial térmico), generalmente disminuyen estas propiedades. Los más usados son: el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), el metacrilato (PMMA), el policloruro de vinilo (PVC), el politereftalato de etileno (PET), el teflón (o politetrafluoretileno, PTFE) y el nylon (un tipo de poliamida).

Se diferencian de los termoestables (bakelita, goma vulcanizada) en que éstos últimos no funden al elevarlos a altas temperaturas, sino que se queman, siendo imposible volver a moldearlos.

Muchos de los termoplásticos conocidos pueden ser resultado de la suma de varios polímeros, como es el caso del vinilo, que es una mezcla de polietileno y polipropileno.

#### **2.3.2.4.2 Proceso de Inyección**

El proceso de inyección de termoplásticos se fundamenta en fundir un material plástico y hacerlo fluir hacia un molde, a través de una boquilla en la máquina de

inyección, en donde llena una cavidad que le da una forma determinada permitiendo obtener una amplia variedad de productos. El moldeo por inyección es la técnica de procesamiento de mayor utilización para la transformación de plásticos. Su popularidad radica en la versatilidad para obtener productos de variadas geometrías y para diversos usos.

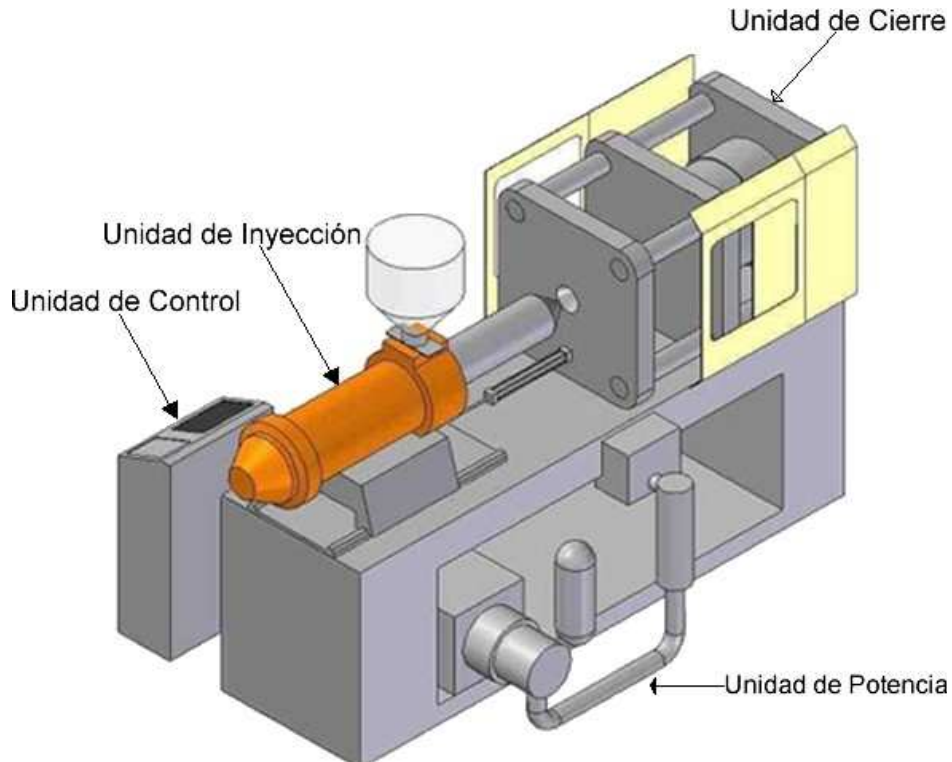
En la actualidad, la mayoría de las máquinas inyectoras utilizan el principio del tornillo de Arquímedes para plastificar y bombear el material. En un tornillo de inyección se produce el fenómeno de plastificación debido al calor generado por la fricción del material con las paredes del barril y por el aporte de calor de las resistencias eléctricas alrededor del barril. La inyección es un proceso secuencial que está conformado por un conjunto de etapas que se denomina ciclo de inyección. El parámetro más importante, desde el punto de vista económico, es la duración o el tiempo de ciclo, pues finalmente de este dependen la productividad y el costo del proceso.

#### **2.3.2.4.3 Máquina de Inyección**

Una máquina inyectora es un equipo capaz de plastificar el material polimérico y bombearlo hacia un molde en donde llena una cavidad y adquiere la forma del producto deseado. Una inyectora se compone de cuatro unidades principales: a) unidad de cierre; b) unidad de inyección; c) unidad de potencia; d) unidad de control. Ver *Figura 3*

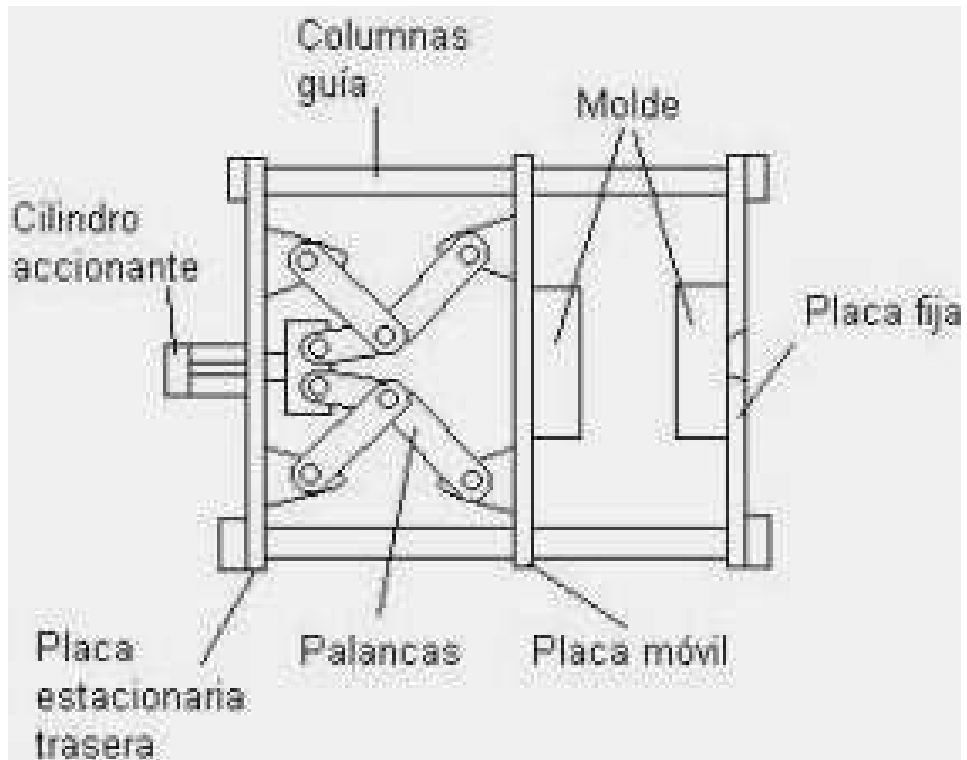


**Figura 3a: Máquina Inyectora**

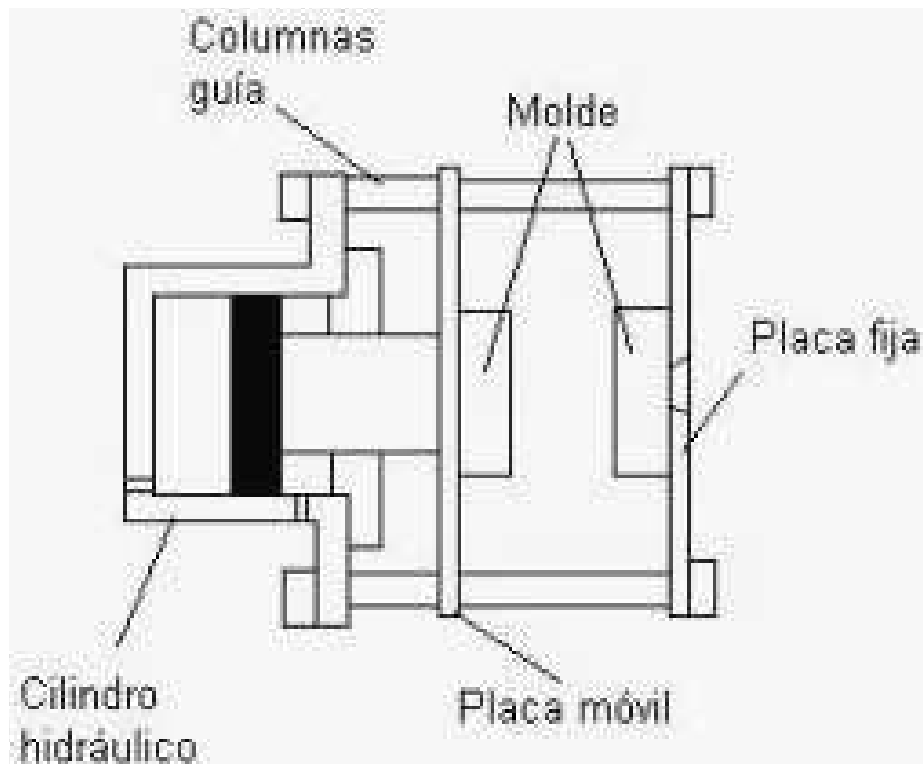


**Figura 3b: Máquina Inyectora Básica**

- a) **Unidad de Cierre:** Consiste de una prensa conformada por dos placas portamoldes, una móvil y otra fija. El sistema de accionamiento de la placa móvil puede ser un mecanismo de palancas acodadas, accionado hidráulicamente, un cilindro hidráulico o un sistema eléctrico de tornillo sin fin accionado por un motor. El parámetro fundamental para dimensionar una unidad de cierre es su fuerza para mantener el molde cerrado. Usualmente se da este valor en toneladas (ton). Otros parámetros importantes en una unidad de cierre son: la distancia mínima entre placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas y la distancia entre columnas, la carrera del sistema de expulsión. Estos datos se utilizan para dimensionar los moldes. Ver **Figuras 4a y 4b**.

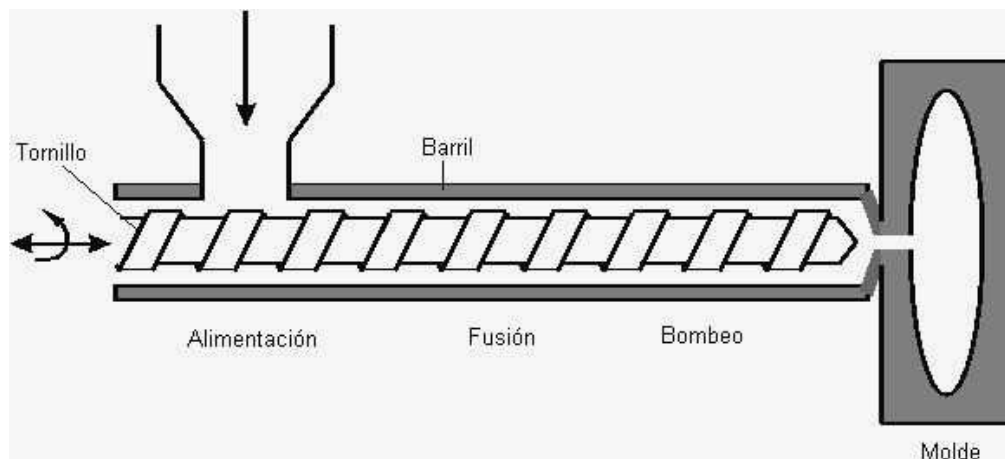


**Figura 4a: Sistema de cierre hidráulico – mecánico con palancas acodadas**

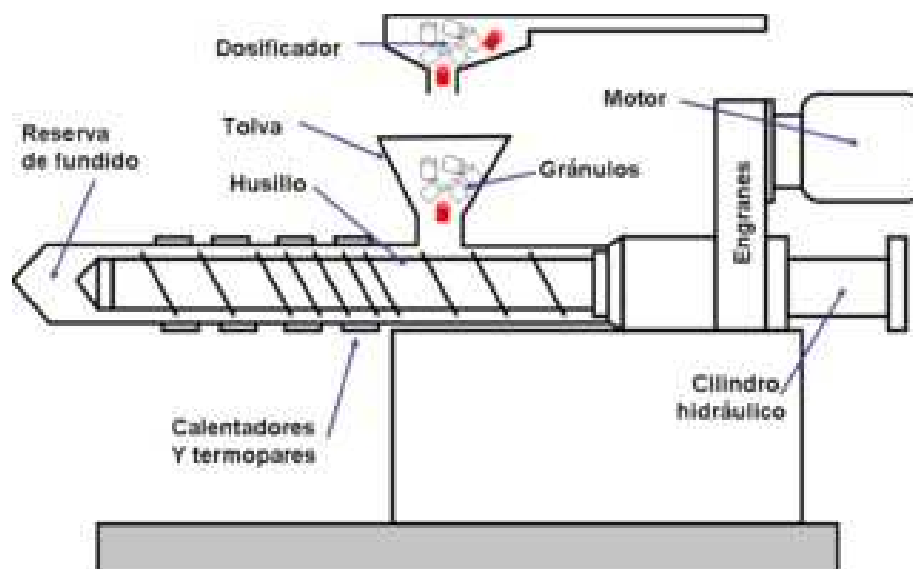


**Figura 4b: Sistema de Cierre Hidráulico de Inyectora**

b) **Unidad de Inyección:** La unidad de inyección está conformada por el tornillo y el cañón de inyección, la boquilla y las resistencias alrededor del barril. El material sólido ingresa por la tolva a la zona de alimentación del tornillo, en esta zona es transportado, por efecto de la rotación del tornillo dentro del barril, hacia la zona de fusión donde se plastifica; finalmente el material es bombeado hacia la parte delantera del tornillo en la zona de dosificación. Durante el proceso de plastificación del material el tornillo gira constantemente. Cuando se va a realizar la inyección hacia el molde, el tornillo deja de girar y actúa a manera de pistón, haciendo fluir el plástico fundido hacia el molde y llenando las cavidades. Ver **Figura 5**.



**Figura 5a. Unidad de Inyección.**



**Figura 5b. Diseño Genérico Unidad de Inyección.**



Es bien sabido que la conductividad térmica de los plásticos es muy inferior a la de los metales, por lo que su procesamiento debe hacerse en capas delgadas para que la transferencia de calor sea lo más rápida posible y sostenible económicamente. Esto se logra aprovechando el fenómeno de plastificación, que consiste en la fusión de la capa de material directamente en contacto con la superficie del barril, la cual transmite el calor, por convección forzada, al material sólido en las capas inferiores hasta que se plastifica completamente la masa de material.

En las inyectoras comerciales aproximadamente un 50% del calor requerido para fundir el material lo aporta la fricción viscosa, generada por el giro del tornillo con respecto al barril, y el otro 50% lo aportan las resistencias eléctricas.

c) **Unidad de Potencia:** Es el sistema que suministra la potencia necesaria para el funcionamiento de la unidad de inyección y de la unidad de cierre. Los principales tipos de sistemas de potencia se pueden clasificar como:

- o **Sistema de Potencia Eléctrico:** El sistema eléctrico se utiliza generalmente en máquinas relativamente pequeñas. Este sistema se emplea tanto para el giro del tornillo como para la apertura y cierre del molde. La máquina emplea dos sistemas mecánicos de engranajes y palancas acodadas, uno para el cierre del molde y otro para el tornillo. Cada uno accionado por un motor eléctrico independiente. El accionamiento del tornillo cuando realiza la inyección lo ejecuta un cilindro hidráulico. En los sistemas con motor eléctrico, la velocidad puede ajustarse sólo en un determinado número de valores, lo cual puede ocasionar problemas en la reproducción de parámetros de operación y dificultar la obtención de piezas con una calidad constante. Los motores eléctricos generan grandes torques de arranque, por lo que debe tenerse precaución al usar tornillos con diámetros pequeños para evitar que se rompan.

o **Sistema de Potencia Hidráulico:** Los motores hidráulicos son los más comúnmente utilizados, su funcionamiento se basa en la transformación de la potencia hidráulica del fluido en potencia mecánica. A diferencia de los sistemas electromecánicos, donde la potencia es transmitida a través de engranajes y palancas, en un sistema con fluidos estos elementos se sustituyen, parcial o totalmente, por tuberías de conducción que llevan el fluido a presión a los pistones de inyección y de cierre del molde. El fluido que más se utiliza es el aceite debido, principalmente, a sus propiedades lubricantes en aplicaciones que involucran grandes cargas. En los sistemas hidráulicos es común utilizar presiones que varían entre los 70 y 140 kg/cm<sup>2</sup>. Las ventajas del motor hidráulico con respecto al eléctrico pueden resumirse principalmente en:

- i. Fácil variación de velocidades, regulando el volumen de fluido.
- ii. La relación entre el torque y la velocidad es aproximadamente lineal. El límite de torque se determina por la presión limitante y el torque de arranque es aproximadamente igual al de funcionamiento.
- iii. Permite arranques y paradas rápidos debido al pequeño momento de inercia.
- iv. Permite relaciones bajas de peso potencia, lo que posibilita alcanzar altas velocidades de inyección del material.

d) **Unidad de Control:** Este sistema básicamente contiene un controlador lógico programable (PLC) y controladores PID para las resistencias eléctricas del barril y de la boquilla. El PLC permite programar la secuencia del ciclo de inyección y recibe señales de alarma, por sobrepresión o finales de carrera, para detener el ciclo. Los controladores PID son los más adecuados para el

control de temperatura debido a su elevada velocidad de respuesta para mantener la temperatura a los niveles requeridos.

#### **2.3.2.4.4 El Molde**

El molde tiene la función de alojar el plástico fundido que le manda la maquina de inyección, enfriarlo, y a su vez darle la forma y extraerlo una vez solidificado. Los moldes de fabricación de piezas de termoplásticos, son útiles de alto valor, realizados exclusivamente para la fabricación de un modelo de pieza. Los materiales que se emplean, son de hierro y aceros de diferentes características. El material utilizado en cada una de las partes que componen el molde dependerá de la función que tenga que desempeñar.

El alto costo del molde, viene dado principalmente por la cantidad de horas de trabajo de personal y maquinaria para su fabricación. Los materiales empleados aunque suele ser de alta calidad, no superan el 20% del costo total. Otro 20% del valor vendría dado por concepción, diseño y revisiones de la oficina técnica. El resto, 60% serían los trabajos de taller. Estos datos son orientativos y el valor real dependerá de la complejidad del molde.

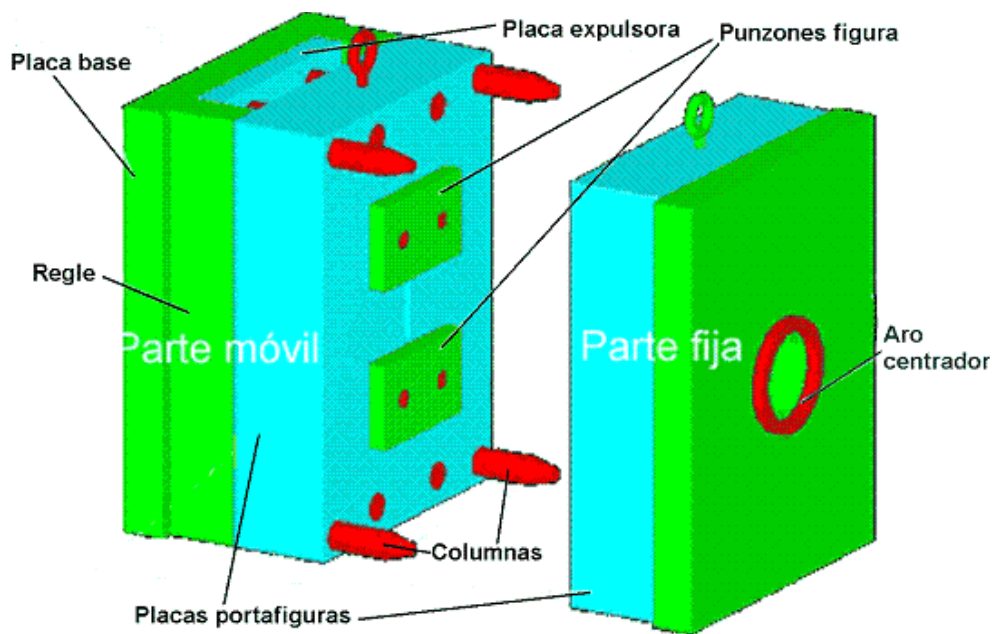
El tiempo que se tarda desde el diseño hasta que el molde está aceptado (se han realizado las últimas pruebas), depende de la complejidad del mismo, pero suele oscilar entre 2 y 5 meses. Los trabajos que normalmente se realizan en la construcción de un molde son:

- Concepción del funcionamiento del molde
- Creación de planos y despieces
- Trabajos de fresado
- Trabajos de erosión
- Trabajos de rectificadros
- Trabajos de torno y taladro
- Trabajos de ajuste manual y montaje

- Trabajos de pulido

Una vez se ha construido el molde, se programan las pruebas en la máquina de inyección, las cuales dictaminarán que retoques hay que realizar, para que el molde funcione correctamente y la pieza salga con los requerimientos de calidad necesarios. Es importante ya desde este punto, dar la importancia que tiene el tener las precauciones máximas en el manejo de los moldes. Los moldes suelen ser resistentes, pero la máquina de inyectar lo son mucho más, una mala regulación de la máquina, puede hacer que el molde rompa., y aunque puede repararse, cuesta mucho dinero/tiempo y el molde pierde siempre calidad una vez reparado.

Los moldes están formados por dos mitades llamadas: Parte **fija o de inyección** y parte **móvil o de expulsión**. Ver Figura 6.



**Figura 6: Partes de un molde**

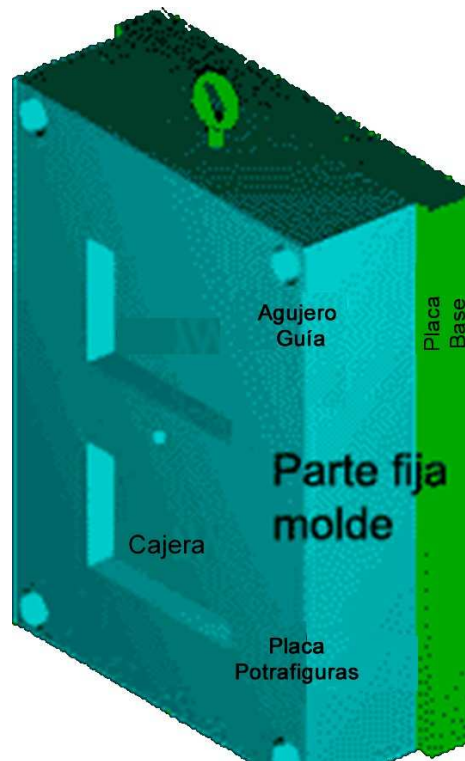
- **Parte fija o de lado inyección**, llamada así por que es la parte del molde que no se mueve cuando la máquina de inyectar realiza todos sus movimientos. Esta sujeta al plato de la maquina fijo, y es donde apoya el

cilindro de **inyección** de la máquina, para introducir en el molde el plástico fundido. O sea es el que está mas cerca del grupo inyección, (de ahí el segundo nombre).

- **Parte móvil o de expulsión**, llamada así por que es la parte que está sujeta al plato móvil de la máquina y solidariamente con esta, se mueve. También es donde está normalmente ubicado el sistema de expulsión de la pieza cuando está terminada.

A su vez cada una de estas partes esta formada por los elementos siguientes:

**Parte fija del molde:** Ver Figura 7.



**Figura 7: Parte Fija del Molde**

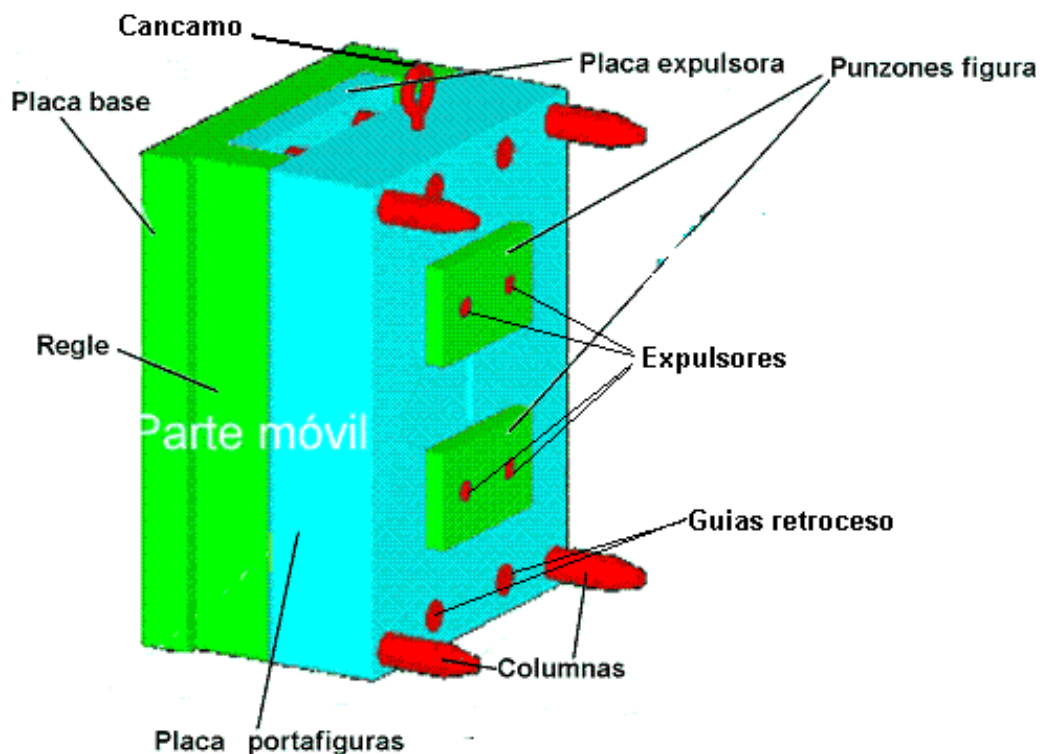
- a) **Placa Base:** Placa de dimensiones (ancho y alto) adecuadas para que según el tamaño de pieza a inyectar, queden espacios libres por donde se podrá sujetar mediante bridas al plato fijo de la máquina. El grosor de esta placa será lo suficiente, para evitar deformaciones y dependerá del peso total del molde (20-50 mm).

- b) **Placa porta figuras.** Existen en ambas mitades. Son las placas donde se realizan las figuras de la pieza, bien sea como postizos ajustados en la misma, o directamente realizados sobre ella. Estos postizos o figuras, uno será hembra y otro macho. La hembra llamada **cajera** suele realizarse siempre que sea posible en la parte fija del molde. Y el macho llamado **punzón** suele realizarse en la parte móvil.
- c) **Centrador.** El centrador como su nombre indica sirve para centrar el molde en la máquina. Suele ser redondo y sobresale de la placa base., lo que sobresale de la placa base entra ajustadamente en el plato fijo de la maquina. Así una vez centrado el molde el cilindro de inyección de la máquina coincide con el orificio por donde tiene que entrar el plástico fundido en el molde.
- d) **Bebedero, ramales de distribución, y entradas.** Son huecos creados en el molde, que sirven para que el plástico fundido que viene del cilindro de inyección de la máquina, pueda llegar a través de ellos hasta los huecos que tienen la forma de la pieza. Podemos distinguir entre **la mazarota**, como primer tramo, donde la boquilla de la máquina apoya ajustándose al molde. Después pueden haber los ramales de **distribución primarios**, y pueden existir otros ramales que derivan de estos llamados **secundarios**., y finalmente están **los bebederos y entradas a pieza**., estas entradas tienen diferentes formas según su utilización y materiales empleados. Estos conductos que se llenan de plástico y que no forman parte de la pieza, cuando el plástico se enfría constituyen una merma del material empleado, llamada **coladas**, que tiene que ser minimizada con un estudio minucioso de las mismas. También es posible mantener estos conductos a una temperatura lo suficientemente alta, mediante resistencias integradas en el molde, que mantenga el plástico fundido, si llegar a degradarse. Con ello evitaremos la merma de las coladas, estaríamos hablando de moldes con cámaras calientes.
- e) **Circuitos de refrigeración.** Ambas partes del molde (fija y móvil), tiene una serie de circuitos, tanto en el interior de la placa porta figuras o /y en los postizos que tienen las figuras de la pieza, por donde pasa el líquido refrigerante. Con este sistema, a una temperatura dada del líquido refrigerante y trabajando la máquina de forma continuada a un ciclo dado, se establecerá

un equilibrio entre la cantidad de calor que suministramos al molde con el plástico fundido, y la cantidad de calor que le quitamos al molde con el líquido refrigerante. El ciclo tiene que ser el menor posible que mantenga las piezas con la calidad requerida.

- f) **Guías o columnas del molde.** Ambas partes del molde tienen un sistema de **guías** en una parte y de **agujeros guía** en la otra, de alto nivel de ajuste, que aseguran un perfecto acoplamiento de las partes, evitando movimientos de una parte respecto a la otra cuando recibe la presión del plástico fundido que llega a las cavidades. Permite también el poder realizar los ajustes finos de ambas partes, en las fases de construcción o reparación del molde. El número de guías y agujeros guía y su situación en los moldes depende del tamaño del mismo, suelen ser 4 para tamaños pequeños o medianos, y su situación suele estar en las 4 esquinas del molde, para moldes de forma rectangular, que son los más frecuentes.

**Parte móvil del molde:** Ver Figura 8.



**Figura 8: Parte Móvil del Molde**

- a) **Placa base.** Al igual que para la parte móvil, sirve para su sujeción mediante bridas u otros elementos de fijación al plato móvil de la maquina de inyectar. A diferencia de la anterior, esta placa normalmente no lleva centrador, pero lleva un orificio en su parte central que permite la entrada del vástago expulsor de la máquina, hasta la placa expulsora del molde.
- b) **Placa expulsora.** Es un placa doble que lleva los expulsores y recuperadores. Va flotante y guiada en un determinado espacio dentro de esta mitad de molde y cuya misión consiste en extraer la pieza con los expulsores que aloja cuando el vástago de expulsión de la maquina hace presión sobre la misma. Mediante los recuperadores lleva la placa expulsora a la posición de inicio en el momento del cierre de ambas mitades.
- c) **Regles.** Son gruesos de hierro, puestos a ambos lados del molde, sujetos a la placa base y placa porta figuras mediante tornillos, creando un hueco central entre la placa base y la placa porta figuras, por donde se deslizará mediante guías la placa expulsora.
- d) **Expulsores.** Pueden tener diferentes formas, según la pieza aunque lo común es que sean de forma cilíndrica o laminar. Su situación en un extremo a la placa expulsora y el otro formando parte de la superficie de molde en contacto con el plástico, hace de trasmisor directo, en la extracción de la pieza de la cavidad del molde donde se aloja.
- e) **Recuperadores.** Son varillas cilíndricas de mayor tamaño que los expulsores, ubicadas fuera de la superficie del molde que hace pieza y cuya misión es evitar que los expulsores dañen el molde cuando se cierran ambas mitades. Asegura así, una recuperación de la placa expulsora y expulsores hasta su posición inicial.
- f) **Partaje.** Zona alrededor de las figuras donde ambas partes del molde se tocan, creando el límite de llenado de la cavidad. El ajuste tiene que ser perfecto para evitar que existan sobrantes de material en la pieza. Normalmente para ver el ajuste en estas zonas se suele pintar una de las partes con pintura azul (pintura al óleo) en forma de fina capa, se presionan ambas partes y el azul tiene que aparecer repartido sobre la zona de la parte no pintada inicialmente. A esta operación se denomina **comprobación del ajuste** del molde.

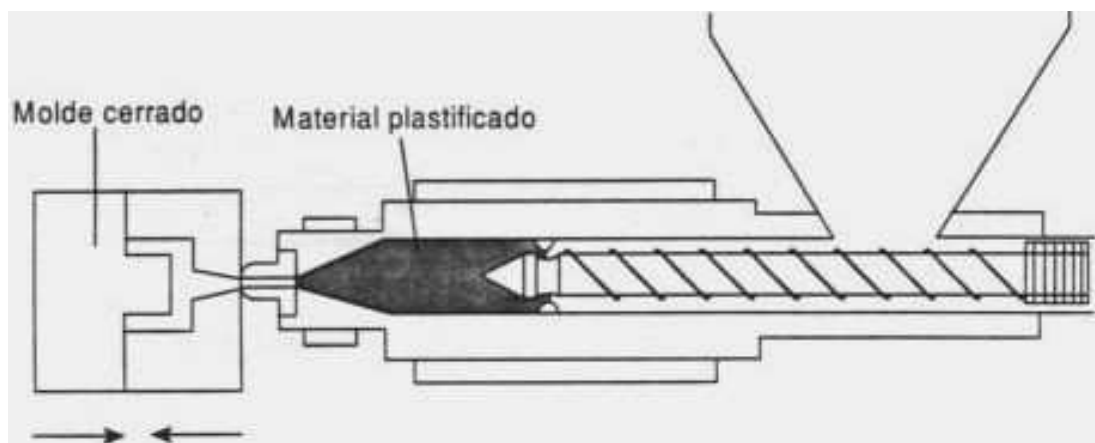


- g) **Salida de gases.** Son pequeños desajustes creados de forma precisa en el molde, están situados principalmente en las terminaciones del llenado de las piezas y permiten que el aire que hay en los huecos de la cavidad a llenar, junto con los gases que se generan en la inyección, tenga huecos en el ajuste para salir. Estas salidas son de tal tamaño (aproximadamente 0.02 mm) que permiten que salgan los gases pero no el plástico líquido.
- h) **Agujeros roscados y cáncamos.** El molde posee en todas sus placas agujeros roscados de orificio suficiente para el enroscado de los cáncamos, que serán utilizados en el manejo en el taller (polipastos o puente grúa). Al igual poseerá agujeros roscados de tal forma que con cáncamos adecuados y con puente grúa pueda ponerse el molde o semi moldes en máquina de forma vertical.

#### 2.3.2.4.5 Ciclo de Inyección

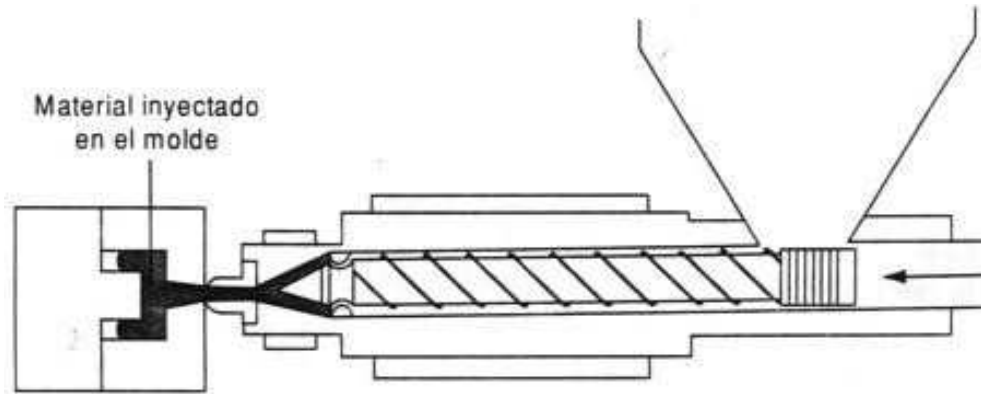
El ciclo de inyección se puede dividir en las seis siguientes etapas:

- a) Se cierra el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material fundido para inyectar dentro del cañón. El molde se cierra en tres pasos: primero con alta velocidad y baja presión, luego se disminuye la velocidad y se mantiene la baja presión hasta que las dos partes del molde hacen contacto, finalmente se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre requerida. Ver **Figura 9.**



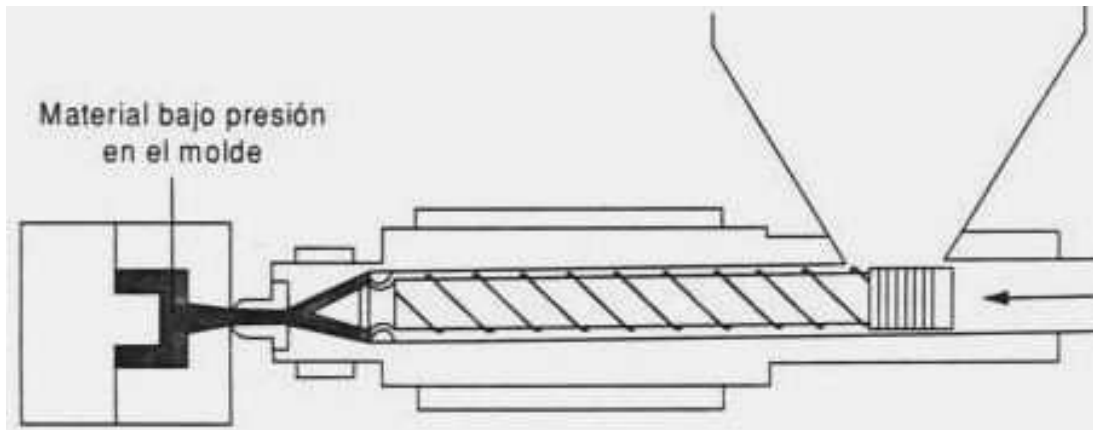
**Figura 9: Cierre del molde e inicio de la inyección**

- b) El tornillo inyecta el material, actuando como pistón, sin girar, forzando el material a pasar a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección. Ver **Figura 10**.



**Figura 10: Inyección del material**

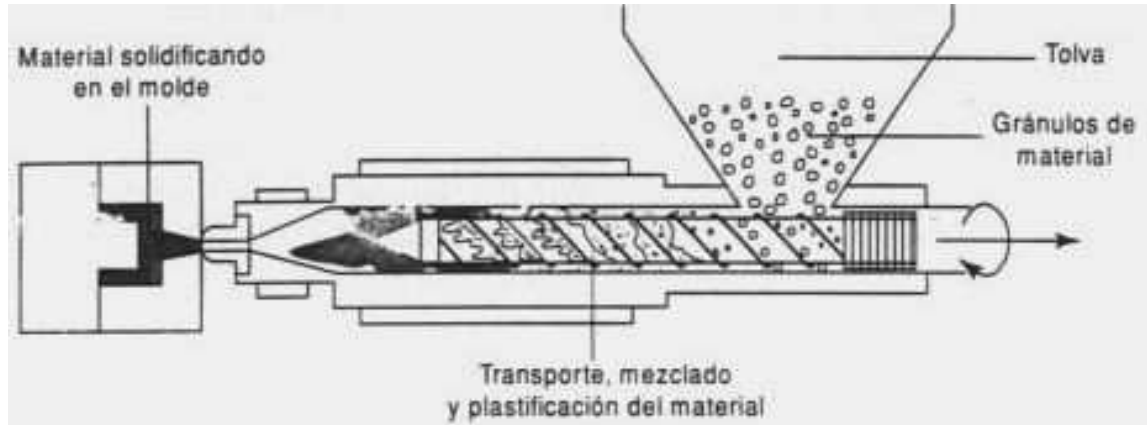
- c) Al terminar de inyectar el material, se mantiene el tornillo adelante aplicando una presión de sostenimiento antes de que se solidifique, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. La presión de sostenimiento, usualmente, es menor que la de inyección y se mantiene hasta que la pieza comienza a solidificarse. Ver **Figura 11**.



**Figura 11: Aplicación de la presión de sostenimiento**

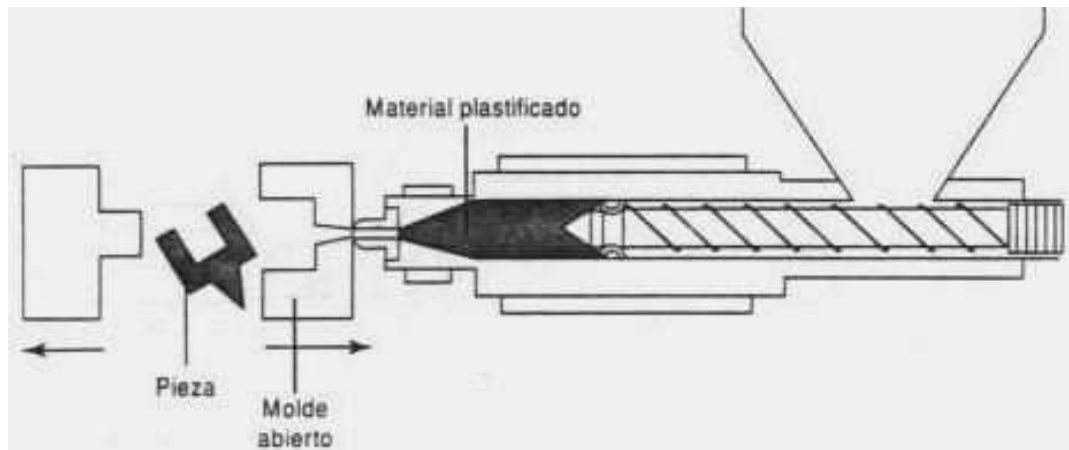
- d) El tornillo gira haciendo circular los gránulos de plástico desde la tolva y plastificándolos. El material fundido es suministrado hacia la parte delantera del tornillo, donde se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada,

obligando al tornillo a retroceder hasta que se acumula el material requerido para la inyección. Ver **Figura 12**.



**Figura 12: Plastificación del material**

e) El material dentro del molde se continúa enfriando en donde el calor es disipado por el fluido refrigerante. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída. Ver **Figura 13**.

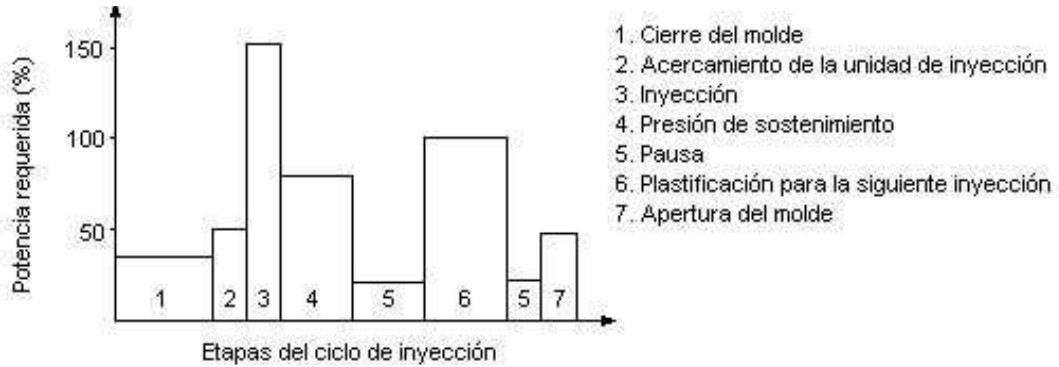


**Figura 13: Enfriamiento y extracción de la pieza**

f) El molde cierra y se reinicia el ciclo.

En cuanto al consumo de potencia en cada una de las etapas del ciclo, se observa que en el cierre del molde apenas se requiere la potencia necesaria para vencer la fricción generada al desplazar la placa móvil. La etapa de inyección necesita la

potencia máxima durante un período muy corto. El desplazamiento de la unidad de inyección y la apertura del molde requieren muy poca potencia. En la **Figura 14** se esquematiza el consumo de potencia durante el ciclo de inyección.



**Figura 14: Potencia durante el ciclo de inyección**

El tiempo que tarda un ciclo de inyección, permite establecer el costo y rentabilidad de una producción. El cierre y apertura del molde consumen el mismo tiempo. La suma de estas etapas es el tiempo de ciclo en vacío, que es una constante de la máquina y la indica el fabricante; de igual manera, el fabricante señala el número máximo de ciclos en vacío por minuto.

El tiempo total del ciclo se compone de el tiempo en vacío ( $t_v$ ), el tiempo de inyección ( $t_i$ ), el tiempo de aplicación de la presión de sostenimiento ( $t_p$ ), el tiempo de plastificación ( $t_f$ ) y el tiempo de solidificación o enfriamiento ( $t_s$ ).

- Tiempo de inyección ( $t_i$ ):** También se denomina tiempo de llenado del molde, es el tiempo necesario para que el material pase del cañón a las cavidades en el molde. Este tiempo puede abarcar entre el 5 y el 30% del tiempo de ciclo total. Para calcular  $t_i$ , se requiere conocer el volumen que puede desplazar la máquina por segundo o sea la velocidad de inyección, que es indicada por el fabricante de la máquina. En algunos casos la velocidad de inyección es indicada en gramos de poliestireno. Para conocer la capacidad de inyección con otro material, se determina así:

$$\text{Velocidad de inyección material N (g/s)} = \text{velocidad inyección PS} * \frac{\text{densidad material N}}{\text{densidad PS}}$$

**Ecuación 1**

t<sub>i</sub> se puede estimar así:

$$t_i \text{ (s)} = \frac{\text{Peso de la(s) pieza(s) (g)}}{\text{Velocidad de inyección (g / s)}}$$

**Ecuación 2**

Bown, en *Injection Molding of Plastics components, McGraw-Hill, UK, 1979*, muestra resultados experimentales en los cuales t<sub>i</sub> se relaciona con el espesor y otras características geométricas de la pieza y de factores adimensionales dependientes de la temperatura del fundido, de la temperatura del molde y de la temperatura de deflexión bajo carga (HDT).

$$t_i \text{ (s)} = \frac{(S F_m / F_l)^3}{8 (T_x - T_m / T_c - T_m)^3}$$

**Ecuación 3**

Donde:

S: Espesor de pared mínimo de la pieza (cm)

F<sub>m</sub>: Recorrido máximo del fundido desde la entrada al molde (cm)

F<sub>l</sub>: Relación entre el recorrido de flujo y el espesor de pared para el material a inyectar

T<sub>x</sub>: Temperatura de distorsión bajo carga, HDT, del material (°C)

T<sub>m</sub>: Temperatura del molde (°C)

T<sub>c</sub>: Temperatura del fundido (°C)

Debe observarse que esta relación es deducida suponiendo que el material comienza a solidificarse al entrar en contacto con las paredes de la cavidad del molde, reduciendo así, paulatinamente, el área a través de la cual puede circular el material fundido que va entrando. Por lo cual, si se aumenta la temperatura del molde mayor será el tiempo de inyección, pues mayor tiempo se requerirá para que el material se solidifique.

- **Tiempo de presión de sostenimiento (t<sub>p</sub>):** En esta etapa lo que se busca es compensar la contracción que sufre el material durante la solidificación, para

evitar rechupes y distorsiones pronunciadas de la pieza. No existe una manera analítica de estimar este tiempo, por lo que en la práctica lo que se hace es determinar con prueba y error, el  $t_p$  adecuado para que el producto salga con la calidad deseada; esto es, sin distorsiones inadmisibles o con las dimensiones dentro de la tolerancia permitida. No se justifica mantener la presión de sostenimiento durante todo el tiempo de solidificación de la pieza pues esto hace aumentar el tiempo de ciclo y el gasto de energía.

- **Tiempo de solidificación o de enfriamiento ( $t_s$ ):** Este tiempo transcurre entre el final de la aplicación de la presión de sostenimiento y el comienzo de la apertura del molde. En este tiempo se debe asegurar que el material ha solidificado y que al extraer la pieza, no se distorsionará.  $T_s$  es el tiempo más largo del ciclo, llegando a alcanzar entre el 50 y el 85% del tiempo total. La siguiente fórmula puede ser utilizada para determinar teóricamente el tiempo de enfriamiento:

$$t_s = \frac{-S^2}{2\pi\phi} \ln \left[ \frac{\pi T_x - T_m}{4(T_c - T_m)} \right]$$

**Ecuación 4**

Donde:

$t_s$ : tiempo mínimo de enfriamiento (s)

S: espesor máximo de la pieza (cm)

f: difusividad térmica del material (cm<sup>2</sup>/s)

$T_x$ : temperatura a la que se extrae la pieza (comúnmente se usa la temperatura de distorsión bajo carga, HDT, °C)

$T_m$ : temperatura del molde (°C)

$T_c$ : temperatura del material fundido (°C)

Debe anotarse que este tiempo es teórico y sólo se utiliza para estimar el tiempo de enfriamiento requerido; por lo que el tiempo real deberá establecerse inyectando la pieza y mirando su calidad.

Pueden presentarse dos tipos de ciclos totales. El primero, en que la etapa de

solidificación termina después o al mismo tiempo que la fase de plastificación, por lo que el tiempo total del ciclo ( $t_t$ ) será:

$$t_t = t_v + t_i + t_s \quad \text{Ecuación 5}$$

Otro ciclo es en el que la fase de solidificación termina antes que la fase de plastificación, donde el tiempo total será:

$$t_t = t_v + t_i + t_p + t_f \quad \text{Ecuación 6}$$

#### 2.3.2.4.6 Parámetros del Proceso de Inyección

Los parámetros a controlar en el proceso de inyección dependen del material a trabajar, del diseño del molde y la pieza. Cada caso es particular, las variables a controlar son: temperaturas; velocidades, presiones; distancias y tiempos.

**2.3.2.4.6.1 Temperaturas:** Las temperaturas pueden ser del cilindro de plastificación, de la boquilla y del molde.

- La temperatura del cilindro de plastificación y de la boquilla, esta dada por el tipo de material a trabajar, estas temperaturas se ajustan de acuerdo a la temperatura de la masa fundida, la temperatura de la masa fundida determina las propiedades estructurales de una pieza moldeada, por lo que debe ser constante y uniforme ya que controla la densidad y contracción. El proceso de plastificación de una resina cristalina es muy estrecho y requiere más energía.
- De igual manera la temperatura del molde esta en función o es determinada por el material plástico a trabajar. Y el acabado de la pieza.
- La temperatura del aceite de la máquina se controla mediante un sistema de refrigeración. La temperatura del aceite de la máquina debe ser de 40 °C y no rebasar los 50 °C.

#### 2.3.2.4.6.2 Velocidades

- **Velocidad de cierre de molde:** es la distancia que recorre la platina móvil hasta hacer contacto con la platina fija del molde (es importante mencionar

que la unidad de cierre se forma de parte móvil y parte fija) en un tiempo determinado, la velocidad de cierre del molde se realiza en varias etapas: Alta velocidad, media velocidad y baja velocidad, esto con el fin de evitar aceleraciones y frenados bruscos durante la fase de cerrado del plato móvil, también dependerá de la pieza a moldear.

- **Velocidad de apertura de molde:** es la distancia que recorre la platina móvil del molde hasta separarse de la platina fija y dejar el espacio suficiente para la expulsión de las piezas en un tiempo determinado. La velocidad de apertura del molde se realiza al contrario de la fase de cierre de molde: baja velocidad, media velocidad y alta velocidad, también esto dependerá de la pieza a moldear.
- **Velocidad de plastificación:** la velocidad de plastificación se controla por las revoluciones por minuto o giros por minuto del husillo o tornillo en el momento de la plastificación.
- **Velocidad de inyección:** La velocidad de inyección dependerá de los siguientes factores:
  - a) La viscosidad del polímero.
  - b) Condiciones del molde.
  - c) Tamaño y número de puntos de entrada de material.
  - d) Tamaño de los canales o venas de alimentación del material.
  - e) Salidas de aire en el molde.
  - f) Temperatura de la masa fundida
  - g) Temperatura del molde.
  - h) Acabado de la pieza.

Cuando se moldean piezas de secciones delgadas se requieren generalmente velocidades de inyección altas con objeto de llenar la pieza antes de que se solidifique. El uso de una velocidad de inyección alta mejorara el aspecto y brillo superficial de la pieza, ya que la cavidad del molde se llena completamente antes de que la resina comience su solidificación, variando la velocidad de inyección adecuadamente se pueden reducir los defectos superficiales en la pieza, tales como las ráfagas y manchas en la zona del punto de inyección.



- **Velocidad de expulsión:** Es la distancia que recorren los expulsores en un tiempo determinado para expulsar la pieza moldeada.

#### 2.3.2.4.6.3 Presiones

- **Primera presión de inyección:** es la presión requerida para vencer las resistencias que el material fundido produce a lo largo de su trayectoria, desde el cilindro de plastificación hasta el molde, esta presión corresponde a la fase de llenado del molde, con esta pretendemos llenar la cavidad en un 90 ó 95%, para después terminar de llenar la pieza con la segunda presión y velocidades.
- **Segunda presión de inyección:** también es conocida como de sostenimiento o recalque, tiene como objeto el mantener bajo presión el material fundido que se solidifica y se contrae en la cavidad del molde, la función de esta segunda presión, es la de completar el llenado y así compensar la contracción, introduciendo un poco más de material fundido en el molde. Es importante mencionar que si se excede en aplicar esta presión puede producir rebaba (flash) o una compactación tal que originara que las piezas se peguen en el lado fijo.
- **Contrapresión:** En el momento de la plastificación el material es llevado hacia delante en tanto que el husillo va girando hacia atrás, la contrapresión se aplica sobre el husillo que gira y tiene como función el impedir el retorno de éste, mejorando la acción de la mezcla del material. Dicho en otras palabras, esto ayuda a que se logre una buena homogenización del plástico.
- **Descompresión:** Es la distancia que el husillo se hace para atrás con la finalidad de liberar la presión ejercida sobre el plástico de tal manera que no escurra el material al momento que abra el molde. Existe la posibilidad de hacerlo antes o después de la dosificación, también es valido de que si no se puede usar este recurso, se debe jugar con la temperatura de la nariz, bajando poco a poco la temperatura hasta un punto en que nos permita inyectar y se vea que no escurre material.

- **Presión de expulsión:** Una vez terminada la apertura del molde, la pieza se debe separar del molde, y esto se logra a través de un mecanismo de expulsión, que requiere de una presión de botado que esta activada durante toda la fase de expulsión.
- **Presión de retorno expulsión:** es la presión que estará presente una vez que los botadores han expulsado la pieza en la fase de expulsión.

#### 2.3.2.4.6.4 Distancias

- **Distancia de dosificación (inyección) y espesor del colchón:** Son los milímetros de material inyectado en función del volumen ( $\text{cm}^3$ ) y la unidad de plastificación. Otra definición, es la cantidad de plástico necesaria para llenar todas las cavidades y la colada. El espesor del colchón son los milímetros de material que deben permanecer constantes en la punta del husillo, para garantizar una repetitividad en el proceso.
- **Distancia de conmutación a segunda presión:** son los milímetros necesarios para hacer el cambio por distancia, de primera presión de inyección a segunda presión de inyección.
- **Distancia de apertura de molde:** es la distancia que deseamos que abra la parte móvil del molde para que pueda expulsarse la pieza.
- **Distancia de expulsión:** son los milímetros recorridos por el sistema de expulsión de la pieza inyectada, para que pueda desmoldar del molde.

#### 2.3.2.4.6.5 Tiempos

- **Tiempo de inyección:** es el tiempo en el que se lleva a cabo el llenado de las cavidades del molde.
- **Tiempo de postpresión:** es el tiempo en que permanece activa la postpresión, o segunda presión.
- **Tiempo de plastificación:** es el tiempo requerido para llevarse a cabo la fusión del material, hasta llevarlo a un estado líquido viscoso.

- **Tiempo de enfriamiento:** es el tiempo para acabar de solidificar la pieza, y este empieza después de que termina el tiempo de postpresión y acaba cuando el molde se abre para expulsar la pieza.
- **Tiempo de ciclo:** es el tiempo en el que se llevan a cabo las etapas del proceso de inyección:

**Tciclo:** tiempo de cierre + tiempo de inyección + tiempo de postpresión + tiempo de enfriamiento que incluye el tiempo de plastificación + tiempo de apertura y expulsión.

### 2.3.3 Productividad

#### 2.3.3.1 Historia

Con la invasión de productos japoneses, y dada la continua pérdida de participación en el mercado por parte de las empresas estadounidenses cobro una importancia crítica y fundamental la preocupación creciente por la calidad y la gestión participativa. Dada la brecha existente entre las compañías japonesas y las estadounidenses, éstas últimas trataron de dar alcance o bien mantener la ventaja competitiva en el caso que correspondiera, mediante la puesta en práctica de la reingeniería de procesos, la cual implicaba un salto de carácter cuantitativo y cualitativo en la gestión de los procesos productivos de la empresa. A partir de los últimos años de la década del noventa y en la primera década del presente siglo la concentración estratégica se concentra a un mismo tiempo en la calidad, la tecnología y la productividad total. La necesidad de lograr un equilibrio y armonía tanto en el plano de las estrategias como en el marco de la gestión de los negocios dio lugar a la necesidad de desarrollar la gestión total de la productividad (conocido también como administración de la productividad total).

La gestión total de la productividad puede definirse como el proceso de administración que sigue las cuatro fases del "ciclo de la productividad", a efectos

de incrementar la productividad total y reducir los costes totales unitarios de productos y servicios dentro del más alto nivel posible de calidad.

El ciclo de la productividad está conformado por las actividades de medición, evaluación, planeación y mejoría de la productividad. La medición de la productividad es la primera fase crítica dentro del proceso de la productividad. La actividad de evaluación es una comparación de los logros obtenidos tanto frente a los niveles planeados, como así también frente a los valores registrados en el pasado por la empresa y los verificados por empresas competidoras.

La planeación de la productividad trata con los niveles de determinación de la productividad. Esta planeación persigue la mejora en la performance de los diversos indicadores tanto en el corto como en el largo plazo, a los efectos de mejorar la productividad y rentabilidad de la compañía.

Cómo última actividad tenemos las acciones concretas para la puesta en práctica de los planes trazados.

La clave para poner en práctica la Gestión Total de la Productividad radica en actuar y medir de manera simultánea el impacto de los cambios realizados sobre todos y cada uno de los componentes que participan en el proceso productivo.

El desarrollo de ésta nueva metodología de gestión obedece al impulso y creatividad del Dr. David Sumanth, quién articuló y combinó una serie de sistemas y metodologías de trabajo tales como el TQM, el TPM, el "Just in Time", la reingeniería, los círculos de calidad, el benchmarking y el Desarrollo Organizacional, para dar lugar a éste nuevo sistema de gestión y análisis. Las lecciones que no deberán olvidarse en torno a ésta nueva filosofía son:

- La calidad no es un lujo sino una absoluta necesidad, siendo esta una condición necesaria pero no suficiente.
- Si los productos y/o servicios no incorporan una calidad total, el futuro de una empresa es sin lugar a dudas incierto.

- En los mercados expuestos a una competencia global, las empresas que no estén dispuestas a un compromiso continuo con una alta calidad, tendrán que "tirar la toalla".

### 2.3.3.2 Definición de Productividad

- **Para los empresarios**, productividad significa producir bienes y servicios al menor costo, en el menor tiempo posible, de la mejor calidad y con la aceptación plena de sus clientes, consumidores y empleados.
- **Para los trabajadores**, implica generar y transferir el mayor valor posible a sus tareas, en términos de información, conocimientos y habilidades que conlleven a procesos, productos y servicios de la mejor calidad.
- **Los consumidores** también participan de la productividad. Una elección adecuada de bienes y servicios en el mercado y una utilización racional de éstos, son actitudes que fomentan la productividad.

Se considera productividad a la relación cuantitativa entre lo que producimos y los recursos que utilizamos. Se debe considerar los factores que afectan la productividad. Existe una gran variedad de parámetros que afectan la productividad del trabajo; en especial, los ingenieros industriales analizan los factores conocidos como las "M", llamadas así porque todos los términos incluidos empiezan con esa letra. Entre ellos tenemos: Men (Mano de Obra), Money (Dinero), Materials (Materiales), Methods (Métodos), Machines (Máquinas), Markets (Mercados), entre otros que deben ser estudiados para medir la productividad de un proceso.

### 2.3.3.3 Importancia de la Productividad

El nivel y la tasa del crecimiento de la productividad de cualquier país tienen mucho que ver con su nivel o calidad de vida, tasa de inflación, tasa de desempleo y con todos aquellos indicadores económicos que proporcionan una semblanza del grado de bienestar social y económico. En la actualidad, la productividad y la calidad son consideraciones de interés nacional, tanto para los países desarrollados, como para los que están en desarrollo. En el afán de lograr las

metas y objetivos en materia de productividad deben converger los esfuerzos tanto de gobernantes, como de dirigentes, empresarios, técnicos, científicos y trabajadores.

A nivel de empresas, aquellas que logren un nivel de productividad mayor al del promedio nacional de su industria, tienden a contar con mayores márgenes de utilidad. Y si dicha productividad crece más rápidamente que la de la competencia, los márgenes de utilidad se incrementarán todavía más. En tanto que para aquellas cuyos niveles y tasas de crecimiento de productividad sean notablemente inferiores a sus promedios industriales corren graves riesgos en cuanto a su competitividad y permanencia.

La calidad y la productividad guardan una relación fundamental, la cual a su vez se ve reflejada tanto en los costos y en los niveles de servicios, lo cual termina reflejándose en la ventaja competitiva.

Una fábrica tradicional suele invertir como promedio entre un 20 y un 25 por ciento de su presupuesto operacional en encontrar y corregir errores de calidad en sus productos. Por tal razón es que la mayoría de los expertos en materia de Costo de Calidad, señalan que las pérdidas debido a productos defectuosos se encuentran entre el 20 y el 30 por ciento de sus ventas. Por ello la mejora de la calidad genera directamente un notable incremento en los niveles de productividad.

Contrariamente al mito difundido de que la mejoría de la calidad afecta la productividad, la productividad mejorará notablemente al mejorarse la calidad de los productos y sus procesos.

#### **2.3.3.4 Eficiencia y Efectividad**

Una mejoría en la eficiencia no garantiza una mejoría en la productividad. La eficiencia es una condición necesaria pero no suficiente para alcanzar mayor productividad. De hecho, tanto la efectividad como la eficiencia son necesarias para ser productivo.

La eficiencia es la proporción de los resultados generados en relación con los estándares de resultados prescritos. La efectividad, en cambio, es el grado en que se logran metas u objetivos de interés para la empresa.

La efectividad significa definir las metas u objetivos pertinentes y después alcanzarlos. Si se logran nueve de cada diez objetivos, la efectividad es de un 90%. Se puede ser muy eficiente sin ser productivo. Un ejemplo clásico es el del médico que amputa la pierna a un paciente en la mitad del tiempo habitual y luego presume diciendo que ha sido doblemente eficiente de lo que era. Sin embargo, las enfermeras tienen otra óptica del asunto, debido ello a que el profesional amputo la pierna equivocada. Así pues la efectividad del doctor fue cero, ya que no alcanzó el objetivo adecuado de operar la pierna correcta, aun cuando mejoró su eficiencia en un 100%. Resulta por lo tanto obvio que el doctor fue todo menos productivo. Dicho de otra forma, para ser productivo hay que ser a la vez efectivo y eficiente, en ese orden.

#### **2.3.3.5 Ingresos y Productividad**

Toda empresa se fija objetivos en materia de ingresos por ventas. De hecho, la mayoría de las empresas parecen estar obsesionadas por discutir sus niveles de ventas con base mensual, semanal e incluso diaria. Sin embargo, rara vez demuestran el mismo celo por supervisar sus niveles de productividad. Realizar un análisis de correlación entre los niveles de ingresos y los de productividad resultan a todas luces fundamental para monitorear de manera efectiva la performance de la empresa.

#### **2.3.3.6 Mejora de la productividad**

La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

- Tecnología
- Organización
- Recursos humanos

- Relaciones laborales
- Condiciones de trabajo
- Calidad

### 2.3.3.7 Cálculo de la Eficiencia y Productividad

Después de haber determinado el tiempo estándar a través del respectivo estudio de tiempos y movimientos para cada actividad presente en el proceso de producción se procede a establecer la eficiencia y productividad de las mismas a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción Diaria} * \text{TS}}{\text{Horas Trabajadas}} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción Diaria} * \text{TS}}{\text{Horas Nómina Pagadas}} \quad \text{Ecuación 8}$$

### 2.3.3.8 Necesidad de una gestión total de la productividad

Si bien muchas empresas analizan la productividad de manera parcializada y calculan la misma en relación a un solo factor (monofactorial), hacer ello no sólo resulta incorrecto y inconducente, sino que contribuye a confundir y distorsionar los análisis.

Muy poca atención se presta a un análisis global e integral de la productividad y los costes, cuando ello debiera ser uno de los objetivos críticos a monitorear. Controlar de forma permanente la performance de la productividad, los costos, la calidad, el nivel de los servicios y los grados de satisfacción es fundamental si se pretende lograr una ventaja competitiva sostenida.



En un mundo en constante y profundos cambios en lo tecnológico, social, político, económico y cultural, cambian las necesidades de los consumidores, se alteran las bases tecnológicas de los productos y procesos, cambian las necesidades ambientales y psicosociales de los consumidores. Estos cambios redundan luego en modificaciones a las normas legales y reglamentaciones. El mundo está por tales razones en continua ebullición y las empresas se ven atrapadas en la misma. La única forma de lograr el éxito es mediante un cambio radical en la forma de pensar de sus directivos y funcionarios que luego deberá trasladarse al resto de los empleados de la corporación. Una nueva y distinta manera de ver y analizar la productividad, una forma diferente de gestionarla y promoverla, serán las bases sobre la cual ha de edificarse la competitividad del presente y futuro de la empresa.

Abandonar los patrones antiguos de pensamiento, reenfocando la productividad sobre un pensamiento orientado a los procesos, enfocado en los sistemas y basado en datos concretos y no en suposiciones, resulta clave para lograr una mejora continua en los niveles de productividad y con ello en los niveles de costes, permitiendo de tal forma hacer efectiva la "curva de experiencia", con lo cual se logra desplazar a los competidores de los mercados, obteniendo consecuentemente una mayor cuota de mercado.

Sólo una gestión total de la productividad que evite por un lado las improductividades en los diversos procesos, estén estos vinculados directamente a la producción o no, y logren a través del trabajo en equipo de la organización como un todo aumentar la productividad de la empresa mediante una mayor y mejor fluidez de los recursos y energías, ha de permitir una rentabilidad que sea compatible con la conquista de mercados en el mediano y largo plazo.

### **2.3.3.9 Mejoramiento de la Productividad**

El mejoramiento de la productividad bajo la Gestión Total de la Productividad (GTP) implica llevar de manera sistemática los siguientes pasos:

1. Seleccionar el conjunto de técnicas más apropiadas para el mejoramiento de la productividad en función de las características propias de la empresa y su entorno.
2. Desarrollar un plan de implementación conducente a poner en práctica las técnicas seleccionadas.

Para la selección del juego más apropiado de técnicas es menester tomar debidamente en consideración:

- El sentido común, a menudo respaldado por la experiencia.
- Utilización de modelos matemáticos.
- Y metodologías semicuantitativas, resultantes de combinar de manera efectiva lo mejor de las dos anteriores consideraciones.

Es fundamental tomar siempre en cuenta al momento de seleccionar las técnicas más apropiadas:

- Las limitaciones presupuestarias o financieras
- El tiempo mínimo establecido para la recuperación de la inversión
- Y, el tiempo máximo para implementar las técnicas seleccionadas

En cuanto a las estrategias a considerar para aumentar los niveles de productividad, se tienen a tales efectos las siguientes.

- Estrategia 1: aumentar la producción, utilizando el mismo nivel de insumos.
- Estrategia 2: aumentar la producción y disminuir los insumos.
- Estrategia 3: para el mismo nivel de producción, disminuir los insumos.
- Estrategia 4: aumentar la producción a una tasa más rápida que los insumos.
- Estrategia 5: disminuir los insumos a una tasa más rápida que la producción.

Las estrategias 3 y 5 son reactivas, en especial la número 5, mientras que las estrategias 1, 2 y 4 son proactivas. Por lo general las empresas que se caracterizan por una pobre gestión y liderazgo, adoptan la estrategia 5 como su último recurso de supervivencia.

En cambio las empresas de excelencia seleccionan las consideradas proactivas, siendo la mejor o ideal la estrategia 4 enfocada a aumentar la producción a una tasa más rápida que los insumos utilizados.

Con el transcurso del tiempo y dada determinadas condiciones tecnológicas, características del sistema y de los procesos, y marco socio-cultural, toda empresa desarrolla una curva de "productividad total", debiendo luego determinar su ubicación en dicha curva a los efectos de aplicar la estrategia más conveniente.

#### **2.3.3.10 Principios de la Gestión Total de la Productividad**

Los doce principios en los cuales se basa para generar productos y servicios con una calidad superior, costos unitarios bajos y tiempos de respuesta rápidos son:

- **Principio 1: Calidad / perfección.** Buscar en la calidad (perfección) del diseño la calidad de conformidad y la calidad del desempeño.
- **Principio 2: Orientación hacia el cliente.** Escuchar atentamente lo que dicen los clientes, aprender de ellos con diligencia, darles lo que desean en lugar de lo que puedes ofrecer sin disgustarlos. Dejar una positiva impresión en sus mentes acerca de la empresa, sus productos o servicios, y la organización. Enfocarse en deleitarlos, no simplemente en satisfacerlos.
- **Principio 3: El valor de los empleados.** Considerar a la gente que trabaja en la empresa como un activo, proporcionándoles armonía y seguridad en el trabajo.
- **Principio 4: Curva de aprendizaje.** Siempre que sea posible, los niveles de productividad y los costos de producción deben planearse sobre las bases de las curvas de aprendizaje.
- **Principio 5:** Diseñar productos y servicios con una estrategia deliberada para estandarizar y simplificar sus componentes.
- **Principio 6: Benchmarking.** Tomar lo mejor de las tecnologías de por lo menos tres competidores en cuanto a diseño de productos, servicios y procesos de producción, y tratar de mejorar lo que la competencia ya ha logrado.

- **Principio 7: Miniaturización.** Intentar la miniaturización siempre que se factible, utilizando tecnología basada en microprocesadores en el diseño de servicios y de procesos.
- **Principio 8: Investigación y desarrollo.** Proseguir agresivamente con la investigación en materia de productos y procesos, trabajando muy de cerca con instituciones académicas y de investigación general, para desarrollar ideas que mejoren la productividad.
- **Principio 9: Planeación de la mezcla de productos.** Crear una mezcla de productos o servicios que resulten ganadores en productividad total y en la participación de mercado sobre una base consistente.
- **Principio 10: Secreto.** Las ideas novedosas y las estrategias de mejoramiento de la productividad, en especial las desarrolladas en la empresa, deben mantenerse en absoluto secreto.
- **Principio 11: Mutuo beneficio.** Por cada acción o decisión que se tome, hay que preguntarse de qué manera beneficia ello a la empresa, a sus propietarios, al personal, a los clientes, a los proveedores y a la comunidad.
- **Principio 12: Consistencia.** Resulta mucho mejor ser consistente que ser perfecto ocasionalmente.

#### 2.3.3.11 Reglas para lograr el éxito en la Gestión Total de la Productividad

- **Regla 1:** Tratar a las personas con respeto y confianza.
- **Regla 2:** Ser innovador y no un imitador, ser en líder y no un seguidor, en todos los productos y servicios.
- **Regla 3:** Aplicar sistemáticamente la regla de las "3 P", por la cual el Éxito depende de la Planeación, la Preparación y la Paciencia.
- **Regla 4:** Implementar un programa de participación en las ganancias en función a los resultados en materia de productividad total.
- **Regla 5:** Ser plenamente optimista al gestionar el cambio.
- **Regla 6:** Administrar la tecnología con un sentido total e integrador.
- **Regla 7:** Enfocarse y pensar en términos sistémicos e interdisciplinarios, y no en pensamientos y actitudes funcionales.

- **Regla 8:** Hacer prevalecer el trabajo en equipo por sobre las actitudes individualistas.
- **Regla 9:** Practicar la administración con el ejemplo.
- **Regla 10:** Imponerse objetivos altos. Buscar permanentemente el salto cuantitativo y cualitativo.

### **2.3.3.12 Lista de técnicas de mejoramiento de la productividad total**

#### **a) Técnicas basadas en tecnologías**

1. Diseño asistido por computadora
2. Manufactura asistida por computadora
3. CAM integrada
4. Robótica
5. Tecnología láser
6. Tecnología de energía
7. Tecnología de grupos
8. Gráficas computacionales
9. Simulación
10. Administración del mantenimiento
11. Reconstrucción de maquinarias
12. Tecnología de la conservación de la energía
13. Tecnología digital
14. Telecomunicaciones
15. Bioingeniería
16. Programación orientada a objetos
17. Fibras ópticas
18. Ingeniería de software asistida por computadora
19. Tecnología RISC
20. Ingeniería simultánea / ingeniería concurrente

#### **b) Técnicas basadas en materiales**

1. Video conferencias de escritorio

2. Control de inventarios
3. Planeación de requerimientos de materiales
4. Inventarios justo a tiempo
5. Administración de materiales
6. Control de calidad
7. Sistema de manejo de materiales

**c) Técnicas basadas en empleados**

1. Reciclamiento y reutilización de materiales
2. Incentivos financieros individuales
3. Incentivos financieros grupales
4. Prestaciones personales
5. Promoción de empleados
6. Enriquecimiento del puesto
7. Ampliación del puesto
8. Rotación del puesto
9. Participación de trabajadores
10. Mejoramiento de habilidades personales
11. Administración por objetivos
12. Curvas de aprendizaje
13. Comunicaciones
14. Mejoría de las condiciones de trabajo
15. Capacitación
16. Educación
17. Percepción del desempeño
18. Calidad de supervisión
19. Reconocimiento
20. Castigos
21. Círculos de calidad
22. Cero defectos
23. Administración de tiempos
24. Flexibilidad de tiempos

25. Semana de trabajo reducida
26. Armonización

#### **d) Técnicas basadas en el producto**

1. Trabajo en casa
2. Ingeniería de valores
3. Diversificación de productos
4. Simplificación de productos
5. Investigación y desarrollo
6. Mejoría en la confiabilidad del producto
7. Benchmarking

#### **e) Técnicas basadas en procesos o tareas**

1. Promoción y publicidad
2. Ingeniería de métodos
3. Medición del trabajo
4. Diseño del puesto
5. Valuación de puestos
6. Diseño de seguridad del puesto
7. Factores humanos (ergonomía)
8. Programación de producción
9. Procesamiento de datos asistido por computadora
10. Reingeniería

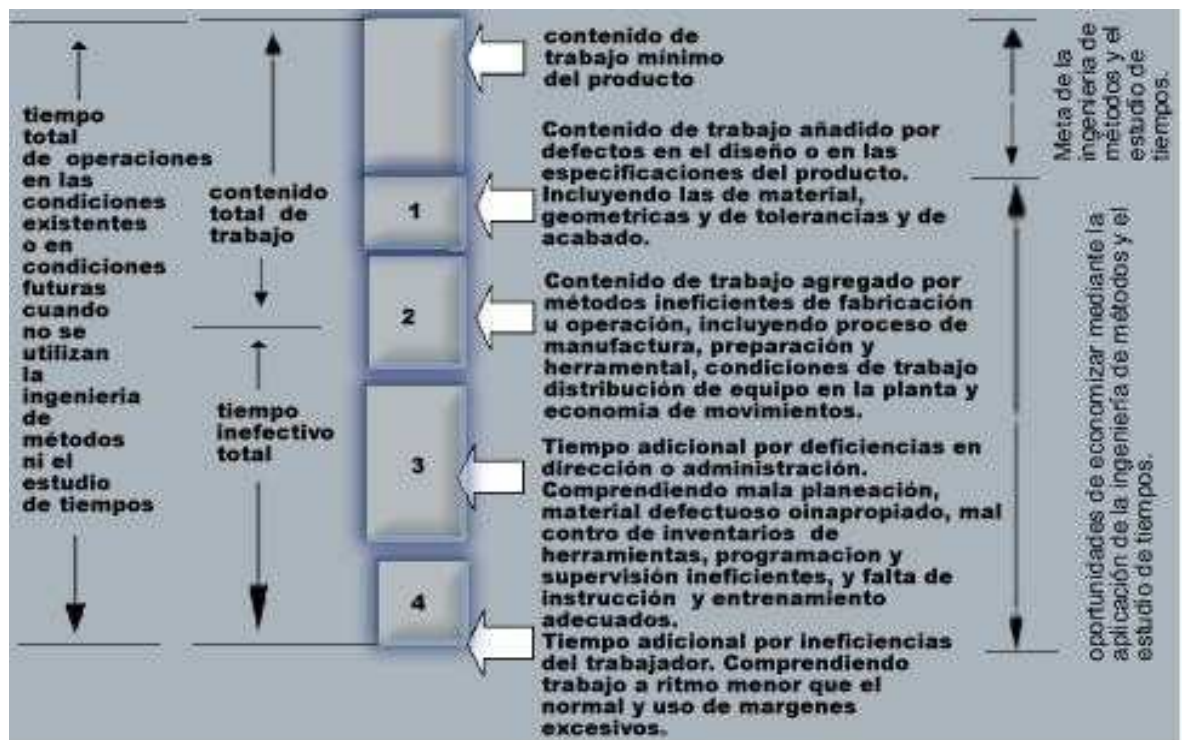
### **2.3.4 Ingeniería de Métodos**

El campo de estas actividades comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería del producto. El mejor método debe entonces compaginarse con las mejores técnicas o habilidades

disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina. Una vez que se ha establecido cabalmente un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la repartición del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

La figura siguiente ilustra las posibilidades de reducir el tiempo de fabricación mediante el empleo de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.



**Figura 15: Oportunidades de realización de economía mediante la aplicación de ingeniería de métodos y el estudio de tiempos**



Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, como se define en este texto, implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de plantación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.

La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. En primer lugar porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin. La diferencia de productividad resultante de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre están en posibilidad de mantener competitividad con los países en desarrollo con salarios bajos. La investigación y el desarrollo que conducen a una nueva tecnología es esencial para la ingeniería de métodos. Los diez países con los gastos por investigación y desarrollo (I/D) más altos por trabajador, reportados en (United Nations Industrial Development Organization 1985, son: Estados Unidos, Suiza, Suecia, Holanda, Alemania (R.F), Noruega, Francia, Israel, Bélgica y Japón. Por cierto, estos países se cuentan entre los líderes en productividad. En tanto continúen enfatizando la investigación y el desarrollo, la ingeniería de métodos, a través de la innovación tecnológica, será un instrumento de gran potencial para producir bienes y servicios a un alto nivel.

Para desarrollar un centro de trabajo, el ingeniero de métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprenderá las siguientes operaciones:

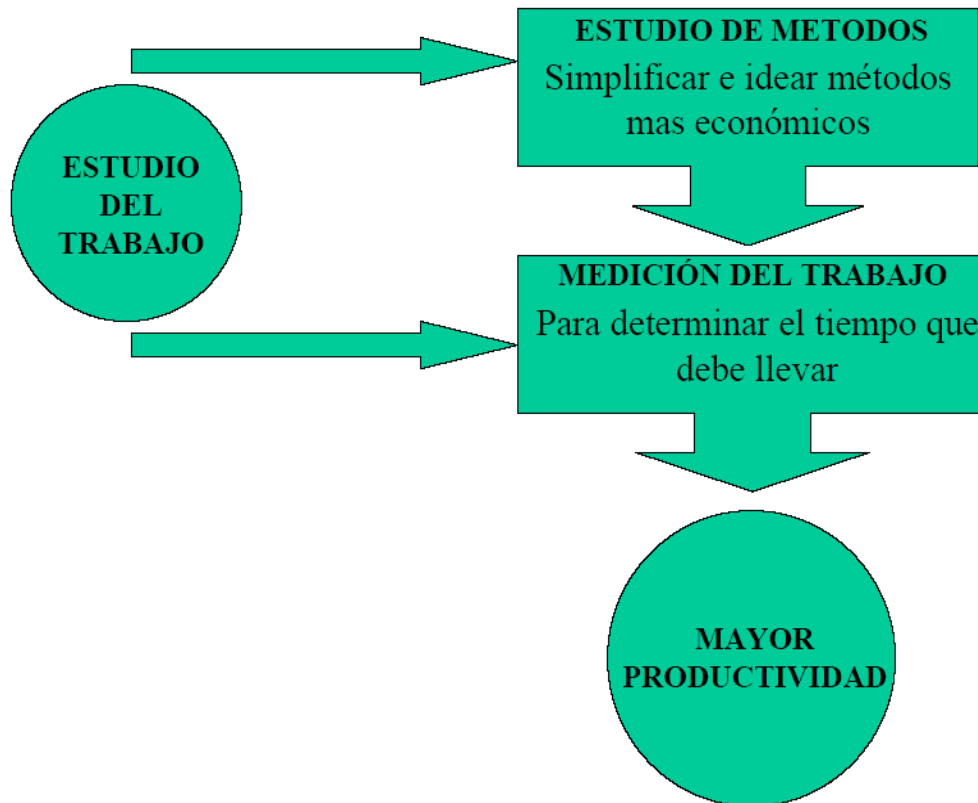
- 1. Obtención de los hechos.** Reunir todos los hechos importantes relacionados con el producto o servicio. Esto incluye dibujos y especificaciones, requerimientos cuantitativos, requerimientos de distribución y proyecciones acerca de la vida prevista del producto o servicio.
- 2. Presentación de los hechos.** Cuando toda la información importante ha sido recabada, se registra en forma ordenada para su estudio y análisis. Un diagrama del desarrollo del proceso en este punto es muy útil.
- 3. Efectuar un análisis.** Utilícense los planteamientos primarios en el análisis de operaciones y los principios del estudio de movimientos para decidir sobre cuál alternativa produce el mejor servicio o producto. Tales enfoques incluyen: propósito de la operación, diseño de partes, tolerancias y especificaciones, materiales, procesos de fabricación, montajes y herramientas, condiciones de trabajo, manejo de materiales, distribución en la fábrica y los principios de economía de movimientos.
- 4. Desarrollo del método ideal.** Selecciónese el mejor procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las variadas restricciones asociadas a cada alternativa.
- 5. Presentación del método.** Explíquese el método propuesto en detalle a los responsables de su operación y mantenimiento.
- 6. Implantación del método.** Considérense todos los detalles del centro de trabajo para asegurar que el método propuesto dará los resultados anticipados.
- 7. Desarrollo de un análisis de trabajo.** Efectúese un análisis de trabajo del método implantado para asegurar que el operador u operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.
- 8. Establecimiento de estándares de tiempo.** Establézcase un estándar justo y equitativo para el método implantado.
- 9. Seguimiento del método.** A intervalos regulares hágase una revisión o examen del método implantado para determinar si la productividad anticipada se está cumpliendo, si los costos fueron proyectados correctamente y se pueden hacer mejoras posteriores.

Cuando se realizan estudios de métodos para perfeccionar un método de operación existente, la experiencia ha demostrado que a fin de lograr los máximos rendimientos hay que seguir un procedimiento sistemático similar al propuesto para el diseño del centro de trabajo inicial. La Westinghouse Electric Corporation, en su programa de Análisis de Operaciones, propugna los siguientes pasos para asegurar la obtención de los resultados más favorables:

1. Hacer una exploración preliminar.
2. Determinar el grado o intensidad justificable del análisis.
3. Elaborar diagramas de procesos.
4. Investigar los enfoques necesarios para el análisis de operaciones.
5. Realizar un estudio de movimientos cuando se justifique.
6. Comparar el método en uso con el nuevo método.
7. Presentar el método nuevo.
8. Verificar la implantación de éste.
9. Corregir los tiempos.
10. Seguir la operación del nuevo método.

En realidad, la ingeniería de métodos abarca todos estos pasos.

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de la productividad y las utilidades de la empresa.



**Figura 16: Influencia de la Ingeniería de Métodos en la Productividad**

### 2.3.5 Estudio de Tiempos y Movimientos

Anteriormente desarrollados los conceptos de Reingeniería y sistemas de producción, al aplicar el primer término sobre el segundo es necesario saber cómo se la hace a través del estudio del trabajo.

#### 2.3.5.1 Estudio de Movimientos.

##### 2.3.5.1.1 Conceptualización

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción.

El concepto de las divisiones básicas de la realización del trabajo desarrollado por Frank Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos de un operario. Gilbreth denominó "therblig" a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas. Estas divisiones básicas se muestran a continuación en la **Tabla 1**:

<b>THERBLIGS</b>	<b>SIGLA</b>	<b>COLOR</b>
Buscar	B	Negro
Seleccionar.	SE	Gris claro
Tomar (o asir).	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar.	SL	Carmín
Colocar en posición.	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Celeste
Inspeccionar	I	Ocre quemado
Ensamblar	E	Violeta oscuro
Desensamblar	DE	Violeta claro
Usar	U	Púrpura
Demora (o retraso) inevitable	DI	Amarillo ocre
Demora (o retraso) evitable	DEV	Amarillo limón
Planear	PL	Café
Descansar (o hacer alto en el trabajo)	DES	Tomate

**Tabla 1: Movimientos Fundamentales: Therbligs**

### 2.3.5.1.2 Principios de la Economía de Movimientos

#### a) Relativos al uso del Cuerpo Humano.

- Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso
- Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.

- Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Deben emplearse el menor número de elementos o therbligs, y éstos se deben limitar a los del más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:
  - Movimientos de dedos
  - Movimientos de dedos y muñeca
  - Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo
  - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo
  - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
- Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos.
- Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo
- Los pies no pueden accionar pedales eficientes cuando el operario está de pie
- Los movimientos de torsión deben realizarse con los dedos flexionados
- Para asir herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercano a la palma de la mano.

#### **b) Disposición y condiciones en el sitio de trabajo**

- Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material.
- Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover.
- Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario.
- Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.

- Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo.
- Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación.

### **c) Diseño de herramientas y el equipo**

- Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples de las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola
- Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de manejo deben estar fácilmente accesibles al operario.
- Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción
- Investigue siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas o semiautomáticas, destornilladores motorizados o llaves de tuerca de velocidad.

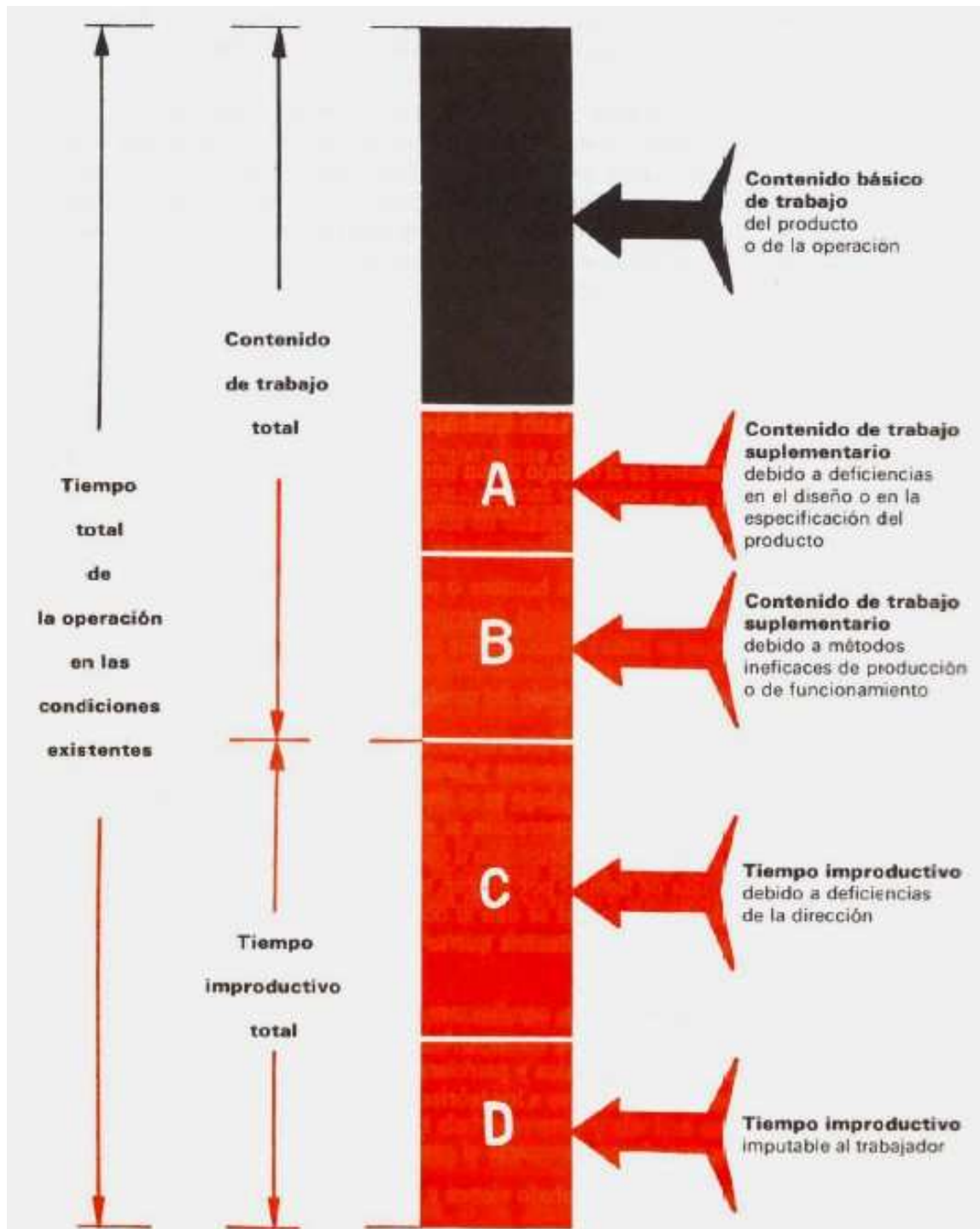
### **2.3.5.2 Estudio de Tiempos**

#### **2.3.5.2.1 Conceptualización**

“Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido” (Fonseca, 2000).

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre – máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento. Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones,

el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente. (Niebel, 1980).



**Figura 17: Descomposición del Tiempo de Fabricación**



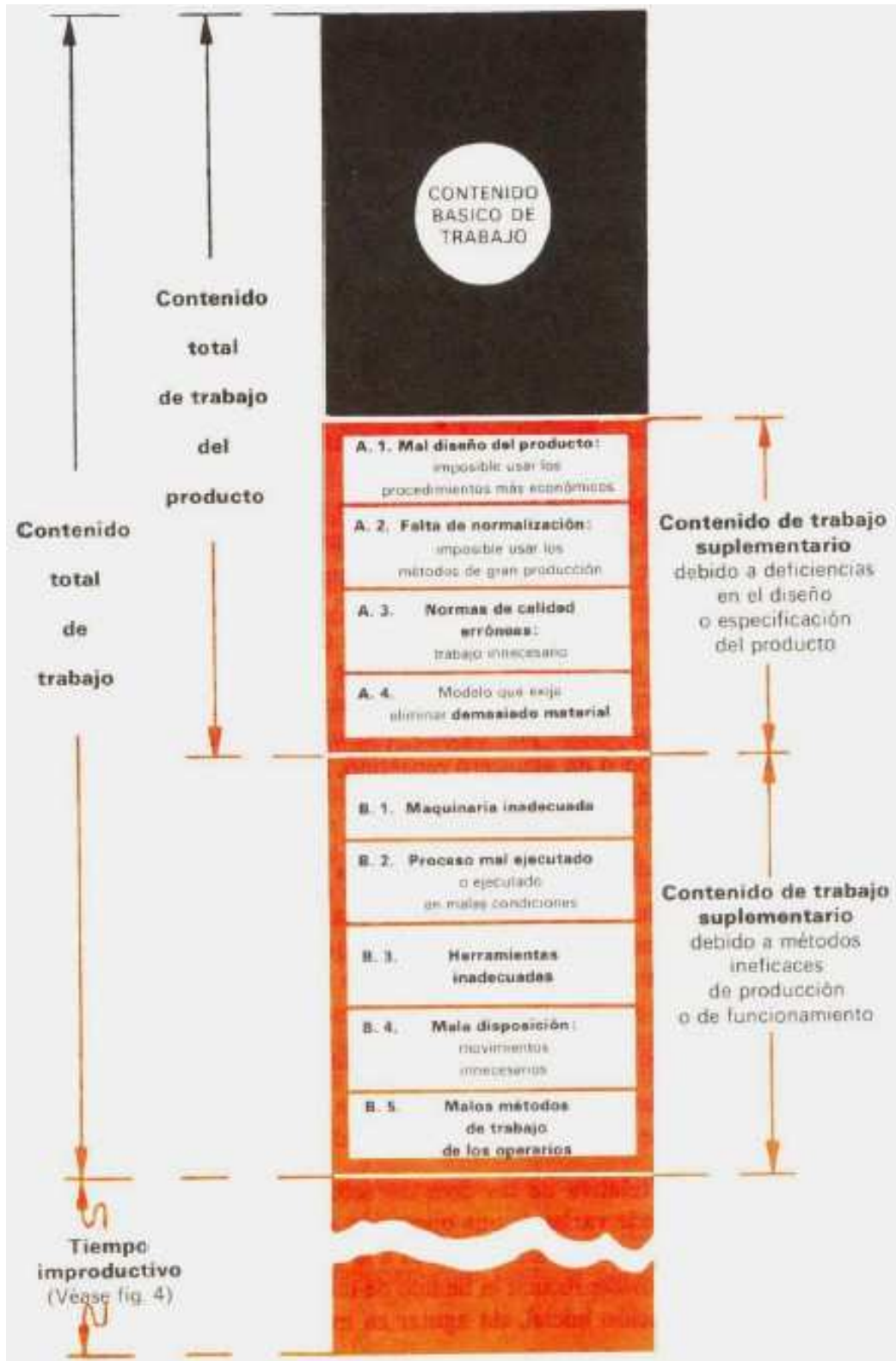


Figura 18: Contenido de Trabajo debido al producto y al proceso

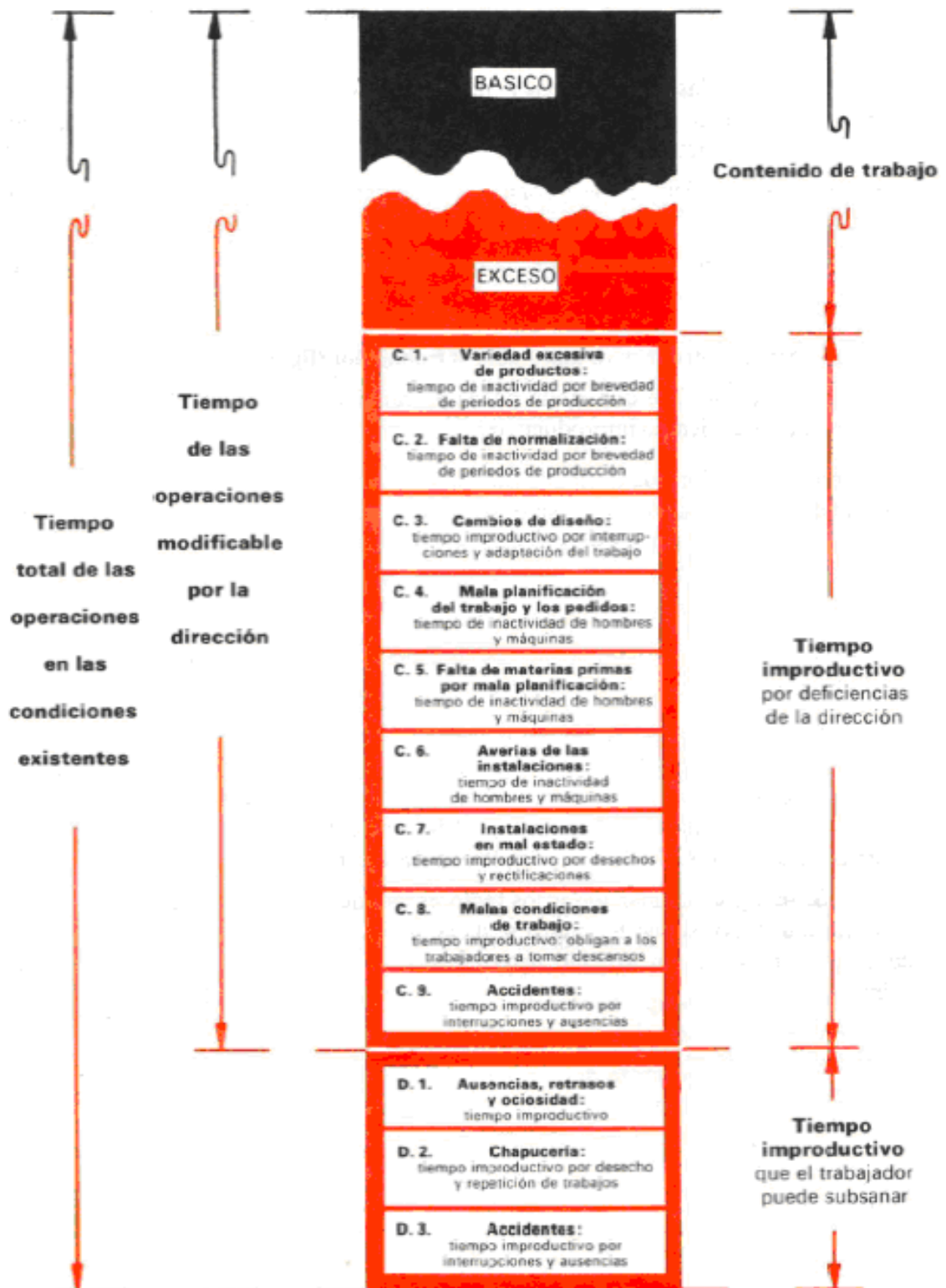


Figura 19: Tiempo improductivo imputable a la dirección y a los trabajadores

### 2.3.5.2.2 Elementos y preparación para el Estudio de Tiempos

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos se debe tener la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

- **Selección de la Operación.** Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición.
- **Selección del Operador.** Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos: habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.
- **Actitud frente al Trabajador:** es necesario tomar en cuenta que:
  - El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
  - El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
  - No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
  - Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
  - El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.
- **Análisis de comprobación del método de trabajo.** Nunca se debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada. La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica. En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extintores, delantales, botas, etc. Los

requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo. La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

#### **2.3.5.2.3 Ejecución del Estudio de Tiempos**

Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación, es importante que se registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa. La información se puede agrupar como sigue:

- Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina
- Información que permita identificar al operario

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- **Objeto de la Operación:** Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

- **Diseño de la Pieza:** El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.
- **Tolerancias y Eficiencias:** Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.
- **Material:** Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.
- **Proceso de Manufactura:** Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes.
- **Preparación de Herramientas y Patrones:** La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades. En trabajos e alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.

- **Condiciones de Trabajo:** Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.
- **Manejo de Materiales:** La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.
- **Distribución de Maquinaria y Equipo:** Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.
- **Principios de Economía de Movimientos:** Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes. Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos.

#### 2.3.5.2.4 Equipo Utilizado

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una

tabla electrónica de tiempos, los mismos que serán utilizados en el muestreo de los tiempos de cada una de las actividades desarrolladas dentro del proceso productivo de la fábrica de suelas y tacos “MilPlast”.

Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero, respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos. La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar y el nombre del observador (Ver Anexo 1a). La tabla electrónica de tiempos es una hoja hecha en Excel donde se inserta el tiempo observado y automáticamente ella calculará todos los parámetros requeridos en relación a tiempos y capacidad de producción.

En el caso del estudio de tiempos en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” se va a realizar este tipo de estudio que es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

## **Pasos para su realización**

### **I. Preparación**

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

### **II. Ejecución**

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

### **III. Valoración**

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

### **IV. Suplementos**

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

### **V. Tiempo Estándar**

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar

#### **2.3.5.2.5 Ritmo de Trabajo**

El ritmo de trabajo es el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso



de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa. A este valor lo conoceremos como desempeño (d).

#### **2.3.5.2.6 Tiempo Imprevisto**

La cantidad de tiempo agregado al tiempo normal para elaborar una actividad, le causa al trabajador retrasos en la operación, necesidades personales y fatiga. A este valor lo conoceremos como suplemento (s).

#### **2.3.5.2.7 Tiempo Real**

El tiempo real se define como el tiempo promedio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos. A este valor lo conoceremos como tiempo promedio (T)

#### **2.3.5.2.8 Tiempo Normal**

Tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar. En el caso de este trabajo se determinó a través de la siguiente fórmula:

**Tiempo Normal** = tiempo promedio de desempeño observado \* desempeño

$$TN = \bar{T} * d$$

**Ecuación 9**

#### **2.3.5.2.9 Tiempo Estándar**

“El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación” (Niebel, 1980). El tiempo estándar (TS) se lo puede utilizar:

- Para determinar el salario devengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.

- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.
- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

### 2.3.5.2.9.1 Cálculo del Tiempo Estándar

Se calcula utilizando todos los parámetros antes mencionados y se resume en la siguiente fórmula:

$$TS = \bar{T} * d * (1 + s) \quad \text{Ecuación 10}$$

En donde:

TS = Tiempo Estándar

TN =  $\bar{T} * d$  = Tiempo Real Cronometrado

d = Factor desempeño

s = Suplementos (fatiga, imprevistos, esfuerzo, etc.)

Conociendo el tiempo estándar de un proceso se puede llegar a determinar la capacidad de producción del mismo con la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{1}{TS} \quad \text{Ecuación 11}$$

## 2.4 Hipótesis

La reingeniería de procesos de la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” incrementará su productividad.

## 2.5 Señalamiento de las Variables de la Hipótesis

### 2.5.1 Variable Independiente

Reingeniería de procesos en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast”

### 2.5.2 Variable Dependiente

Incremento de la Productividad

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

#### **3.1 Enfoque**

La presente investigación se ha enfocado dentro del paradigma eminentemente cuantitativo, ya que se han conocido y comprendido de mejor manera los problemas existentes en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” a través de un diagnóstico de la misma, y así se han identificado los potenciales cambios que necesitaba la mencionada planta, llegando a una solución objetiva y confiable que permite resolver los conflictos existentes dentro de la empresa.

Adicionalmente la investigación se ha orientado a la comprobación de la hipótesis planteada en este trabajo y se ha hecho énfasis en los resultados obtenidos al finalizar el mismo, lo que permitió establecer las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

#### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación**

##### **3.2.1 Investigación de Campo**

Se utilizó este tipo de investigación para realizar un estudio sistemático dentro de la empresa de suelas y tacos “MilPlast”, en donde los problemas fundamentales que se han encontrado son la inexistencia de un registro de los parámetros necesarios para la elaboración de suelas al momento de la inyección, la organización de las bodegas de materia prima y producto terminado, la señalización y seguridad industrial de la misma; la permanencia diaria en la

fábrica ha permitido tener un contacto importante con la realidad y el contexto en el que se desarrollan las actividades de la planta, obteniendo así información de primera mano necesaria para plantear una propuesta que dé solución a los problemas mencionados con anterioridad.

### **3.2.2 Investigación Documental – Bibliográfica**

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha utilizado la investigación documental por cuanto nos permite conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios en relación a la solución de los problemas existentes en la fábrica, basándose en documentos, libros, revistas y páginas de Internet. Lo cual permite discernir con mayor facilidad el camino a tomar para encontrar una alternativa de solución para los problemas existentes en la empresa de acuerdo con sus requerimientos y expectativas de mejora.

### **3.2.3 Proyecto Factible**

El presente proyecto de investigación se ha ubicado dentro de un contexto factible porque el planteamiento del problema, la fundamentación teórica y el procedimiento metodológico permitieron dar una solución práctica viable en plazos fijos a los problemas existentes en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” y por consecuencia los objetivos de este trabajo han sido realizables y coherentes.

### **3.3 Nivel o Tipo de Investigación**

El presente proyecto se ha encontrado en un nivel de investigación exploratorio ya que nos puso en contacto con la realidad que se ha estudiado, obteniendo datos y elementos de juicio para plantear el problema y formular adecuadamente la hipótesis sobre la cual se trabajó; en cuanto al nivel descriptivo nos ha ayudado a detallar las características más sobresalientes del objeto de estudio, tanto en tiempo como espacio estableciendo sus causales y por ende las consecuencias que

se traducen en problemas para la fábrica de suelas y tacos “MilPlast”; el nivel correlacional nos ha ayudado en la verificación del grado de incidencia de una variable sobre otra que se complementa con la investigación explicativa la misma que nos revela el por qué de la relación de una variable con otra.

### 3.4 Población y Muestra

La población de la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” al iniciar este estudio estaba conformada por 27 personas que son quienes se relacionan directamente con la planta, distribuidos de la siguiente forma:

Área	No Personas
Gerencia	1
Administrativos	3
Diseñador	1
Laboratorio de pruebas	1
Vendedores	3
Jefe de Planta	1
Bodega	3
Chofer	1
Inyección	8
Molienda	1
Terminado	4
<b>Total</b>	<b>27</b>

Por lo que se trabajó con toda la población de la empresa en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

### 3.5 Operacionalización de las Variables

**Hipótesis:** “La reingeniería del proceso productivo de la fábrica de suelas y tacos “MilPlast” incrementará su productividad”

## Variable Independiente

Reingeniería de procesos en la fábrica de suelas y tacos “MilPlast”

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas – Instrumentos
<i>Reingeniería</i> es el rediseño de un proceso o un cambio en el mismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de Producción</li> <li>- Orden de las Instalaciones</li> <li>- Estudio de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de Suelas</li> <li>• Espacio Físico</li> <li>• Seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ¿Qué parámetros intervienen en la producción de suelas?</li> <li>* ¿Qué materia prima se utiliza en la elaboración de suelas?</li> <li>* ¿Cuál es el índice de productos defectuosos diarios?</li> <li>* ¿Qué problemas existe en la producción de suelas?</li> <li>* ¿Existen bodegas separadas para materia prima y producto terminado?</li> <li>* ¿Utilizan equipo de protección personal?</li> <li>* ¿Existen normas de seguridad dentro de la empresa? ¿Se cumplen?</li> <li>* Los puestos de trabajo son ergonómicos?</li> <li>* ¿Existen movimientos o actividades innecesarias</li> </ul>	<p>Observación directa al proceso productivo y entrevista – conversación con jefe de planta y operarios.</p> <p>Observación directa de las instalaciones y Entrevista – conversación con jefe de planta y trabajadores.</p> <p>Entrevista –</p>

	<p>Movimientos - Estudio de Tiempos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economía de Movimientos</li> <li>• Tiempos Estándar</li> </ul>	<p>dentro del proceso de producción de suelas?. Cuáles?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* La empresa cuenta con tiempos estándar para su producción?</li> <li>* ¿Cuál es la capacidad de producción diaria de la empresa?</li> <li>* ¿Es constantes esa capacidad de producción?</li> <li>* ¿Qué factores influyen en la disminución de la capacidad de producción diaria?</li> <li>* ¿Cuál es el nivel de eficiencia del proceso productivo de la empresa?</li> </ul>	<p>conversación con jefe de planta y trabajadores.</p>
--	---	---	---	--



## Variable Dependiente

Productividad

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas – Instrumentos
<p><b>Productividad</b> es la relación existente entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, equipos, energía, etc.</p>	<p>- Productividad en la producción de suelas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Materia Prima</li> <li>* Mano de Obra</li> <li>* Energía</li> <li>* Maquinaria</li> <li>* Capacidad de Producción</li> <li>* Gasto de Operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Qué factores cree que influyen mayoritariamente en la productividad de la empresa?</li> <li>* ¿Tiene la empresa problemas con la materia prima? Cuales?</li> <li>* El almacenamiento de materia prima es adecuado?</li> <li>* Cuál es el costo de transporte de la materia prima?</li> <li>* ¿En qué nivel se encuentran las relaciones humanas con sus trabajadores?</li> <li>* ¿Qué problemas existen en la empresa a causa de los trabajadores?</li> <li>* ¿La maquinaria existente para la producción de suelas es la adecuada?</li> <li>* ¿Existe un adecuado plan de mantenimiento para las máquinas que intervienen en el proceso productivo?</li> </ul>	<p>Entrevista – conversación focalizada con gerente operativo.</p>

### 3.6 Plan de Recolección de Información

- **Observación Directa**

Se la ha realizado diariamente de forma tal que se entienda la forma de llevar los procesos en relación a la producción, el orden de las instalaciones, el cumplimiento de normas de seguridad, entre otros que son requeridos para el desarrollo del presente proyecto de reingeniería. Los criterios que se deban analizar serán anotados en un cuaderno de apuntes.

- **Entrevista**

Será más que una entrevista una conversación que pueda ser entablada con los miembros de la fábrica como es el caso de la Gerente Operativo, el Jefe de Planta y los operarios que son quienes conocen el proceso productivo ya que se encuentran a diario inmiscuidos en el mismo, de igual forma las opiniones, razonamientos y consejos en relación al proceso de producción que se consideren importantes serán anotados en un cuaderno de apuntes.

- **Herramientas de Mejoramiento Continuo**

Se tomará en cuenta el uso de los siguientes instrumentos de Mejoramiento Continuo:

- o **Árbol de Problemas:** Nos muestra las causas con sus respectivas consecuencias en relación a un problema determinado como causa raíz.
- o **Diagrama de Ishikawa:** Analiza un problema con todas sus causas, tomando en cuenta criterios tales como: Mano de Obra, Materia Prima, Maquinaria, Método de Trabajo, adicionalmente se pueden considerar otros criterios que estén relacionados con el problema motivo de estudio.

- o **Diagrama de Pareto:** este será utilizado para el análisis de productos defectuosos determinando las causas relevantes que provocan la mayor cantidad de estos.

Adicionalmente se recopilará información a través de los formatos establecidos en los Anexos 1a, 1b, 1c y 1d para su posterior análisis.

### **3.7 Plan de Procesamiento de la Información**

A través del Árbol de Problema, Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto se procederá a analizar las causas que provocan determinado problema para buscar una solución factible que minimice los problemas existentes en la fábrica.

En relación al análisis de tiempos y movimientos se trabajará con las fórmulas mencionadas en el capítulo correspondiente al Marco Teórico y los datos recopilados por el Anexo 1a para proceder a calcular el tiempo estándar de cada actividad; en relación a los parámetros y tiempos de las suelas se los analizará en base a los datos recogidos en el Anexo 1d para determinar cuáles son los parámetros necesarios para cada modelo y talla; finalmente el problema de productos defectuosos se analizará en base a los datos recogidos en los Anexo 1b y Anexo 1c en donde se registrará el número de pares defectuosos por máquina y las causas que los provocaron de acuerdo a una clave establecida que será un número y una letra que indiquen la cantidad y la causa del defecto respectivamente.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 OBSERVACIÓN DIRECTA

MilPlast Cía. Ltda., se encuentra produciendo volúmenes considerables de suelas y tacos que se distribuyen a distintos puntos del país, a pesar de esta fortaleza, al introducimos en el diario convivir de la planta de producción se pudo observar algunas falencias que por cuestiones del rápido crecimiento de la empresa o descuido han sido olvidadas.

- **Orden de las Instalaciones:** se observó desorden en las bodegas ya que encontramos mezclados productos químicos, insumos, materias primas y producto terminado, convirtiéndose en un potencial peligro y también es más difícil encontrar algo que se busca.



**Figura 20. Desorden de las Instalaciones: Molino**



**Figura 21: Desorden de las Instalaciones: Cuarto de Tablero de Control y Compresor**



**Figura 22: Desorden de las Instalaciones: Oficina Jefe de Planta - Bodega Varios**

- **Seguridad Industrial:** Se observó el incumplimiento de normas de seguridad tales como son la señalización de las instalaciones y el uso de equipo de protección personal como es el caso de fajas de protección, orejeras o tapones, mascarillas y guantes que son necesarios al momento de realizar su trabajo en el caso de los operarios, otro punto a tomar en cuenta es la distribución de las bodegas, existe peligro de incendio.



**Figura 23: Riesgo de Incendio**



**Figura 24: Seguridad del Trabajador: No utilización de Fajas de Seguridad (al transportar un molde se carga de 30 a 40 kg)**



**Figura 25: Irrespeto de Normas de Seguridad**

- **Registros de Parámetros de Inyección:** Se pudo determinar que no existen tablas/ registros de parámetros necesarios para el proceso de inyección, ya que se acude a la experiencia del operario o de los compañeros para programar (velocidad, tiempo, volumen, temperatura, presión) en la inyectora al momento de cambiar de modelo, siendo necesarios dichos datos para la correcta inyección, ya que a causa de ingresar valores erróneos en la computadora de la inyectora se obtienen pares defectuosos.



**FIGURA 26.a : Controlador de Inyectora**



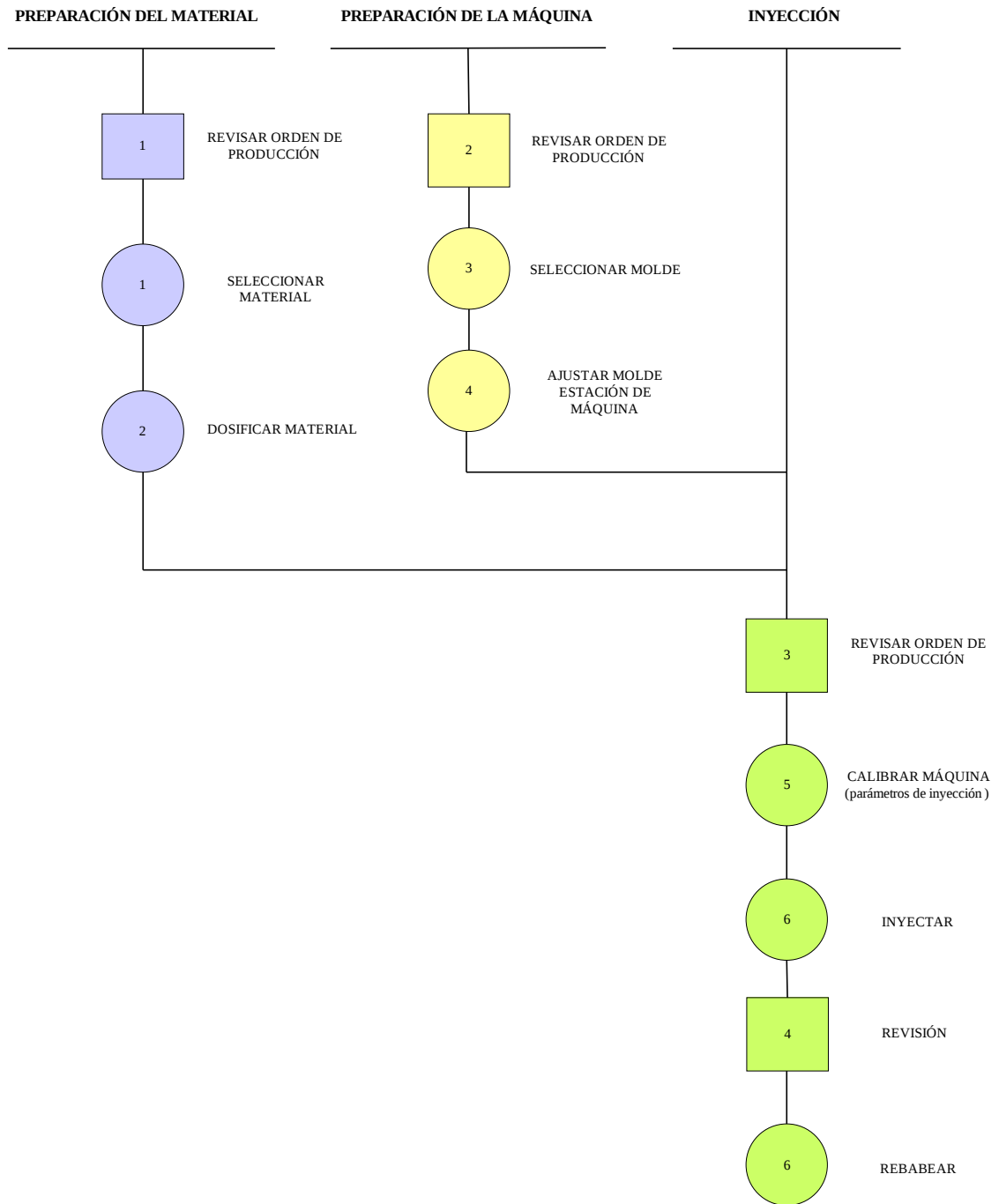
**Figura 26.b:** *Pares Defectuosos de Suelas*

- **Mantenimiento:** Otro factor que se pudo observar es la responsabilidad de los operarios por las máquinas, ya que estas reciben mantenimiento una sola vez al año o cuando se dañan por lo que se debe operar las mismas con cuidado; sin embargo, en algunas ocasiones pueden surgir algún problema durante la jornada de trabajo, ejemplo de ello es algún descuido de los trabajadores en el ajuste de los moldes, teniendo como consecuencia la salida de un perno, una guía o incluso alguna colisión que puede dañar al molde o a la máquina provocando así la parada de la producción en esa estación de trabajo hasta que se arregle el problema de la máquina.



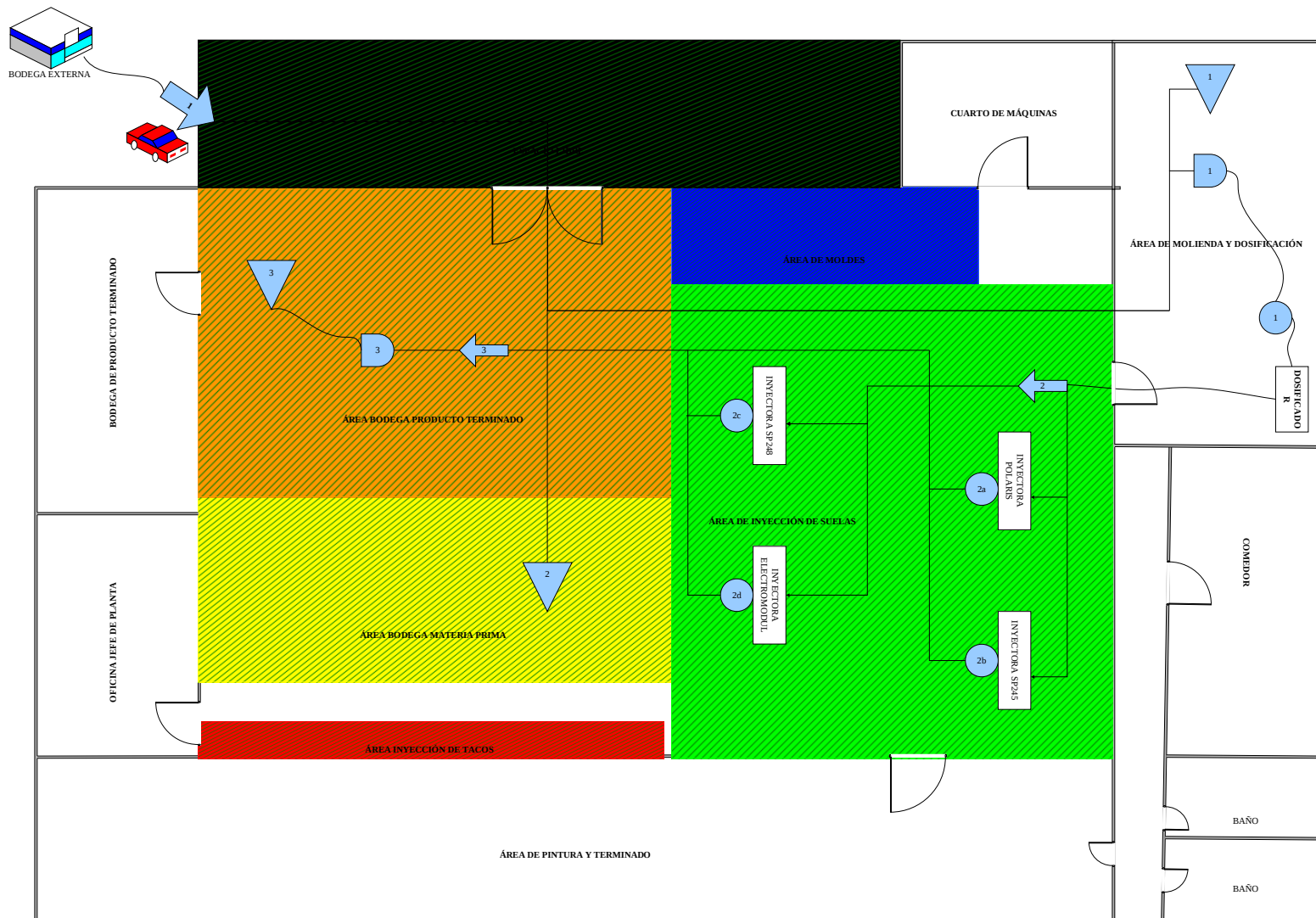
- **Tiempos y Movimientos:** Otro elemento que puede influir en el bajo rendimiento de un proceso es la existencia de tiempos muertos, esto ocurre cuando el operario espera que la suela sea inyectada por la máquina; en ocasiones los tiempos de cambio de molde también son otro problema pues sobrepasan los 5 minutos y esto se debe a que las etiquetas de las perchas que contienen los moldes para la inyección se encuentran deteriorados por lo que no se puede apreciar con facilidad que moldes contienen las perchas; el hecho de que algunos estantes se encuentran ubicados lejos de los operarios le hace perder más tiempo, pues deben caminar más, también existe demoras cuando hay que purgar o limpiar la maquina.

#### **4.2 DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES**



**Figura 27: Cursograma Sinóptico de Proceso**

### 4.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO



**Figura 28: Diagrama de Recorrido**

#### **4.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA**

En el siguiente diagrama se muestran las causas para el problema de **SUELAS DEFECTUOSAS**, tomando en cuenta los factores Mano de Obra, Materia Prima, Máquina y Molde. Los mismos que deberán ser analizados en la propuesta para encontrar una solución que minimice dichos inconvenientes.

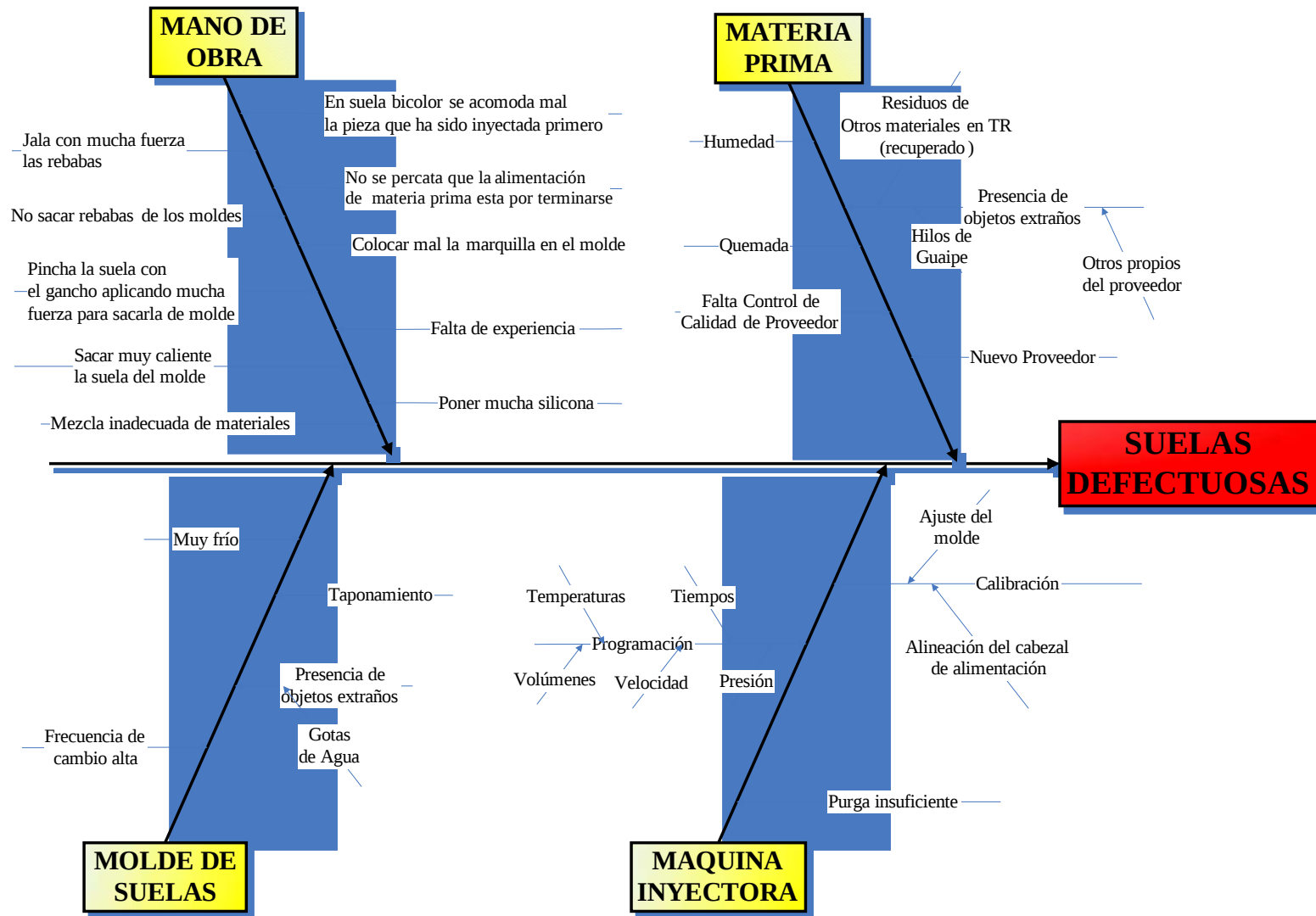
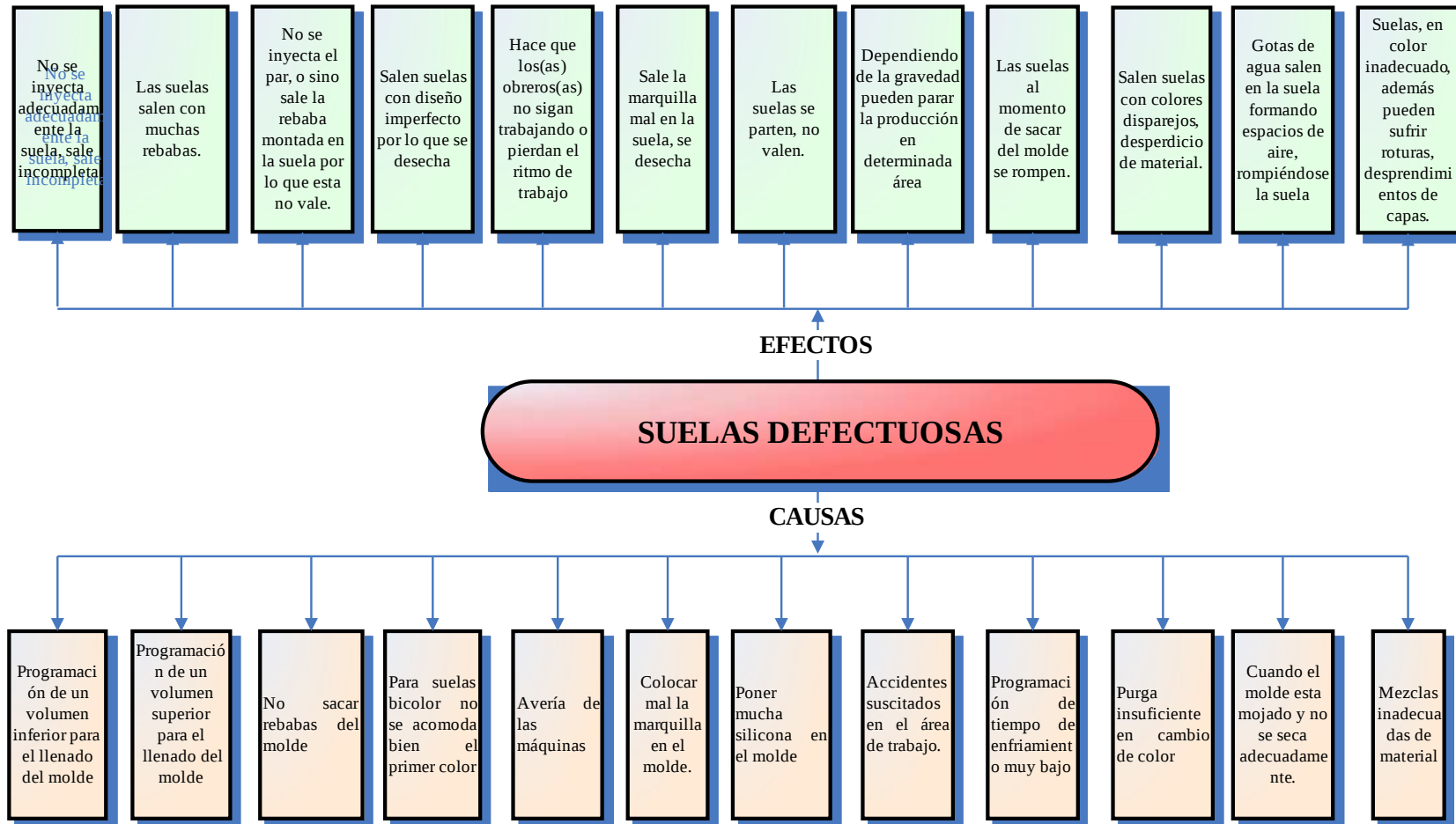


Figura 29: DIAGRAMA DE ISHIKAWA: SUELAS DEFECTUOSAS

Del gráfico anterior se deben determinar cuáles son las consecuencias que producen dentro del proceso de producción, este análisis se lo realiza a continuación a través del árbol del problema.

#### **4.5 ÁRBOL DE PROBLEMA**

En el siguiente diagrama se muestran las causas y consecuencias para el problema de **SUELAS DEFECTUOSAS**.



**Figura 30: ÁRBOL DE PROBLEMAS: SUELAS DEFECTUOSAS**

## 4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Después de analizar los datos recopilados a través del Árbol de Problema, Diagrama de Ishikawa y Observación Directa se considera necesario establecer un estudio de las causas que producen pares defectuosos de suelas para buscar soluciones que permitan minimizar el índice de productos defectuosos.

El estudio que determinó las causas raíz para el problema de **SUELAS DEFECTUOSAS** se inició el día lunes 30 de marzo del 2009 y se concluye el día sábado 18 de abril del mencionado año. Los datos se tomaron en una tabla que corresponde a cada máquina inyectora, contabilizando el total de pares defectuosos y el total producido al día. La recopilación de datos se la realizó de acuerdo al Anexo 1b. El estudio se realizó en las máquinas:

- Electromodul: 2 estaciones de trabajo, 1 operario
- SP480: 2 estaciones de trabajo, 1 operario
- Polaris: 4 estaciones de trabajo, 1 operario
- SP 245: 2 estaciones 1 operario

Se estima un promedio de producción por estación de trabajo de 300 pares de suelas diarios, estableciendo así las capacidades de producción de cada máquina: Electromodul, SP480 y SP245: 600 pares / día y 1200 pares / día para la Polaris, considerando esta producción entre producto bueno y defectuosos.

### **TABLAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS: PARES DEFECTUOSOS POR MÁQUINA.**

Esta compuesta por tres columnas:

**Máquina:** Nombre de la máquina.

**Fecha – Hora:** Representan el control hora – hora que se hizo de los pares defectuosos

**Resultados:** Contiene la Suma Total de los pares defectuosos por máquina y el porcentaje (%Tot) para el total de pares defectuosos del día por cada máquina.



## ESTUDIO DE SUELAS DEFECTUOSAS (POR MÁQUINA)

### CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



SEMANA: DEL 30 DE MARZO 3 DE ABRIL 2009

DÍA: Lunes, 30 de marzo de 2009

MÁQUINA	LUNES 30 DE MARZO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	9	1	7	3	3	6	5	6	3	18	61	38.61%
<b>SP480</b>	6	4	7	4	3	7	3	1	0	13	48	30.38%
<b>Polaris</b>	0	0	0	4	4	11	8	3	1	3	34	21.52%
<b>SP245</b>	0	5	0	0	0	0	0	0	10	0	15	9.49%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>158</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 2: Pares Defectuosos Día 30 de Marzo 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 34 pares. De los cuales el 52.94% esta representado por la Electromodul.
- En cuanto al total de pares defectuosos 158 pares, la Electromodul y SP480 tienen el mayor índice: 38.61% y 30.38% respectivamente.

**DÍA:** Martes, 31 de marzo de 2009

MÁQUINA	MARTES 31 DE MARZO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	14	4	0	4	0	0	0	0	0	3	25	23.58%
<b>SP480</b>	0	1	0	5	5	6	3	3	0	7	30	28.30%
<b>Polaris</b>	4	3	0	4	1	1	2	1	0	9	25	23.58%
<b>SP245</b>	2	0	6	0	0	1	0	0	10	7	26	24.53%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	<b>106</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 3: Pares Defectuosos Día 31 de Marzo 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 26 pares. De los cuales el 34.62% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 106 pares, la SP480 y Electromodul tienen el mayor índice: 28.30% y 23.58% respectivamente.

**DÍA:** Miércoles, 1 de abril de 2009

MÁQUINA	MIÉRCOLES 1 DE ABRIL 2009							RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	Suma	%Tot
<b>Electromodul</b>	0	3	5	5	4	0	5	22	20.95%

<b>SP480</b>	3	4	8	3	3	3	10	34	32.38%
<b>Polaris</b>	0	0	7	2	1	4	18	32	30.48%
<b>SP245</b>	10	5	1	0	0	0	1	17	16.19%
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>34</b>	<b>105</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 4: Pares Defectuosos Día 1 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la séptima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 34 pares. De los cuales el 52.94% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 105 pares, la SP480 y Polaris tienen el mayor índice: 32.38% y 30.48% respectivamente.

**DÍA:** Jueves, 2 de abril de 2009

<b>MÁQUINA</b>	<b>JUEVES 2 DE ABRIL 2009</b>									<b>RESULTADOS</b>	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	<b>Suma</b>	<b>%Tot</b>
<b>Electromodul</b>	0	0	0	0	0	3	0	0	2	5	3.40%
<b>SP480</b>	4	4	0	4	3	26	3	6	10	60	40.82%
<b>Polaris</b>	15	2	5	3	12	10	2	8	3	60	40.82%

<b>SP245</b>	1	5	4	2	1	0	9	0	0	22	14.97%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>39</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>147</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 5: Pares Defectuosos Día 2 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la sexta hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 39 pares. De los cuales el 66.67% esta representado por la SP480.
- En cuanto al total de pares defectuosos 147 pares, la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 40.82% y 40.82% respectivamente.

**DÍA:** Viernes, 3 de abril de 2009

<b>MÁQUINA</b>	<b>VIERNES 3 DE ABRIL 2009</b>									<b>RESULTADOS</b>	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	<b>Suma</b>	<b>%Tot</b>
<b>Electromodul</b>	1	10	1	5	0	0	0	0	1	18	15.93%
<b>SP480</b>	2	1	1	5	5	2	5	4	6	31	27.43%
<b>Polaris</b>	6	3	1	3	7	9	10	3	5	47	41.59%
<b>SP245</b>	0	5	11	0	0	1	0	0	0	17	15.04%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>113</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 6: Pares Defectuosos Día 3 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la segunda hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 19 pares. De los cuales el 52.63% esta representado por la Electromodul
- En cuanto al total de pares defectuosos 113 pares, la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 41.59% y 27.43% respectivamente.

## RESUMEN SEMANAL DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



**SEMANA:** DEL 30 DE MARZO AL 3 DE ABRIL 2009

A continuación se presenta el resumen con los totales de pares defectuosos por máquina.

MÁQUINA	DÍA					Total Semana	# Pares Def. Prom.
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
<b>Electromodul</b>	61	25	22	5	18	131	26.2
<b>SP480</b>	48	30	34	60	31	203	40.6
<b>Polaris</b>	34	25	32	60	47	198	39.6
<b>SP245</b>	15	26	17	22	17	97	19.4
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>	<b>106</b>	<b>105</b>	<b>147</b>	<b>113</b>	<b>629</b>	<b>125.8</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

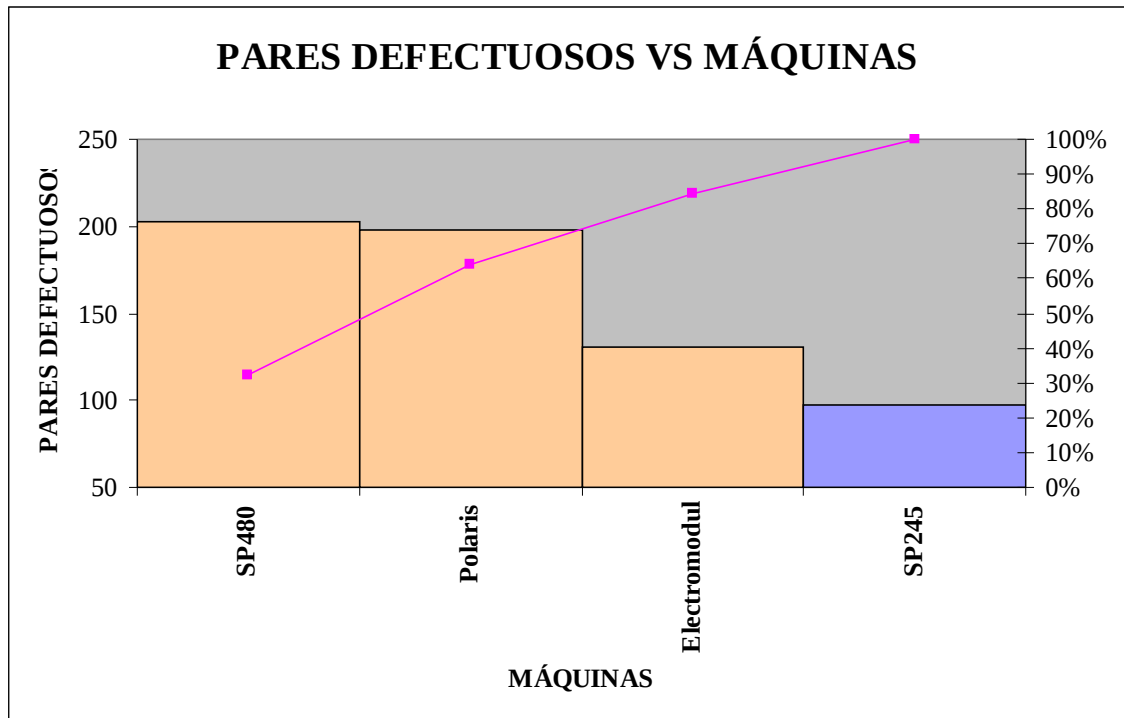
**Tabla 7: Resumen Pares Defectuosos Semana 1**

**Análisis Estadístico:** A continuación se muestra el cuadro de Pares Defectuosos Vs Máquina tabulado:

MÁQUINA	Fr	%	Fa
<b>SP480</b>	203	32.3%	32.3%
<b>Polaris</b>	198	31.5%	63.8%
<b>Electromodul</b>	131	20.8%	84.6%
<b>SP245</b>	97	15.4%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>629</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 8: Tabulación Pares Defectuosos Semana 1**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 31: Diagrama de Pareto Pares Defectuosos Semana 1**

Con lo que se puede concluir que debemos realizar un estudio detallado en las máquinas SP480, Polaris y Electromodul para determinar las causas que provocan la producción de pares defectuosos.

## CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



**SEMANA:** DEL 6 AL 9 DE ABRIL 2009

**DÍA:** Lunes, 6 de abril de 2009

MÁQUINA	LUNES 6 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	0	3	1	1	1	1	11	11	1	30	18.18%
<b>SP480</b>	13	3	5	2	5	3	2	0	12	45	27.27%
<b>Polaris</b>	21	6	14	10	14	7	4	3	5	84	50.91%
<b>SP245</b>	0	3	0	1	0	0	1	1	0	6	3.64%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>165</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 9: Pares Defectuosos Día 6 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la primera hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 34 pares. De los cuales el 61.76% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 165 pares, la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 50.91% y 27.27% respectivamente.

**DÍA:** Martes, 7 de abril de 2009



MÁQUINA	MARTES 7 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	1	2	0	0	10	8	0	9	0	30	25.64%
<b>SP480</b>	8	9	8	5	3	1	10	7	7	58	49.57%
<b>Polaris</b>	2	0	8	2	0	6	0	6	3	27	23.08%
<b>SP245</b>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1.71%
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>117</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 10: Pares Defectuosos Día 7 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la octava hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 22 pares. De los cuales el 40.91% esta representado por la Electromodul.
- En cuanto al total de pares defectuosos 117 pares, la SP480 y Electromodul tienen el mayor índice: 49.57% y 25.64% respectivamente.

**DÍA:** Miércoles, 8 de abril de 2009

MÁQUINA	MIÉRCOLES 8 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	4	1	3	4	4	2	5	0	1	24	18.05%
<b>SP480</b>	2	14	10	1	7	4	8	5	6	57	42.86%
<b>Polaris</b>	1	2	1	11	4	6	4	11	4	44	33.08%
<b>SP245</b>	2	1	0	1	0	1	1	1	1	8	6.02%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>133</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 11: Pares Defectuosos Día 8 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la segunda hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 18 pares. De los cuales el 77.78% esta representado por la SP480.
- En cuanto al total de pares defectuosos 133 pares, la SP480 y Polaris tienen el mayor índice: 42.86% y 3.08% respectivamente.

**DÍA:** Jueves, 9 de abril de 2009

MÁQUINA	JUEVES 9 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	5	5	0	0	0	1	3	1	0	15	11.36%
<b>SP480</b>	8	11	8	6	0	0	5	1	4	43	32.58%
<b>Polaris</b>	10	3	10	9	24	4	5	2	2	69	52.27%
<b>SP245</b>	1	0	0	0	2	1	0	0	1	5	3.79%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>132</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 12: Pares Defectuosos Día 9 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la quinta hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 26 pares. De los cuales el 92.31% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 132 la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 52.27% y 32.58% respectivamente.

## RESUMEN SEMANAL DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



**SEMANA:** DEL 6 AL 9 DE ABRIL 2009

A continuación se presenta el resumen con los totales de pares defectuosos por máquina.

MÁQUINA	DÍA				Total Semana	# Pares Def. Prom.
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves		
<b>Electromodul</b>	30	30	24	15	99	24.75
<b>SP480</b>	45	58	57	43	203	50.75
<b>Polaris</b>	84	27	44	69	224	56
<b>SP245</b>	6	2	8	5	21	5.25
<b>TOTAL</b>	<b>165</b>	<b>117</b>	<b>133</b>	<b>132</b>	<b>547</b>	<b>136.75</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 13: Resumen Pares Defectuosos Semana 2**

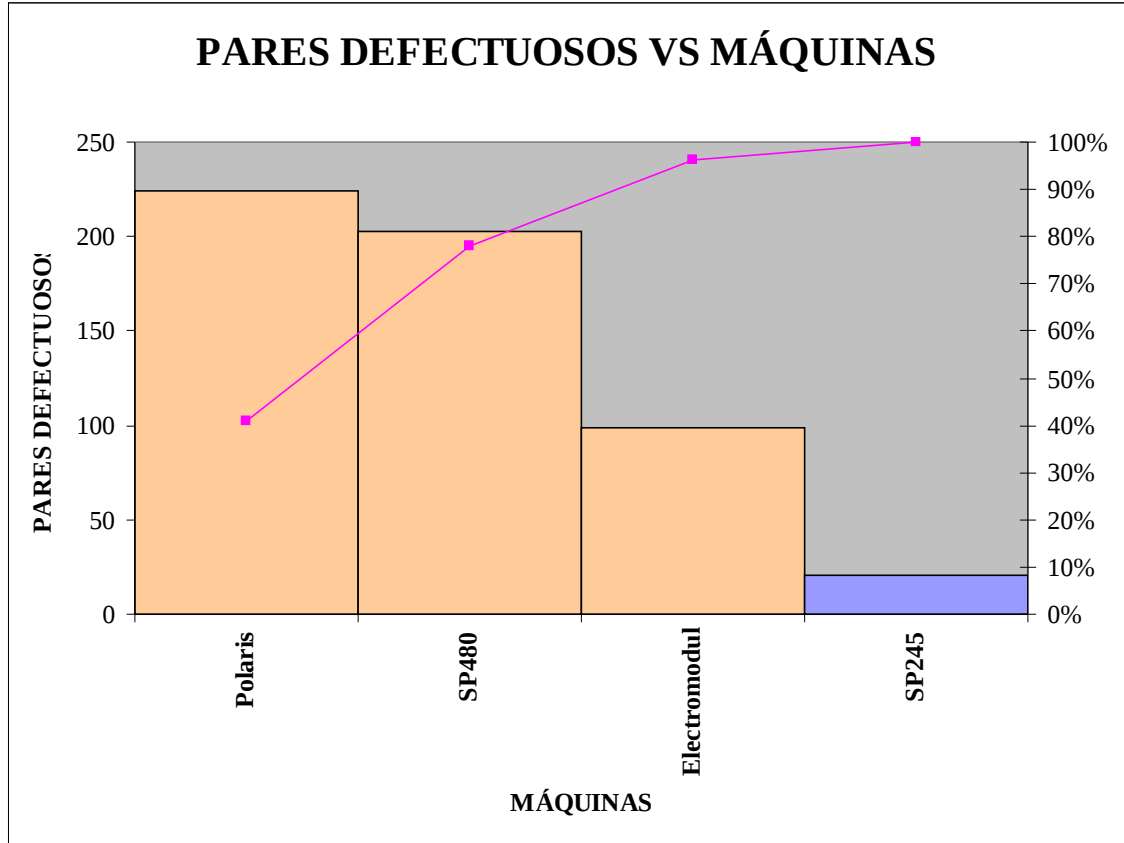
**Análisis Estadístico:** A continuación se muestra el cuadro de Pares Defectuosos Vs Máquina tabulado:

MÁQUINA	Fr	%	Fa
<b>Polaris</b>	<b>224</b>	40.95 %	40.95%
<b>SP480</b>	<b>203</b>	37.11 %	78.06%
<b>Electromodul</b>	<b>99</b>	18.10 %	96.16%
<b>SP245</b>	<b>21</b>	3.84%	100%

<b>TOTAL</b>	<b>547</b>
--------------	------------

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 14: Tabulación Pares Defectuosos Semana 2**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 32: Diagrama de Pareto Pares Defectuosos Semana 2**

Con lo que se puede concluir que debemos realizar un estudio detallado en las máquinas Polaris, SP480 y Electromodul para determinar las causas que provocan la producción de pares defectuosos.

## CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



SEMANA: DEL 13 AL 18 DE ABRIL 2009

DÍA: Lunes, 13 de abril de 2009

MÁQUINA	LUNES 13 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
Electromodul	4	0	0	1	7	3	4	3	7	29	22.66%
SP480	3	9	3	6	5	7	3	1	5	42	32.81%
Polaris	1	2	5	2	3	8	13	11	8	53	41.41%
SP245	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	3.13%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>128</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 15: Pares Defectuosos Día 13 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la novena hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 21 pares. De los cuales el 38.10% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 128 pares, la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 41.41% y 32.81% respectivamente.

DÍA: Martes, 14 de abril de 2009

MÁQUINA	MARTES 14 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
Electromodul	7	0	1	16	0	7	1	0	9	41	34.75%
SP480	5	6	2	4	4	2	2	0	11	36	30.51%
Polaris	5	0	3	2	2	2	3	20	3	40	33.90%
SP245	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.85%
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>118</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 16: Pares Defectuosos Día 14 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la novena hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 23 pares. De los cuales el 47.83% esta representado por la SP480
- En cuanto al total de pares defectuosos 118 pares, la Electromodul y la Polaris tienen el mayor índice: 34.75% y 33.90% respectivamente.

**DÍA:** Miércoles, 15 de abril de 2009

MÁQUINA	MIÉRCOLES 15 DE ABRIL 2009									RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	Suma	% Tot
Electromodul	0	3	2	6	15	4	9	3	6	48	43.24%
SP480	3	0	1	0	1	5	0	0	2	12	10.81%
Polaris	0	1	6	14	12	0	4	0	6	43	38.74%
SP245	0	0	0	1	0	0	3	0	4	8	7.21%
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>111</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 17: Pares Defectuosos Día 15 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la quinta hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 28 pares. De los cuales el 53.57% esta representado por la Electromodul
- En cuanto al total de pares defectuosos 111 pares la Electromodul y la Polaris tienen el mayor índice: 43.24% y 38.74% respectivamente.

**DÍA:** Jueves, 16 de abril de 2009

MÁQUINA	JUEVES 16 DE ABRIL 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	10	0	13	4	6	4	1	8	0	5	51	19.39%
<b>SP480</b>	22	9	3	0	17	7	4	10	5	9	86	32.70%
<b>Polaris</b>	7	7	12	10	14	3	4	26	18	20	121	46.01%
<b>SP245</b>	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	5	1.90%
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>45</b>	<b>23</b>	<b>34</b>	<b>263</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 18: Pares Defectuosos Día 16 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la primera hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 39 pares. De los cuales el 56.41% esta representado por la SP480
- En cuanto al total de pares defectuosos 263 pares, la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 46.01% y 32.70% respectivamente.

DÍA: Viernes, 17 de abril de 2009

MÁQUINA	VIERNES 17 DE ABRIL 2009										Suma	% Tot
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30		
<b>Electromodul</b>	0	9	2	11	6	5	1	0	3	5	<b>42</b>	<b>35.29%</b>
<b>SP480</b>	10	1	3	3	0	3	3	0	11	18	<b>52</b>	<b>43.70%</b>
<b>Polaris</b>	2	7	1	5	3	1	2	1	1	0	<b>23</b>	<b>19.33%</b>
<b>SP245</b>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>	<b>1.68%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>119</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 19: Pares Defectuosos Día 17 de Abril 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 23pares. De los cuales el 78.26% esta representado por la SP480.
- En cuanto al total de pares defectuosos 119 pares, la SP480 y Electromodul tienen el mayor índice: 43.70% y 35.29% respectivamente.

DÍA: Sábado, 18 de abril de 2009

MÁQUINA	SABADO 18 DE ABRIL 2009								RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	Suma	%Tot
<b>Electromodul</b>	3	4	3	5	1	3	2	3	24	19.83%
<b>SP480</b>	5	7	4	4	1	14	7	9	51	42.15%
<b>Polaris</b>	2	2	7	6	9	2	3	0	31	25.62%
<b>SP245</b>	1	0	12	1	0	0	0	1	15	12.40%
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>121</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 20: Pares Defectuosos Día 18 de Abril 2009**



De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la tercera hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 26 pares. De los cuales el 46.15% esta representado por la SP245.
- En cuanto al total de pares defectuosos 121 pares, la SP480 y Polaris tienen el mayor índice:42.15% y 25.62% respectivamente.

## RESUMEN SEMANAL DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



**SEMANA:** DEL 13 AL 18 DE ABRIL 2009

A continuación se presenta el resumen con los totales de pares defectuosos por máquina.

MÁQUINA	DÍA						Total Semana	# Pares Def. Prom.
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado		
Electromodu I	29	41	48	51	42	24	235	58.75
SP480	42	36	12	86	52	51	279	69.75
Polaris	53	40	43	121	23	31	311	77.75
SP245	4	1	8	5	2	15	35	8.75
<b>TOTAL</b>	<b>128</b>	<b>118</b>	<b>111</b>	<b>263</b>	<b>119</b>	<b>121</b>	<b>860</b>	<b>215</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

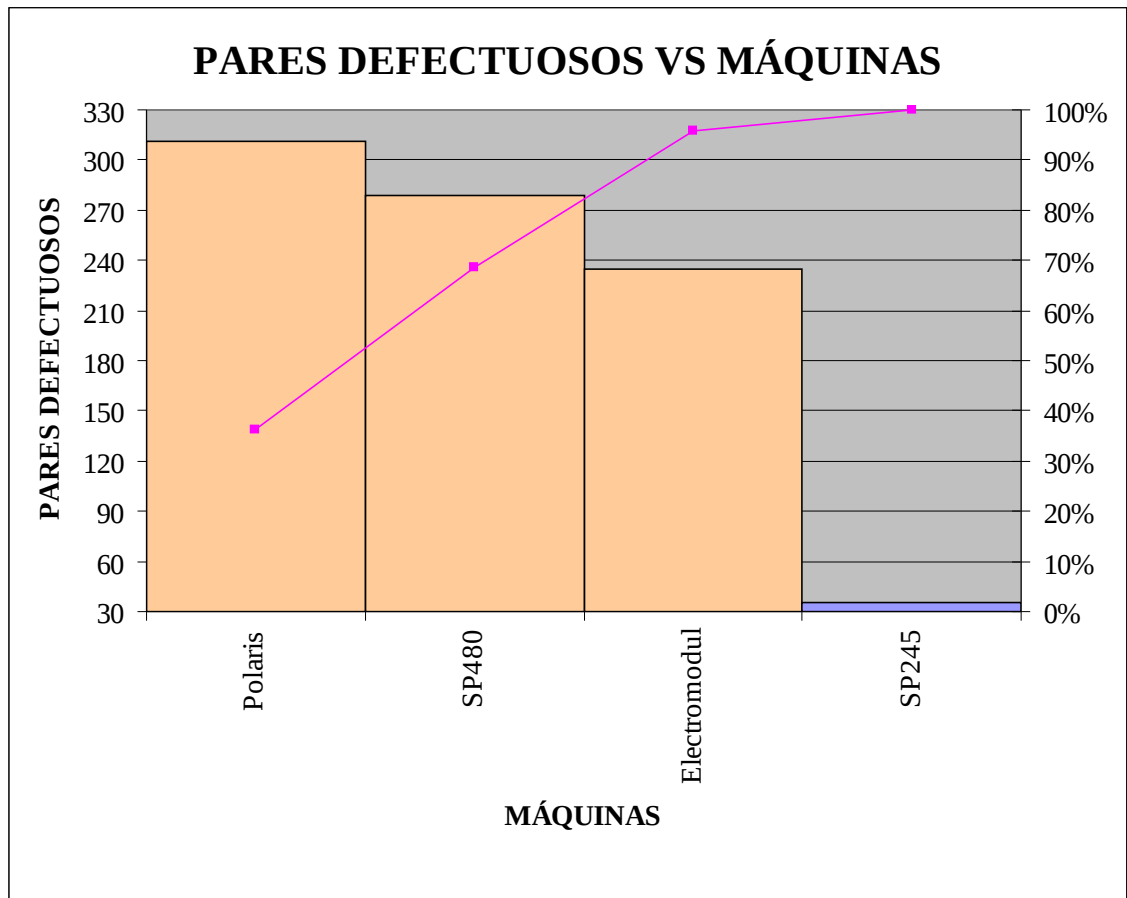
**Tabla 21: Resumen Pares Defectuosos Semana 3**

**Análisis Estadístico:** A continuación se muestra el cuadro de Pares Defectuosos Vs Máquina tabulado:

MÁQUINA	Fr	%	Fa
Polaris	311	36.16%	36.16%
SP480	279	32.44%	68.60%
Electromodul	235	27.33%	95.93%
SP245	35	4.07%	100.00%
<b>Total</b>	<b>860</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 22: Tabulación Pares Defectuosos Semana 3**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 33: Diagrama de Pareto Pares Defectuosos Semana 3**

Con lo que se puede concluir que debemos realizar un estudio detallado en las máquinas Polaris, SP480 y Electromodul para determinar las causas que provocan la producción de pares defectuosos.

**RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO DE SUELAS  
DEFECTUOSAS (POR MÁQUINA) **

**TABLA GENERAL DE PARES DEFECTUOSOS**

Nombre Máquina	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	Total	Promedio Semanal
Electromodul	131	99	235	465	155
SP480	203	203	279	685	228
Polaris	198	224	311	733	244
SP245	97	21	35	153	51
<b>TOTAL</b>	<b>629</b>	<b>547</b>	<b>860</b>	<b>2036</b>	<b>679</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

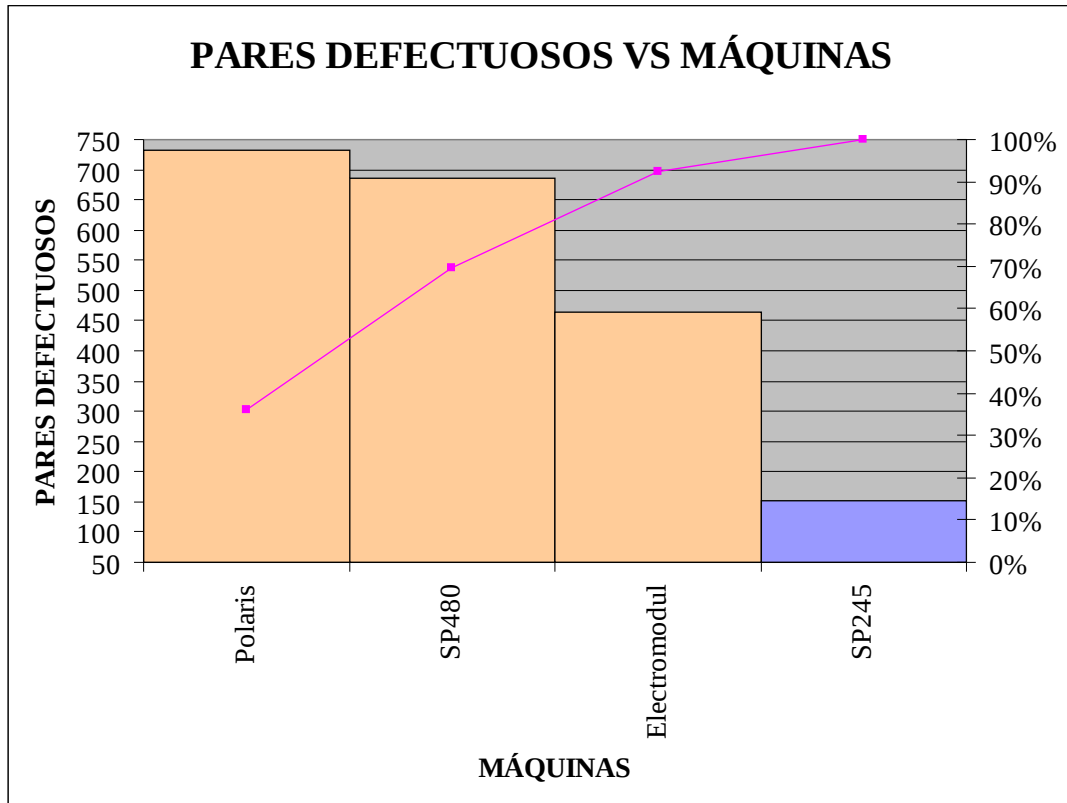
**Tabla 23: Resumen General Pares Defectuosos 30/03/2009 – 18/04/2009**

**TABULACIÓN ESTADÍSTICA**

Nombre Máquina	Fr	%	Fa
Polaris	733	36.0%	36.0%
SP480	685	33.6%	69.6%
Electromodul	465	22.8%	92.5%
SP245	153	7.5%	100.0%
	<b>2036</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 24: Tabulación Pares Defectuosos 30/03/2009 – 18/04/2009**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 34: Diagrama de Pareto General Pares Defectuosos vs Máquinas**  
30/03/2009 – 18/04/2009

Del gráfico anterior se puede concluir que las máquinas que producen mayor cantidad de pares defectuosos son la Polaris y SP480, en un segundo rango se encuentra la Electromodul, por lo que se debe realizar un estudio que determine las causas que provocan pares defectuosos en gran proporción, además de acuerdo a la recopilación de datos en las últimas horas de trabajo es cuando el índice de defectuosos aumenta, es lógico ya que como se sabe la curva de rendimiento va en descenso a medida que pasan las horas de trabajo, se debería buscar una alternativa que ayude a mitigar la fatiga o cansancio producido en horas de la tarde.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- El espacio físico de la planta de producción se encuentra distribuido inadecuadamente.
- No existe un registro de los tiempos y movimientos necesarios para cada modelo producido.
- Existen numerosas causas que conllevan a la producción de pares defectuosos, por lo que se estima que es un índice alto en la elaboración de suelas.
- No existe un registro de los parámetros (volumen, temperatura, presión, tiempo) necesarios a programar en las máquinas inyectoras de acuerdo a cada modelo.
- El personal no utiliza adecuadamente el equipo de protección personal suministrado por el patrono.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Organizar, separar y señalizar bodegas de insumos, productos químicos, materia prima, producto en proceso y producto terminado para optimizar el espacio físico.
- Elaborar un estudio de tiempos y movimientos cada vez que ingrese un nuevo diseño de suelas al proceso de producción para establecer tiempos estándar y procesos de acuerdo a la complejidad del mismo.

- Verificar con frecuencia los tiempos que se demoran los operarios en las actividades asignas para determinar su correcta consecución dentro del proceso productivo.
- Establecer tiempos estándar para determinar la capacidad productiva de la planta y de cada estación de trabajo.
- Establecer cuál máquina produce mayor cantidad de pares defectuosos y a su vez determinar las causas a atacar para minimizar la producción de estos.
- Realizar un estudio de los parámetros a programar en las inyectoras para minimizar la producción de pares defectuosos.
- Generar un ambiente de trabajo seguro y cómodo de forma tal que las actividades que se desarrollen dentro de este se encuentren libres de incidentes y accidentes que puedan afectar a los trabajadores y a la empresa.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

- a) **Nombre del Proyecto:** Reingeniería de procesos en el área de producción de la fábrica de suelas y tacos Milplast Cía. Ltda.
- b) **Ubicación:** Ambato, Tungurahua
- c) **Tutora:** Ing. Jeanette Ureña
- d) **Autora:** María Verónica Apushón Chimbo

#### **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad, y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de técnicas y métodos que aporten información para la minimización de los problemas frecuentes en las industrias, tales como: cuellos de botellas, inexistencia de tiempos estándar o registros de los parámetros necesarios en una producción, normas de seguridad industrial, desorden en las instalaciones, etc., mermando así la capacidad productiva de las empresas, por lo que se debe cambiar el pensamiento tradicional y la forma de llevar las actividades haciendo una reingeniería de los procesos desarrollados en las organizaciones en miras de grandes mejoras.



### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de una reingeniería de procesos en el área de producción de la fábrica Milplast Cía. Ltda., es de gran utilidad porque busca controlar los procesos que se llevan a cabo a través de herramientas fáciles de usar como es el caso de Diagrama de Causa – Efecto, Árbol de Problemas y Diagrama de Pareto que nos permiten visualizar de forma sencilla los problemas que aquejan a la empresa y sus causas principales, las mismas que deberán ser atacadas de acuerdo a la priorización en la resolución de problemas. Esto permite cambiar la forma de hacer las cosas, es decir no es más que una reingeniería que constantemente se debe retroalimentar y actualizar a las necesidades de la empresa.

A través del desarrollo de este proceso se obtienen resultados que ayudan a la empresa a tener un mayor control en el cumplimiento de los parámetros establecidos en relación a la producción.

Al implementar en la empresa un adecuado y definido proceso de reingeniería, la misma podrá disponer de herramientas que le permitirán un desarrollo eficiente y eficaz de sus actividades productivas, lo que coadyuvará a establecer apropiadamente las funciones de los miembros de la fábrica, los métodos y procedimientos de fabricación más oportunos, y una optimización significativa de los recursos disponibles de la empresa, con la finalidad de afrontar los retos que se presentan en cuanto a competencia, clientes y orientación de mercado.

### **6.4 OBJETIVOS**

- Realizar un estudio de las causas que provocan mayor índice de pares defectuosos a fin de generar una solución que minimice este problema.
- Elaborar un estudio de tiempos y movimientos para el proceso de inyección de suelas a fin de establecer su capacidad productiva real.

- Determinar la distribución del espacio físico adecuada a las necesidades de la planta de producción para obtener un ambiente de trabajo seguro y confortable.

## 6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La propuesta se enmarca dentro de un proyecto factible porque la reingeniería de procesos proporciona un ámbito claro a cerca de lo que se debe mejorar para afrontar los retos que se presentan en relación a la atención del cliente, el comportamiento de la competencia y las necesidades de cambio de la empresa misma.

## 6.6 FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA

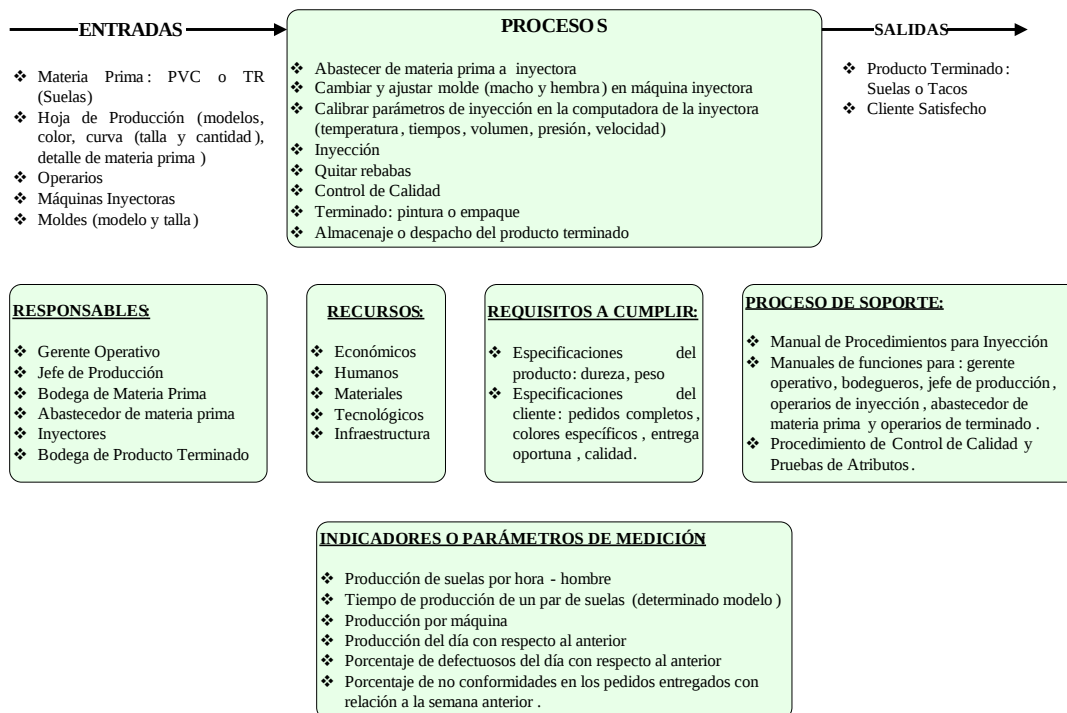
### 6.6.1 Proceso Productivo de MilPlast Cía Ltda.



**Figura 35: Suelas**

En este trabajo se ha enfocado en el proceso productivo de inyección de suelas, como sabemos una suela es la parte del zapato que por lo general está formado por una material más resistente que el zapato en sí. Sirve para proteger la planta del pie y proporcionar tracción y mayor fricción para evitar caídas. A continuación se muestran los elementos que intervienen en todo el proceso:

### CARACTERIZACIÓN DE PROCESO DE INYECCIÓN



**Figura 36: Diagrama de Caracterización Proceso de Inyección de Suelas Milplast Cía. Ltda.**

Existen varios procesos para la fabricación de suelas, pueden ser inyectadas o moldeadas en una máquina. En la mayoría de los casos la materia prima esta granulada y es fundida a temperaturas entre los 100 °C y 170 °C para luego ser formada en moldes fabricados con aluminio o acero.

#### 6.6.1.1 Termoplásticos utilizados:

En el caso de MilPlast Cía. Ltda.. se utiliza Policloruro de Vinilo (PVC) y Goma Termoplástica (TR) para la inyección de suelas, estos materiales en forma de pellets.

**6.6.1.1.1 Goma Termoplástica (TR):** (Artículo tomado de la revista Cueros Ed. No 53, pag 66) Es un copolímero formado por bloques de poliestireno – poli butadieno – poliestireno, por lo tanto, una SBS. Debido al balance entre los aditivos, un compuesto de TR puede presentar una amplia variación de propiedades como:

Bajas densidades, elasticidad, adherencia al suelo, excelente flexibilidad, inclusive a bajas temperaturas y resistencia en el uso. Estas propiedades combinadas a la facilidad de procesamiento, completo reciclaje y ausencia de la necesidad de vulcanización, proporciona diversos niveles de calidad exigidas en sus aplicaciones. Podemos afirmar que el uso de TR en el calzado es un procedimiento ecológicamente correcto, pues al contrario de otros productos como PU, EVA, SBR (caucho vulcanizado) es 100% reciclable.

Las gomas TR son procesadas por maquinas convencionales de inyección en un rango de temperatura entre 140°C a 175°C.



**Figura 37: Pellets de TR**

**Identificación TR:**

Resina	Teste de llama	Obs.	Identific. con solvente	Observación
TR	Llama amarilla	Humo negro; gotea.	Acetona	Rompe fácil al flexionar con solvente.

Tomado de Conferencia Sustratos Adhesivos y Promotores de Adhesión (Martin Wagner)

**Tabla 25: Identificación del TR**

**6.6.1.1.2 Policloruro de Vinilo (PVC):** El Policloruro de Vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal

común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos. El PVC se presenta en su forma original como un polvo blanco, amorfo y opaco.

### Características del PVC

- **Resistente y liviano:** Su fortaleza ante la abrasión, bajo peso ( $1,4 \text{ g/cm}^3$ ), resistencia mecánica y al impacto.
- **Versatilidad:** Gracias a la utilización de aditivos tales como estabilizantes, plastificantes y otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible (dureza), en este caso se puede ejemplificar de la siguiente forma: suela para mocasín, dureza 60 (flexible), suela para pupos, dureza 90 (rígido).
- **Seguridad:** Debido al cloro que forma parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por si solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado.



Figura 38: PVC

### Identificación PVC:

Resina	Teste de llama	Observación	Olor	Densidad
PVC	Llama amarilla, vértice verde	Llama auto extinguable	Fuerte olor a cloro	1,19 - 1,35

Tomado de Conferencia Sustratos Adhesivos y Promotores de Adhesión (Martin Wagner)

Tabla 26: Identificación del PVC

### 6.6.1.2 Proceso de Inyección

El proceso de inyección de termoplásticos se fundamenta en fundir un material plástico y hacerlo fluir hacia un molde, a través de una boquilla en la máquina de inyección, en donde llena una cavidad que le da una forma determinada permitiendo obtener una amplia variedad de productos, en este caso suelas para la industria del calzado. El moldeo por inyección es la técnica de procesamiento de mayor utilización para la transformación de plásticos. Su popularidad radica en la versatilidad para obtener productos de variadas geometrías y para diversos usos.

### 6.6.1.3 Máquina de Inyección

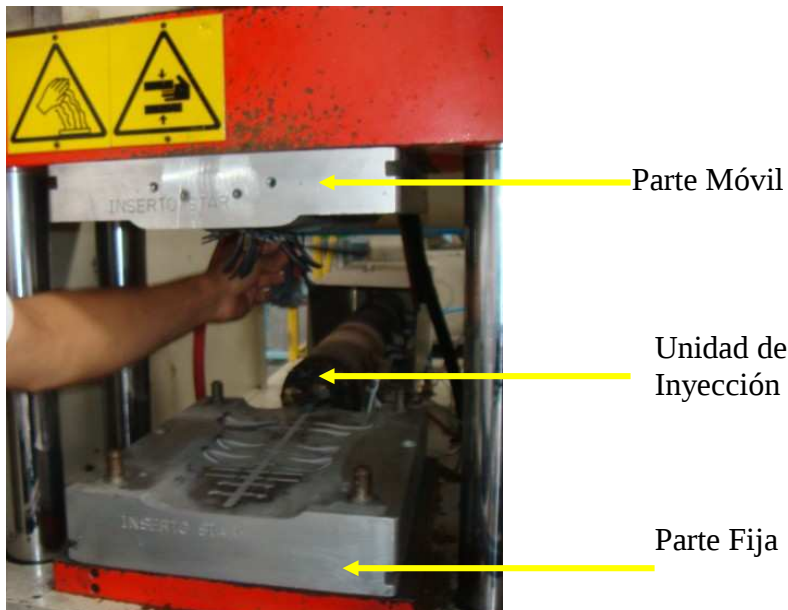
Una máquina inyectora es un equipo capaz de plastificar el material (PVC o TR) y bombearlo hacia un molde en donde llena una cavidad y adquiere la forma de suela.



**Figura 39: Personal trabajando en inyectora**

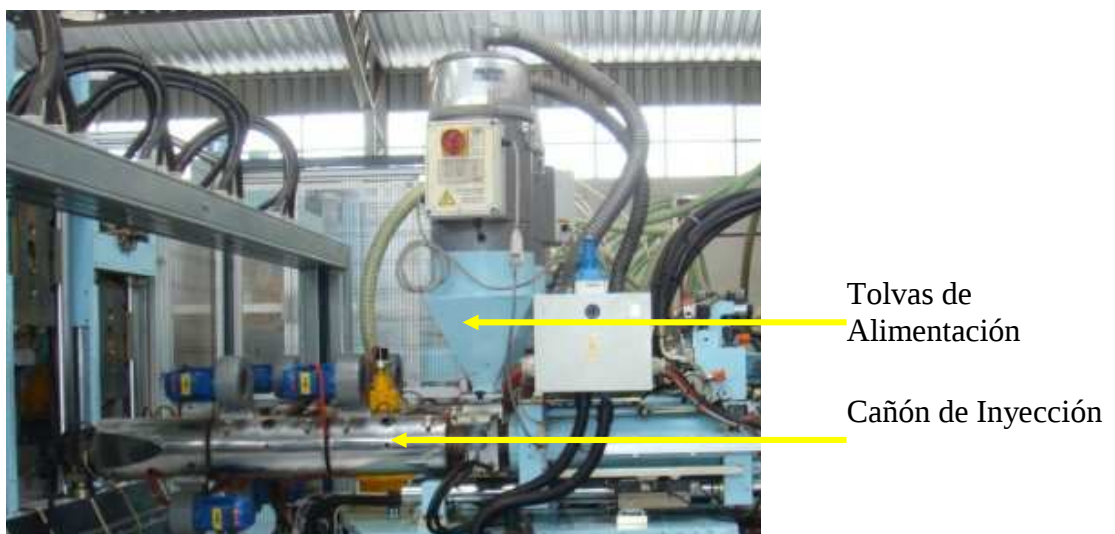
Como estudiamos anteriormente una inyectora se compone de cuatro unidades principales: a) unidad de cierre; b) unidad de inyección; c) unidad de potencia; d) unidad de control.

- a) **Unidad de Cierre:** Es una prensa conformada por dos placas portamoldes, una móvil y otra fija.



**Figura 40: Unidad de Cierre y Unidad de Inyección**

- b) **Unidad de Inyección:** La unidad de inyección está conformada por el tornillo y el cañón de inyección, la boquilla y las resistencias alrededor del barril. El material sólido ingresa por la tolva a la zona de alimentación del tornillo, en esta zona es transportado, por efecto de la rotación del tornillo dentro del barril, hacia la zona de fusión donde se plastifica; finalmente el material es bombeado hacia la parte delantera del tornillo en la zona de dosificación.



**Figura 41: Unidad de Inyección**

- e) **Unidad de Potencia:** Es el sistema que suministra la potencia necesaria para el funcionamiento de la unidad de inyección y de la unidad de cierre. Los principales tipos de sistemas de potencia son el eléctrico e hidráulico.



**Figura 42: Sistema de Potencia**

- f) **Unidad de Control:** Contiene un controlador lógico programable (PLC) que permite programar la secuencia del ciclo de inyección y recibe señales de alarma, por sobrepresión o finales de carrera, para detener el ciclo.



**Figura 43: Unidad de Control de Inyectora**



- g) **El Molde:** Tiene la función de alojar el plástico fundido que le manda la maquina de inyección, enfriarlo, y a su vez darle la forma de suela y extraerlo una vez solidificado. Los moldes están formados por dos mitades llamadas: **Parte fija o de inyección** y **parte móvil o de expulsión**.
- **Parte fija:** llamada así por que es la parte del molde que no se mueve cuando la máquina inyectora realiza todos sus movimientos. Esta sujeta al plato de la maquina fijo, y es donde apoya el cilindro de inyección de la máquina, para introducir en el molde el plástico fundido y formar la suela.



**Figura 44: Molde: Parte Fija**

- **Parte móvil:** llamada así por que es la parte que está sujeta al plato móvil de la máquina y solidariamente con esta, se mueve. También es donde está normalmente ubicado el sistema de expulsión de la pieza cuando está terminada.



**Figura 45: Molde: Parte Móvil**

#### **6.6.1.4 Ciclo de Producción**

Como sabemos el proceso de inyección de plástico consiste en calentar los pellets de un material termoplástico para transformarlos en un tipo masa a través de un cilindro de plastificación, dándole la forma final al molde. En el proceso de inyección de plástico es necesario optimizar la relación producción-calidad a través del ajuste adecuado de los parámetros. Los parámetros más importantes para un proceso de inyección son los siguientes:

**Ciclo de moldeo en la inyección de plástico:** En el ciclo de moldeo destacan los siguientes pasos principales:

- Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.
- Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se transporta el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.
- La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse puede contraerse.
- La presión se elimina y la válvula se cierra. El husillo gira para cargar material y al girar también retrocede.
- La pieza en el molde termina de enfriarse. La prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.

**Relaciones de presión, volumen y temperatura en la inyección de plástico:**

- Para obtener un proceso de inyección eficiente, las relaciones entre presión, volumen y temperatura juegan un papel importante.
- Al ascender la temperatura del polímero su volumen específico también aumenta.
- Los polímeros amorfos y semicristalinos tienen un comportamiento diferente durante el enfriamiento.

- En el diseño de equipos de procesos es importante conocer las relaciones de presión, volumen y temperatura de los polímeros que se utilizarán.

### **Cristalización y deformación de la pieza al enfriarse en el proceso de inyección de plástico:**

- Al enfriarse, las partes inyectadas se contraen, siendo su volumen menor que el de la cavidad.
- Los polímeros semicristalinos modifican más su tamaño dependiendo de la temperatura en la cual se les permita cristalizar.
- Las cadenas que forman cristales de menor granulometría ocupan menos espacio (mayor densidad) que las cadenas en estado amorfo.
- El grado de cristalinidad afecta directamente a la densidad final de la pieza.
- La temperatura del molde y el enfriamiento deben ser los adecuados para obtener partes de calidad.

### **Colada fría y caliente en la inyección de plástico:**

La colada fría es el remanente de polímero solidificado que queda en los canales y por su parte, la colada caliente mantiene al polímero en estado fundido para continuar con la inyección.

#### **6.6.1.5 Procedimiento Inyección de Suelas**

Con la ayuda de un Diagrama de Flujo a continuación se muestran las actividades desarrolladas en el proceso de inyección de suelas desde la entrada del pedido de cliente hasta la respectiva entrega de producto terminado, tomando todos los elementos estudiados anteriormente:

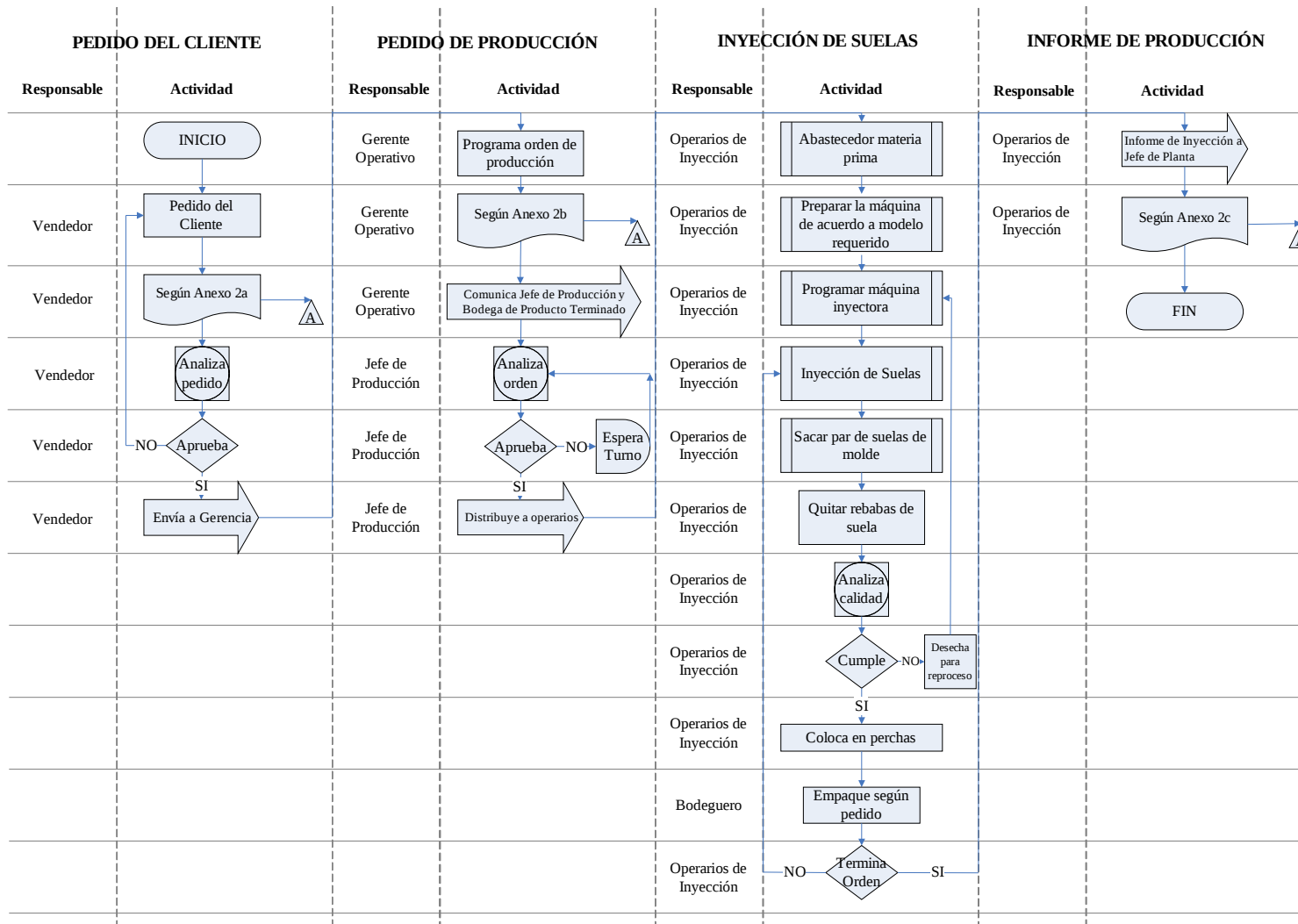


Figura 46: Diagrama de Flujo: Proceso de Inyección de Suelas

## ABASTECER MATERIA PRIMA

## REPROCESO DE SUELAS Y REBABAS

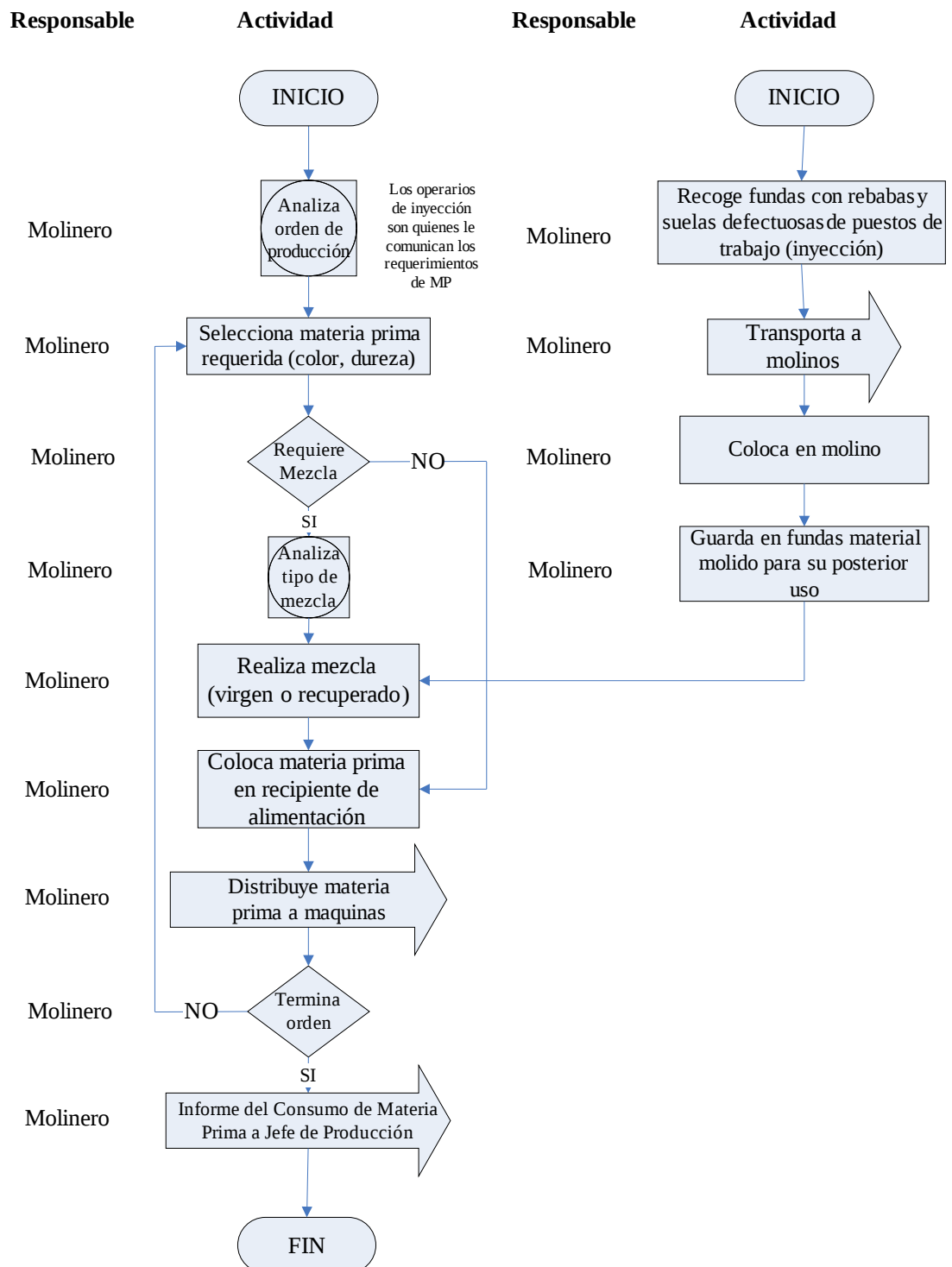
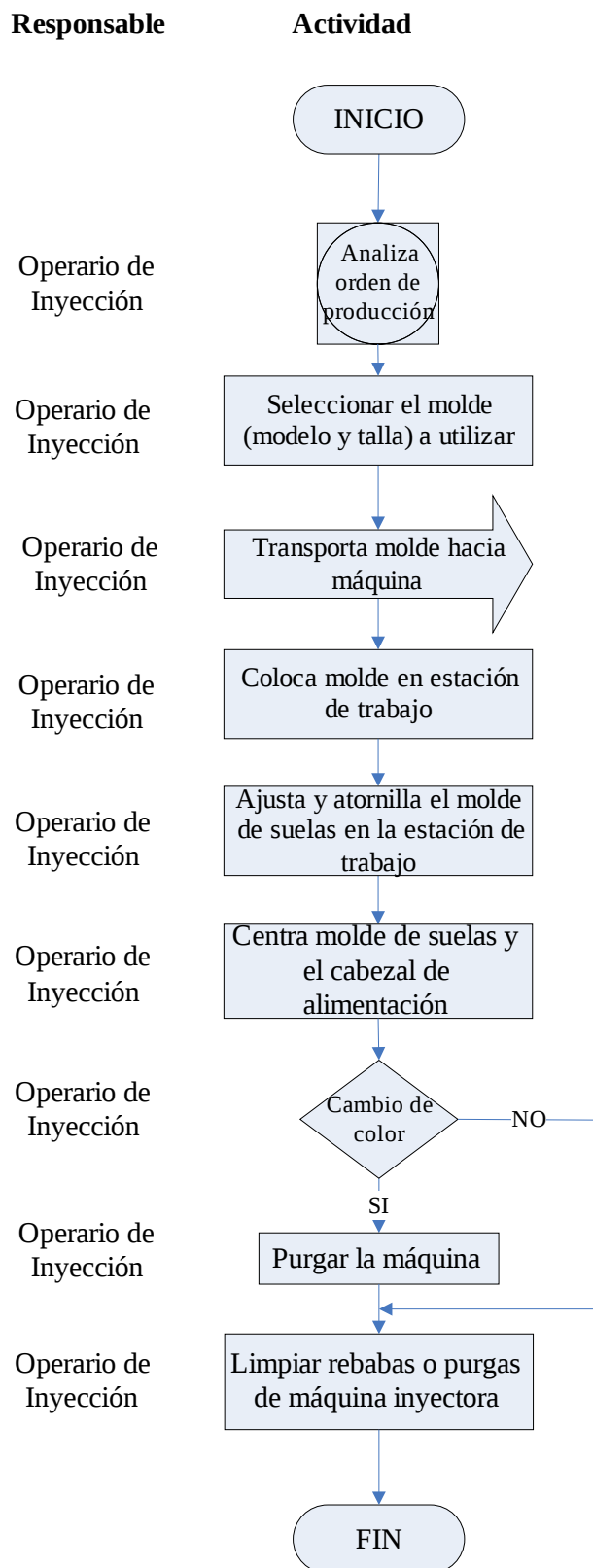


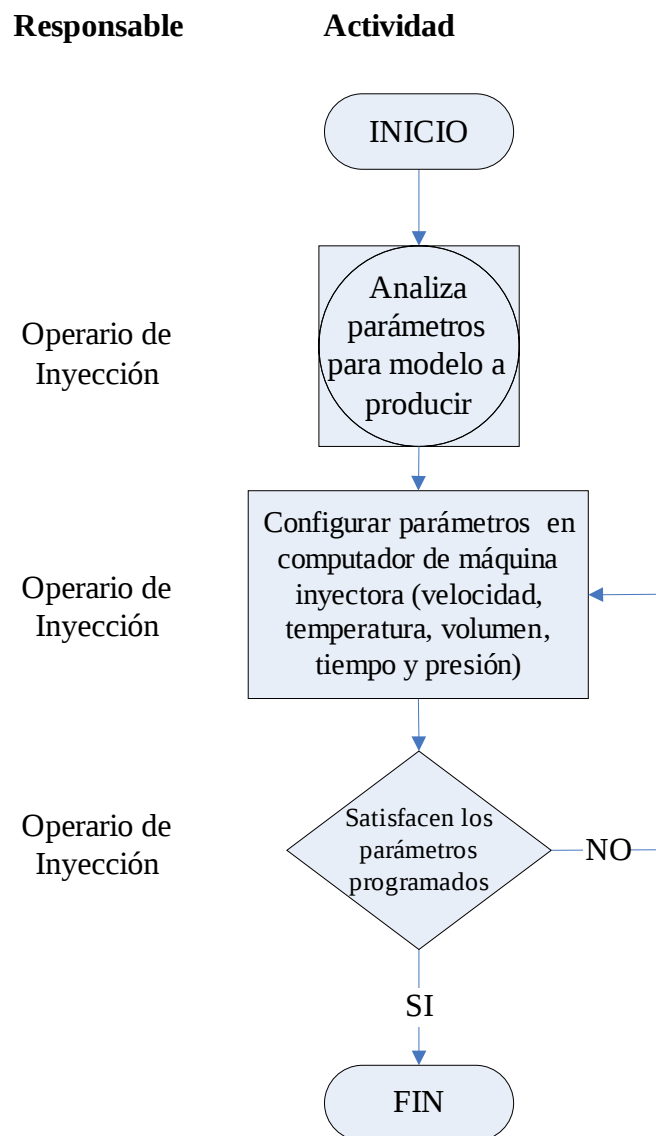
Figura 47: Diagrama de Flujo: Procedimiento Abastecimiento de Materiales

## PUESTA A PUNTO DE MÁQUINA INYECTORA



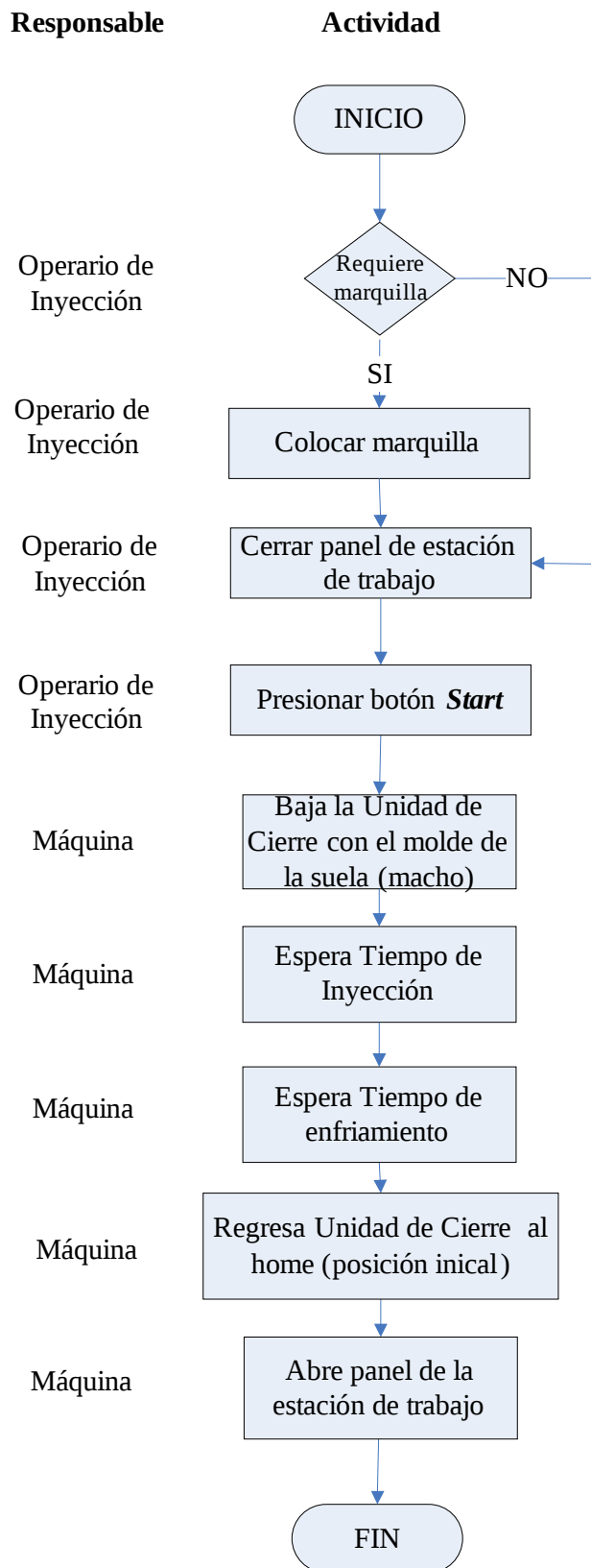
**Figura 48: Diagrama de Flujo: Procedimiento Puesta a Punto de Inyectora**

## PROGRAMAR MÁQUINA INYECTORA



**Figura 49: Diagrama de Flujo: Procedimiento Programar Inyectora**

## INYECCIÓN



**Figura 50: Diagrama de Flujo: Procedimiento Inyección (Máquina)**



## SACAR PAR DE SUELAS DE MOLDE

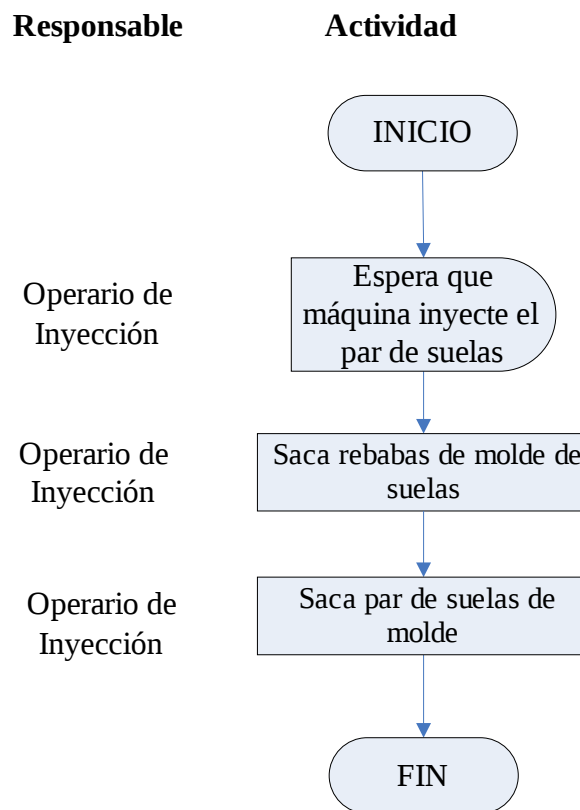


Figura 51: *Diagrama de Flujo: Procedimiento Sacar Suelas de Molde*

### 6.6.1.6 Criterios de Calidad: Defectos

La calidad o mejor dicho el nivel de calidad, es una de las facetas más discutidas dentro del mundo de la fabricación. Cuando existen defectos que dependiendo de su medida, es bueno o es malo, lo mejor es partir de piezas firmadas por los responsables, para que el operario pueda comparar y determinar de esta comparación si la pieza es buena o es mala.

#### 6.6.1.6.1 Defectos habituales en las piezas de inyección

- **Piezas faltadas.** La pieza no ha sido completada totalmente, le falta un trozo. Normalmente estas piezas son defectuosas, a no ser que la cantidad faltada sea mínima y esté en un lugar ni visible ni funcional.

- **Piezas con rebabas.** Normalmente si la rebaba es retrabajable, o sea cortar con cuchillo, suelen aceptarse una vez repasadas, si no se dañan al repasar.
- **Piezas con ráfagas.** Son defectos superficiales de material quemado o con humedad, depende de la utilización de la pieza inyectada y de la cantidad de ráfagas para determinar si el producto es bueno o no.
- **Rechupes.** Son depresiones en la superficie de la pieza producida por la diferencia de contracción del material. Suelen haber niveles de aceptación dependiendo del tipo de pieza inyectada.
- **Burbujas.** Suelen ser internas, por lo que en piezas opacas no se detectan. En las transparentes si, en ocasiones puede ser por la presencia de gotas de agua en el molde.
- **Deformaciones por expulsión.** Son deformaciones producidas por los expulsores en el momento de la expulsión de la pieza del molde. Depende de la pieza inyectada y el nivel de deformación.
- **Manchas o rayas negras en la superficie.** Aire quemado, acumulación de gases en zonas de pieza inyectada. Dependerá del tipo de fabricado y su color.
- **Líneas de unión.** Son las líneas que aparecen en la superficie cuando se unen dos frentes de material fundido. Depende de su longitud y profundidad y por supuesto de la pieza inyectada.

**6.6.1.6.2 Control de piezas defectuosas.** Las piezas defectuosas se deben anotar junto con el reporte de producción, normalmente separadas por tipo de defectos. Es necesario que se realice así para que los responsables (jefe de producción o técnicos), puedan tomar medidas para disminuir en aquellos defectos que son más representativos.

## **6.7 METODOLOGÍA**

### **6.7.1 ANÁLISIS DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS**

## **ESTUDIO DE CAUSAS QUE PROVOCAN SUELAS DEFECTUOSAS**

El estudio que determinó las causas raíz para el problema de **SUELAS DEFECTUOSAS** se inició el día lunes 6 de abril del 2009 y se concluye el día sábado 18 de abril del mencionado año.

Los datos se tomaron en una tabla que corresponde a cada máquina inyectora, contabilizando el total de pares defectuosos y el total producido al día y las causas que los produjeron. La recopilación de datos se la realizó de acuerdo al Anexo 1c.

El estudio se realizó en las máquinas:

- Electromodul: 2 estaciones de trabajo, 1 operario
- SP480: 2 estaciones de trabajo, 1 operario
- Polaris: 4 estaciones de trabajo, 1 operario

Se estima un promedio de producción por estación de trabajo de 300 pares de suelas diarios, estableciendo así las capacidades de producción de cada máquina: Electromodul y SP480: 600 pares / día y 1200 pares / día para la Polaris, considerando esta producción entre producto bueno y defectuoso.

### **TABLAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS: CAUSAS DE PARES DEFECTUOSOS**

Esta compuesta por tres columnas:

**Referencia:** Indica la causa que provocó el/ los pare(s) defectuoso(s)

**Máquina:** Nombre de las máquinas a las que se realizó el estudio.

**Resultados:** Contiene la Suma de los pares defectuosos por causa, el porcentaje (%) que representan los pares defectuosos en relación al total para cada causa.

En la siguiente tabla se muestran las causas que provocan pares defectuosos, cada una representada por una letra, la misma que será utilizada durante todo el análisis:

<b>Ref</b>	<b>Causa</b>
<b>A</b>	Falto llenar el molde (volumen)
<b>B</b>	Se termino el material
<b>C</b>	Faltó purgar (cambio de color)
<b>D</b>	Inadecuada velocidad (rayaduras)
<b>E</b>	Tiempo de Enfriamiento
<b>F</b>	Colocación inadecuada de marquilla
<b>G</b>	Jalar con mucha fuerza al sacar del molde (rotura)
<b>H</b>	Introduce mucho el gancho para sacar suela (rotura)
<b>I</b>	Objetos extraños en la materia prima
<b>J</b>	Muchas rebabas (demasiado material)
<b>K</b>	Taponamiento del molde (sale un chulla)
<b>L</b>	Material quemado (cambio de material)
<b>M</b>	Gotas de agua presentes en el molde
<b>N</b>	No sacar rápido (se chupan)
<b>O</b>	Olvido sacar la rebaba de molde (rebaba sale montada en la suela)
<b>P</b>	Mucha silicona

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 27: Causas que provocan Suelas Defectuosas**



**CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS  
DEFECTUOSOS: CAUSAS **

**SEMANA:** DEL 6 AL 9 DE ABRIL 2009

**DÍA:** Lunes, 6 de abril de 2009

Ref.	LUNES 6 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	23	34	71	2	130	78.8%
B			5		5	3.0%
C					0	0.0%
D		3			3	1.8%
E					0	0.0%
F		2			2	1.2%
G		2			2	1.2%
H	3	1			4	2.4%
I					0	0.0%
J	3	2	8		13	7.9%
K	1	1			2	1.2%
L					0	0.0%
M				3	3	1.8%
N				1	1	0.6%
O					0	0.0%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>84</b>	<b>6</b>	<b>165</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 28: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 6 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 78.8% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 54.62% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a la máquina Polaris.

DÍA: Martes, 7 de abril de 2009

Ref.	MARTES 7 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	29	36	19	1	85	72.6%
B			2		2	1.7%
C					0	0.0%
D					0	0.0%
E		5			5	4.3%
F		6			6	5.1%
G					0	0.0%
H					0	0.0%
I	1				1	0.9%
J		10	3	1	14	12.0%
K					0	0.0%
L					0	0.0%
M			3		3	2.6%
N					0	0.0%
O		1			1	0.9%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>117</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 29: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 7 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 72.6% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 76.47% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a las máquinas SP480 y Electromodul.

DÍA: Miércoles, 8 de abril de 2009

Ref.	MIÉRCOLES 8 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	14	24	31	5	74	55.6%
B					0	0.0%
C					0	0.0%
D	1	3	1		5	3.8%
E		11	1		12	9.0%
F		2			2	1.5%
G					0	0.0%
H					0	0.0%
I	7				7	5.3%
J	2	17	1	2	22	16.5%
K					0	0.0%
L			9		9	6.8%
M					0	0.0%
N				1	1	0.8%
O			1		1	0.8%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>57</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>133</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 30: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 8 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 55.6% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 16.54% de los pares defectuosos fueron debido a muchas rebabas en la suela.
- El 41.9% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a la máquinas Polaris
- El 77.3% de los pares defectuosos por la causa J corresponden a las máquinas SP480

DÍA: Jueves, 9 de abril de 2009

Ref.	JUEVES 9 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	1	17	29	2	49	37.1%
B					0	0.0%
C		1			1	0.8%
D		6	17	1	24	18.2%
E	1	2	1		4	3.0%
F					0	0.0%
G					0	0.0%
H					0	0.0%
I					0	0.0%
J	13	17	21	1	52	39.4%
K					0	0.0%
L					0	0.0%
M					0	0.0%
N				1	1	0.8%
O			1		1	0.8%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>43</b>	<b>69</b>	<b>5</b>	<b>132</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 31: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 9 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 37.1% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 39.39% de los pares defectuosos fueron debido a muchas rebabas en la suela.
- El 59.2% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a la máquinas Polaris
- El 40.4% de los pares defectuosos por la causa J corresponden a las máquinas Polaris.



## RESUMEN SEMANAL DE PRODUCTOS

### DEFECTUOSOS: CAUSAS

**SEMANA: DEL 6 AL 9 DE ABRIL 2009**

A continuación se presenta el resumen con los totales de pares defectuosos por causa.

Ref	Causa	Lun	Mar	Mie	Jue	Total
<b>A</b>	Falto llenar el molde (volumen)	130	85	74	49	338
<b>B</b>	Se termino el material	5	2	0	0	7
<b>C</b>	Faltó purgar (cambio de color)	0	0	0	1	1
<b>D</b>	Inadecuada velocidad (rayaduras)	3	0	5	24	32
<b>E</b>	Tiempo de Enfriamiento	0	5	12	4	21
<b>F</b>	Colocación inadecuada de marquilla	2	6	2	0	10
<b>G</b>	Jalar con mucha fuerza al sacar del molde (rotura)	2	0	0	0	2
<b>H</b>	Introduce mucho el gancho para sacar suela (rotura)	4	0	0	0	4
<b>I</b>	Objetos extraños en la materia prima	0	1	7	0	8
<b>J</b>	Muchas rebabas (demasiado material)	13	14	22	52	101
<b>K</b>	Taponamiento del molde (sale un chulla)	2	0	0	0	2
<b>L</b>	Material quemado (cambio de material)	0	0	9	0	9
<b>M</b>	Gotas de agua presentes en el molde	3	3	0	0	6
<b>N</b>	No sacar rápido (se chupan)	1	0	1	1	3
<b>O</b>	Olvido sacar la rebaba de molde	0	1	1	1	3
<b>P</b>	Mucha silicona	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	<b>117</b>	<b>133</b>	<b>132</b>	<b>547</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 32: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas Semana 1**

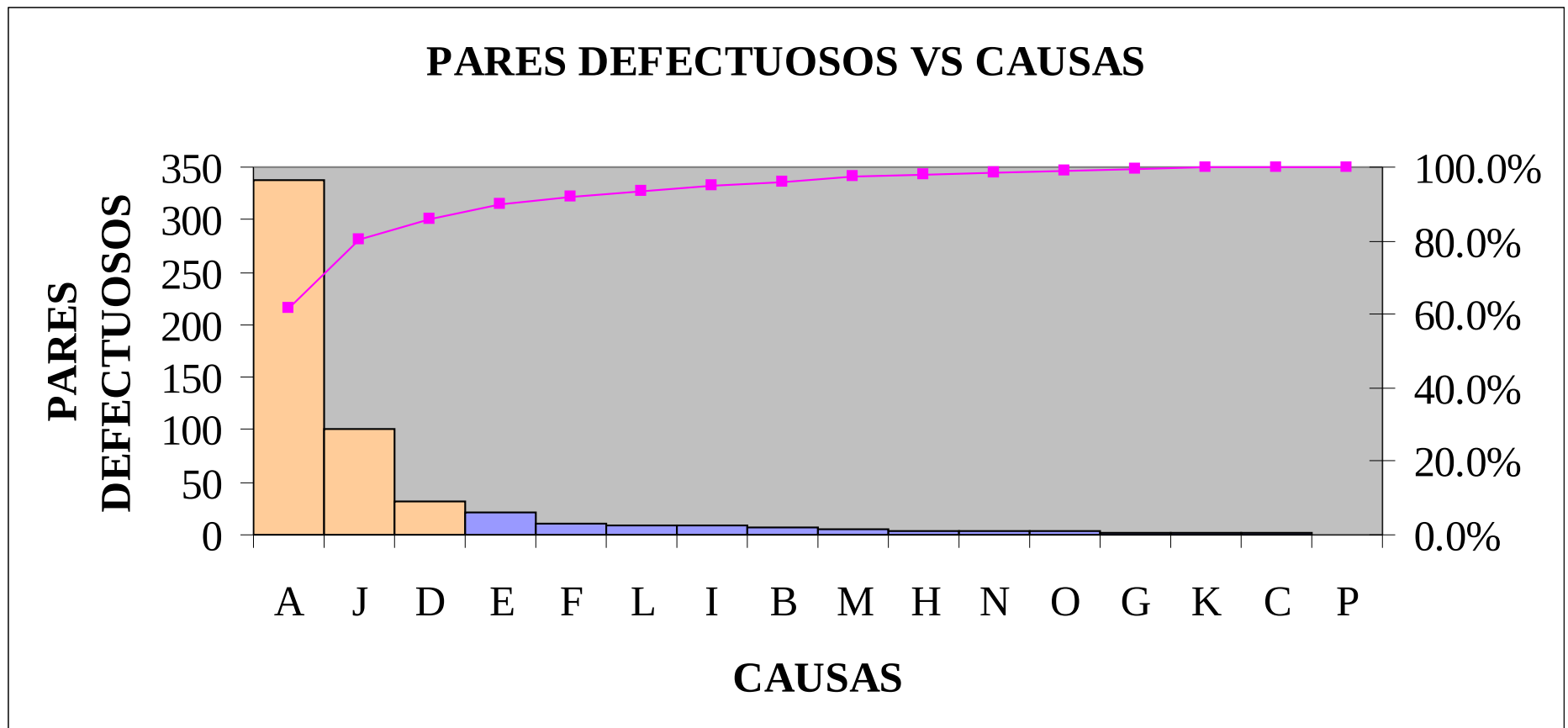


**Análisis Estadístico:** A continuación se muestra el cuadro de Pares Defectuosos Vs Causas tabulado:

<b>Ref</b>	<b>Fr</b>	<b>%</b>	<b>Fa</b>
<b>A</b>	338	61.8 %	61.8%
<b>J</b>	101	18.5 %	80.3%
<b>D</b>	32	5.9%	86.1%
<b>E</b>	21	3.8%	89.9%
<b>F</b>	10	1.8%	91.8%
<b>L</b>	9	1.6%	93.4%
<b>I</b>	8	1.5%	94.9%
<b>B</b>	7	1.3%	96.2%
<b>M</b>	6	1.1%	97.3%
<b>H</b>	4	0.7%	98.0%
<b>N</b>	3	0.5%	98.5%
<b>O</b>	3	0.5%	99.1%
<b>G</b>	2	0.4%	99.5%
<b>K</b>	2	0.4%	99.8%
<b>C</b>	1	0.2%	100.0%
<b>P</b>	0	0.0%	100.0%
<b>Total</b>	<b>547</b>		

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 33: Tabulación Índice de Pares Defectuosos Vs Causas Semana 1**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 52: Pareto de Causas de Pares Defectuosos Semana 1**

De gráfico anterior se puede concluir que el mayor porcentaje de pares defectuosos está dado porque faltó llenar el molde (programación inadecuada de volumen en la inyectora), muchas rebabas (demasiado material, inadecuada programación de volumen en la inyectora) e inadecuada velocidad en la inyectora provocando exceso de rayaduras en la suela.

**CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS**



**DEFECTUOSOS: CAUSAS**

**SEMANA:** DEL 13 AL 18 DE ABRIL 2009

**DÍA:** Lunes, 13 de abril de 2009

Ref.	LUNES 13 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	26	30	40	2	98	76.6%
B			2		2	1.6%
C					0	0.0%
D	1	3	3	1	8	6.3%
E		5			5	3.9%
F					0	0.0%
G					0	0.0%
H	1				1	0.8%
I				1	1	0.8%
J	1	2	7		10	7.8%
K					0	0.0%
L			1		1	0.8%
M					0	0.0%
N					0	0.0%
O					0	0.0%
P		2			2	1.6%
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>42</b>	<b>53</b>	<b>4</b>	<b>128</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 34: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 13 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 76.6% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 71.43% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a las máquinas Polaris y SP480.

DÍA: Martes, 14 de abril de 2009

Ref.	MARTES 14 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	31	26	28	1	86	72.9%
B					0	0.0%
C					0	0.0%
D	1	1	7		9	7.6%
E		9			9	7.6%
F					0	0.0%
G					0	0.0%
H					0	0.0%
I					0	0.0%
J	4		2		6	5.1%
K			1		1	0.8%
L	5		1		6	5.1%
M					0	0.0%
N					0	0.0%
O			1		1	0.8%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>118</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 35: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 14 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 72.9% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 68.60% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a las máquinas Electromodul y Polaris

DÍA: Miércoles, 15 de abril de 2009

Ref.	MIÉRCOLES 15 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	25	5	36	2	68	61.3%
B					0	0.0%
C	1				1	0.9%
D		1	2	1	4	3.6%
E		5			5	4.5%
F	2				2	1.8%
G					0	0.0%
H			2		2	1.8%
I					0	0.0%
J		1	3	5	9	8.1%
K					0	0.0%
L	20				20	18.0%
M					0	0.0%
N					0	0.0%
O					0	0.0%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>12</b>	<b>43</b>	<b>8</b>	<b>111</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 36: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 15 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 61.3% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 89.71% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a las máquinas Polaris y Electromodul.

DÍA: Jueves, 16 de abril de 2009

Ref.	JUEVES 16 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	23	41	76	2	142	54.0%
B					0	0.0%
C	1			3	4	1.5%
D		2			2	0.8%
E		15	3		18	6.8%
F	11	24	13		48	18.3%
G					0	0.0%
H					0	0.0%
I	1		1		2	0.8%
J		1	26		27	10.3%
K					0	0.0%
L	15	3	1		19	7.2%
M					0	0.0%
N					0	0.0%
O					0	0.0%
P			1		1	0.4%
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>86</b>	<b>121</b>	<b>5</b>	<b>263</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 37: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 16 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 54.0% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 18.25% de los pares defectuosos fueron debido a que no se colocó adecuadamente la marquilla en el molde.
- El 53.5% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a la máquinas Polaris.
- El 50.0% de los pares defectuosos por la causa F corresponden a las máquinas SP 480.



DÍA: Viernes, 17 de abril de 2009

Ref.	VIERNES 17 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	31	25	18	1	75	63.0%
B					0	0.0%
C				1	1	0.8%
D					0	0.0%
E		20			20	16.8%
F					0	0.0%
G	5				5	4.2%
H					0	0.0%
I	1				1	0.8%
J	1	6	3		10	8.4%
K					0	0.0%
L	4				4	3.4%
M		1			1	0.8%
N					0	0.0%
O			2		2	1.7%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>119</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 38: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 17 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 63.0% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 74.67% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a las máquinas Electromodul y SP480

DÍA: Sábado, 18 de abril de 2009

Ref.	SÁBADO 18 DE ABRIL 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	20	34	16	13	83	68.6%
B					0	0.0%
C					0	0.0%
D					0	0.0%
E		7			7	5.8%
F					0	0.0%
G					0	0.0%
H					0	0.0%
I					0	0.0%
J	4	10	15	2	31	25.6%
K					0	0.0%
L					0	0.0%
M					0	0.0%
N					0	0.0%
O					0	0.0%
P					0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>51</b>	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>121</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 39: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 19 de Abril 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 68.6% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen por lo que el molde no se llenó adecuadamente.
- El 25.62% de los pares defectuosos fueron debido a muchas rebabas en la suela.
- El 41.0% de los pares defectuosos por la causa A corresponden a la máquinas SP480
- El 48.4% de los pares defectuosos por la causa J corresponden a las máquinas Polaris.

RESUMEN SEMANAL DE PRODUCTOS



DEFECTUOSOS: CAUSAS MILPLAST

SEMANA: DEL 13 AL 18 DE ABRIL 2009

A continuación se presenta el resumen con los totales de pares defectuosos por causa.

Ref	Causa	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Total
A	Falto llenar el molde (volumen)	98	86	68	14 2	75	83	552
B	Se termino el material	2	0	0	0	0	0	2
C	Faltó purgar (cambio de color)	0	0	1	4	1	0	6
D	Inadecuada velocidad (rayaduras)	8	9	4	2	0	0	23
E	Tiempo de Enfriamiento	5	9	5	18	20	7	64
F	Colocación inadecuada de marquilla	0	0	2	48	0	0	50
G	Jalar con mucha fuerza al sacar del molde (rotura)	0	0	0	0	5	0	5
H	Introduce mucho el gancho para sacar suela (rotura)	1	0	2	0	0	0	3
I	Objetos extraños en la materia prima	1	0	0	2	1	0	4
J	Muchas rebabas (demasiado material)	10	6	9	27	10	31	93
K	Taponamiento del molde (sale un chulla)	0	1	0	0	0	0	1
L	Material quemado (cambio de material)	1	6	20	19	4	0	50
M	Gotas de agua presentes en el molde	0	0	0	0	1	0	1
N	No sacar rápido (se chupan)	0	0	0	0	0	0	0
O	Olvido sacar la rebaba de molde	0	1	0	0	2	0	3
P	Mucha silicona	2	0	0	1	0	0	3
<b>TOTAL</b>		<b>128</b>	<b>118</b>	<b>111</b>	<b>26 3</b>	<b>119</b>	<b>121</b>	<b>860</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

Tabla 40: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas Semana 2

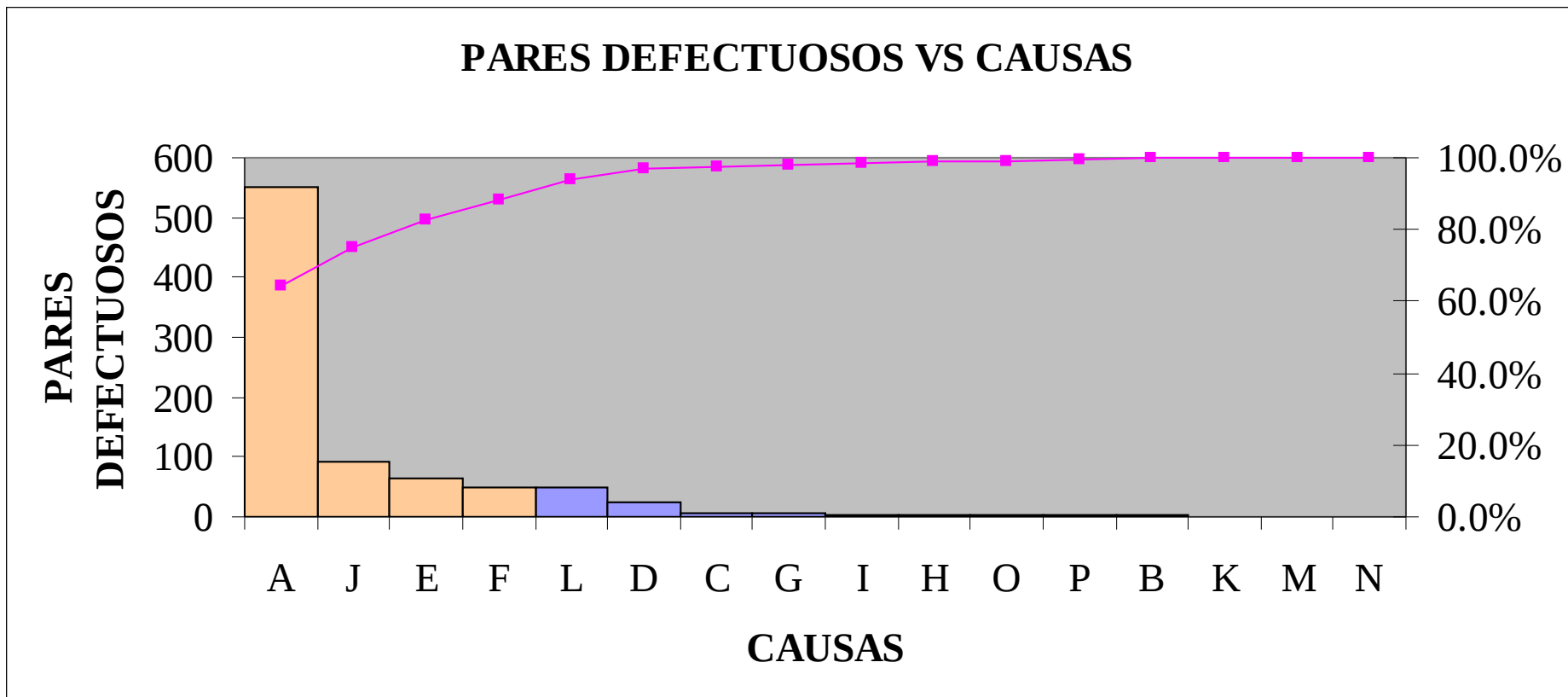
### Análisis Estadístico:

A continuación se muestra el cuadro de Pares Defectuosos Vs Causas tabulado:

<b>Ref</b>	<b>Fr</b>	<b>%</b>	<b>Fa</b>
<b>A</b>	552	64.2%	64.2%
<b>J</b>	93	10.8%	75.0%
<b>E</b>	64	7.4%	82.4%
<b>F</b>	50	5.8%	88.3%
<b>L</b>	50	5.8%	94.1%
<b>D</b>	23	2.7%	96.7%
<b>C</b>	6	0.7%	97.4%
<b>G</b>	5	0.6%	98.0%
<b>I</b>	4	0.5%	98.5%
<b>H</b>	3	0.3%	98.8%
<b>O</b>	3	0.3%	99.2%
<b>P</b>	3	0.3%	99.5%
<b>B</b>	2	0.2%	99.8%
<b>K</b>	1	0.1%	99.9%
<b>M</b>	1	0.1%	100.0%
<b>N</b>	0	0.0%	100.0%
<b>Total</b>	<b>860</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 41: Tabulación Índice de Pares Defectuosos Vs Causas Semana 2**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 53: Pareto de Causas de Pares Defectuosos Semana 2**

De gráfico anterior se puede concluir que el mayor porcentaje de pares defectuosos está dado porque faltó llenar el molde (programación inadecuada de volumen en la inyectora), muchas rebabas (demasiado material, inadecuada programación de volumen en la inyectora), el tiempo de enfriamiento no se ha programado adecuadamente, provocando rotura en la suela y la colocación errónea de marquilla.

**RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO DE SUELAS  
DEFECTUOSAS (POR CAUSAS)** 

**TABLA GENERAL DE CAUSAS**

<b>Re f</b>	<b>Causa</b>	<b>Sem. 1</b>	<b>Sem. 2</b>	<b>Total</b>
<b>A</b>	Falto llenar el molde (volumen)	338	552	890
<b>B</b>	Se termino el material	7	2	9
<b>C</b>	Faltó purgar (cambio de color)	1	6	7
<b>D</b>	Inadecuada velocidad (rayaduras)	32	23	55
<b>E</b>	Tiempo de Enfriamiento	21	64	85
<b>F</b>	Colocación inadecuada de marquilla	10	50	60
<b>G</b>	Jalar con mucha fuerza al sacar del molde (rotura)	2	5	7
<b>H</b>	Introduce mucho el gancho para sacar suela (rotura)	4	3	7
<b>I</b>	Objetos extraños en la materia prima	8	4	12
<b>J</b>	Muchas rebabas (demasiado material)	101	93	194
<b>K</b>	Taponamiento del molde (sale un chulla)	2	1	3
<b>L</b>	Material quemado (cambio de material)	9	50	59
<b>M</b>	Gotas de agua presentes en el molde	6	1	7
<b>N</b>	No sacar rápido (se chupan)	3	0	3
<b>O</b>	Olvido sacar la rebaba de molde	3	3	6
<b>P</b>	Mucha silicona	0	3	3
<b>TOTAL</b>		<b>547</b>	<b>860</b>	<b>1407</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 42: Resumen General Causas Suelas Defectuosas  
06/04/2009 – 18/04/2009**

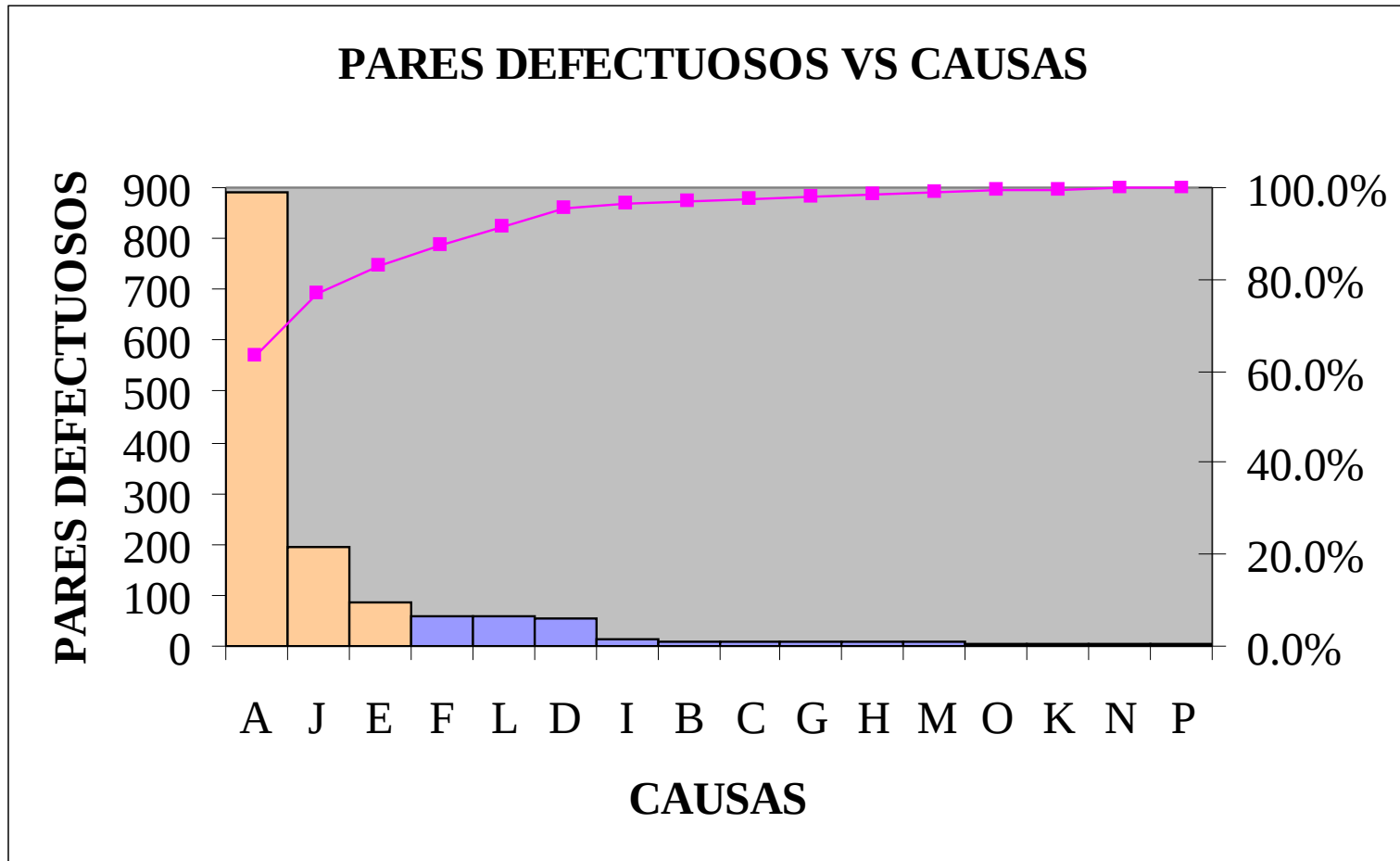
## TABULACIÓN ESTADÍSTICA

Ref	Fr	%	Fa
A	890	63.3%	63.3%
J	194	13.8%	77.0%
E	85	6.0%	83.1%
F	60	4.3%	87.3%
L	59	4.2%	91.5%
D	55	3.9%	95.5%
I	12	0.9%	96.3%
B	9	0.6%	96.9%
C	7	0.5%	97.4%
G	7	0.5%	97.9%
H	7	0.5%	98.4%
M	7	0.5%	98.9%
O	6	0.4%	99.4%
K	3	0.2%	99.6%
N	3	0.2%	99.8%
P	3	0.2%	100.0%
<b>Total</b>	<b>1407</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 43: Tabulación Causas Suelas Defectuosas**  
06/04/2009 – 18/04/2009

**PARETO GENERAL DE CAUSAS**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 54: Pareto General de Causas Pares Defectuosos 06/04/2009 – 18/04/2009**



De gráfico anterior se puede concluir que el mayor porcentaje de pares defectuosos está dado porque faltó llenar el molde (programación inadecuada de volumen en la inyectora), muchas rebabas (demasiado material, inadecuada programación de volumen en la inyectora) y el tiempo de enfriamiento no se ha programado adecuadamente, provocando rotura en la suela, por lo que se cree conveniente un estudio de los parámetros de inyección en las máquinas.



**Figura 55: Suela Incompleta (Volumen de inyectora inadecuado)**

## COMPORTAMIENTO PARES PRODUCIDOS / PARES DEFECTUOSOS

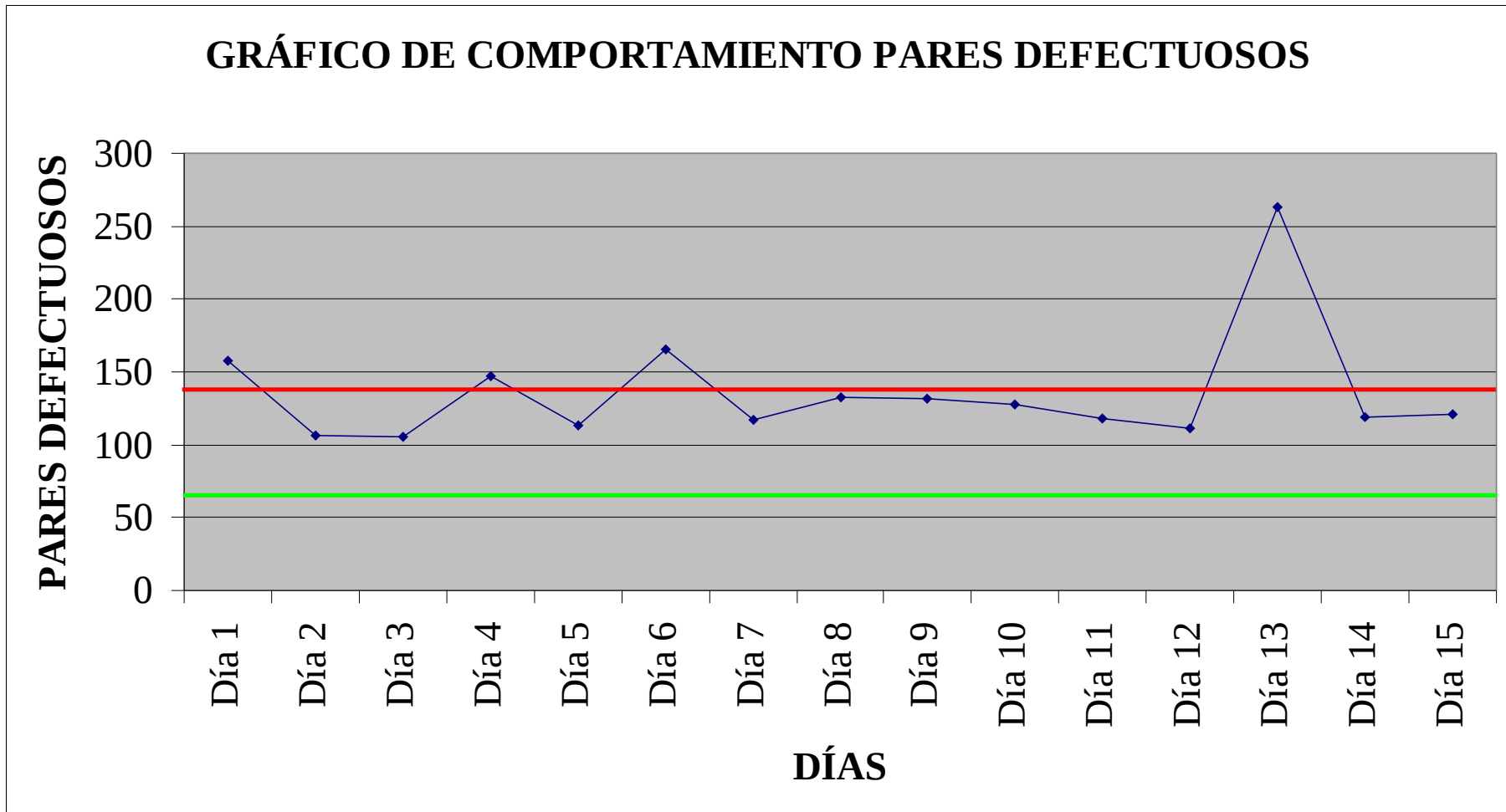
Los datos mostrados a continuación corresponden a las 4 máquinas (Electromodul, SP480, Polaris y SP245) que se realizó el estudio de pares defectuosos:

DETALLE	FECHA															TOT	PROM
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15		
<b>Total Productos Fabricados</b>	2750	2615	2197	2913	2671	2482	2598	2580	2526	2202	2858	2473	2828	2522	2511	<b>38726</b>	<b>2581.7</b>
<b>Total Productos Defectuosos</b>	158	106	105	147	113	165	117	133	132	128	118	111	263	119	121	<b>2036</b>	<b>135.73</b>
<b>Porcentaje Defectuosos</b>	5.7%	4.1%	4.8%	5.0%	4.2%	6.6%	4.5%	5.2%	5.2%	5.8%	4.1%	4.5%	9.3%	4.7%	4.8%	5.3%	5.3%

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

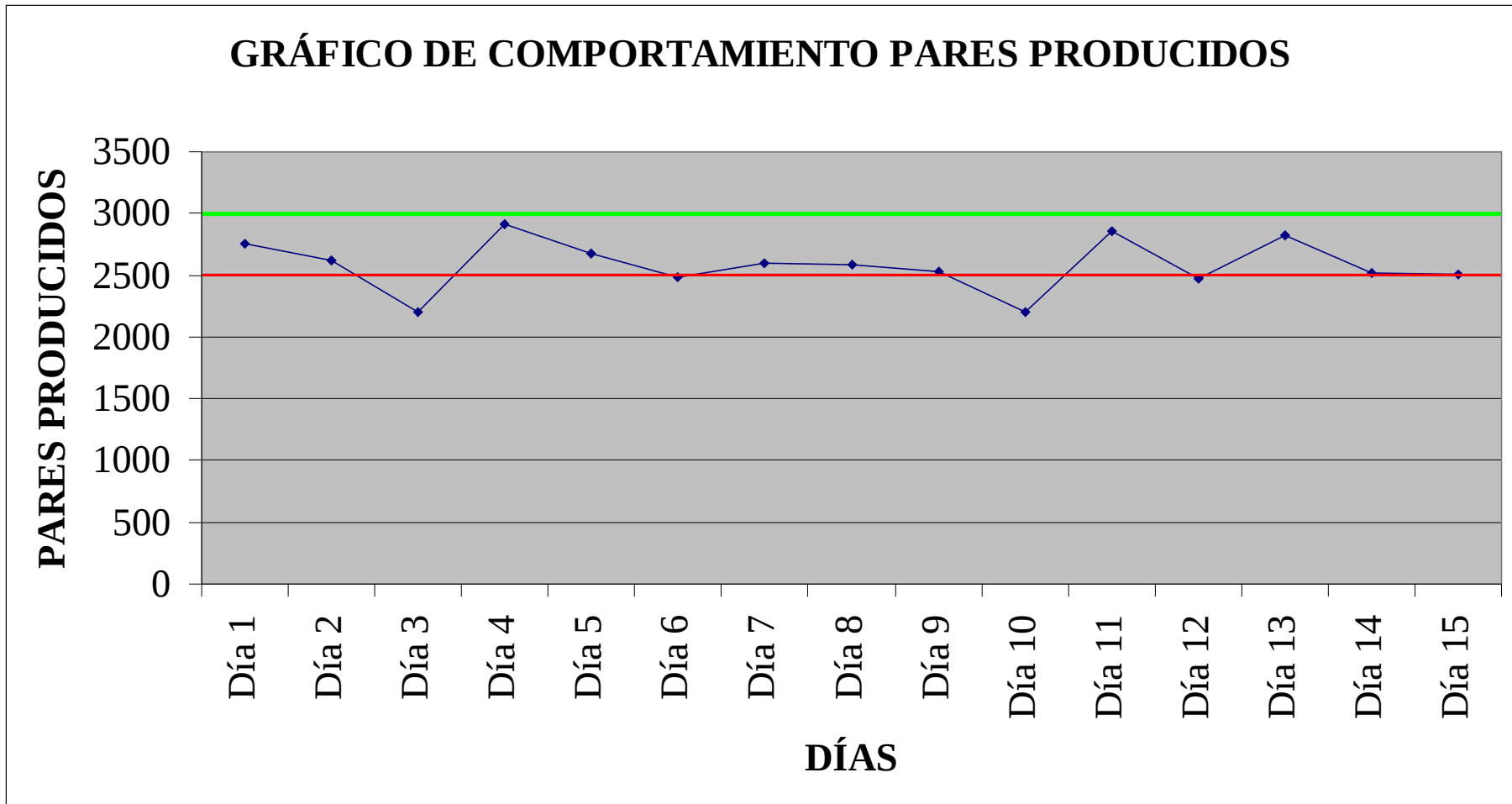
**Tabla 44: Comportamiento Pares Producidos / Pares Defectuosos**



Elaborado por: Verónica Apushón

Figura 56: Comportamiento Pares Defectuosos 30/03/2009 – 18/04/2009

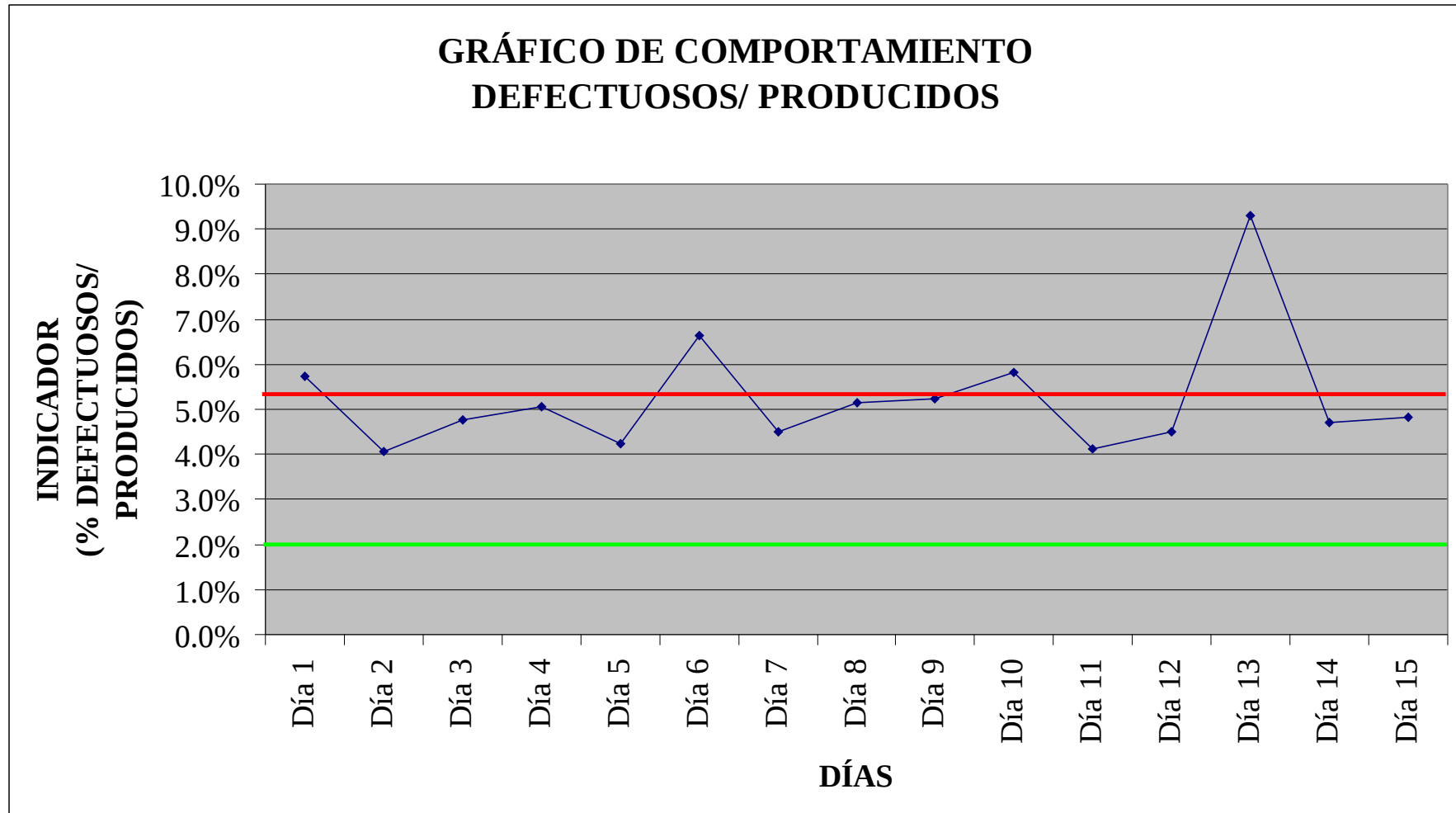
El gráfico nos muestra el comportamiento de pares defectuosos a lo largo del estudio realizado, la línea roja representa el promedio correspondiente a producto con no conformidades (135 pares/ día), el mismo que está sobre el nivel admitido del 2%, es decir para la producción establecida (3000 pares/ día) máximo deberíamos tener 60 pares defectuosos al día. Un punto a considerar, si multiplicamos el promedio diario de pares defectuosos por los días de trabajo en un mes, éstos representan el 90% de un día de trabajo (2700 pares), por lo que se debe minimizar este rubro, ya que en dinero es una cantidad que se podría utilizar en otras cosas necesarias para la empresa.



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 57: Comportamiento Pares Producidos 30/03/2009 – 18/04/2009**

El gráfico nos muestra el comportamiento de la producción a lo largo del estudio realizado, la línea roja representa el promedio actual de producción (2581 pares / día), que se encuentra por debajo del valor estimado correspondiente a 3000 pares/ día (línea verde), existiendo una diferencia de 419 pares representado por un 14% de producción menos cada día, incluso si sumamos esta diferencia por una semana, correspondería a un 69.8% de la producción de un día de trabajo (2095 pares).



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 58:** *Comportamiento Pares Defectuosos/ Producidos 30/03/2009 – 18/04/2009*

El gráfico nos muestra el comportamiento del índice de pares defectuosos con respecto a los producidos a lo largo del estudio realizado, la línea roja representa el promedio correspondiente a producto con no conformidades (5.3%), el mismo que está sobre el nivel admitido del 2% (línea verde), incluso es más del doble del admitido, por lo que se debe tomar medidas correctivas.

### 6.7.2 ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

**Tamaño de la Muestra:** El número de muestras recomendados para el estudio de tiempos, se detalla en la siguiente tabla:

<b>Minutos/ Ciclo</b>	.10	.25	.50	.75	1	2	5	10	20	40	> 40
<b># Muestras</b>	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

**Tabla 45: Número de Muestras para tomar tiempos**

Tomando en cuenta que el tiempo inicial de una par de suelas (nuevo modelo) al ingresar a producción es de 60 seg (promedio inicial) más el tiempo dedicado a sacar la suela del molde, quitar las rebabas, cambios de molde, etc., se establece de acuerdo a la tabla anterior un número de 20 muestras por actividad (recomendado)

A continuación se muestran algunos ejemplos de los tiempos observados correspondientes a las principales actividades desarrolladas en el proceso de inyección de suelas:



**REGISTRO DE TIEMPOS** 

**Área de Trabajo:** Inyección

**Fecha de Observación:** 20/04/2009

**No de Operarios:** 1

**No de Observaciones:** 20

**Nombre del Responsable:** Pedro

**No de Hoja:** 1

**Nombre de la Máquina:** Electromodul

**No Estaciones de Trabajo:** 2

TAREAS							
PRODUCTIVAS							NO PRODUCTIVAS
No	Sacar suela de molde		Quitar rebabas de molde y suela		Cambio de Molde		Esperar Inyección
	T	D	T	D	T	D	
1	6	1	8	1	531	0.8	9
2	11	1	6	1	843	0.8	12
3	8	1	8	1	918	0.8	20
4	10	1	6	1	382	0.8	15
5	8	1	8	1	385	0.8	8
6	9	1	8	1	543	0.8	10
7	7	1	7	1	555	0.8	15
8	7	1	15	0.9	750	0.8	26
9	13	0.95	8	1	615	0.8	20
10	10	1	11	0.9	435	0.8	32
11	8	1	9	1			26
12	9	1	14	0.9			12
13	12	1	12	0.9			10
14	8	1	9	1			18
15	14	1	7	1			20
16	17	0.9	8	1			32
17	21	0.9	9	1			28
18	15	0.9	7	1			21
19	10	1	7	1			12
20	11	0.9	8	1			18
<b>S</b>	<b>214</b>	<b>19.6</b>	<b>175</b>	<b>19.6</b>	<b>595</b>	<b>8.85</b>	<b>364</b>
<b>P</b>	<b>10.7</b>	<b>0.98</b>	<b>8.75</b>	<b>0.98</b>	<b>596</b>	<b>0.8</b>	<b>18.2</b>

**Observaciones:** Revisar los parámetros de inyección (sacar los estándares)

Revisar la ubicación de las perchas con los moldes de inyección

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Tabla 46: Registro No 1 de Tiempos y Movimientos Inyección Suelas**

**REGISTRO DE TIEMPOS** 

**Área de Trabajo:** Inyección

**Fecha de Observación:** 21/04/2009

**No de Operarios:** 1

**No de Observaciones:** 20

**Nombre del Responsable:** Santiago

**No de Hoja:** 2

**Nombre de la Máquina:** SP480

**No Estaciones de Trabajo:** 2

TAREAS									
PRODUCTIVAS									NO PRODUCTIVAS
No	Sacar suela de molde		Quitar rebabas de molde y suela		Colocar marquilla en molde		Cambio de Molde		Esperar Inyección
	T	D	T	D	T	D	T	D	
				0.9					
1	8	1	9	1	10	0.9	375	5	19
2	10	1	11	1	8	0.9	811	0.8	13
3	8	1	9	1	10	0.9	440	0.9	67
4	10	1	9	1	9	0.9	334	0.9	55
5	7	1	9	1	8	0.9	366	0.9	32
6	6	1	12	5	8	0.9	572	0.9	32
7	8	1	12	5	7	0.9	455	0.9	57
8	7	1	11	1	12	0.9	605	0.9	21
9	7	1	13	5	12	0.9	761	0.9	28
10	13	1	9	1	6	0.9	953	0.9	26
11	19	0.9	12	0.9	7	0.9	336	0.9	24
12	12	0.9	12	0.9	8	0.9	358	0.9	35
13	19	0.9	7	1	8	0.9	514	0.9	29
14	18	0.9	7	1	9	0.9	318	0.9	15
15	16	0.9	8	1	8	0.9	375	0.9	35
16	16	0.9	8	1	16	0.9			40
17	35	0.8	9	1	16	0.9			53
18	20	0.9	11	1	18	0.9			51

19	14	0.9	10	1	33	0.9			65
20	8	0.9	9	1	12	0.9			59
S	261	19.4	197	19.7	225	18	757	14.3	756
P	13.1	0.97	9.85	0.99	11.3	0.9	505	0.9	37.8

**Observaciones:** Controlar el uso de equipo de seguridad industrial  
**Elaborado por:** Verónica Apushón  
**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Tabla 47: Registro No 2 de Tiempos y Movimientos Inyección Suelas**

**REGISTRO DE TIEMPOS** 

**Área de Trabajo:** Inyección

**Fecha de Observación:** 22/04/2009

**No de Operarios:** 1

**No de Observaciones:** 20

**Nombre del Responsable:** Leonardo

**No de Hoja:** 3

**Nombre de la Máquina:** Polaris

**No Estaciones de Trabajo:** 4

No	TAREAS						
	PRODUCTIVAS						NO PRODUCTIVAS
	Sacar suela de molde		Quitar rebabas de molde y suela		Cambio de Molde		Esperar Inyección
T	D	T	D	T	D	T	
1	14	1	7	1	416	0.8	26
2	12	1	7	1	276	1	31
3	13	1	6	1	208	1	40
4	14	1	6	1	311	1	26
5	11	1	5	1	301	1	20
6	27	0.8	6	1	372	1	33
7	11	1	7	1	255	1	43
8	10	1	6	1	252	1	20
9	8	1	7	1	365	1	21
10	7	1	7	1	275	1	58
11	13	1	9	0.9			52
12	7	1	5	1			55
13	7	1	6	1			34
14	12	1	10	0.9			49

15	11	1	7	1			49
16	10	1	8	1			50
17	22	0.8	7	1			29
18	12	1	10	0.9			34
19	8	1	9	0.9			22
20	11	1	8	1			34
<b>S</b>	<b>240</b>	<b>19.6</b>	<b>143</b>	<b>19.6</b>	<b>3031</b>	<b>10</b>	<b>726</b>
<b>P</b>	<b>12</b>	<b>0.98</b>	<b>5</b>	<b>0.98</b>	<b>303</b>	<b>8</b>	<b>36.3</b>

**Observaciones :** Controlar los movimientos de los operarios de forma tal que no exista mucho tiempo muerto

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Tabla 48: Registro No 3 de Tiempos y Movimientos Inyección Suelas**

**REGISTRO DE TIEMPOS** 

**Área de Trabajo:** Inyección

**Fecha de Observación:** 23/04/2009

**No de Operarios:** 1

**No de Observaciones:** 20

**Nombre del Responsable:** Roberto

**No de Hoja:** 4

**Nombre de la Máquina:** SP245

**No Estaciones de Trabajo:** 2

No	TAREAS						
	PRODUCTIVAS						NO PRODUCTIVAS
	Sacar suela de molde		Quitar rebabas de molde y suela		Cambio de Molde		Esperar Inyección
T	D	T	D	T	D	T	
1	6	1	8	1	232	1	33
2	8	1	6	1	710	0.8	20
3	9	1	7	1	297	1	38
4	7	1	9	1	303	1	32
5	8	1	8	1	251	1	11
6	7	1	7	1	1100	0.75	28
7	10	1	7	1	244	1	29
8	8	1	8	1	305	0.9	36
9	6	1	10	1	283	1	37
10	11	1	6	1	509	0.8	33
11	10	1	9	1	439	0.8	26
12	9	1	7	1			27

13	10	1	8	1			28
14	7	1	7	1			24
15	8	1	6	1			22
16	20	0.8	7	1			37
17	12	1	7	1			40
18	7	1	12	1			40
19	9	1	11	1			40
20	8	1	9	1			37
<b>S</b>	<b>180</b>	<b>19.8</b>	<b>159</b>	<b>20</b>	<b>4673</b>	<b>10.6</b>	<b>618</b>
<b>P</b>	<b>9</b>	<b>0.99</b>	<b>7.95</b>	<b>1</b>	<b>425</b>	<b>0.91</b>	<b>30.9</b>

**Observaciones:** Cada operario debería tener su juego de herramientas para el cambio de molde

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Tabla 49: Registro No 4 de Tiempos y Movimientos Inyección Suelas**

De las tablas anteriores tomamos los datos suma y promedio de cada actividad para calcular el tiempo estándar:

No Hoja	Tareas Productivas												No Productivas
	A. Sacar suela de molde			B. Quitar rebabas de molde y suela			C. Colocar marquilla en molde			D. Cambio de Molde			E. Esperar Inyección
	T	D	TN	T	D	TN	T	D	TN	T	D	TN	Tprom
1	10.7	1.0	10	8.75	0.98	9				595.7	0.8	477	18.2
2	13.05	0.97	13	9.85	0.985	10	11.25	0.9	10	504.9	0.9	454	37.8
3	12	0.98	12	7.15	0.98	7				303.1	.98	297	36.3
4	9	0.99	9	7.95	1	8				424.8	0.91	409	30.9
<b>Suma</b>			44			33			10			1721	123.2
<b>TN prom.</b>			<b>11</b>			<b>8</b>			<b>10</b>			<b>387</b>	<b>30.8</b>

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 50: Tiempos y Movimientos del Trabajo Hombre – Máquina (Inyectora)**

Sabiendo que la ecuación del tiempo estándar es:

$$TS = \bar{T} * d * (1 + s)$$

En donde:

TS = Tiempo Estándar

TN =  $\bar{T} * d$  = Tiempo Normal

d = Factor desempeño

s = Suplementos (fatiga, imprevistos, esfuerzo, etc.).

Sabemos que el tiempo máximo destinado a imprevistos debe ser el 15% del tiempo total, para el caso del presente estudio se asumirá un 10% de tiempo destinado a imprevistos y suplementos, dato tomado de las Conferencias de la Ciatec (México), en donde menciona que este valor será asignado a las áreas relacionadas con la industria del calzado.

#### **Actividad A:**

**Datos:**

$$TN = 11$$

$$TS = 11 * (1 + 0.1)$$

$$TS = 12 \text{ seg}$$

#### **Actividad B:**

**Datos:**

$$TN = 8$$

$$TS = 8 * (1 + 0.1)$$

$$TS = 9 \text{ seg}$$

#### **Actividad C:**

**Datos:**

$$TN = 10$$

$$TS = 10 * (1 + 0.1)$$

$$TS = 11 \text{ seg}$$

**Actividad D:**

**Datos:**

$$TN = 430$$

$$TS = 387 * (1 + 0.1)$$

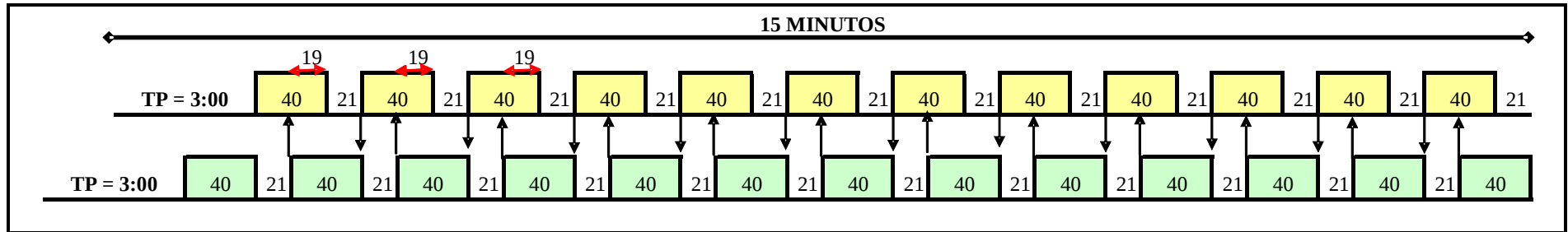
$$TS = 425 \text{ seg} = 07:05 \text{ min}$$

**Actividad Improductiva E:**

Existe un tiempo promedio muerto de 31 segundos, entre cada inyección por lo que se propone realizar una planificación de la producción que tome en cuenta los tiempos de enfriamiento que son los que influyen en el tiempo de espera, por ejemplo:



- a) Inyectar a la vez el mismo modelo de suela en cada estación de la inyectora para que no exista una diferencia en tiempos de enfriamiento, en este caso el único parámetro que se debería cambiar es el valor del volumen, ya que el resto (son similares entre sí):



Elaborado por: Verónica Apushón

Figura 59: Diagrama Operario – Máquina Opción 1

En este caso se estima un tiempo promedio de enfriamiento de 40 segundos/ par y se toman en cuenta las actividades A (Sacar suela del molde) y B (Quitar rebabas), teniendo 21 segundos/ par, por lo tanto el tiempo de espera entre inyección sería 19 seg/ par, reduciéndose el tiempo de espera en un 38.71% al existente actualmente. Además tenemos un tiempo de preparación de 3 minutos, este valor fue facilitado por el Jefe de Planta.

Para el cálculo de la capacidad productiva tendríamos los siguientes datos:

Jornada de trabajo: 8 horas; 1 hora = 4 cuartos de hora

Máquina de 2 estaciones

CP (1/4 hora) = 12 pares / estación

Por lo tanto:

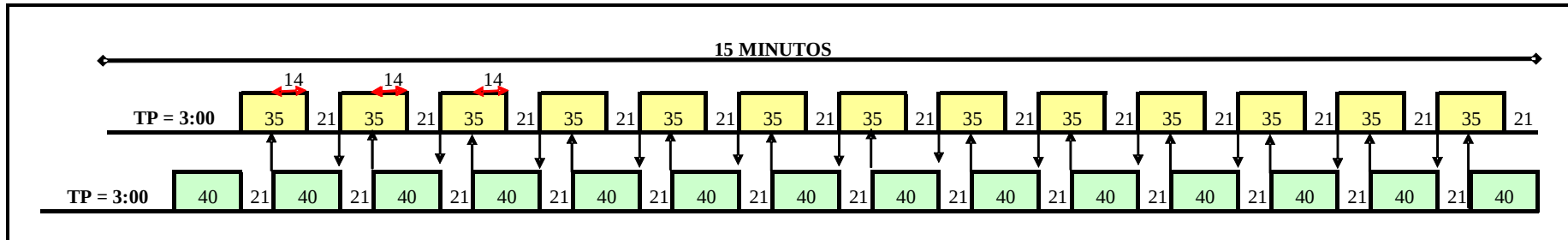
$$\text{CP} = 12 * 2 * 4 * 8 = 768 \text{ pares/ día (para máquina de 2 estaciones)}$$

De este valor descontemos el  $2.5 \pm 5 \%$  (18 pares) de productos defectuosos admitidos, por lo que se estima que la producción real sería de:

$$\text{CP} = 750 \text{ pares/ día (para máquina de 2 estaciones)}$$

b) Inyectar a la vez el distintos modelos el primero con un tiempo de enfriamiento inferior al segundo:

En este caso se estima un tiempo promedio de enfriamiento de 35 segundos / par para la estación uno y de 40 segundos/ par para la estación 2, se toman en cuenta las actividades A (Sacar suela del molde) y B (Quitar rebabas), teniendo 21 segundos/ par, por lo tanto el tiempo de espera entre inyección sería 14 seg/ par, reduciéndose el tiempo de espera en un 54.84% al existente actualmente. Además tenemos un tiempo de preparación de 3 minutos, este valor fue facilitado por el Jefe de Planta.



Elaborado por: Verónica Apushón

Figura 60: Diagrama Operario – Máquina Opción 2

Para el cálculo de la capacidad productiva tendríamos los siguientes datos:

Jornada de trabajo: 8 horas; 1 hora = 4 cuartos de hora

Máquina de 2 estaciones

CP (1/4 hora) = 13 pares / estación

Por lo tanto:

$$CP = 13 * 2 * 4 * 8 = 832 \text{ pares/ día (para máquina de 2 estaciones)}$$

De este valor descontemos el  $2.5 \pm 5 \%$  (32 pares) de productos defectuosos admitidos, por lo que se estima que la producción real sería de:

$$CP = 800 \text{ pares/ día (para máquina de 2 estaciones)}$$

Del análisis anterior se debería escoger la opción b) por cuestiones de volumen de producción, pero debemos entender que existe una gran variedad de modelos, además en algunos modelos se deberá tomar en cuenta la actividad C; por lo tanto, estimaremos que la producción de una estación de trabajo variará entre 350 – 400 pares / día dependiendo del modelo a producir.

### **6.7.3 ESTUDIO DE PARÁMETROS DE INYECCIÓN**

La recopilación de estos datos se la realizó a través del Anexo 1d. A continuación se muestran algunos de los datos recopilados correspondientes a las máquinas que producían mayor índice de pares defectuosos: Polaris, SP480 y Electromodul, los mismos que son basados en la experiencia de los operarios de inyección, cabe destacar que estos parámetros fueron recopilados cuando se obtuvo el equilibrio (sin errores) al momento de la inyección de los modelos aquí presentados:

PARÁMETROS DE INYECCIÓN



MÁQUINA	DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
	NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Electromodul	290	36	TR	Negro	136			128	135	140		35
Electromodul	290	36	TR	Negro	130			125	135	135		30
Electromodul	2000	30	TR	Negro	307			104	120	123		35
Electromodul	2000	33	TR	Negro	316			100	125	130		35
Electromodul	2000	35	TR	Negro	324			100	124	127		35
Electromodul	2000	36	TR	Negro	329			105	121	126		11
Electromodul	2000	36	TR	Negro	330			100	118	124		35
Electromodul	2000	37	TR	Negro	337			103	121	127		35
Electromodul	2000	38	TR	Negro	339			102	128	133		35
Electromodul	2000	39	TR	Negro	343			98	118	123		35
Electromodul	2000	39	TR	Negro	345			109	127	132		35
Polaris	New Lisboa	37	TR	Negro	485		55	125	130	140	145	55
Polaris	New Lisboa	38	TR	Negro	489		75	125	130	140	145	55
Polaris	New Lisboa	39	TR	Negro	495		55	125	130	140	145	55
Electromodul	Alejandra	34	TR	Negro	310			98	118	123		35
Electromodul	Alejandra	35	TR	Negro	330			98	118	122		35
Electromodul	Alejandra	36	TR	Café	341			105	128	118		35
Electromodul	Alejandra	36	TR	Negro	340			98	118	122		35
Electromodul	Alejandra	37	TR	Café	348			98	118	123		35
Electromodul	Alejandra	37	TR	Negro	347			98	118	122		35
Electromodul	Alejandra	38	TR	Negro	353			98	118	122		35
Electromodul	Baltarini	34	TR	Negro	330			120	130	135		45
Electromodul	Baltarini	35	TR	Negro	335			120	130	135		45
Electromodul	Baltarini	36	TR	Café	342			98	118	123		35
Electromodul	Baltarini	36	TR	Negro	340			120	130	135		45
Electromodul	Baltarini	37	TR	Negro	345			120	130	135		45
Electromodul	Baltarini	38	TR	Negro	350			120	130	135		45
SP 480	Confort	34	TR	Negro	207	80	100	130	145	155	155	50
SP 480	Confort	35	TR	Negro	215	80	100	130	145	155	155	50
SP 480	Confort	36	TR	Negro	221	80	100	130	145	155	155	50
SP 480	Confort	37	TR	Negro	227	80	100	130	145	155	155	50
SP 480	Confort	37	TR	Negro	228	80	100	130	145	155	155	50
SP 480	Confort	38	TR	Negro	237	80	100	130	145	155	155	50
SP 480	Dhomba	32	TR	Negro	153	80	100	130	135	140	140	40
SP 480	Dhomba	33	TR	Negro	163	80	100	130	135	140	140	40
SP 480	Día 14	34	TR	Negro	158	80	100	130	135	140	140	40
SP 480	Día 14	35	TR	Negro	160	80	100	130	135	140	140	40

Elaborado por: Verónica Apushón

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Tabla 51: Registro No 1 de Parámetros de Inyección

PARÁMETROS DE INYECCIÓN



MÁQUINA	DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
	NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Electromodul	Diego	36	TR	Negro	135			125	130	135		45
Electromodul	Diego	37	TR	Negro	146			120	130	135		45
SP 480	Diego	37	TR	Negro	145	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	37	TR	Negro	142	87	90	130	135	140	140	40
SP 480	Diego	38	TR	Negro	154	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	38	TR	Negro	155	87	90	130	135	140	140	40
Electromodul	Diego	39	TR	Negro	163			120	130	135		45
Electromodul	Diego	39	TR	Negro	165			120	130	135		45
SP 480	Diego	39	TR	Negro	170	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	39	TR	Negro	168	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	39	TR	Negro	169	80	100	130	135	140	140	40
SP 480	Diego	39	TR	Negro	168	87	90	130	135	140	140	40
Electromodul	Diego	40	TR	Negro	178			120	130	135		45
Electromodul	Diego	40	TR	Negro	180			125	130	135		45
SP 480	Diego	40	TR	Negro	183	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	40	TR	Negro	185	87	90	130	135	140	140	40
Electromodul	Diego	41	TR	Negro	194			120	130	135		45
SP 480	Diego	41	TR	Negro	197	87	90	130	135	140	140	50
Electromodul	Diego	42	TR	Negro	203			120	130	135		45
SP 480	Diego	42	TR	Negro	204	87	90	130	135	140	140	50
Electromodul	España	37	TR	Negro	310			130	145	146		40
Electromodul	España	37	TR	Negro	311			129	143	145		40
Electromodul	España	37	TR	Negro	315			120	125	130		40
Electromodul	España	38	TR	Negro	321			123	136	136		40
Electromodul	España	38	TR	Negro	320			122	135	137		40
Electromodul	España	38	TR	Negro	320			121	136	133		40
Electromodul	España	38	TR	Negro	321			120	125	130		40
Electromodul	España	39	TR	Negro	328			120	125	130		40
Electromodul	España	41	TR	Negro	340			125	136	138		40
Electromodul	España	42	TR	Negro	350			128	144	145		40
SP 480	Ferrat	37	TR	Negro	317	80	100	130	135	140	130	50
SP 480	Ferrat	37	TR	CAFÉ	319	80	80	130	155	165	165	55
SP 480	Ferrat	38	TR	Negro	323	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Ferrat	38	TR	CAFÉ	326	80	80	130	155	165	165	60
SP 480	Ferrat	39	TR	Negro	331	80	100	130	155	160	160	60
SP 480	Ferrat	39	TR	CAFÉ	335	80	80	130	155	165	165	70
SP 480	Ferrat	40	TR	Negro	345	80	100	130	155	160	160	60
SP 480	Ferrat	41	TR	Negro	351	80	100	130	155	160	160	65
SP 480	Ferrat	41	TR	Negro	355	80	80	130	155	165	165	60
SP 480	Ferrat	41	TR	CAFÉ	358	80	80	130	155	165	165	70

Elaborado por: Verónica Apushón

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Tabla 52: Registro No 2 de Parámetros de Inyección**

**PARÁMETROS DE INYECCIÓN**



MÁQUINA	DATOS DE SUELA	PARÁMETROS	TEMPERATURA	TIE
---------	----------------	------------	-------------	-----

	NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Polaris	Galo	27	TR	Negro	265		55	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	28	TR	Negro	265		55	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	29	TR	Negro	283		65	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	30	TR	Negro	283		65	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	31	TR	Negro	295		55	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	32	TR	Negro	296		55	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	33	TR	Negro	301	-	55	125	130	140	145	45
Polaris	Galo	34	TR	Negro	310		65	125	130	140	145	45
Polaris	Galo	35	TR	Negro	315		65	125	130	140	145	45
Polaris	Galo	35	TR	Negro	318		65	125	130	140	145	55
Polaris	Galo	36	TR	Negro	321		55	125	130	140	145	45
Polaris	Galo	36	TR	Negro	324		55	125	130	140	145	55
Electromodul	Johana	36	TR	Negro	323			119	135	141		35
Electromodul	Johana	36	TR	Café	325			124	130	138		35
Electromodul	Johana	37	TR	Café	331			123	129	131		35
Polaris	Juanky	33	TR	Negro	275		55	125	130	140	145	55
Polaris	Juanky	34	TR	Negro	285		55	125	130	140	145	55
Polaris	Juanky	35	TR	Negro	295		55	125	130	140	145	55
Polaris	Juanky	36	TR	Negro	305		55	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	29	TR	Negro	349		65	125	130	140	145	45
Polaris	Lisboa	30	TR	Negro	352		70	125	130	140	145	45
Polaris	Lisboa	30	TR	Negro	354		70	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	31	TR	Negro	362		65	125	130	140	145	45
Polaris	Lisboa	31	TR	Negro	364		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	32	TR	Negro	372		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	33	TR	Negro	383		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	34	TR	Negro	392		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	35	TR	Negro	403		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	36	TR	Negro	413		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	37	TR	Negro	423		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	38	TR	Negro	433		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	39	TR	Negro	443		65	125	130	140	145	55
SP 480	Lisboa	40	TR	Negro	453	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Magenta	35	TR	Negro	55	87	100	130	135	140	140	20
SP 480	Magenta	36	TR	Negro	57	87	100	130	135	140	140	30
SP 480	Magenta	37	TR	Negro	62	87	100	130	135	140	140	30
SP 480	Magenta	37	TR	Negro	68	51	100	130	135	140	140	30
SP 480	Magenta	38	TR	Negro	74	87	100	130	135	140	140	30
SP 480	Makenji	40	TR	Negro	252	87	90	130	135	140	140	60
SP 480	Makenji	41	TR	Negro	272	87	90	130	135	140	140	60
SP 480	Makenji	42	TR	Negro	272	87	90	130	135	140	140	60

Elaborado por: Verónica Apushón

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Tabla 53: Registro No 3 de Parámetros de Inyección

PARÁMETROS DE INYECCIÓN 

MÁQUINA	DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
	NOMBRE	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL.	VEL.	PRES	T1	T2	T3	T4	T

	SUELA				Gr	%	bar	°C	°C	°C	°C	seg
SP 480	Martin Clas 1	37	TR	Negro	267	87	90	130	135	140	140	55
SP 480	Martin Clas 1	37	TR	Negro	265	87	90	130	135	140	140	55
SP 480	Martin Clas 1	38	TR	Negro	274	113	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 1	38	TR	Negro	276	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Martin Clas 1	39	TR	Negro	284	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Martin Clas 1	39	TR	Negro	286	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Martin Clas 1	40	TR	Negro	298	80	100	130	135	140	140	65
SP 480	Martin Clas 1	40	TR	Negro	294	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 1	40	TR	Negro	296	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 1	41	TR	Negro	304	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Martin Clas 1	41	TR	Negro	306	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Martin Clas 1	41	TR	Negro	305	83	100	130	135	140	140	50
SP 480	Martin Clas 1	42	TR	Negro	312	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 1	42	TR	Negro	314	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	38	TR	Negro	307	80	100	130	135	140	140	65
SP 480	Martin Clas 2	39	TR	Negro	312	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	39	TR	Negro	316	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	40	TR	Negro	322	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	40	TR	Negro	324	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	41	TR	Negro	330	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	41	TR	Negro	334	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	41	TR	Negro	332	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	41	TR	Negro	332	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Martin Clas 2	42	TR	Negro	340	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Miriam	34	TR	Negro	321	127	130	92	105	115	115	30
SP 480	Miriam	35	TR	Negro	322	127	130	92	105	115	115	30
Electromodu l	Miriam	36	TR	Negro	330			98	118	123		35
Electromodu l	Miriam	36	TR	Café	330			123	129	131		35
Electromodu l	Miriam	36	TR	Negro	330			126	132	137		40
Electromodu l	Miriam	38	TR	Negro	338			100	116	121		35
SP 480	Miriam	37	TR	Negro	342	137	130	92	105	115	135	30
Electromodu l	Miriam	39	TR	Negro	350			100	116	121		35
Electromodu l	New 1000	34	TR	Negro	310			127	146	144		35
Electromodu l	New 1000	35	TR	Negro	320			129	141	140		50
Electromodu l	New 1000	36	TR	Negro	325			123	139	139		50
Electromodu l	New 1000	38	TR	Negro	335			120	130	135		50
Polaris	New 1000	37	TR	Negro	365		65	125	130	140	145	55
SP 480	New 1000	39	TR	Negro	345	87	90	130	135	140	140	60
Electromodu l	New 1000	39	TR	Negro	340			122	139	140		50

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.



**Tabla 54: Registro No 4 de Parámetros de Inyección**

**PARÁMETROS DE INYECCIÓN**



MÁQUINA	DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
	NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
SP 480	Oscar	37	TR	Negro	167	127	130	130	135	140	140	40
SP 480	Oscar	38	TR	Negro	181	127	130	130	135	140	140	40
SP 480	Oscar	39	TR	Negro	197	127	130	130	135	140	140	40
SP 480	Oscar	39	TR	Negro	195	160	130	130	135	140	140	40
SP 480	Oscar	40	TR	Negro	198	160	130	130	135	140	140	40
SP 480	Oscar	41	TR	Negro	212	160	130	130	135	140	140	40
SP 480	Oscar	42	TR	Negro	214	160	130	130	135	140	140	40
SP 480	Ozono	37	TR	Negro	310	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Ozono	37	TR	Negro	317	87	90	130	135	140	140	70
SP 480	Ozono	38	TR	Negro	327	87	90	130	135	140	140	70
SP 480	Ozono	39	TR	Negro	335	80	100	130	135	140	140	80
SP 480	Ozono	39	TR	Negro	338	80	100	130	135	140	140	80
SP 480	Ozono	41	TR	Negro	346	80	100	130	135	140	140	90
SP 480	Ozono	42	TR	Negro	356	80	100	130	135	140	140	90
Electromodul	Señorial	36	TR	Crepe	280			128	135	139		40
Electromodul	Señorial	37	TR	Crepe	290			129	135	137		35
SP 480	Tony	37	TR	Negro	179	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	37	TR	CAFÉ	173	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	38	TR	Negro	184	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	38	TR	CAFÉ	186	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	39	TR	Negro	199	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	39	TR	CAFÉ	195	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	39	TR	CAFÉ	199	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	40	TR	CAFÉ	207	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	40	TR	Negro	207	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	41	TR	CAFÉ	227	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Tony	42	TR	Negro	227	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Urbano	37	TR	Negro	235	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Urbano	38	TR	Negro	243	80	100	130	135	140	140	40
SP 480	Urbano	40	TR	Negro	267	80	100	130	135	140	140	50
SP 480	Vesuvio	38	TR	Negro	327	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Vesuvio	38	TR	Negro	326	80	100	130	135	140	140	70
SP 480	Vesuvio	39	TR	Negro	334	80	100	130	135	140	140	60
SP 480	Vesuvio	39	TR	Negro	336	80	100	130	135	140	140	70
SP 480	Vesuvio	40	TR	Negro	342	87	90	130	135	140	140	60
SP 480	Vesuvio	40	TR	Negro	346	80	100	130	135	140	140	70
SP 480	Vesuvio	40	TR	Negro	345	80	100	130	135	140	140	70
SP 480	Vesuvio	41	TR	Negro	352	80	100	130	135	140	140	70
SP 480	Vesuvio	41	TR	Negro	354	80	100	130	135	140	140	70

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Tabla 55: Registro No 5 de Parámetros de Inyección**

A continuación se presentan algunos ejemplos que se determinaron a partir de la estandarización de parámetros de inyección:

- **SUELA DIEGO:** Para este caso, procedemos a sacar un promedio de parámetros entre cada máquina para establecer el estándar, como se mencionó anteriormente estos datos son basados en la experiencia de los operarios y encargados de la inyección.

MÁQUINA	DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
	NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Electromodul	Diego	36	TR	Negro	135			125	130	135		45
Electromodul	Diego	37	TR	Negro	146			120	130	135		45
SP 480	Diego	37	TR	Negro	145	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	37	TR	Negro	142	87	90	130	135	140	140	40
SP 480	Diego	38	TR	Negro	154	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	38	TR	Negro	155	87	90	130	135	140	140	40
Electromodul	Diego	39	TR	Negro	163			120	130	135		45
Electromodul	Diego	39	TR	Negro	165			120	130	135		45
SP 480	Diego	39	TR	Negro	170	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	39	TR	Negro	168	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	39	TR	Negro	169	80	100	130	135	140	140	40
SP 480	Diego	39	TR	Negro	168	87	90	130	135	140	140	40
Electromodul	Diego	40	TR	Negro	178			120	130	135		45
Electromodul	Diego	40	TR	Negro	180			125	130	135		45
SP 480	Diego	40	TR	Negro	183	87	90	130	135	140	140	50
SP 480	Diego	40	TR	Negro	185	87	90	130	135	140	140	40
Electromodul	Diego	41	TR	Negro	194			120	130	135		45
SP 480	Diego	41	TR	Negro	197	87	90	130	135	140	140	50
Electromodul	Diego	42	TR	Negro	203			120	130	135		45
SP 480	Diego	42	TR	Negro	204	87	90	130	135	140	140	50

Elaborado por: Verónica Apushón

Quedando los datos de la siguiente forma:

DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Diego	36	TR	Negro	135	87	90	125	130	135	14	45
Diego	37	TR	Negro	144	87	90	126	133	138	14	48
Diego	38	TR	Negro	155	87	90	130	135	140	140	45
Diego	39	TR	Negro	167	87	90	126	133	138	14	45
Diego	40	TR	Negro	181	87	90	126	132	137	14	48

										0	
Diego	41	TR	Negro	187	87	90	125	132	137	14	48
Diego	42	TR	Negro	204	87	90	125	132	137	140	48

**Elaborado por:** Verónica Apushón

Sin embargo, la estandarización a un solo parámetro para todas las tallas corresponde a velocidad, presión, temperaturas y tiempo de enfriamiento, mientras que el volumen si es variable dependiendo de la talla de la suela:

DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Diego	36	TR	Negro	135	87	90	126	132	137	14	47
Diego	37	TR	Negro	144	87	90	126	132	137	14	47
Diego	38	TR	Negro	155	87	90	126	132	137	140	47
Diego	39	TR	Negro	167	87	90	126	132	137	14	47
Diego	40	TR	Negro	181	87	90	126	132	137	14	47
Diego	41	TR	Negro	187	87	90	126	132	137	14	47
Diego	42	TR	Negro	204	87	90	126	132	137	140	47

**Elaborado por:** Verónica Apushón

Estos parámetros deberán ser programados en la Unidad de Control de las Inyectoras, en el caso de algunas máquinas no será necesario ingresar todos los datos presentados en la tabla anterior.

- **SUELA LISBOA:** Procedemos a sacar un promedio de parámetros entre cada máquina para establecer el estándar, como se mencionó anteriormente estos datos son basados en la experiencia de los operarios y encargados de la inyección.

MÁQ.	DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
	NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Polaris	Lisboa	29	TR	Negro	349		65	125	130	140	145	45
Polaris	Lisboa	30	TR	Negro	352		70	125	130	140	145	45
Polaris	Lisboa	30	TR	Negro	354		70	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	31	TR	Negro	362		65	125	130	140	145	45
Polaris	Lisboa	31	TR	Negro	364		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	32	TR	Negro	372		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	33	TR	Negro	383		65	125	130	140	145	55

Polaris	Lisboa	34	TR	Negro	392		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	35	TR	Negro	403		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	36	TR	Negro	413		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	37	TR	Negro	423		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	38	TR	Negro	433		65	125	130	140	145	55
Polaris	Lisboa	39	TR	Negro	443		65	125	130	140	145	55
SP 480	Lisboa	40	TR	Negro	453	80	100	130	135	140	140	60

**Elaborado por:** Verónica Apushón

Como mencionamos anteriormente, debemos estandarizar a un solo parámetro para todas las tallas correspondiente a velocidad, presión, temperaturas y tiempo de enfriamiento, mientras que el volumen si es variable dependiendo de la talla de la suela:

DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Lisboa	29	TR	Negro	349	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	30	TR	Negro	353	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	31	TR	Negro	363	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	32	TR	Negro	372	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	33	TR	Negro	383	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	34	TR	Negro	392	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	35	TR	Negro	403	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	36	TR	Negro	413	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	37	TR	Negro	423	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	38	TR	Negro	433	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	39	TR	Negro	443	80	75	125	130	140	145	57
Lisboa	40	TR	Negro	453	80	75	125	130	140	145	57

**Elaborado por:** Verónica Apushón

- **SUELA GALO NIÑO:**

DATOS DE SUELA				PARÁMETROS			TEMPERATURA				TIE
NOMBRE SUELA	TALLA	MATERIAL	COLOR	VOL. Gr	VEL. %	PRES bar	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T seg
Galo	27	TR	Negro	265		60	125	130	140	145	51
Galo	28	TR	Negro	265		60	125	130	140	145	51
Galo	29	TR	Negro	283		60	125	130	140	145	51
Galo	30	TR	Negro	283		60	125	130	140	145	51
Galo	31	TR	Negro	295		60	125	130	140	145	51
Galo	32	TR	Negro	296		60	125	130	140	145	51
Galo	33	TR	Negro	301		60	125	130	140	145	51
Galo	34	TR	Negro	310		60	125	130	140	145	51
Galo	35	TR	Negro	316		60	125	130	140	145	51
Galo	36	TR	Negro	322		60	125	130	140	145	51

**Elaborado por:** Verónica Apushón

Para el caso de estos parámetros se considera necesario el uso de una base de datos por modelo la misma que ayudará a tener toda la información almacenada, de forma que no se pierda ningún dato. Además se deben realizar prueba para verificar la veracidad de los datos suministrados. Ver Anexo 7.

#### **6.7.4. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES**

Como se pudo apreciar en las fotografías mostradas en el capítulo IV de las instalaciones de MilPlast, existe una inadecuada distribución de las instalaciones en relación al espacio ocupado por la materia prima y el producto terminado, por lo que se propone una señalización de cada área y a su vez una redistribución del espacio físico de forma tal que el espacio recorrido sea el menor posible y cumpla con las condiciones de seguridad. En la figura 61 se puede apreciar la distribución previa de las instalaciones.

Adicionalmente se debe tomar en cuenta la existencia de una bodega externa de materia prima ubicada en la Panamericana Norte Km 1 ½ a donde todos los días se hacen viajes para traer material lo que representa un costo de transporte, para lo cual se podría disponer del espacio físico existente en la planta de Milplast solo que realizando una adecuada distribución de sus instalaciones.



**Bodega 1:** Este lugar además de ser bodega es la oficina del Jefe de Planta, por lo que se debe mantener ordenada, limpia y segura ya que el encargado de la producción debe manejar la información de los pedidos programados y debe ser ordenado en la forma de llevar su archivo (documentación, muestras, etc.), por ser este lugar amplio adicionalmente servirá para el almacenamiento de insumos utilizados en el proceso de producción, pero que además no afectaran a la salud del encargado de la producción. En este lugar se almacenaran: todas las muestras de suelas y tacos; cartones, fundas y costales que servirán en el empaque del producto terminado; marquillas que servirán en la elaboración de suelas, entre otros utilizados dentro del proceso de producción.

**Bodega 2:** Se refiere a la bodega de producto terminado, adicionalmente en este lugar se almacenarán todos los productos químicos (pinturas, emulsiones, pegas, etc.) con la condición de que debe existir aireación de forma tal que no exista concentración de olores y vapores dañinos para los seres humanos, éstos deberán estar señalizados y con las respectivas hojas MSDS (Ver Ejemplo en Anexo 11) en un lugar diferenciado dentro de la bodega; el resto de espacio lo ocuparan perchas de producto terminado debidamente señalizadas.

**Bodega 3:** Se considera el espacio ocupado por la materia prima y producto terminado en la planta de producción, en este caso lo que se debe hacer es separar cada uno de forma independiente.

**Bodega 4:** Se refiere al área del molino, por lo que es conveniente que en este lugar se almacene únicamente la materia prima que más se utiliza.

**Bodega 5:** Por cuestiones de espacio, se puede ocupar este lugar (cuarto de compresor y tableros de control), en el que se propone almacenar de forma ordenada repuestos y/o componentes de las máquinas existentes en la planta de producción ubicados en perchas para su efecto y señalizados correctamente.

**Bodega 6:** Es una alternativa adicional, como se mencionó anteriormente existe un área que no se utiliza en la cual se podría establecer una bodega de materia

prima, ya que como se dijo anteriormente existe una bodega externa adicional, por lo que hay que considerar los costos de transporte.

En la figura 62 se puede apreciar la distribución propuesta.

Adicionalmente se propone desarrollar un sistema para optimizar el manejo de materiales para obtener eficacia en el proceso de transformación de termoplásticos para lo que tenemos los siguientes aspectos:

- **Reducción directa de los costos del material:** Se debe tomar en cuenta la cantidad de material que se compra, resulta conveniente comprar al granel que hacerlo de forma minoritaria (por kilos o sacos), ya que el costo de transporte a resulta menor.
- **Reducción en mano de obra:** Una propuesta para hacerlo es la automatización de ciertos procesos como podría ser el transporte de materiales, la dosificación y el refileado.
- **Utilización eficiente del espacio de producción:** En este caso se podría considerar el uso de silos, los mismos que ayudarían al almacenamiento de materiales de forma tal que el espacio físico ocupado por la materia prima dentro de la planta sería mínimo y así utilizar las instalaciones en otros aspectos e incluso máquinas nuevas según lo requiera la empresa.
- **Reducción de derrames de materiales:** Mientras menor sea la intervención de la mano de obra en el manejo de materiales menor será el desperdicio por transporte y manipulación del mismo. Ya que se considera que se pierde del 10 al 15% de material por cuestiones de transporte y manipulación. Además se consigue una producción limpia.





## 6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN:

Después de establecer los estándares en relación a parámetros de inyección para cada modelo de suela, nuevamente se recopilaron datos para poder analizar el resultado del trabajo realizado. El estudio se lo realizó en la semana del 6 al 11 de julio de 2009. Los datos se tomaron en una tabla que corresponde a cada máquina inyectora, contabilizando el total de pares defectuosos y el total producido al día. La recopilación de datos se la realizó de acuerdo al Anexo 1b.

La recopilación de datos se la realizó en las mismas máquinas del estudio anterior:

- Electromodul: 2 estaciones de trabajo, 1 operario
- SP480: 2 estaciones de trabajo, 1 operario
- Polaris: 4 estaciones de trabajo, 2 operarios
- SP 245: 2 estaciones 1 operario

Después del estudio de tiempos y movimientos realizados, se determinó que la capacidad productiva de cada estación de trabajo varía entre 350 – 400 pares/ día, esto depende de los modelos que se produzcan en la máquina, ya que unos tienen un tiempo de enfriamiento más largo que otros; por lo tanto se establece que para las máquinas Electromodul, SP480 y SP245 la producción debe ser: 2100 – 2400 pares / día y para la Polaris 1400 - 1600 pares/ día; es decir, en un día de trabajo se deben producir 3500 – 4000 pares/ día.

### TABLAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS: PARES DEFECTUOSOS POR MÁQUINA.

Esta compuesta por tres columnas:

**Máquina:** Nombre de la máquina.

**Fecha – Hora:** Representan el control hora – hora que se hizo de los pares defectuosos

**Resultados:** Contiene la Suma Total de los pares defectuosos por máquina y el porcentaje (%Tot) para el total de pares defectuosos del día por cada máquina.

## ESTUDIO DE SUELAS DEFECTUOSAS (POR MÁQUINA)

### CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS

SEMANA: DEL 6 AL 11 DE JULIO 2009

DÍA: Lunes, 6 de julio de 2009

MÁQUINA	LUNES 6 DE JULIO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	4	1	3	3	1	1	1	3	4	8	29	37.66%
<b>SP480</b>	2	1	3	0	1	0	3	0	2	3	15	19.48%
<b>Polaris</b>	4	2	4	4	1	1	2	1	1	12	32	41.56%
<b>SP245</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1.30%
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>77</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 56: Pares Defectuosos Día 6 de Julio 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 23 pares. De los cuales el 52.17% esta representado por la Polaris
- En cuanto al total de pares defectuosos 77 la Polaris y Electromodul tienen el mayor índice: 41.56% y 37.66% respectivamente.

DÍA: Martes, 7 de julio de 2009

MÁQUINA	MARTES 7 DE JULIO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	% Tot
<b>Electromodul</b>	3	4	1	1	4	3	2	3	2	4	27	36.99%
<b>SP480</b>	0	1	3	0	2	2	1	0	1	5	15	20.55%
<b>Polaris</b>	4	1	3	3	1	3	2	1	3	7	28	38.36%
<b>SP245</b>	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	4.11%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>73</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 57: Pares Defectuosos Día 7 de Julio 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 16 pares. De los cuales el 43.75% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 73 la Polaris y Electromodul tienen el mayor índice: 38.36% y 36.99% respectivamente.

DÍA: Miércoles, 8 de julio de 2009

MÁQUINA	MIERCOLES 8 DE JULIO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	%TOT
<b>Electromodul</b>	3	4	1	3	1	3	5	3	2	4	29	37.18%
<b>SP480</b>	0	3	0	0	0	3	2	4	1	2	15	19.23%
<b>Polaris</b>	4	2	1	5	0	4	1	3	1	9	30	38.46%
<b>SP245</b>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	5.13%
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>78</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 58: Pares Defectuosos Día 8 de Julio 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 16 pares. De los cuales el 56.25% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 78 la Polaris y Electromodul tienen el mayor índice: 38.46% y 37.18% respectivamente.

DÍA: Jueves, 9 de julio de 2009

MÁQUINA	JUEVES 9 DE JULIO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	%Tot
<b>Electromodul</b>	4	2	3	6	4	3	4	5	2	3	36	43.37%
<b>SP480</b>	1	1	0	1	3	0	3	0	0	4	13	15.66%
<b>Polaris</b>	4	2	1	2	12	2	2	3	3	2	33	39.76%
<b>SP245</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1.20%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>83</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 59: Pares Defectuosos Día 9 de Julio 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la quinta hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 20 pares. De los cuales el 60.00% esta representado por la Polaris.
- En cuanto al total de pares defectuosos 83 la Electromodul y la Polaris tienen el mayor índice: 43.37% y 39.76% respectivamente.

DÍA: Viernes, 10 de julio de 2009

MÁQUINA	VIERNES 10 DE JULIO 2009										RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	16:30-17:30	Suma	%Tot
<b>Electromodul</b>	1	5	1	2	2	2	5	3	5	12	38	38.78%
<b>SP480</b>	1	2	2	0	0	1	3	1	0	3	13	13.27%
<b>Polaris</b>	5	3	1	6	9	3	2	10	2	5	46	46.94%
<b>SP245</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.02%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>98</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 60: Pares Defectuosos Día 10 de Julio 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la décima hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 20 pares. De los cuales el 60.00% esta representado por la Electromodul
- En cuanto al total de pares defectuosos 98 la Polaris y Electromodul tienen el mayor índice: 46.94% y 38.78% respectivamente.

DÍA: Sábado, 11 de julio de 2009

MÁQUINA	SÁBADO 11 DE JULIO 2009								RESULTADOS	
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	Suma	%Tot
<b>Electromodul</b>	2	3	0	2	0	0	2	3	12	16.22%
<b>SP480</b>	3	2	2	0	5	1	3	1	17	22.97%
<b>Polaris</b>	4	5	3	6	11	3	8	4	44	59.46%
<b>SP245</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1.35%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>74</b>	

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 61: Pares Defectuosos Día 11 de Julio 2009**

De la tabla anterior podemos apreciar las siguientes conclusiones:

- En la quinta hora hubo la mayor cantidad de pares defectuosos: 16 pares. De los cuales el 68.75% esta representado por la Polaris
- En cuanto al total de pares defectuosos 74 la Polaris y SP480 tienen el mayor índice: 59.46% y 22.97% respectivamente.



**RESUMEN SEMANAL DE  
PRODUCTOS DEFECTUOSOS**



**SEMANA: DEL 6 AL 11 DE JULIO 2009**

A continuación se presenta el resumen con los totales de pares defectuosos por máquina.

MÁQUINA	DÍA						Total Semana	# Pares Def. Prom.
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado		
<b>Electromodul</b>	29	27	29	36	38	12	171	28.5
<b>SP480</b>	15	15	15	13	13	17	88	14.7
<b>Polaris</b>	32	28	30	33	46	44	213	35.5
<b>SP245</b>	1	3	4	1	1	1	11	1.8
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>83</b>	<b>98</b>	<b>74</b>	<b>483</b>	<b>80.5</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

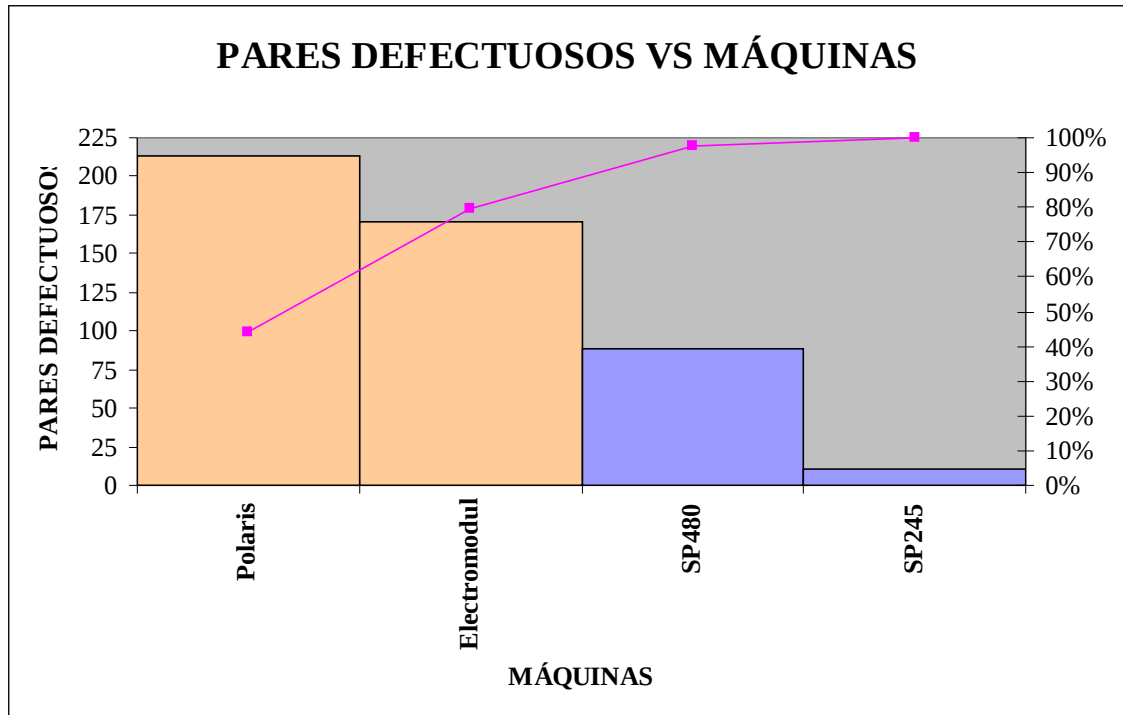
**Tabla 62: Resumen Pares Defectuosos 06/07/09 – 11/07/09**

**Análisis Estadístico:** A continuación se muestra el cuadro de Pares Defectuosos Vs Máquina tabulado:

MÁQUINA	Fr	%	Fa
<b>Polaris</b>	213	44.1%	44.1%
<b>Electromodul</b>	171	35.4%	79.5%
<b>SP480</b>	88	18.2%	97.7%
<b>SP245</b>	11	2.3%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>483</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 63: Tabulación Pares Defectuosos 06/07/09 – 11/07/09**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 63: Diagrama de Pareto Pares Defectuosos 06/07/09 – 11/07/09**

Del gráfico anterior se puede concluir que las máquinas que producen mayor cantidad de pares defectuosos son la Polaris y Electromodul, por lo que se realizó un estudio de las causas que provocan pares defectuosos, además de acuerdo a la recopilación de datos en las últimas horas de trabajo es cuando el índice de defectuosos aumenta.

## **ESTUDIO DE CAUSAS QUE PROVOCAN SUELAS DEFECTUOSAS**

El estudio se realizó del 6 al 11 de julio 2009 siguiendo los mismos parámetros establecidos en el apartado anterior. La recopilación de datos se la realizó en las mismas máquinas del estudio anterior:

- Electromodul: 2 estaciones de trabajo, 1 operario, 700 – 800 pares / día
- SP480: 2 estaciones de trabajo, 1 operario, 700 – 800 pares / día

- Polaris: 4 estaciones de trabajo, 2 operarios, 1400 – 1600 pares / día
- SP 245: 2 estaciones 1 operario, 700 – 800 pares / día

Los datos se tomaron en una tabla que corresponde a cada máquina inyectora, contabilizando el total de pares defectuosos y el total producido al día y las causas que los produjeron. La recopilación de datos se la realizó de acuerdo al Anexo 1c.

### **TABLAS DE RECOPILOCIÓN DE DATOS: CAUSAS DE PARES DEFECTUOSOS**

Esta compuesta por tres columnas:

**Referencia:** Indica la causa que provocó el/ los pare(s) defectuoso(s)

**Máquina:** Nombre de las máquinas a las que se realizó el estudio.

**Resultados:** Contiene la Suma de los pares defectuosos por causa, el porcentaje (%) que representan los pares defectuosos en relación al total para cada causa.

Nos guiaremos en la Tabla 27: *Causas que provocan Suelas Defectuosas*, mencionada anteriormente en donde se muestran las causas que provocan pares defectuosos, cada una representada por una letra, la misma que será utilizada durante el análisis:

Ref	Causa
A	Falto llenar el molde (volumen)
B	Se termino el material
C	Faltó purgar (cambio de color)
D	Inadecuada velocidad (rayaduras)
E	Tiempo de Enfriamiento
F	Colocación inadecuada de marquilla
G	Jalar con mucha fuerza al sacar del molde (rotura)
H	Introduce mucho el gancho para sacar suela (rotura)
I	Objetos extraños en la materia prima
J	Muchas rebabas (demasiado material)
K	Taponamiento del molde (sale un chulla)
L	Material quemado (cambio de material)
M	Gotas de agua presentes en el molde
N	Se rechupan
O	Olvido sacar la rebaba de molde (rebaba sale montada en la suela)
P	Mucha silicona

**Elaborado por:** Verónica Apushón



## CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS

### DEFECTUOSOS: CAUSAS

**SEMANA:** DEL 6 AL 11 DE JULIO 2009

**DÍA:** Lunes, 6 de julio de 2009

Ref.	LUNES 6 DE JULIO 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	5	5	2		12	15.6%
C	4				4	5.2%
F	7	2			9	11.7%
G	4	8	9		21	27.3%
H	4				4	5.2%
J			6		6	7.8%
K	4				4	5.2%
M	1				1	1.3%
N			15	1	16	20.8%
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>77</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 64: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 6 de Julio 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 27.3% de los pares defectuosos fueron debido a que se jala con mucha fuerza al momento de sacar la suela del molde (gancho)
- El 80.95% de los pares defectuosos por la causa G corresponden a las máquinas Polaris y SP480.

**DÍA:** Martes, 7 de julio de 2009

Ref.	MARTES 7 DE JULIO 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	4	6	2		12	16.4%
G	15		8		23	31.5%
J		2	2		4	5.5%
N	8	7	16	3	34	46.6%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>73</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 65: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 7 de Julio 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 46.6% de los pares defectuosos fueron debido a que se rechuparon las suelas.
- El 70.59% de los pares defectuosos por la causa N corresponden a las máquinas Polaris y Electromodul

**DÍA:** Miércoles, 8 de julio de 2009

Ref.	MIÉRCOLES 8 DE JULIO 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
<b>A</b>	10	3	5	1	19	24.4%
<b>E</b>		4			4	5.1%
<b>G</b>	5		10		15	19.2%
<b>J</b>	2		7		9	11.5%
<b>N</b>	12	6	5	3	26	33.3%
<b>O</b>		2			2	2.6%
<b>P</b>			3		3	3.8%
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>78</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 66: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 8 de Julio 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 33.3% de los pares defectuosos fueron debido a que se rechuparon las suelas.
- El 69.23% de los pares defectuosos por la causa N corresponden a las máquinas Electromodul y SP480

**DÍA:** Jueves, 9 de julio de 2009

Ref.	JUEVES 9 DE JULIO 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	11	7	6		24	28.9%
F	7		8		15	18.1%
G	4				4	4.8%
J	6	1	6		13	15.7%
N	8	5	13	1	27	32.5%
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>83</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.  
**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 67: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 9 de Julio 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 32.5% de los pares defectuosos fueron debido a que se rechuparon las suelas.
- El 77.78% de los pares defectuosos por la causa N corresponden a las máquinas Polaris y Electromodul

**DÍA:** Viernes, 10 de julio de 2009

Ref.	VIERNES 10 DE JULIO 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
A	10	8	5		23	23.5%
C	4				4	4.1%
D	4				4	4.1%
G			16		16	16.3%
J	5	5	20	1	31	31.6%
N	15		5		20	20.4%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>13</b>	<b>46</b>	<b>1</b>	<b>98</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.  
**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 68: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 10 de Julio 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 31.6% de los pares defectuosos fueron debido a que no se configuró adecuadamente el parámetro volumen y por lo tanto las suelas salieron con rebabas.
- El 64.52% de los pares defectuosos por la causa J corresponden a la máquina Polaris

**DÍA:** Sábado, 11 de julio de 2009

Ref.	SÁBADO 11 DE JULIO 2009				RESULTADOS	
	Elect	SP480	Pol	SP245	Suma	%
<b>A</b>	2	4	5	1	12	16.2%
<b>G</b>			5		5	6.8%
<b>J</b>	7	1	19		27	36.5%
<b>N</b>	3	12	15		30	40.5%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>74</b>	

**Fuente:** Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

**Elaborado por:** Verónica Apushón

**Tabla 69: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 11 de Julio 2009**

De la tabla anterior se puede concluir:

- El 40.5% de los pares defectuosos fueron debido a que se rechuparon las suelas.
- El 90.00% de los pares defectuosos por la causa N corresponden a las máquinas Polaris y SP480



**RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO DE SUELAS  
DEFECTUOSAS (POR CAUSAS) **

**TABLA GENERAL DE CAUSAS**

Ref	Causa	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Total
A	Falto llenar el molde (volumen)	12	12	19	24	23	12	102
C	Faltó purgar (cambio de color)	4	0	0	0	4	0	8
D	Inadecuada velocidad (rayaduras)	0	0	0	0	4	0	4
E	Tiempo de Enfriamiento	0	0	4	0	0	0	4
F	Colocación inadecuada de marquilla	9	0	0	15	0	0	24
G	Jalar con mucha fuerza al sacar del molde (rotura)	21	23	15	4	16	5	84
H	Introduce mucho el gancho para sacar suela (rotura)	4	0	0	0	0	0	4
J	Muchas rebabas (demasiado material)	6	4	9	13	31	27	90
K	Taponamiento del molde (sale un chulla)	4	0	0	0	0	0	4
M	Gotas de agua presentes en el molde	1	0	0	0	0	0	1
N	Se rechupan	16	34	26	27	20	30	153
O	Se olvido sacar la rebaba del molde	0	0	2	0	0	0	2
P	Mucha silicona	0	0	3	0	0	0	3
<b>TOTAL</b>		<b>77</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>83</b>	<b>98</b>	<b>74</b>	<b>483</b>

Elaborado por: Verónica Apushón

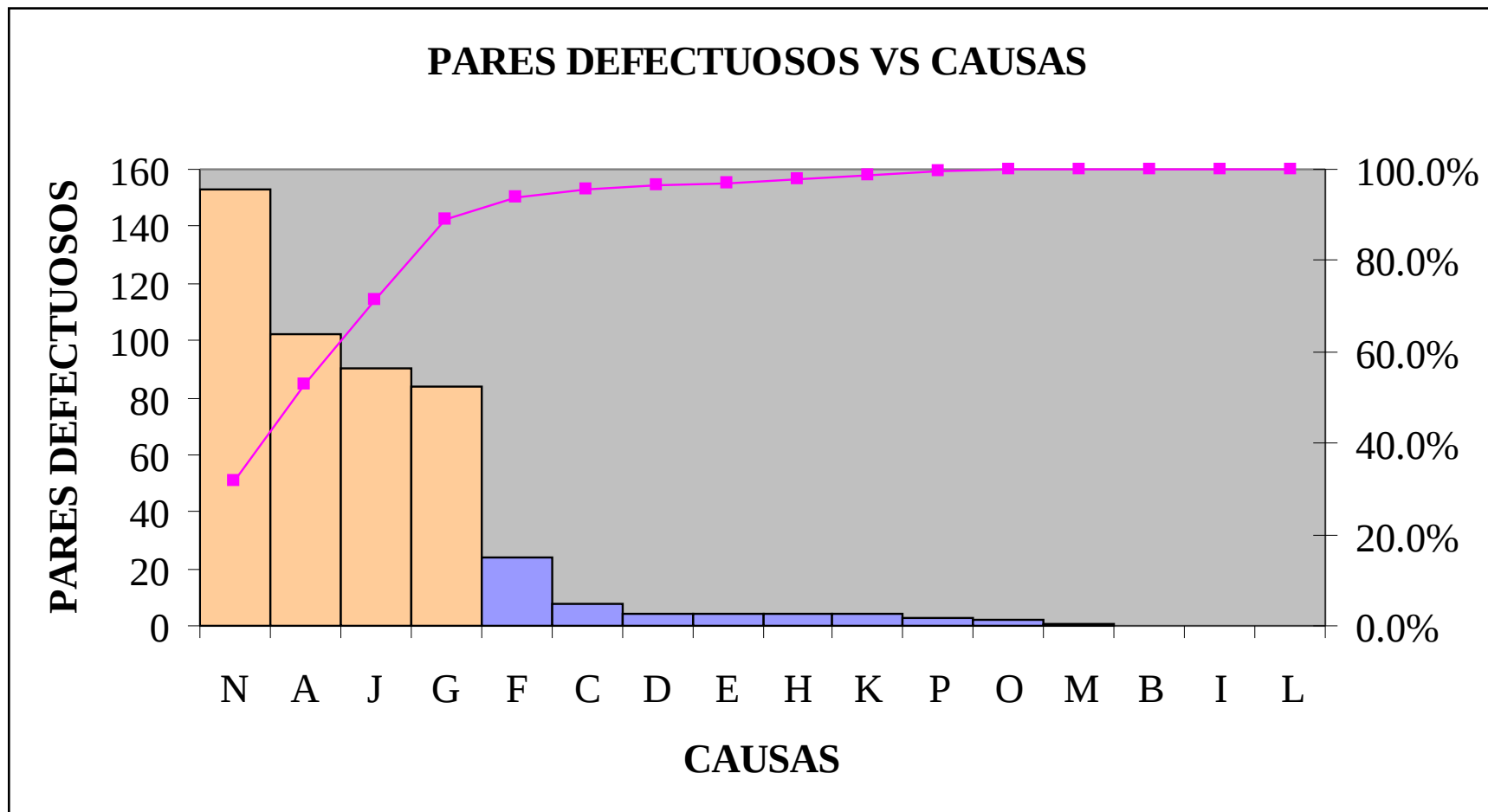
**Tabla 70: Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 06/07/09 – 11/07/09**

**TABULACIÓN ESTADÍSTICA**

Ref	Fr	%	Fa
N	153	31.7%	31.7%
A	102	21.1%	52.8%
J	90	18.6%	71.4%
G	84	17.4%	88.8%
F	24	5.0%	93.8%
C	8	1.7%	95.4%
D	4	0.8%	96.3%
E	4	0.8%	97.1%
H	4	0.8%	97.9%
K	4	0.8%	98.8%
P	3	0.6%	99.4%
O	2	0.4%	99.8%
M	1	0.2%	100.0%
<b>Total</b>	<b>483</b>		

Elaborado por: Verónica Apushón

**Tabla 71: Tabulación Índice de Pares Defectuosos Vs Causas 06/07/09 – 11/07/09**



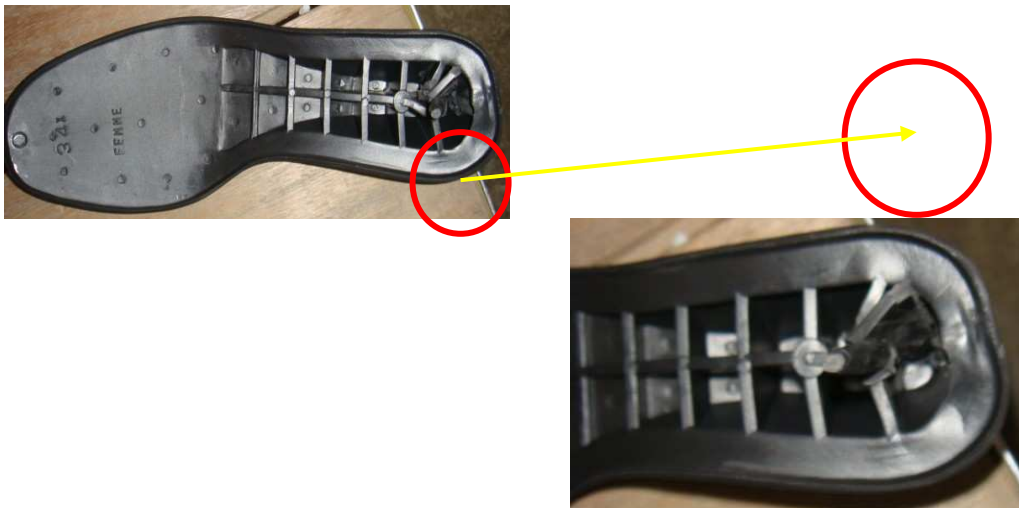
Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 64:** Pareto de Causas de Pares Defectuosos 06/07/09 – 11/07/09

De gráfico anterior se puede concluir que el mayor porcentaje de pares defectuosos está dado porque las suelas se rechupan, faltó llenar el molde (programación inadecuada de volumen en la inyectora), muchas rebabas (demasiado material, inadecuada programación de volumen en la inyectora) y sacar la suela del molde con una fuerza superior a la admitida; como se puede apreciar las causas que tuvimos inicialmente como principales ahora se han convertido en secundarias, por lo que se ha logrado reducir el índice de pares defectuosos. A través de esta metodología se puede retroalimentar el proceso productivo cada vez que necesite resolver algún problema siguiendo el mismo procedimiento.



**Figura 65: Suela con Rotura 1**



**Figura 66: Suela con Rotura 2**



**Figura 67: Suela Incompleta**



**Figura 68: Suela Rechupada**

**COMPORTAMIENTO PARES PRODUCIDOS / PARES DEFECTUOSOS**

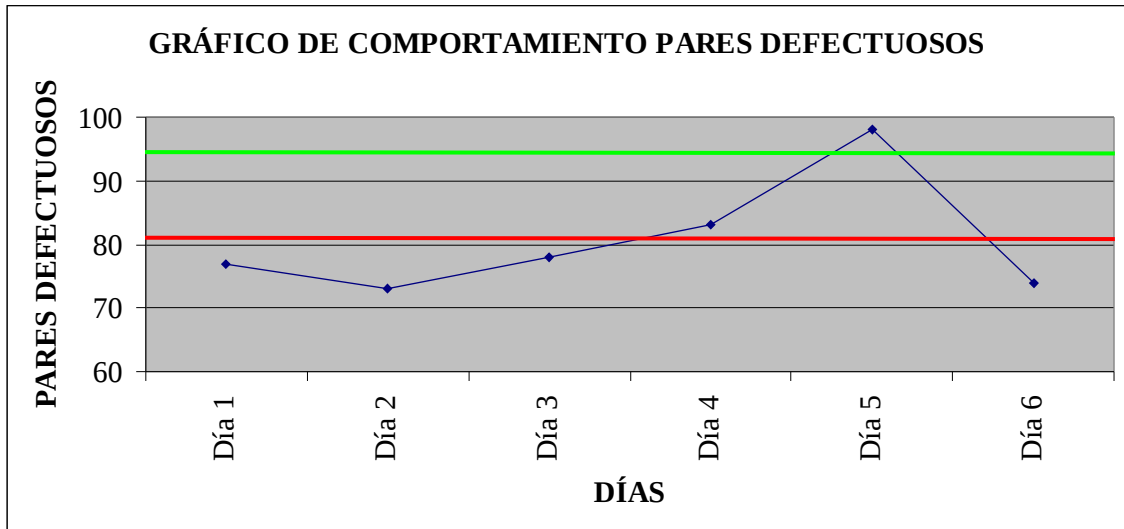
Los datos mostrados a continuación corresponden a las 4 máquinas (Electromodul, SP480, Polaris y SP245) que se realizó el estudio de pares defectuosos:

DETALLE	FECHA						TOTAL	PROM
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6		
<b>Total Productos Fabricados</b>	3612	3629	3577	3792	3893	3713	22216	3702.7
<b>Total Productos Defectuosos</b>	77	73	78	83	98	74	483	80.5
<b>Porcentaje Defectuosos</b>	2.1%	2.0%	2.2%	2.2%	2.5%	2.0%	2.2%	2.2%

Fuente: Datos Recopilados en Milplast Cía. Ltda.

Elaborado por: Verónica Apushón

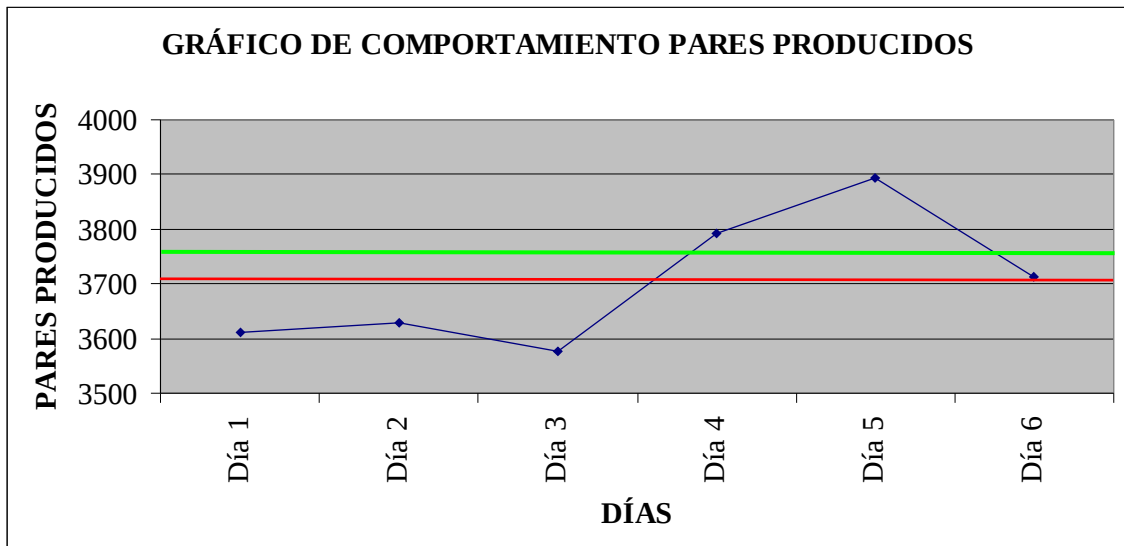
**Tabla 72: Comportamiento Pares Producidos / Pares Defectuosos**



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 69: Comportamiento Pares Defectuosos 06/07/2009 – 11/07/2009**

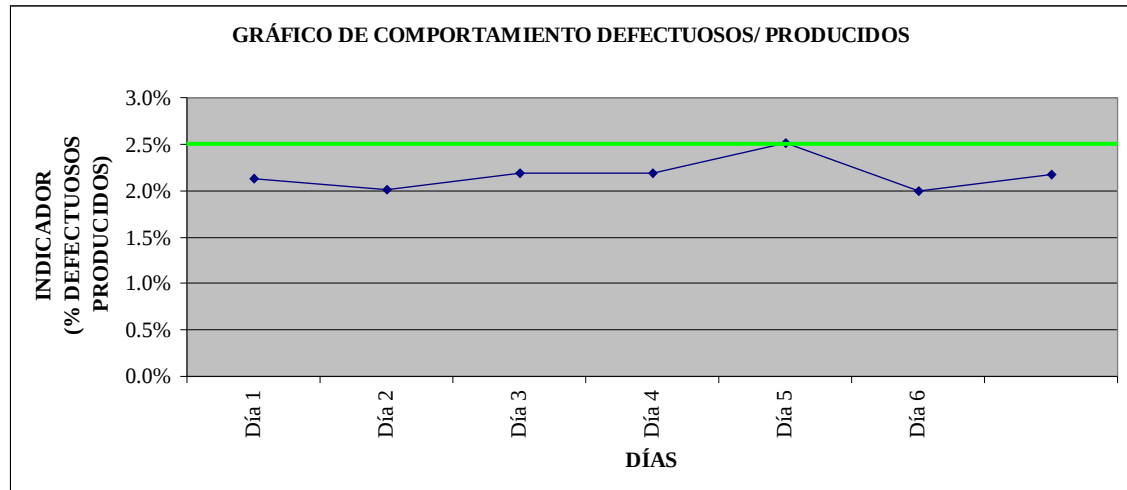
El gráfico anterior nos muestra el comportamiento de pares defectuosos a lo largo del estudio realizado, la línea roja representa el promedio correspondiente a producto con no conformidades (81 pares/ día), el mismo que está debajo del nivel admitido del 2.5%, es decir para la producción establecida promedio (3750 pares/ día) máximo deberíamos tener 94 pares defectuosos al día. Con lo que se concluye que se ha logrado reducir el índice de pares defectuosos.



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 70: Comportamiento Pares Producidos 06/07/2009 – 11/07/2009**

El gráfico anterior nos muestra el comportamiento de la producción a lo largo del estudio realizado, la línea roja representa el promedio actual de producción (3702 pares / día), que se encuentra por debajo del valor estimado correspondiente a 3750 pares/ día (línea verde), existiendo una diferencia de 48 pares representado por un 1.28% de producción menos cada día, con este resultado también concluimos que la capacidad productiva se ha incrementado en un 18.9%.



Elaborado por: Verónica Apushón

**Figura 71: Comportamiento Pares Defectuosos/ Producidos**

**06/07/2009 – 11/07/2009**

El gráfico nos muestra el comportamiento del índice de pares defectuosos con respecto a los producidos a lo largo del estudio realizado, tenemos un promedio de no conformidades representado por el 2.2%, el mismo que está debajo el nivel admitido del 2.5% (línea verde), indicando así la disminución de pares defectuosos.

### **RECOMENDACIONES PARA ALGUNOS DEFECTOS EN LA INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS**

Los defectos en partes moldeadas requieren experiencia tanto para ser identificados como para ser resueltos. Los operarios con años de experiencia en inyección son los mejores maestros de identificación y solución de problemas, ya que su experiencia les da las ideas y recursos necesarios para solucionar

problemas rápidamente. Aquí se sugieren algunas de las soluciones a los problemas más comunes:

Defecto	Causas Posibles	Probables Soluciones
Enchucamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfriamiento demasiado intensivo.</li> <li>• Diseño inadecuado de la pieza.</li> <li>• Tiempo de enfriamiento corto.</li> <li>• Sistema de extracción inapropiado.</li> <li>• Esfuerzos en el material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremente el tiempo de enfriamiento dentro del molde.</li> <li>• Utilizar un polímero reforzado.</li> </ul>
Flash	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión de cierre demasiado baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la presión de la unidad de cierre.</li> </ul>
Líneas de flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala dispersión del concentrado de color o del pigmento.</li> <li>• Temperatura demasiado baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargar el material más lentamente.</li> <li>• Incrementar la temperatura del barril.</li> <li>• Modificar el perfil de temperaturas.</li> </ul>
Puntos negros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay carbonizaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Purgar el husillo.</li> <li>• Reducir la temperatura de proceso.</li> <li>• Limpiar el husillo manualmente.</li> </ul>
Piel de naranja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidad del material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir la temperatura de proceso.</li> <li>• Incrementar la temperatura del molde.</li> <li>• Cambiar el concentrado de color.</li> </ul>
Parte incompleta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiente material en la cavidad.</li> <li>• Falta de material en la tolva.</li> <li>• Cañón demasiado pequeño.</li> <li>• Temperatura demasiado baja.</li> <li>• Obstrucción de la tolva o de la boquilla.</li> <li>• Válvula tapada.</li> <li>• Tiempo de sostenimiento demasiado corto.</li> <li>• Velocidad de inyección demasiado baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyectar más material.</li> <li>• Cambiar el molde a una máquina de mayor capacidad.</li> <li>• Incrementar la temperatura del barril.</li> <li>• Incrementar la velocidad de inyección.</li> <li>• Modificar el tamaño de los canales del molde.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canales demasiado pequeños.</li> <li>• Respiración insuficiente.</li> <li>• Programación inadecuada de volumen.</li> </ul>	
Parte con rebabas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificación excesiva.</li> <li>• Temperatura de inyección muy alta.</li> <li>• Presión de inyección muy alta.</li> <li>• Tiempo de inyección muy largo.</li> <li>• Temperatura de molde muy alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificar menos material.</li> <li>• Disminuir la temperatura de inyección.</li> <li>• Disminuir la presión.</li> <li>• Disminuir el tiempo de inyección.</li> <li>• Disminuir la temperatura del molde.</li> </ul>
Rechupados y huecos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión de inyección demasiado baja.</li> <li>• Tiempo de sostenimiento de presión muy corto.</li> <li>• Velocidad de inyección baja.</li> <li>• Material sobrecalentado.</li> <li>• Humedad (gotas de agua en el molde).</li> <li>• Enfriamiento del molde no uniforme.</li> <li>• Canales o compuerta muy pequeños.</li> <li>• Mal diseño de la pieza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la presión.</li> <li>• Incrementar el tiempo de sostenimiento de presión.</li> <li>• Disminuir la temperatura del barril.</li> <li>• Incrementar la velocidad de inyección.</li> <li>• Abrir el venteo o preseque el material.</li> <li>• Modificar los canales de enfriamiento del molde o el flujo del agua.</li> <li>• Modificar el molde.</li> </ul>
Líneas de unión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura general muy baja en el molde.</li> <li>• Temperatura del fundido no uniforme.</li> <li>• Presión de inyección muy baja.</li> <li>• Velocidad de inyección muy baja.</li> <li>• Insuficiente respiración en la zona de unión de los flujos encontrados.</li> <li>• Velocidad de llenado no uniforme.</li> <li>• Flujo no adecuado del material por los canales o la cavidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la temperatura.</li> <li>• Incrementar la presión.</li> <li>• Incrementar la velocidad de inyección.</li> <li>• Modificar la respiración del material en el molde.</li> <li>• Modificar la compuerta para uniformar el flujo.</li> </ul>



Degradación por aire atrapado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad.</li> <li>• Degradación de aditivos.</li> <li>• Temperatura demasiado alta.</li> <li>• Respiración del molde insuficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secar el material.</li> <li>• Disminuir la temperatura.</li> <li>• Modificar la respiración del molde.</li> </ul>
Delaminación de capas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura demasiado baja.</li> <li>• Velocidad de inyección demasiado baja.</li> <li>• Baja contrapresión de la máquina.</li> <li>• Temperatura del molde muy baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la temperatura.</li> <li>• Incrementar la velocidad de inyección.</li> <li>• Incrementar la contrapresión de la máquina.</li> </ul>
Fracturas o grietas en la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del molde demasiado baja.</li> <li>• Sistema de eyección demasiado agresivo o inadecuado.</li> <li>• Empacado excesivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la temperatura.</li> <li>• Modificar las barras eyectoras.</li> <li>• Disminuir la presión de sostenimiento.</li> </ul>
Marcas de las barras eyectoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de enfriamiento muy corto.</li> <li>• Temperatura del molde alta.</li> <li>• Temperatura del polímero demasiado alta.</li> <li>• Rapidez de eyección demasiado alta.</li> <li>• Localización inadecuada de las barras eyectoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar el tiempo de enfriamiento.</li> <li>• Disminuir la temperatura del fundido.</li> <li>• Disminuir la rapidez de eyección.</li> <li>• Modificar la ubicación de las barra eyectoras.</li> </ul>
Quemado de la pieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quemado por efecto de jet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuya la velocidad de inyección.</li> </ul>
El concentrado de color no se mezcla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil incorrecto de temperaturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probar un perfil inverso de temperaturas.</li> <li>• Bajar la temperatura de las primeras dos zonas de la unidad de inyección.</li> <li>• Usar un perfil de temperaturas más agresivo.</li> </ul>
El color es más oscuro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La temperatura es demasiado alta.</li> <li>• La compuerta es demasiado pequeña y se quema el polímero por presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir la temperatura.</li> <li>• Modificar la compuerta del molde.</li> </ul>

**Fuente:** Wikipedia

**Tabla 73:** *Recomendaciones frente a defectos de inyección.*

## MATERIAL DE REFERENCIA

### 1. Bibliografía

#### 1.1 Libros y Revistas

- CHASE, A y Otros (2007). *Administración de Producción y Operaciones*. Editorial MC Graw Hill. 10ma Edición, México.
- NARANJO, A y Otros (2009). *Tecnología de los Plásticos. Manual de Bolsillo: Inyección*. Editorial Guaduales. Colombia.
- NIEBEL, B (1980). *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos*, 2da Edición, México.
- Revista Técnica Cueros (2010). Edición No 53. Ambato
- Revista Técnica Tecnología del Plástico (2010). Edición 1 (Vol. 25). Colombia.
- En relación a los autores: Hammer, Manganelli, Omachumo y Fonseca son referencias tomadas de la página [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

#### 1.2 Páginas de Internet

- <http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos37/tempos-predeterminados/tempos-predeterminados.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos52/formula-tiempos/formula-tiempos10.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/medtrab/medtrab.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos47/gestion-produccion/gestion-produccion.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos28/reingenieria/reingenieria.shtml>
- [http://html.rincondelvago.com/administracion-de-la-produccion\\_7.html](http://html.rincondelvago.com/administracion-de-la-produccion_7.html)

- [www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml](http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml)
- <http://www.mailxmail.com/curso-inyeccion-termoplasticos/que-consiste-proceso-inyeccion>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo\\_por\\_inyecci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro\\_de\\_vinilo](http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo)
- [http://www.grupokaizen.com/lg/Reingenieria\\_de\\_Procesos.pdf](http://www.grupokaizen.com/lg/Reingenieria_de_Procesos.pdf)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Reingenier%C3%ADa\\_de\\_procesos](http://es.wikipedia.org/wiki/Reingenier%C3%ADa_de_procesos)
- <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/858/5/T10121CAP2.pdf>
- [http://help.sap.com/saphelp\\_40b/helpdata/es/f4/7d308f44af11d182b40000e829fbfe/content.htm](http://help.sap.com/saphelp_40b/helpdata/es/f4/7d308f44af11d182b40000e829fbfe/content.htm)
- <http://www.monografias.com/trabajos32/plan-maestro-produccion/plan-maestro-produccion.shtml>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad\\_en\\_la\\_industria](http://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad_en_la_industria)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Suela>
- [http://www.quiminet.com/ar1/ar\\_bcBuarmvcd-las-partes-de-una-maquina-inyectora.htm](http://www.quiminet.com/ar1/ar_bcBuarmvcd-las-partes-de-una-maquina-inyectora.htm)
- [http://www.trabajo.gov.ar/competencialaboral/ocupaciones/metalurgico/19mf\\_maquina\\_%20inyectora.pdf](http://www.trabajo.gov.ar/competencialaboral/ocupaciones/metalurgico/19mf_maquina_%20inyectora.pdf)
- [http://www.fcyt.umss.edu.bo/docentes/181/publicaciones/maq\\_iny.pdf](http://www.fcyt.umss.edu.bo/docentes/181/publicaciones/maq_iny.pdf)

## **2. Anexos**

## ANEXO 1: DOCUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

### Anexo 1a: FORMATO PARA TOMA DE TIEMPOS

REGISTRO DE TIEMPOS										
<b>Área de Trabajo:</b>					<b>Fecha de Observación:</b>					
<b>No de Operarios:</b>					<b>No de Observaciones:</b>					
<b>Nombre del Responsable:</b>					<b>No de Hoja:</b>					
<b>Nombre de la Máquina:</b>										
<b>No Estaciones Trabajo:</b>										
<b>TAREAS</b>										
<b>PRODUCTIVAS</b>										
<b>IMPRODUCTIVAS</b>										
No	T	D	T	D	T	D	T	D	T	T
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
S										
P										
<b>Observaciones Generales:</b>										
_____										
_____										
_____										


## ANEXO 1: DOCUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 1b: FORMATO PARA RECOLECTAR CANTIDAD PARES DEFECTUOSOS (POR MÁQUINAS)

Máquina	HORAS									Suma
	7:30-8:30	8:30-9:30	9:30-10:30	10:30-11:30	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:30	
Electromodul										
SP480										
Polaris										
SP245										
Suma										

FECHA: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

OBSERVADOR: \_\_\_\_\_

**CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS** 

## ANEXO 1: DOCUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

### Anexo 1c: FORMATO PARA RECOLECTAR CANTIDAD PARES DEFECTUOSOS (CAUSAS)

**MILPLAST**

**CONTROL DIARIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS: CAUSAS**

**FECHA:** \_\_\_\_\_ **No:** \_\_\_\_\_

**OBSERV:** \_\_\_\_\_

REF	CAUSA	MÁQUINA			Suma
		Electrom.	SP 480	Polaris	
A	Falto llenar el molde				
B	Se termino el material				
C	Faltó purgar				
D	Inadecuada velocidad				
E	Tiempo de Enfriamiento				
F	Colocación inadecuada de marquilla				
G	Rotura por jalar con mucha fuerza				
H	Rotura por gancho al sacar suela				
I	Objetos extraños en la materia prima				
J	Muchas rebabas				
K	Taponamiento del molde (sale un chulla)				
L	Material quemado				
M	Gotas de agua presentes en el molde				
N	No sacar rápido suela				
O	Rebaba montada en suela				
P	Mucha silicona				
<b>TOTAL</b>					

## ANEXO 1: DOCUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

### Anexo 1d: FORMATO PARA RECOLECTAR PARÁMETROS DE INYECCIÓN

**HOJA DE PARAMETROS PARA INYECCIÓN**

Área de Trabajo:   Inyección  
   
 Nombre de la Máquina: \_\_\_\_\_

Nombre del Responsable: \_\_\_\_\_
 Nombre del Responsable: \_\_\_\_\_
 Fecha: \_\_\_\_\_

DÍAS	No Est	DATOS DE LAS SUELAS					PARÁMETROS			TEMPERATURA			TIEMPOS			
		Modelo	Talla	Material	Color	#Pares	Vol.	Velocidad	Presión	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4
		Suela				Prod.	gr.		bar.	°C	°C	°C	seg	seg	g	seg
LUN																
MAR.																
MIE.																
JUE.																
VIE.																

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**ANEXO 2: DOCUMENTOS MILPLAST**

**Anexo 2a: PEDIDO DE SUELAS**

<b>PEDIDO DE SUELAS</b>												
<b>CLIENTE:</b>	_____	<b>CIUDAD:</b>	_____									
<b>FECHA:</b>	_____	<b>VENDEDOR:</b>	_____									
MODELO	COLOR	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	TOTAL

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO 2: DOCUMENTOS MILPLAST**

**Anexo 2b: ORDEN DE PRODUCCIÓN**

ORDEN DE PRODUCCIÓN SUELAS												
<b>CLIENTE:</b>	_____	<b>ORDEN No:</b>	_____									
<b>FECHA:</b>	_____	<b>VENDEDOR:</b>	_____									
MODELO	COLOR	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	TOTAL

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO 2: DOCUMENTOS MILPLAST**

**Anexo 2c: REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN**

### REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN



Área de Trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

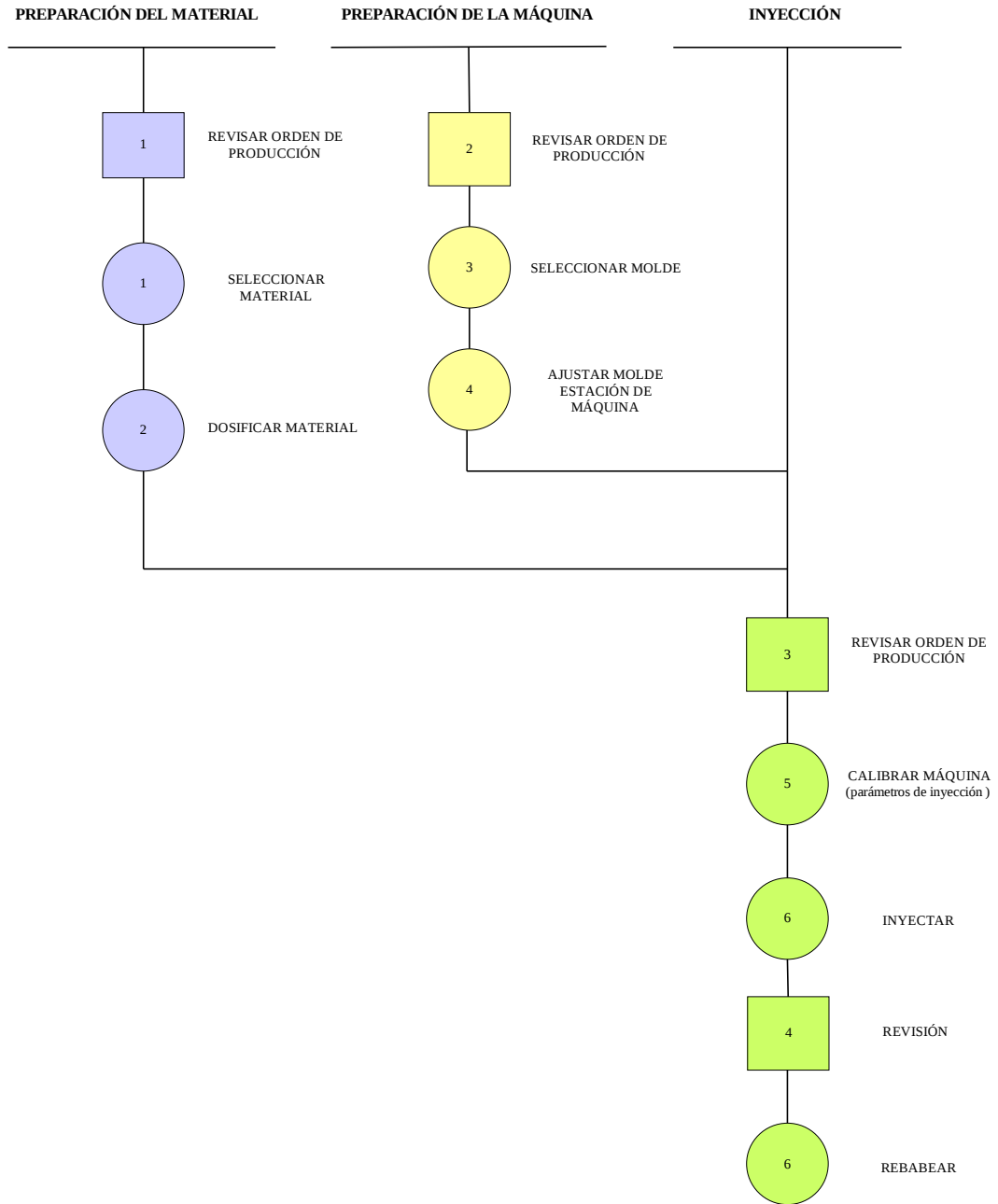
Nombre del Responsable: \_\_\_\_\_

DÍA	Modelo Suela	Talla	Material	Color	#Pares Prod.
LUN					
MAR					
MIE					
JUE					
VIE					

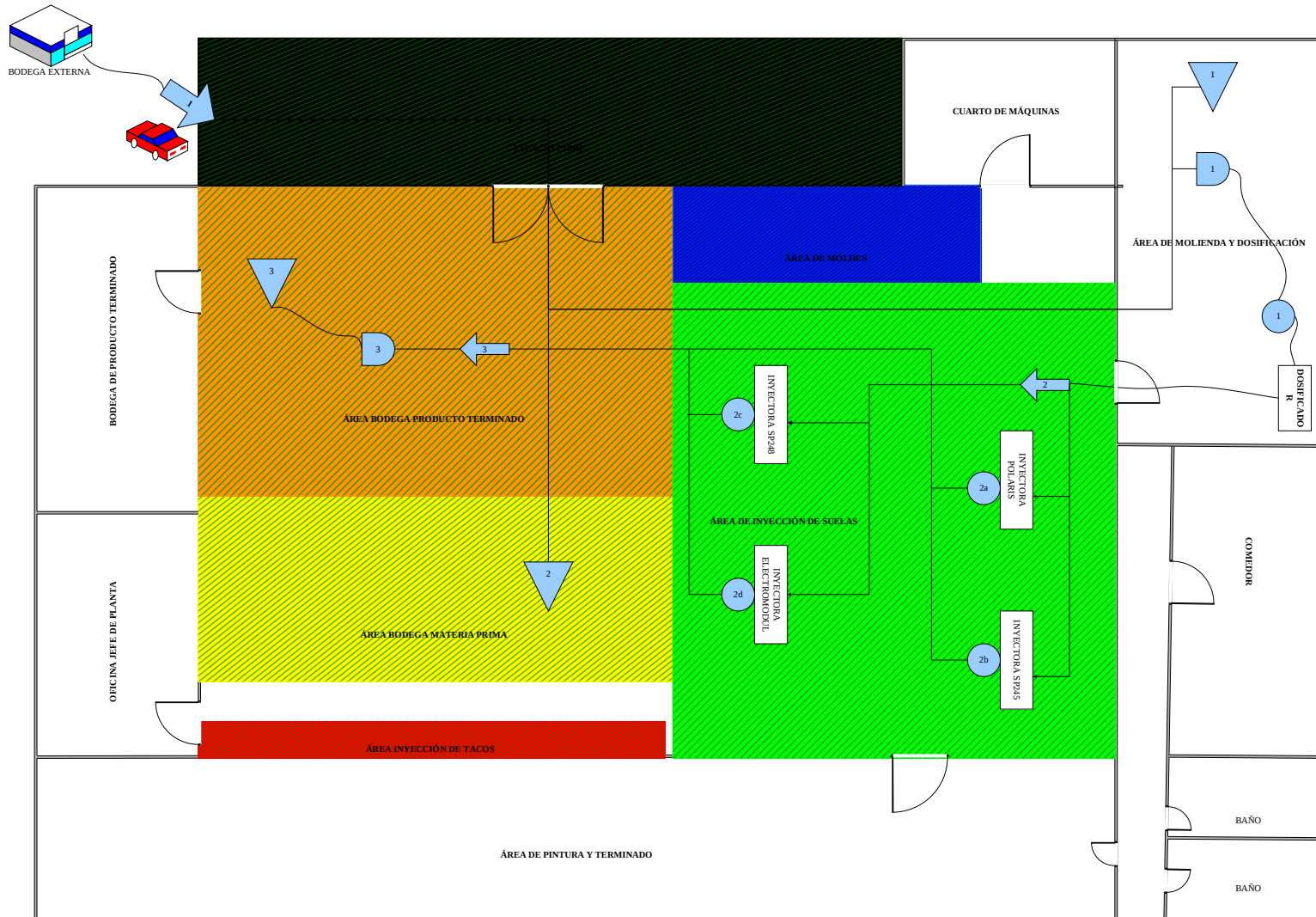
OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

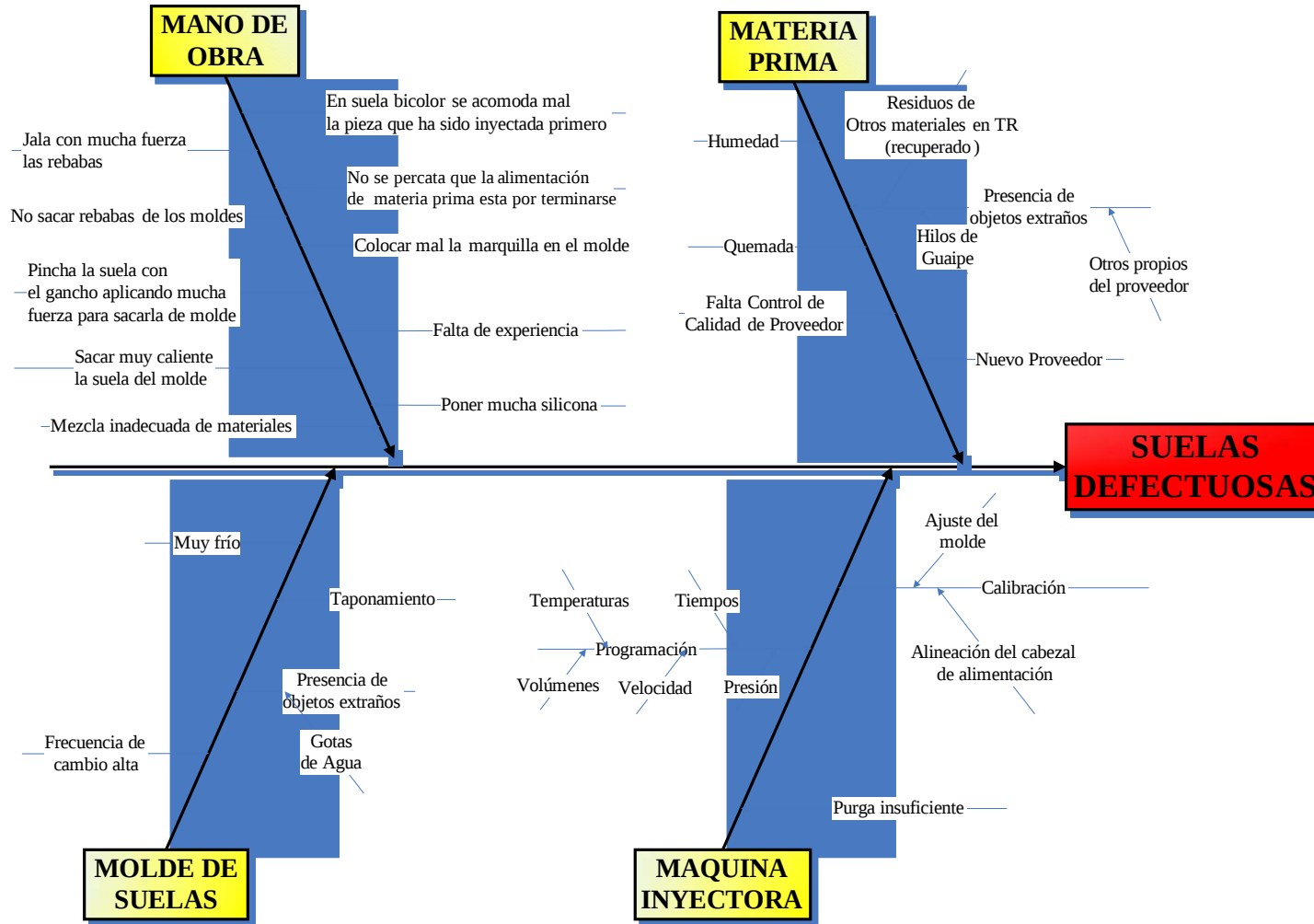
### ANEXO 3: DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES



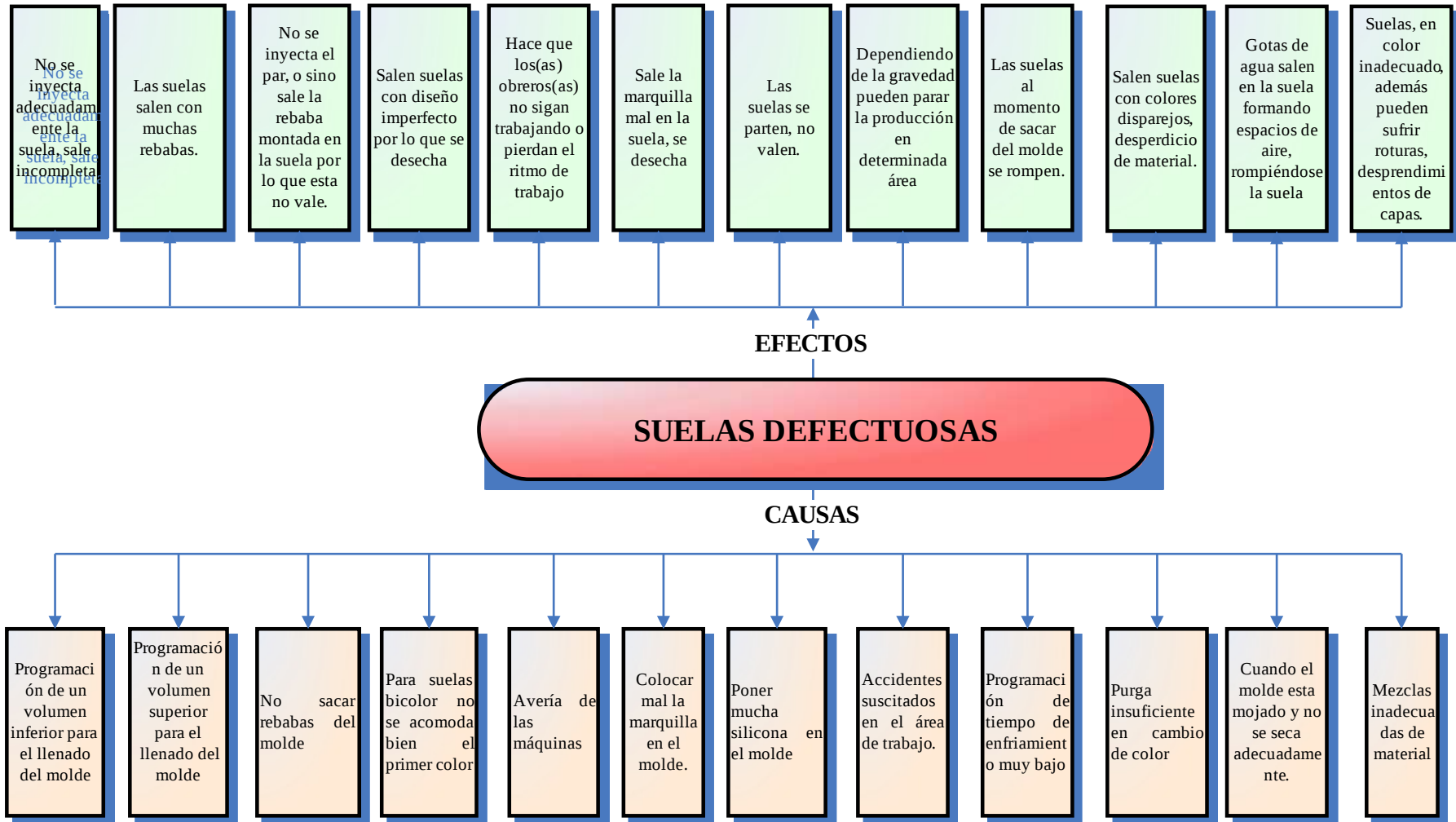
## ANEXO 4: DIAGRAMA DE RECORRIDO



## ANEXO 5: DIAGRAMA DE PESCAO: SUELAS DEFECTUOSAS

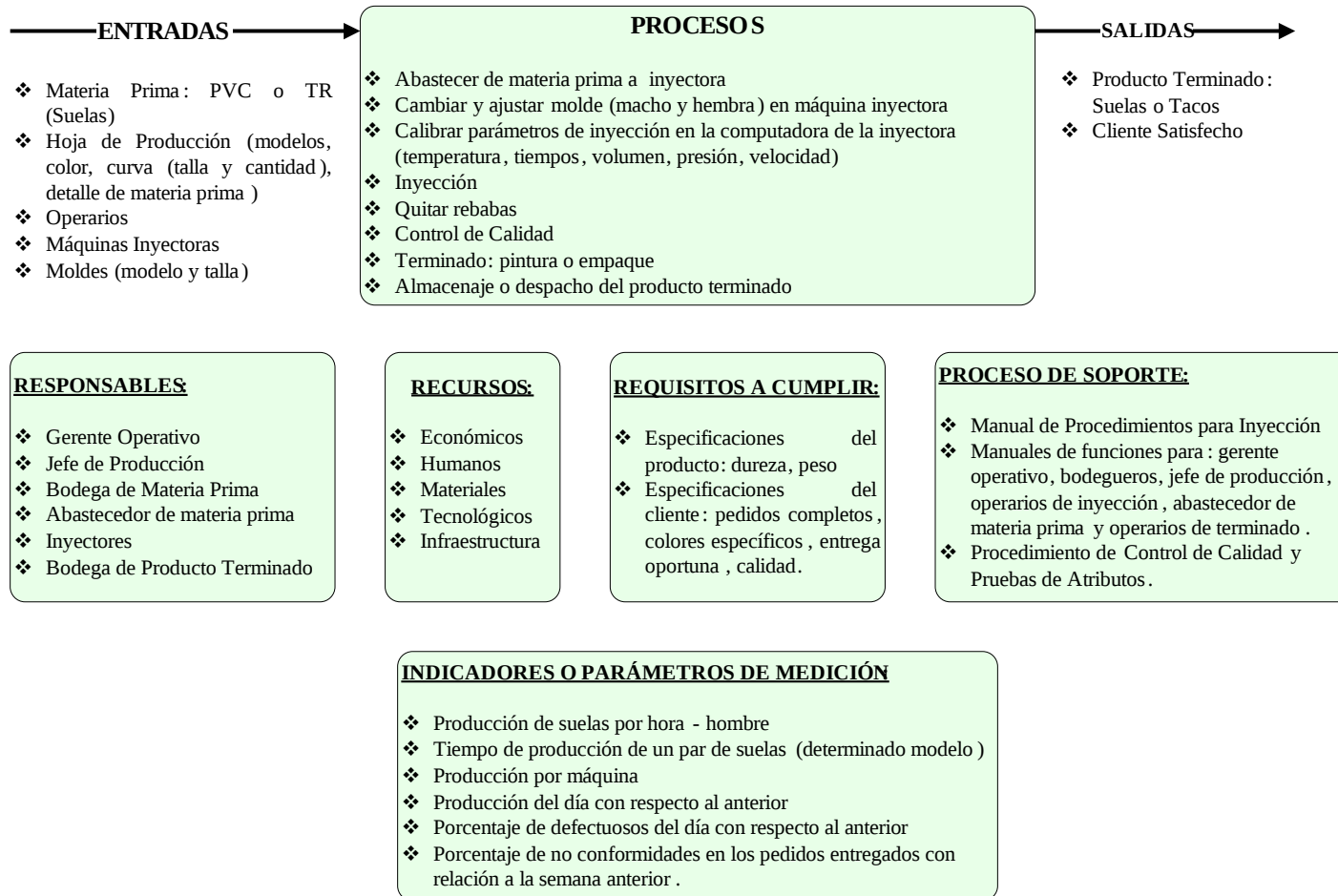


**ANEXO 6: ÁRBOL DE PROBLEMA: SUELAS DEFECTUOSAS.**



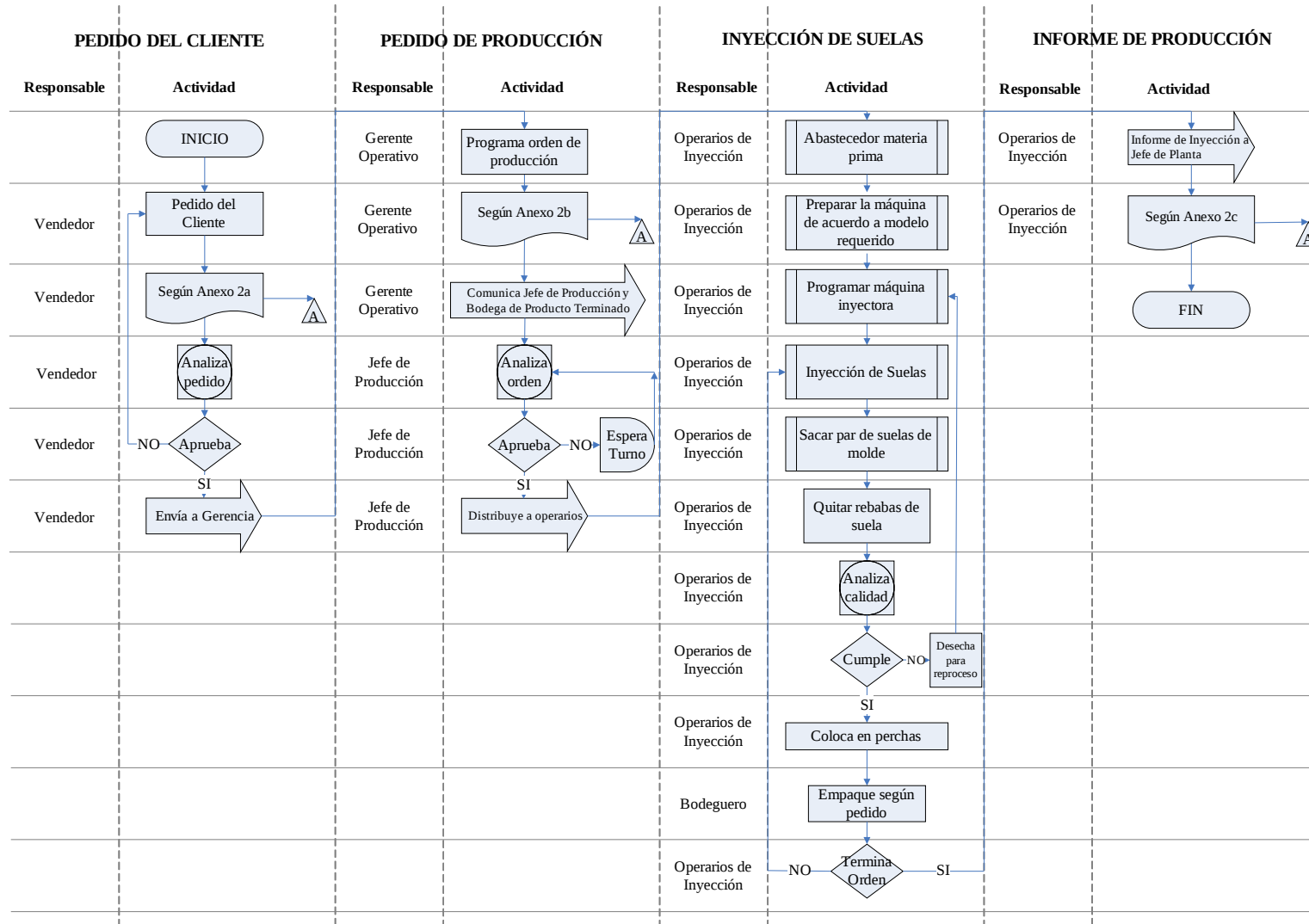
## ANEXO 7: DIAGRAMA DE CARACTERIZACIÓN: PROCESO DE INYECCIÓN

### CARACTERIZACIÓN DE PROCESO DE INYECCIÓN

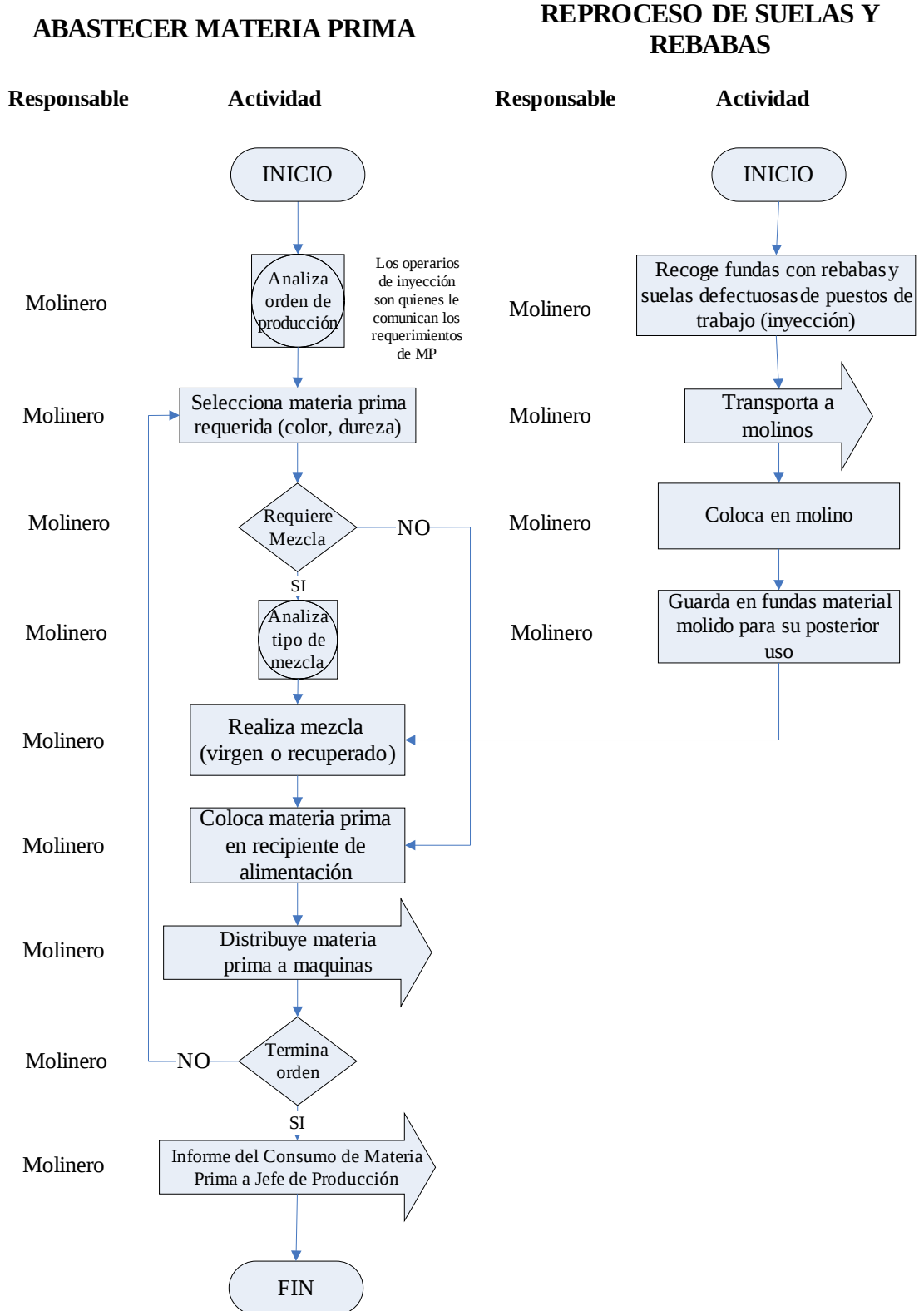




## ANEXO 8: DIAGRAMA DE FLUJO: INYECCIÓN DE SUELAS

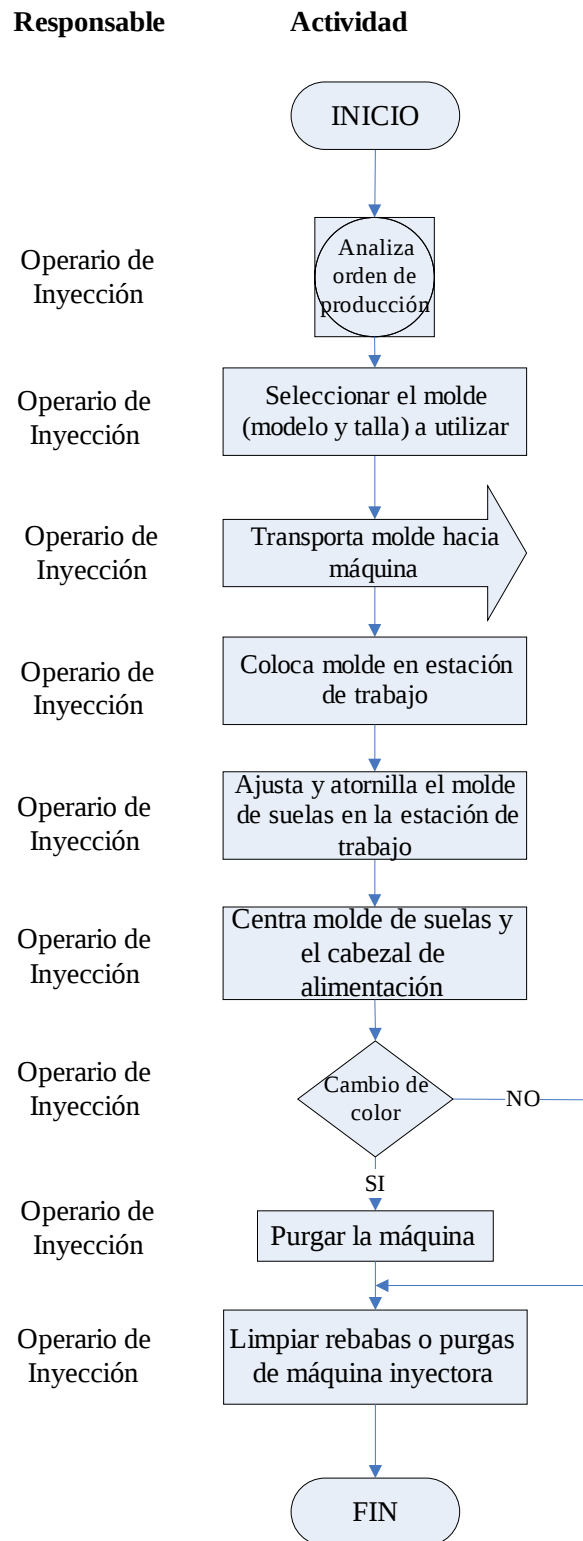


## ANEXO 8a: DIAGRAMA DE FLUJO: ABASTECIMIENTO DE MATERIALES



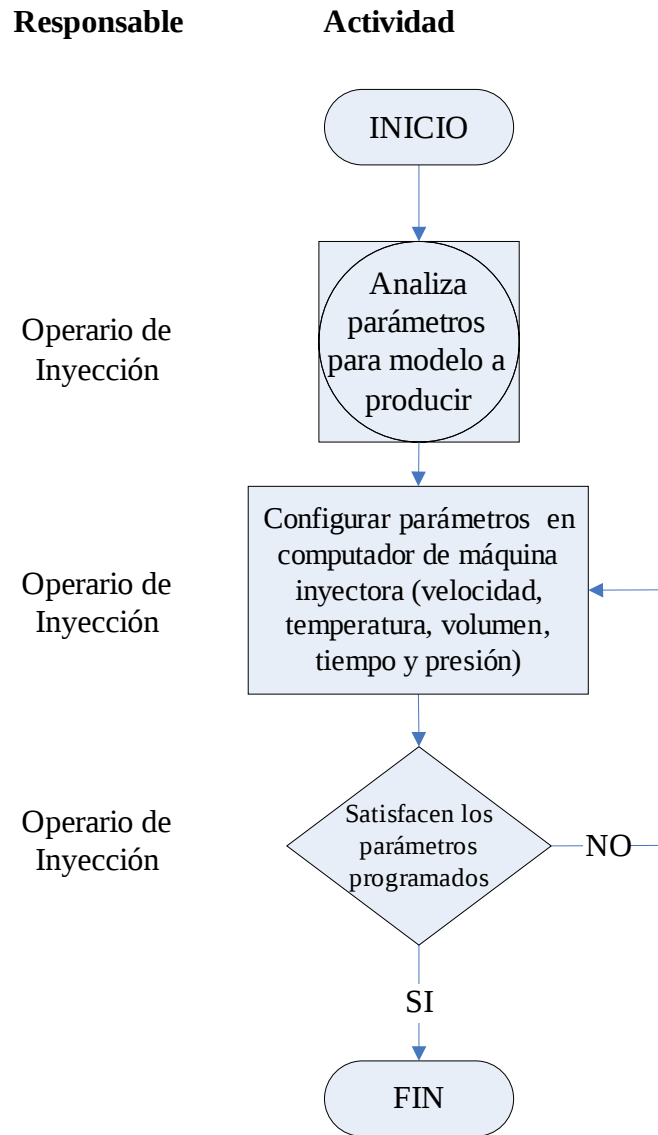
**ANEXO 8b: DIAGRAMA DE FLUJO: PUESTA A PUNTO DE INYECTORA**

**PUESTA A PUNTO DE MÁQUINA INYECTORA**



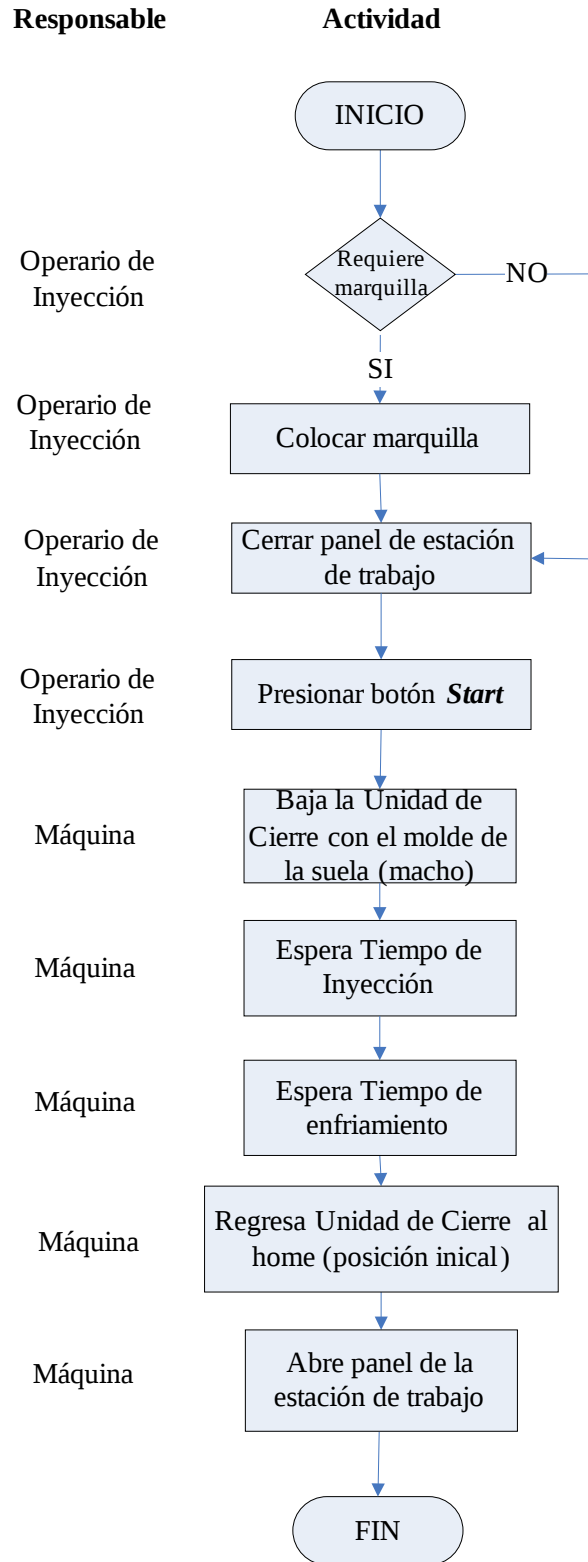
**ANEXO 8c: DIAGRAMA DE FLUJO: PROGRAMAR INYECTORA**

**PROGRAMAR MÁQUINA  
INYECTORA**



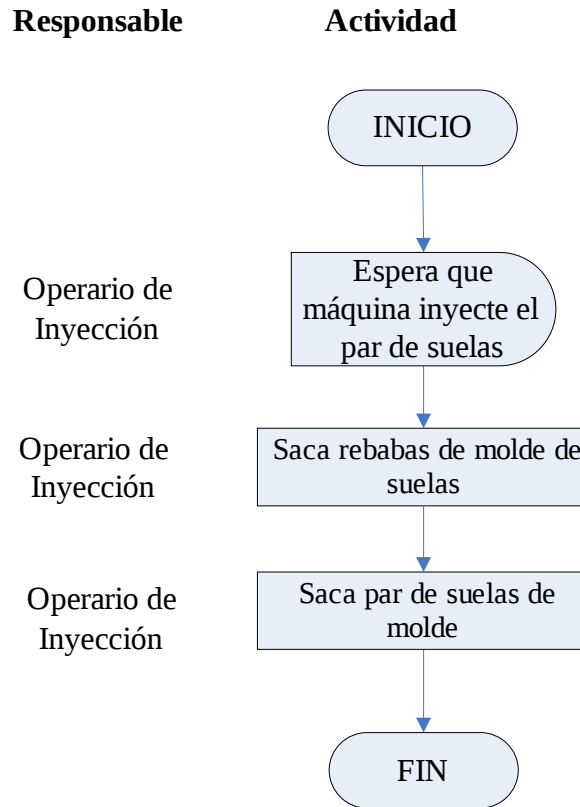
## ANEXO 8d: DIAGRAMA DE FLUJO: INYECCIÓN (MÁQUINA)

### INYECCIÓN



**ANEXO 8e: DIAGRAMA DE FLUJO: SACAR SUELAS DE MOLDE**

**SACAR PAR DE SUELAS DE MOLDE**



## ANEXO 9: PRUEBAS PARA SUELAS

<b>Prueba</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores Recomendables</b>
<b>Resistencia a la Abrasión</b>	<b>mg mm<sup>3</sup></b>	<b>350 máximo 250 a 400 máximo</b>
<b>Flexión Ross (suelas laminadas)</b>	<b>mm</b>	<b>10 máximo</b>
<b>Flexión ISO 17707 (suelas con relieves)</b>	<b>%</b>	<b>200 máximo</b>
<b>Resistencia al Desgarre</b>	<b>N/mm</b>	<b>4 a 10 mínimo</b>
<b>Solidez del color a la luz (suelas claras)</b>	<b>Escala gris</b>	<b>4 mínimo</b>
<b>Resistencia al agua (solo cuero)</b> Tiempo de penetración Absorción a 2 horas Paso de agua a 2 horas	<b>Minutos % g/(dm<sup>2</sup>.h)</b>	<b>30 mínimo 35 máximo 1,5 máximo</b>
<b>Contenido de Material Lavable Inorganico (solo cuero)</b>	<b>%</b>	<b>3,5 máximo</b>
<b>Flexión índice de rotura (solo cuero)</b>	<b>Índice</b>	<b>20 mínimo</b>



Tomado de Conferencias de CIATEC (México 2009)

## **ANEXO 10: DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES (ANTES)**



## ANEXO 11: HOJA MSDS: PEGA BLANCA

Se tomó en cuenta este químico por cuanto se utiliza actualmente en la sección de terminado. Esta hoja se muestra de modo general:

<b>HOJA DE SEGURIDAD</b>		
<b>IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO</b>		
<b>MARCA COMERCIAL:</b>	PU 689 PEGAUCHO	
<b>NOMBRE COMÚN/ GENÉRICO:</b>	PU 689/ PEGA BLANCA/ PU	
<b>FABRICANTE:</b>	PEGAUCHO	
<b>DIRECCIÓN:</b>	<b>TELÉFONO:</b>	
<b>PROCEDENCIA:</b>	COLOMBIA	
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA E INGREDIENTES</b>		
Adhesivo de contacto reactivable al calor, basado en resinas de poliuretano.		
<b>USOS</b>		
Sirve para pegue de materiales como PVC, PVC expandido, poliuretano, crupón, TR, caucho vulcanizado, crepé, cueros grasos, semigrasos, secos y lonas		
<b>MODO DE EMPLEO</b>		
1.- Aplicar con una brocha uniformemente sobre las superficies a limpiar, luego de haber cardado y cepillado y antes de halogenar si se hubiere requerido.		
2.- Dejar secar de 8 - 10 minutos		
3.- Continuar con el proceso de adhesión recomendado según el sustrato.		
<b>MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>		
Agitar bien el producto antes de su uso		
Mantener el recipiente bien cerrado para evitar el escape de los solventes		
Producto inflamable, mantener en ambientes ventilados y alejados de fuentes de calor y fuego		
No verter los residuos por desagües ni cañerías, ya que podría taponarlos.		
<b>CONTROLES A LA EXPOSICIÓN Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
<b>VENTILACIÓN:</b>	Ambiente ventilado al 100%	
<b>PROTECCIÓN RESPIRATORIA:</b>	Extractor de gases, mascarilla de filtro	
<b>PROTECCIÓN OCULAR:</b>	Se recomienda cuidado al utilizar este producto	
<b>PROTECCIÓN DÉRMICA:</b>	Evitar contacto prolongado con la piel	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>		
Es de apariencia lechosa y olor característico a solventes orgánicos		
<b>Contenido de sólidos:</b>	16.5% - 17.5 %	
<b>Densidad:</b>	3.2 - 3.3 Kg/ gl	

## **ANEXO 12: DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES (DESPUÉS)**