

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**"PROPUESTA DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO PARA EL PROCESO DE
MOLDEO POR INYECCION EN EL SECTOR PLASTICO DE LA
INDUSTRIA SALVADOREÑA"**

**TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADOS POR:

**CERRITOS GRANILLO, SALOMÓN
MARTINEZ QUEVEDO, GLADIS JEANNETTE.**

POLIO AQUINO, JOSE LEONIDAS

**SOYAPANGO, SEPTIEMBRE DE 2004 EL SALVADOR
UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



AUTORIDADES

RECTOR:

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

VICERRECTOR:

PBRO. VICTOR BERMUDEZ

SECRETARIO GENERAL:

HNO. MARIO OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ING. GODOFREDO GIRON

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL:

ING. RIGOBERTO SILVA

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



TRABAJO DE GRADUACION

**"PROPUESTA DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO PARA EL PROCESO DE
MOLDEO POR INYECCION EN EL SECTOR PLASTICO DE LA
INDUSTRIA SALVADOREÑA"**

Ing. Miguel Tevez.

Jurado

Ing. Wilfredo Mejia.

Jurado

Ing. Jorge Duque

Jurado

Ing. Heber Portillo

Tutor

Ing. Juan Manuel Sánchez

Asesor

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento y aprecio a las personas e instituciones que de uno u otra manera nos brindaron su colaboración y asesoría de forma desinteresada para la culminación del presente trabajo.

Agradecemos especialmente a:

Ing. Juan Manuel Sanchez.

Ing. Miguel Tevez

Ing. Jorge Duque.

Ing. Wilfredo Mejia.

Ing. Carolina Nuila.

Ing. Heber Portillo

Al personal de Plastymet S.A. de C.V. por haber tenido la paciencia y amabilidad de atendernos y escuchar nuestras inquietudes.

A todos muchas gracias por brindarnos su apoyo y colaboración desinteresada.

Atte. Grupo de Ingeniería Industrial.

DEDICATORIA:

A Dios Todopoderoso y a la Virgen Maria por haberme guiado todos estos años de mi carrera brindando bendiciones y por que en ellos siempre encontré sabiduría y fortaleza para seguir adelante y hacer posible alcanzar mi tan meta anhelada.

A mis padres que Dios y la Virgen los bendiga su fiel amor y sacrificio que en todos estos años me han brindado, dándome fuerza y ayuda en todo momento.

A mi hermana que siempre me ha brindado afecto y cariño, dándome en estos años su confianza y colaboración.

A mi novia que me ayudo en los momentos difíciles y con amor me brindo su comprensión, apoyo y fortaleza, y a la Sra. : Marta Gladis Quevedo por sus oraciones y apoyo.

A toda mi familia por estar siempre pendientes de mi y de mi carrera.

A mis compañeros de tesis por la amistad que me brindaron y su paciencia y comprensión y al asesor que nos brindo su ayuda y apoyo siempre a lo largo del trabajo.

A mis amigos por brindarme su amistad y apoyarme a lo largo de mi carrera, a todos por gracias por haber estado en mis alegrías y tristezas.

Gracias especiales al Ing. Miguel Tevez, Ing. Jorge Duque, Ing. Nuila por habernos brindado su ayuda desinteresadamente y apoyarnos durante el desarrollo del trabajo de graduación.

Salomón Cerritos Granillo.

DEDICATORIA:

Dedico este éxito a:

DIOS: por ser la luz que me ha iluminado durante todo momento, la mano que me ha guiado todo este camino, por la darme paciencia y fortaleza en los momentos más difíciles, su bendición y gracia es la que me permitió alcanzar este privilegio. Gracias también a la Virgen de Guadalupe por su amor tan grande e incondicional, por su intercesión, por escuchar mis oraciones y ayudarme, por darme tanta paz en los momentos difíciles, gracias Lupita.

MIS PADRES: por ser mi apoyo absoluto a lo largo de toda la carrera, por creer en mí y ayudarme a alcanzar mis metas y propósitos, por todos sus sacrificios muchas gracias. Gracias también a los Sres.: Eloisa y Salomón Cerritos por compartir nuestras tristezas y alegrías, gracias por el cariño, por su apoyo y oraciones.

MIS COMPAÑEROS DE TESIS: por que juntos logramos salir adelante, especialmente a Salomón Cerritos por su determinación y constancia, por que nunca se dio por vencido, por ser la medula espinal del grupo y por apoyarnos siempre.

MIS AMIGOS: a todos los que estuvieron con migo durante todo este tiempo de preparación y esfuerzo: Marjorie, Sandra, Karen, Joselynd, Abigail, Gabriel, Elvia, Susan, Tania, Kelly, Ceci, por que hicieron de cada momento en la Universidad y en mi vida algo inolvidable, al compartir con migo tantas cosas buenas y malas.

Gladis Jeannette Martínez Quevedo.

DEDICATORIA.

Agradezco este triunfo primeramente a Dios, ya que me concedió fuerzas para seguir adelante a pesar de tantas dudas, a Nuestra Madre Maria Auxiliadora y a San Juan Bosco por su iluminación.

Dedico también este triunfo y muy especialmente a mis padres ya que conté con ellos siempre, me brindaron su ayuda tanto económica como moral, y nunca podré pagar ese gran sacrificio que hicieron por mi. GRACIAS PAPA Y MAMA LOS AMO MUCHO.

A mis hermanas que también me apoyaron a lo largo de todos mis años de estudio y me dieron fuerza moral para seguir adelante KARLA Y YANSI LAS AMO.

A mis amigos de toda la vida que también me brindaron su apoyo y de seguir adelante y no dejarme vencer por las adversidades. MUCHAS GRACIAS.

Y a todas las personas que me apoyaron de forma desinteresada les agradezco mucho.

José Leonidas Polío Aquino.

INDICE

GENERALIDADES

I. INTRODUCCION.....	XIV
II. ANTECEDENTES DEL TEMA.....	XVII
IV. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	XVIII
ALCANCE.....	XVIII
LIMITACIONES.....	XIX
V. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN.....	XIX
IMPORTANCIA.....	XIX
JUSTIFICACIÓN.....	XX
VI. PROYECCIÓN SOCIAL.....	XXI
OBJETIVO GENERAL.....	XXIII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	XXIII
CAPITULO I MARCO TEORICO.....	10
1.1 MARCO HISTORICO.....	10
<i>1.1.1 Marco Histórico del Sector Plástico Salvadoreño</i>	<i>10</i>
<i>1.1.2 Normalización.....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.3 ISO 9000.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.4 Metrología.....</i>	<i>12</i>
1.2 MARCO CONCEPTUAL.....	13
<i>1.2.1 Normalización.....</i>	<i>13</i>
1.2.1.1 Niveles de la Normalización.....	14
1.2.1.2 Normalización Internacional.....	15
1.2.1.3 Normalización Internacional ISO 9001:2000.....	15
<i>1.2.2 Principales Áreas de las ISO.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.3 Metrología.....</i>	<i>17</i>
1.2.3.1 Campos de la Metrología.....	17
1.2.3.2 Metrología de Presión.....	19

1.2.3.3 Metrología de Temperatura.....	21
1.2.4 Técnicas a Utilizar para la Determinación de los Puntos Críticos.....	25
1.2.4.1 Diagrama de Pareto.....	25
1.2.4.2 Diagrama Causa – Efecto.....	25
CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE MOLDEO POR	
INYECCIÓN.....	28
2.1 JUSTIFICACION DEL PROCESO Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	28
2.2 PARTES IMPORTANTES DE LA MAQUINA INYECTORA.....	32
2.2.1 bancada o soporte.....	32
2.2.2 unidad de inyección.....	32
2.2.2.1 Tolva.....	33
2.2.2.2 Cilindro O Cañón.....	33
2.2.2.3 Husillo.....	33
2.2.2.4 Boquilla.....	33
2.2.3 Punta de Husillo y Válvula Anti-Retorno.....	34
2.2.4 Especificación Unidad de Inyección.....	34
2.2.5 Sistema Hidráulico.....	34
2.2.6 Sistemas Híbridos y Electrónicos.....	34
2.2.7 Unidad de Cierre.....	35
2.2.7.1 Platinas Fijas y Móviles.....	35
2.2.7.2 Sistema Mecánico o de Rodillera.....	35
2.2.7.3 Sistema Hidráulico o de Pistón.....	35
2.2.7.4 Fuerza de Cierre.....	36
2.2.8 Controles.....	36
2.2.9 Moldes.....	36
2.3 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL PLÁSTICO DE MOLDEO POR INYECCIÓN.....	37
2.4 AREAS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCION.....	40
2.4.1 Diseño y Construcción del Molde (Diagrama 6).....	40
2.4.1.1 Que la Pieza Pueda ser Extraída Fácilmente.....	40
2.4.1.2 Capacidad de Inyección de la Maquina.....	41
2.4.2 Partes del Molde.....	41
2.4.2.1 Materia Prima de Moldes.....	42
2.4.3 Pulido y Preparación del Molde.....	42
2.4.4 Prueba de Inicio.....	42
2.4.5 Puesta en Marcha de Moldes.....	43
2.4.6 Materia Prima (Resinas) (Diagrama 7).....	43
2.4.7 Proceso de Moldeo por Inyección (Diagrama 8).....	44
2.4.8 Área de Bodega de Producto Terminado(Diagrama 9).....	45

<u>CAPITULO III: IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DENTRO DEL</u>	
<u>PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN.....</u>	<u>50</u>
<u>3.1 REQUISITOS DE CALIDAD.....</u>	<u>50</u>
<u>3.1.1 Internos (los de la empresa).....</u>	<u>50</u>
<u>3.1.2 Externos (los que el cliente exige).....</u>	<u>51</u>
<u>3.2 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA POR MEDIO DEL</u>	
<u>DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.....</u>	<u>52</u>
<u>3.2.1 Planteamiento del Problema.....</u>	<u>52</u>
<u>3.2.2 Técnicas a Utilizar para el Análisis.....</u>	<u>52</u>
<u>3.3 ANALISIS DE LAS AREAS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCION.....</u>	<u>52</u>
<u>3.3.1 Análisis del Diseño y Construcción del Molde</u>	<u>53</u>
.....	<u>54</u>
<u>3.3.2 Análisis del Problema en Materia Prima (Resinas).....</u>	<u>58</u>
<u>3.3.3 Análisis del Área de Producción.....</u>	<u>63</u>
<u>3.3.4 Análisis del Área de Bodega de Producto Terminado.....</u>	<u>73</u>
<u>3.4 ANÁLISIS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS.</u>	<u>78</u>
<u>3.5 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</u>	<u>79</u>
<u>CAPITULO IV: CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN QUE</u>	
<u>INTERVIENEN EN EL PROCESO.....</u>	<u>80</u>
<u>4.1 MEDIOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS.....</u>	<u>80</u>
<u>4.2 PUNTOS CRITICOS SUJETOS A MEDICION.....</u>	<u>80</u>
<u>4.2.1 Valor a Controlar</u>	<u>80</u>
<u>4.2.2 Tolerancia.....</u>	<u>80</u>
<u>4.3 CARACTERIZACION DE LA FORMA DE MEDIR O CONTROLAR.....</u>	<u>81</u>
<u>4.4 CARACTERISTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION.....</u>	<u>83</u>
<u>4.4.1 Rango de Medición del Equipo.....</u>	<u>83</u>
<u>4.4.2 División de Escala.....</u>	<u>83</u>
<u>4.4.3 Clase de Exactitud de los Instrumentos.....</u>	<u>84</u>
<u>4.5 REQUISITOS DE CALIDAD.....</u>	<u>84</u>
<u>4.5.1 Parámetros a Controlar para la Optima producción y Productos de Calidad.....</u>	<u>85</u>

4.5.1.1	Temperaturas	89
4.5.1.2	Presiones	90
4.5.2	Condiciones Optimas de Trabajo que Inciden en los parámetros a Controlar	91
4.6	IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACION DE LOS INSTRUMENTOS	92
4.6.1	Modelo para Caracterizar Instrumentos a Utilizar para Realizar Mediciones	92
4.6.2	Ejemplos Prácticos	94
4.6.2.1	Ejemplo Practico de Temperatura	95
4.6.2.2	Ejemplo Practico de Presión	97
4.6.2.3	Ejemplo Practico de peso	99
CAPITULO V:	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE RECALIBRACIÓN	102
5.1	PORQUE CALIBRAR LOS INSTRUMENTOS	102
5.1.1	Repetibilidad del Proceso	102
5.1.2	Transferencia de Procesos	103
5.1.3	Intercambio de Instrumentos	103
5.1.4	Incremento del Tiempo Efectivo de Producción	103
5.1.5	Cumplimiento del Sistema de Calidad	104
5.2	ISO-9001 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD	104
5.2.1	Control de los Dispositivos de Seguimiento y Medición	104
5.3	INSTRUMENTOS A CALIBRAR	106
5.3.1	Presión	106
5.3.2	Temperatura	107
5.3.3	Peso	107
5.4	QUIÉN DEBE CALIBRAR LOS INSTRUMENTOS	107
5.5	CALIBRACIÓN	108
5.5.1	Informe de Calibración (Certificado)	109
5.6	CONFIRMACION METROLOGICA	110
5.7	PERIODOS DE RECALIBRACIÓN REGULADOS LEGALMENTE	112
5.7.1	Criterios para Periodos de Recalibracion	112
5.7.1.1	Aplicación de los Criterios para la Recalibraciones en la Empresa Prototipo	113
5.7.1.2	Programa de Recalibraciones	114
5.8	VERIFICACIÓN METROLÓGICA	116
5.9	INFORME DE INSPECCIÓN	118
5.10	CRITERIOS PARA DECLARACION DE CONFORMIDAD	119

5.11 REGISTROS DEL SISTEMA DEL ASEGURAMIENTO PETROLÓGICO (ANEXO 5).....121

CAPITULO VI: PROPUESTA DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO.....123

6.1 SERVICIOS DE CALIBRACIÓN.123

6.1.1 Requisitos a Cumplir por las Entidades que Ofrecen el Servicio de Calibración.....124

6.1.1.1 Personal.....124

6.1.1.2 Instalaciones y Condiciones Ambientales.....125

6.1.1.3 Métodos de Calibración, Ensayo y Validación.....125

6.1.1.4 Equipo.....126

6.1.1.5 Trazabilidad.....126

6.1.1.6 Manejo de objetos de ensayos y calibración.....127

6.1.1.7 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración.....127

6.1.1.8 Informe de Resultados.....127

6.1.1.9 Evaluación a Laboratorios Nacionales (Cuadro 5).....129

6.1.1.10 Evaluación a Laboratorios Internacionales (Cuadro 6).....130

6.2 ANALISIS CUANTITATIVO.131

6.2.1 Contratación de los Servicios de Calibración.....131

Precios de los Proveedores.....131

6.2.1.1 Temperatura (cuadro 8).....131

6.2.1.2 Peso.....132

6.3 ADQUISICIÓN DE PATRONES DE CALIBRACIÓN.132

6.3.1 Temperatura.....132

6.3.2 Presión.....132

6.3.3 Peso.....132

6.4 PRECIO DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN133

6.4.1 Presión.....133

6.4.2 Temperatura.....133

6.4.3 Peso.....134

6.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS

DE CALIBRACIÓN Y PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS PATRONES DE

CALIBRACIÓN.....134

6.5.1 Evaluación Económica para la Contratación de los Servicios de Calibración.....134

6.5.1.1 Proyección de la Tasa de Inflación o Índice de Precios al Consumidor (IPC).....135

6.5.1.2 Cálculo de los Costos Anuales de Calibración.....147

6.5.2 Valor Presente Neto Total de las Tres Magnitudes a Calibrar.....153

6.5.3 <i>Evaluación Económica para la Adquisición de Patrones para la Calibración.....</i>	154
6.5.3.1 <i>Costos Anuales de la Adquisición de Patrones.....</i>	155
6.5.4 <i>Comparación de las Alternativas a Través de la Técnica del Valor Actual Neto .</i>	158
6.6 LA SEGUNDA OPCION PARA EL ESTUDIO ECONOMICO ES EL DE FINANCIAMIENTO(PRESTAMO AL	
BANCO).....	159
6.6.1 <i>Evaluacion Economica para la Alternativa de Contratacion de Servicios.....</i>	159
6.6.2 <i>Evaluación Económica para la Adquisición de Patrones para la Calibración.....</i>	164
6.6.3 <i>Comparación de las Alternativas a Través de la Técnica del Valor Actual Neto(Con</i> <i>Financiamiento).</i>	167
6.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	168
6.8 PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN.	169
6.8.1 <i>Calibración de Instrumentos Análogos</i>	169
6.8.2 <i>Calibración de Instrumentos Digitales.</i>	170
6.8.3 <i>Ajuste de Calibración</i>	171
6.8.4 <i>Formas de Calibrar las Balanzas y Basculas.....</i>	171
6.8.4.1 <i>Ejemplo Practico.....</i>	172
CONCLUSIONES.....	173
RECOMENDACIONES.....	177
BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE CONSULTA.....	180
TEXTO.....	180
SITIOS WEB.....	181
GLOSARIO.....	182
GLOSARIO DE ACRÓNIMOS	182
GLOSARIO DE TÉRMINOS	184
ANEXOS.....	186

I. INTRODUCCION

Hace cien años, al mencionar el término plástico, éste se podía entender como algo relativo a la reproducción de formas o las artes Plásticas, la pintura, la escultura, el modelado. En la actualidad, esta palabra se utiliza con mayor frecuencia y tiene un significado que implica no sólo arte, sino también tecnología y ciencia.

Es difícil imaginar que alguno de los sectores de nuestra vida diaria, de la economía ó de la técnica, pudiera prescindir de los plásticos. Solo basta con observar a nuestro alrededor y analizar cuantos objetos son de plásticos para visualizar la importancia económica que tienen estos materiales.

Con el paso de los años los productos plásticos han adquirido mayor importancia en nuestro diario vivir, es por ello que todas las empresas que se dedican al rubro de transformación del plástico empezaron a modernizarse y ser más eficientes en sus procesos y buscar cada día la mejor calidad en los artículos plásticos, por medio del aseguramiento de la calidad.

La certificación ISO 9001 se ha constituido en los últimos años en requisito imprescindible para ganar presencia en los mercados más exigentes. Su sola aplicación asegura que la empresa que la posee proporciona productos y servicios que satisfacen los requerimientos de sus clientes.

Este documento se basa en la evolución de una empresa del sector industrial plástico, que ha introducido dentro de sus procesos de fabricación las normas de calidad ISO 9001:2000, y al mismo tiempo desea incluir en sus procesos un sistema de gestión de la calidad y un aseguramiento metrológico.

El presente trabajo consta de un estudio y de la evaluación de una necesidad observada dentro del concepto de la metrología como también de la normalización y las herramientas ingenieriles que se utilizaran; entre otras se mencionan: diagrama causa y efecto, estudio de factibilidad económica.

El mismo comprenderá de las siguientes etapas:

CAPITULO I: Marco Teórico.

El marco teórico constara de dos partes: el marco histórico y el marco conceptual. Los cuales tendrán una reseña de lo que trata la normalización y metrología, ISO y la evolución de las industrias del sector plástico en nuestro país, y conceptos de importancia dentro del desarrollo del tema.

CAPITULO II: Justificación y Análisis del Proceso de Moldeo por Inyección.

El capítulo está formado con una breve justificación del porqué se tomó este proceso así como también se realizó un mapeo del proceso, las materias primas utilizadas, los diferentes procesos en el sector plástico haciendo énfasis en el proceso moldeo por inyección.

CAPITULO III: Identificación de Puntos Críticos en el Proceso Moldeo por Inyección.

Se realizó una investigación de todo el proceso desde el diseño del producto hasta el producto final y con esto se encontraron los puntos críticos dentro del proceso el cual nos permita hacer un diagnóstico del problema y llegar hasta todas sus posibles causas.

CAPITULO IV: Características de los Instrumentos de Medición que Intervienen en el Proceso.

Este capítulo permitirá obtener un listado minucioso de todos los dispositivos que intervienen en la medición de las magnitudes, conociendo así su capacidad y la importancia de los mismos dentro del proceso.

CAPITULO V: Elaboración del Programa de Recalibración

Se definirán los criterios para establecer periodos de recalibración y frecuencia con las que se deben hacer, para el buen funcionamiento de los instrumentos de medición.

CAPITULO VI: Propuesta de Aseguramiento Metrológico

Se realizara una propuesta que este al alcance de los empresarios y dentro de las normas de calidad para ayudarles a la toma de decisiones en un determinado problema que se presente.

Finalmente se tienen las conclusiones que son aseveraciones del cumplimiento de los objetivos a lo largo de todo el desarrollo del estudio y las recomendaciones que se le hacen a los diversos sectores involucrados dentro del mismo.

II. ANTECEDENTES DEL TEMA.

La calidad es una forma de medición, permitiendo identificar si una empresa puede llegar a ser competitiva en este mundo tecnológico y con nuevas corrientes ingenieriles marcando así un paso a seguir para todas aquellas empresas que deseen ser competitivas en el mercado internacional, con esto se busca simplificar todas las actividades, es aquí donde se abre paso la normalización, que es utilizada como herramienta para varias actividades tanto comerciales e industriales.

PLÁSTICOS es una palabra que deriva del griego "Plásticos" que significa "Capaz de ser moldeado", sin embargo, esta definición no es suficiente para describir de forma

clara a la gran variedad de materiales que así se denominan.

Técnicamente los plásticos son sustancias de origen orgánico formadas por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno principalmente. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Es posible moldearlos mediante procesos de transformación aplicando calor, presión.

Polímeros es una palabra de origen latín que significa poli = muchas y meros = partes, de los cuales se derivan también otros productos como los adhesivos, recubrimientos y pinturas.

El estudio va enfocado alrededor de las técnicas modernas de ingeniería para hacer a la industria del plástico más competitiva, ante la amenaza de los productos extranjeros, que a causa de la globalización han invadido nuestro mercado.

IV. ALCANCE Y LIMITACIONES

ALCANCE

El estudio iniciará con la caracterización del proceso de moldeo por inyección identificando los puntos críticos dentro del proceso y que impacten a la calidad del producto, y finalizará con la elaboración de una propuesta de un sistema de aseguramiento metrológico el cual permitirá mantener controlado el proceso, y señalará la frecuencia de aplicación de las calibraciones o ajustes de los instrumentos de medición, además de un control interno de calibración.

LIMITACIONES

La investigación a realizar comprenderá una propuesta y por tal razón no se aplicara su implementación, esto quedara sujeto a la empresa prototipo en estudio.

Las investigaciones técnicas se realizaran en una empresa prototipo del área metropolitana.

El estudio se enfocara en el proceso de moldeo por inyección.

Las directrices que guiaran la elaboración del documento de tesis estarán enmarcadas por el sistema de gestión de calidad ISO 9001: 2000.

V. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

IMPORTANCIA

La industria nacional del sector plástico a observado la importancia de fabricar productos que cumplan todos los estándares de calidad por tal razón diferentes empresas que se dedican a este rubro están considerando un sistema de administración para una certificación ISO 9001 versión 2000.

Uno de los requerimientos de esta norma es el control metrológico, que es la ciencia de las mediciones la cual se divide en tres tipos: metrología científica, metrología legal y metrología industrial, esta tiene entre sus objetivos la calibración de los instrumentos de medición que se utilizan en los procesos de fabricación.

La necesidad de la metrología dentro del sector plástico radica en el control de los procesos y mejora en la calidad de sus productos, esto debido al constante cambio del mercado tanto nacional como internacional así como también el avance de la tecnología, la modernización y como consecuencia la globalización y los Tratados de Libre Comercio.

También nace la importancia de calibrar y verificar los dispositivos con los que cuentan los equipos de transformación del plástico, como lo son manómetros y termómetros, y los dispositivos de medición externos como basculas y pirómetro.

Esto implica una enorme competencia entre empresas manufactureras que incluye al rubro del plástico, lo que obliga a las industrias salvadoreñas a pensar estratégicamente y modernizar sus procesos para lograr ser buenos competidores ante esta realidad nacional.

La metrología industrial establece parámetros o requerimientos que permiten una correcta medición de las magnitudes que están inmersas en los diferentes procesos industriales, garantizando que los instrumentos produzcan lecturas o datos confiables que permitan el control de los procesos.

JUSTIFICACIÓN

En los procesos de transformación de plástico no se cuenta con procedimientos de calibración de magnitudes que intervienen en este, como por ejemplo, temperatura y presión, así como también es importante controlar como magnitud auxiliar la masa.

Por tal motivo se proyecta realizar una propuesta que sirva para demostrar, a las empresas del sector industrial plástico, que la metrología industrial es un elemento de soporte dentro del aseguramiento de la calidad ISO 9001:2000 que ofrece una ventaja competitiva y mejora de la calidad en sus procesos y sus productos.

La metrología es una ciencia vanguardista que pretende concientizar al ingeniero industrial sobre la importancia de hacer metrología en la industria así como también hacer entendible y aplicable esta disciplina, en la actualidad la Universidad Don Bosco solo cuenta con tres tesis sobre metrología industrial lo cual representa el 4.26% las tesis de ingeniería industrial y en ASIPLASTIC no se encuentra información o tesis que sirvan de respaldo en esta área, también se cuenta con tan solo una tesis tanto en la universidad Don Bosco como en ASIPLASTIC en el área de plástico.

VI. PROYECCIÓN SOCIAL.

La contribución del presente, esta orientado principalmente a los siguientes sectores:

- ❖ El estudio traerá beneficios productivos a la empresa porque reducirá la variabilidad del producto final, estandarizando el proceso de fabricación, y minimizando con esto el desperdicio.
- ❖ Este estudio será un soporte bibliográfico a diferentes empresas del mismo sector (plásticos) que deseen implementar un sistema metrológico y conocer acerca de la calibración de los instrumentos, que intervienen en el proceso de moldeo por inyección.

- ❖ Permitirá al personal involucrado, obtener conocimientos relacionados a la metrología, con el cual habrá mas concientización de todo el personal involucrado dentro del proceso productivo.

- ❖ Fortalecerá las relaciones universidad-empresa, lo que trae consigo oportunidades de desarrollo profesional para los estudiantes.

- ❖ Permitirá ofrecer una orientación acerca de Metrología Industrial y la Industria del Plástico a estudiantes de la Universidad Don Bosco que estén interesados en obtener este tipo de información.

- ❖ Será también un estudio bibliográfico de gran ayuda para estudiantes de otras instituciones, que necesiten apoyo referente a este tema.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de aseguramiento metrológico, para el sector plástico que garanticen la confiabilidad del resultado de las mediciones realizadas en el control del proceso de moldeo por inyección.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Enunciar las características del proceso de moldeo por inyección, con lo cual se creara el mapeo del proceso.
- ❖ Señalar los puntos de control que están estrechamente relacionados a la calidad del producto y sus especificaciones técnicas.
- ❖ Determinar las características de los instrumentos necesarios para realizar dichas mediciones.
- ❖ Establecer criterios para periodos o frecuencias de recalibraciones.
- ❖ Elaboración del programa de recalibraciones.
- ❖ Estudio de factibilidad técnico y económico del programa de recalibraciones.
- ❖ Control de los registros del sistema de aseguramiento metrológico.

CAPITULO I MARCO TEORICO.

La importancia del marco teórico radica en que permite conocer conceptos y definiciones relacionados con la investigación, así como también muestra una reseña histórica acerca de la metrología y normalización, descubriendo con esto la importancia de la utilización de ellas a través del tiempo.

1.1 MARCO HISTORICO.

Dentro de este marco, se mencionan aspectos relacionados a la investigación como la normalización y la metrología; ciencias que están estrechamente relacionadas y las cuales serán la base del estudio.

1.1.1 Marco Histórico del Sector Plástico Salvadoreño¹

En El Salvador la industria del plástico comenzó a dar sus primeros pasos en la década de los cincuenta y fué así como en el año de 1952 surgió la primera fabrica transformadora de plástico,siendo dicha fábrica AMAPOLA,quienes introdujeron por primera ves el proceso de moldeo por inyección haciendo peines y peinetas. Luego en 1955 también surge otra fábrica iniciándose con el proceso de moldeo por inyección la cual fué INDUSTRIAS PLASTICAS S.A. (IPSA) quien luego pasara a la transformación del plástico en películas por medio del proceso de extrusión haciendo bolsas y tubos.

En el año de 1960 nace PLASTICOS Y METALES S.A. encaminada a formar la línea de servicio de artículos para el hogar,utilizando también la transformación del plástico por medio del proceso de moldeo por inyección y compresión.

¹ Tesis: Sistemas Productivos Aplicados A La Industria Del Plastico En El Salvador 2001.

Entre los años 1965 - 1968 nacen varias empresas más y es así como surge TACOPLAST S.A.,su nombre proviene porque inició fabricando tacones para calzado para ADOC,calzadora salvadoreña y zapateros de esa época.

Nace en esos años también CELO-PRINT,introduciendo la bolsa impresa por medio de la serigrafía .

En 1970 nace CELPAC quienes vienen a revolucionar con sus empaques plástico con su proceso de co-extrusión que permite elaborar empaques plásticos de dos,tres ó cuatro capas,utilizando el proceso auxiliar de la flexografía,con la que aparece con láminas cromadas.

En esta época también aparecen otras fábricas como CONTEIN,ROXI,quienes nacen con su línea de fabricación de envases plásticos.

A la par de ellos nacen además INTUSA y TECNOPLASTICOS,quienes fabrican tuberías de pvc rígidas.

En total en El Salvador existen hoy en día alrededor de 80 fábricas procesadoras de plástico de las cuales agremiadas solamente se cuenta con 50 empresas, de estas 3 estan certificadas y 3 estan en proceso de certificación.

1.1.2 Normalización

El desarrollo científico y tecnológico ha transformado simultanea y aceleradamente el marco internacional hacia un proceso de globalización intensivo, lo que ocasiona que en Julio de 1992 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT que vino a constituir un gran paso en el mejoramiento e institucionalidad de los esfuerzos y acciones de ciencia y tecnología, absorbiendo labores del desaparecido Centro Nacional de Productividad (CENAP), departamento de ciencia y tecnología de EX MIPIAN y labores de metrología y normalización del Ministerio de Economía.

1.1.3 ISO 9000.

El 27 de febrero de 1947 se crea La International Organization for Standardization (ISO), continuadora de la originalmente llamada International Standards Association (ISA). En el 2001 la federación Internacional ISO, esta constituida por las organizaciones de normalización más representativas de cada país.

Los noventa y uno miembros activos en su gran mayoría son organismos privados con reconocimiento oficial y otros son instituciones gubernamentales.

ISO posee treinta y seis miembros correspondientes, que son organismos de países que no cuentan con su propio instituto de normalización, por lo que no pueden participar en los estudios, pero tienen derecho a estar informados sobre los trabajos de normalización de su interés.

1.1.4 Metrología.

La metrología se remonta desde el inicio del ser humano, prueba de ello es que existen unidades de medición con el nombre de partes del cuerpo tales como brazo, pie, cuarta, mano, pulgada, etc.

En cuanto a la metrología internacional se sabe que los países del mundo a excepción de EE.UU. se reunieron y formaron la conferencia general de pesas y medidas (CGPS), realizada en Francia de donde surgió el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).

Producto de lo anterior nace el sistema internacional y la distribución de los prototipos de las unidades. Estados Unidos creó su propio sistema de medición llamado Sistema Ingles.

En cuanto a la metrología regional se sabe que de la reunión presidencial de los cinco Bancos Centrales de reserva de Centroamérica para tratar de unificar el sistema o los sistemas para mejorar transacciones comerciales y exportación, surgió un estudio de un experto internacional que reveló el caos del sistema de unidades a nivel Centroamericano.

Específicamente en El Salvador los resultados fueron los siguientes: se utilizaban cinco sistemas de unidades de medición, Sistema Inglés, Sistema Internacional, Sistema Indígena, Sistema Español, Sistema Regional. El estudio reveló que en El Salvador se utilizaban medidas tales como: pipada, yarda, manzana, quartil, medio almud, botella, barrilada, etc.

Para realizar controles de medidas y unidades se crearon en El Salvador instituciones que velaran por la metrología y el bienestar de los consumidores CONACYT que se encarga de la normalización, metrología y calidad, también el ministerio de economía se asegura que los instrumentos de medición utilizados en el comercio cumplan con requisitos para utilizarlas.

En 1994 se crea el primer laboratorio de metrología en El Salvador y en 1999 se crea el laboratorio de metrología en la Universidad Don Bosco.

1.2 MARCO CONCEPTUAL.

Permite obtener referencias de conceptos y definiciones que serán tratados en la investigación.

1.2.1 Normalización.

Normalización: Actividad de establecer orden con respecto a problemáticas reales potenciales encaminadas al logro de la sistematización, en un contexto dado, la actividad de la normalización consta de tres factores:

- ❖ Formulación
- ❖ Publicación
- ❖ Implementación de Normas.

Norma: Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido.

Consenso: Acuerdo general el cual se caracteriza por no tener oposición.

1.2.1.1 Niveles de la Normalización.

Normalización Internacional: Pueden participar organismos de todos los países, a este nivel pertenecen las normas ISO(Organización Internacional De Estandarización), IEO(comisión Electrotécnica internacional), UIT(Unión Internacional De Telecomunicación), OIML(Organismo Internacional De Metrología Legal).

Normalización Regional: Organismos que pertenecen a un área geográfica, política o económica del mundo. Ej. COPANT(comisión panamericana de normas técnicas), CEN (comisión europea de normalización).

Normalización Nacional: Aquellas que tienen lugar en un país específico. Ej. ICONTEC

Otras: Territoriales normalización que tiene una división territorial en un país, es posible tener normas seccionales a nivel de asociación como ASME (ingenieros en manufactura), IIE (instituto de ingeniería industrial), IEEE (instituto de ingeniería eléctrica y electrónica).

1.2.1.2 Normalización Internacional

La normalización internacional normaliza:

- ❖ Magnitudes, cantidades y unidades, mecánicas y eléctricas.
- ❖ Símbolos gráficos sobre orientación, seguridad, materiales y equipo.
- ❖ Términos utilizados en la fabricación, instalación, diseño, funcionamiento y servicios.
- ❖ Materias primas, productos en proceso, producto terminado.
- ❖ Métodos de prueba, de instalación, funcionamiento, muestreo, almacenaje.
- ❖ Funciones tales como: Personas, sistemas, maquinas, herramientas y equipo.

1.2.1.3 Normalización Internacional ISO 9001:2000

ISO (La familia ISO específicamente ISO 9001:2000).

Esta norma especifica los requisitos de un Sistema de Gestión de Calidad, con el cual una organización busca evaluar y demostrar su capacidad para suministrar productos que cumplan con los requisitos de los clientes y los reglamentarios aplicables, y con ello aumentar la satisfacción de sus clientes. Esta norma reemplaza a la ISO 9001:1994, la ISO 9002:1994 y la ISO 9003:1994.

1.2.2 Principales Áreas de las ISO.

Para el manejo de una organización la ISO 9001 estimula la adopción del enfoque basado en procesos. Para el modelo de procesos revisado en la ISO 9001 se consideran cinco áreas principales:

- ❖ Sistema de gestión de la calidad.

Incluye los requisitos generales de identificación de procesos, su interacción, criterios y métodos de operación y control, disponibilidad de recursos e información, seguimiento, medición y análisis y acciones para alcanzar resultados y la mejora continua. También incluye los requisitos que ha de cumplir la documentación.

❖ Responsabilidad de la alta dirección.

Compromiso y enfoque al cliente, establecimiento de política y objetivos, responsabilidad y comunicación y revisión por la dirección.

La gestión de calidad debe incluir los procesos requeridos para lograr calidad, y resaltar la interacción entre ellos. La alta gerencia debe asumir la responsabilidad por el liderazgo, compromiso y participación activa para desarrollar y mantener el sistema de calidad.

La alta dirección debe suministrar los recursos adecuados, de manera que los clientes obtengan lo que se acordó mutuamente. Es necesario contar con procesos bien definidos, tanto operacionales como de soporte, para poder realizar el producto. La satisfacción de los clientes se debe medir y analizar de manera que la organización pueda mejorar continuamente.

❖ Gestión de recursos.

Incluye los requisitos relativos a los recursos humanos, infraestructura y ambiente de trabajo.

❖ Realización del producto.

Incluye los requisitos de planificación, procesos relacionados con el cliente y con el producto, diseño y desarrollo, compras, producción y prestación del servicio y control de los dispositivos de seguimiento y medición.

❖ Medición, análisis y mejora.

Requisitos sobre seguimiento y medición (satisfacción del cliente, seguimiento y medición de procesos y del producto), control de producto no conforme, análisis de datos y mejora (mejora continua, acción correctiva y acción preventiva).

El modelo de proceso usado en las normas es completamente compatible con el bien conocido ciclo de PLANEAR, HACER, VERIFICAR, ACTUAR.

1.2.3 Metrología.

Metrología: es la ciencia que trata de las mediciones. La metrología incluye todo los aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones, cualesquiera que sea el nivel de precisión y en cualquier campo de la ciencia y la tecnología, incluyendo el calculo de la incertidumbre y el reporte del error en la medición.

Calibrar: es comparar un instrumento con un patrón.

Patrón: es una medida materializada de una magnitud que posee jerarquía.

1.2.3.1 Campos de la Metrología.

- ❖ Científica
- ❖ Legal.
- ❖ Industrial.

Metrología científica: Esta es la parte de la Metrología relacionada con la calibración, comprobación y verificación de los instrumentos de medición y control, empleados en laboratorios de análisis pruebas y ensayos.

Se encarga de investigar nuevos métodos de medición y mejorar los existentes. Los países que realizan este tipo de metrología son: Cuba, USA, Japón, Brasil, Argentina, Alemania, México y otros.

Las instituciones que realizan Metrología científica en dichos países son:

E.U.: National Institute of Standard and Technology (NIST).

Alemania: Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB).

Brasil: Instituto Nacional de Metrología (INMETRO).

México: Centro Nacional de Metrología (CENAM).

Estas instituciones se encargan de reproducir algunas de las unidades del Sistema Internacional (SI) y el Inglés para otros países.

Metrología legal: se encarga de velar por los patrones nacionales, monitorear que se cumpla el sistema internacional, Establecer un orden en las transacciones comerciales y principalmente velar por los intereses del consumidor.

A escala mundial, hacen Metrología Legal: CENAM, PTB, NIST, NPL (Inglaterra) e INMETRO. En El Salvador la realiza el laboratorio de Metrología Legal del CONACYT de la Universidad de El Salvador (UES), Laboratorio de Metrología Industrial de la Universidad Don Bosco.

Metrología industrial: La Metrología Industrial tiene como función la calibración, control y mantenimiento adecuados de todos los equipos de medición empleados en producción, inspección y pruebas, se encarga de calibrar los instrumentos de medición que intervienen en el aseguramiento de la calidad de los productos en la industria.

El equipo se controla con frecuencias establecidas y de forma que se conozca la incertidumbre en las mediciones. La calibración debe hacerse contra equipos certificados, con relación válida conocida a patrones, por ejemplo los patrones nacionales de referencia.

Trabaja las siguientes magnitudes: masa, volumen, presión, electricidad, fuerza, longitud, características químicas, temperatura, etc. Ejemplo: laboratorio de metrología de la Universidad Don Bosco.

Que se calibra?

Masa: patrones de masa, balanzas y basculas.

Volumen: pipetas, buretas, pequeños y grandes volúmenes. En grandes volúmenes se calibran tanques, recipientes volumétricos y serafines, todo tanque mayor a los 19 litros.

Presión: calibra manómetros, vacuómetros, barómetros, manobacuómetros, transductores y transmisiones de presión.

Electricidad: vatímetros, voltímetros, frecuencímetros, ohmetros, etc.

Fuerza: torquímetros.

Longitud: calibrador universal, cinta métrica, micrómetro.

Características químicas: baños maría, incubadoras, hornos, muflas, turbidímetros.

Temperatura: termómetros, termocuplas, sensores de temperatura.

Humedad: termo higrometros.

1.2.3.2 Metrología de Presión.

Dentro de la empresa prototipo, esta magnitud representa un dato de operación muy significativo, debido a que, se necesita que la maquina inyecte la materia prima a la presión correcta, de lo contrario, la pieza fabricada resultaría defectuosa.

Para tener una sustentación teórica sobre ésta, se presentan las siguientes definiciones:

La Metrología de Presión se encarga de la calibración, comprobación y control de los instrumentos utilizados para medir la magnitud presión en los procesos industriales.

La presión es la fuerza por unidad de área ejercida por un fluido de una pared que lo contiene.

$$P = F / A$$

TIPOS DE PRESION.

Presión absoluta: presión que se mide a partir de una presión cero de un vacío absoluto.

Presión atmosférica (barométrica): la presión que ejerce sobre todo los cuerpos.

Presión relativa (manométrica): es la presión medida arriba de la presión atmosférica, conocida también como presión positiva.

Presión negativa: es la presión relativa medida por debajo de la presión atmosférica.

Presión diferenciada: es la presión que mide la diferencia entre dos presiones.

Instrumentos para medir la presión: vacuómetros, manómetros, barómetros, manobacuómetros.

Manómetros: es el nombre genérico de los instrumentos que miden presión.

Vacuómetros: son los que miden las presiones negativas.

Barómetros: mide la presión atmosférica.

El instrumento más utilizado para medir la presión de líquidos o gases comprimidos es el manómetro. Según sea el líquido o el gas que se esté tratando (agua, aceite, líquidos corrosivos, aire, oxígeno, etc), asimismo se requerirá de manómetros adecuados para cada caso, estos miden la diferencia entre la presión de un fluido y la presión atmosférica local.

Calibración de los manómetros: se realiza a través de los BPM (balanzas de peso muerto), estas balanzas se conocen también como manómetros de pistón, los hay neumáticos e hidráulicos.

Hay balanzas de peso muerto que utilizan pesas y hay BPM que utilizan manómetros calibrados.

Otro tipo de instrumento utilizado para medir la presión es el vacuómetro, el cual es adecuado para medidas negativas de presiones relativas, un claro ejemplo de la aplicación de este instrumento es el uso que se le da en los automóviles, para obtener el consumo de gasolina (que se halla relacionado con la depresión) y evaluarse, en caso de anomalías).

Además de éstos, se encuentra el barómetro, el cual se emplea para medir la presión atmosférica, es decir, la fuerza por unidad de superficie ejercida por el peso de la atmósfera.

Como en cualquier fluido esta fuerza se transmite por igual en todas las direcciones. La forma más fácil de medir la presión atmosférica es observar la altura de una columna de líquido cuyo peso compense exactamente el peso de la atmósfera.

los instrumentos de medición de presión según su calidad metrológica, se pueden clasificar en:

1. Manómetro de Referencia
2. Manómetro de Trabajo
3. Manómetro de Transferencia

Manómetro de Referencia: es el patrón de más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado, o en una organización determinada, del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

Manómetro de Trabajo: en general es utilizado rutinariamente para calibrar los instrumentos de medición. El patrón de trabajo es usualmente calibrado contra un patrón de referencia.

Manómetro de Transferencia: es utilizado como intermediario para comparar patrones.

1.2.3.3 Metrología de Temperatura

La magnitud temperatura juega un papel muy importante dentro del proceso de moldeo por inyección, debido a que es en base a calor que la materia prima se funde, para ser depositada y luego compactada dentro del molde.

Por lo tanto se hace necesario describir algunos conceptos y aspectos generales acerca de dicha magnitud.

También se requiere medir temperatura en forma adecuada para la fabricación de medicamentos, el uso de técnicas de diagnóstico, los análisis clínicos, la esterilización de material clínico y hospitalario.

Qué Se Mide

En el caso de las mediciones de la característica llamada temperatura, lo que buscamos es un indicador del calor de un cuerpo dado. Pero calor no es lo mismo que temperatura. Podríamos definir calor como una forma de energía asociada con y proporcional al movimiento molecular. Lo que conocemos por temperatura es realmente el valor de la lectura de un aparato medidor como por ejemplo un termómetro; por ello decimos que la manifestación del calor es la temperatura.

Patrones

Esta materialización se logra por medio de una serie de celdas selladas, que contienen una sustancia pura, en condiciones tales que pongan a la sustancia en cierto estado al que corresponde una temperatura dada, que representa un punto fijo de definición. Estos puntos fijos de definición se seleccionaron originalmente para que la escala se conformara.

Equipos de Medición

Los instrumentos más comunes son: artefactos de cambio de estado, artefactos de expansión de fluido, termocuplas o termopares, artefactos de resistencia y termistores, sensores ópticos e infrarrojos, artefactos bimetálicos.

Los llamados artefactos de cambio de estado se refieren a etiquetas, crayones, lacas o pinturas, cristales líquidos, gránulos o conos, que cambian de apariencia al alcanzar determinada temperatura.

El cambio de apariencia es permanente por lo que no pueden usarse repetidamente, el tiempo de respuesta es relativamente lento y la exactitud no es alta pero son útiles en aplicaciones industriales como por ejemplo en soldadura o en hornos de cocción de cerámica.

Las termocuplas o termopares, contruidos de dos piezas de diferentes metales unidas en un extremo y con un voltímetro acoplado, son exactos, robustos, confiables y de costo relativamente bajo. Su intervalo de medición depende de los metales empleados y usualmente está entre - 270 oC y 2 300 oC.

Los artefactos de resistencia (conocidos como RTDs en inglés) se basan en el principio de que al cambiar la temperatura cambia la resistencia eléctrica. En el caso de metales ésta aumenta; en los termistores en cambio, la resistencia eléctrica del semiconductor cerámico disminuye al aumentar la temperatura.

Los sensores o pirómetros ópticos se basan en que la luz emitida por un objeto caliente está relacionada con su temperatura; trabajan entre 700 oC y 4 200 oC.

Los sensores o pirómetros infrarrojos miden la cantidad de radiación emitida por una superficie; son apropiados para temperaturas del orden de los 3000 oC. Aunque su precio es mayor, ambos tienen la ventaja de que no requieren contacto directo con la superficie cuya temperatura va a ser medida.

En los artefactos bimetálicos se hace uso de la diferente expansión térmica de diferentes metales. Se unen dos piezas de diferentes metales; al calentarse, una pieza se expande más que la otra cuando se exponen al mismo cambio de Patrones y materiales de referencia temperatura y el movimiento provocado se transmite a un indicador en una escala de temperatura.

De acuerdo al tipo de medidor de temperatura, al uso que se le dará y al intervalo de temperaturas que abarca, se establecen las especificaciones y tolerancias. Por ejemplo a nivel industrial, entre 0 oC y 100 oC, se considera que se requiere una exactitud de 1 oC, mientras que, arriba de 100 oC, la exactitud requerida cambia a 5 oC .

LOS TERMÓMETROS SE CLASIFICAN EN TRES TIPOS:

1. Termómetros de Líquido en Vidrio (T.L.V.)
2. Termopares o Termocuplas.
3. Termómetros de Resistencia de Platino (T.R.P.)
4. Detectores (PRTD's)

La operación de los TLV, se basa en la dilatación volumétrica de cualquier líquido en un capilar de vidrio, dicho líquido actúa como medio para convertir la energía térmica en mecánica; esto es, al existir un cambio de temperatura en el líquido, éste se expande y provoca su deslizamiento por el capilar.

Los líquidos utilizados en los TLV deben tener las siguientes propiedades:

- ❖ Líquido en un amplio intervalo de temperatura.
- ❖ Coeficiente de expansión lineal.
- ❖ Opacidad.
- ❖ Químicamente estable.
- ❖ No tóxico
- ❖ No mojar las paredes del capilar

Algunos líquidos que tienen estas propiedades son: mercurio, alcohol, etanol, tolueno y pentano.

Otro dispositivo utilizado para medir esta magnitud es el Termopar, y consiste en un sensor de temperatura de uso común en la industria. Se pueden utilizar para la medición de temperatura en multipuntos y monitoreo de procesos de plantas.

Además existen los Termómetros de Resistencia de Platino, éstos son instrumentos que permiten conocer la magnitud de un cambio de temperatura, mediante mediciones de resistencia eléctrica.

Un termómetro de resistencia es un sensor de temperatura que permite determinar el valor de la temperatura en la que se halla inmerso mediante mediciones precisas de su resistencia eléctrica.

1.2.4 Técnicas a Utilizar para la Determinación de los Puntos Críticos

1.2.4.1 Diagrama de Pareto

Una forma especial de gráfico de barras verticales que separa los problemas muy importantes de los menos importantes, estableciendo un orden de prioridades.

SE USA PARA:

Identificar y dar prioridad a los problemas más significativos de un proceso.

Evaluar el comportamiento de un problema, comparando los datos entre el "antes" y el "después".

1.2.4.2 Diagrama Causa – Efecto

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

Cómo interpretar un diagrama de causa-efecto:

El diagrama causa-efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto (ver diagrama 1).

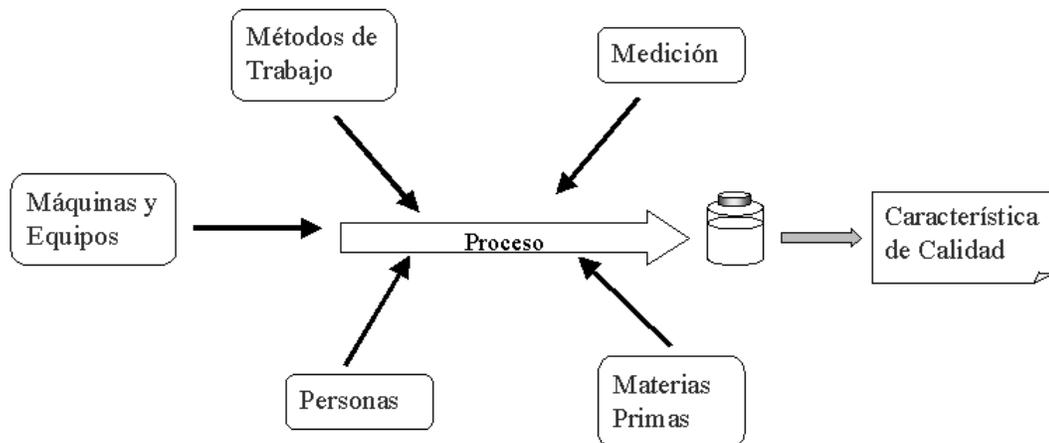


Diagrama 1.

La variabilidad de las características de calidad es un *efecto* observado que tiene múltiples *causas*. Cuando ocurre algún problema con la calidad del producto, debemos investigar para identificar las causas del mismo. Para hacer un Diagrama de Causa-Efecto seguimos estos pasos:

1. Se decide cuál va a ser la característica de calidad que vamos a analizar ver figura 2.
2. Por ejemplo, en el caso de la mayonesa podría ser el peso del frasco lleno, la densidad del producto, el porcentaje de aceite, etc.

Trazamos una flecha gruesa que representa el *proceso* y a la derecha escribimos la característica de calidad (ver diagrama 2):



Diagrama 2.

2. Se indican los factores causales más importantes y generales que puedan generar la fluctuación de la característica de calidad, trazando flechas secundarias hacia la principal. Por ejemplo, Materias Primas, Equipos, Operarios, Método de Medición, etc.

3. Se incorporan en cada rama factores más detallados que se puedan considerar causas de fluctuación.

En este capítulo fueron desarrollados los siguientes aspectos: evolución histórica de las diferentes empresas que se dedican a la transformación del plástico, Normalización y Metrología, así como conceptos de importancia relacionados con las dos disciplinas antes mencionadas, los cuales servirán para proporcionarle al lector una base teórica sobre lo que versará el presente trabajo de graduación.

CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN.

Este capítulo permitirá cuantificar un porcentaje aproximado de la utilización del proceso de moldeo por inyección en la Industria Salvadoreña del Plástico, diferenciándolo de los demás procesos existentes, así como también se presenta una breve descripción de estos (Anexo A.1).

Con lo cual se presenta la justificación del porque el proceso de moldeo por inyección fue tomado para el estudio, mostrando sus beneficios y detallando su proceso.

2.1 JUSTIFICACION DEL PROCESO Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Se realizó una investigación a ochenta empresas agremiadas y no agremiadas mediante llamadas telefónicas y visitas técnicas, para obtener datos consistentes que permitan observar una estimación porcentual del impacto que se alcanzara con este estudio considerando que el trabajo es una guía técnica o soporte para todas las empresas en general. Dicho porcentaje se ve reflejado mediante el diagrama 3.

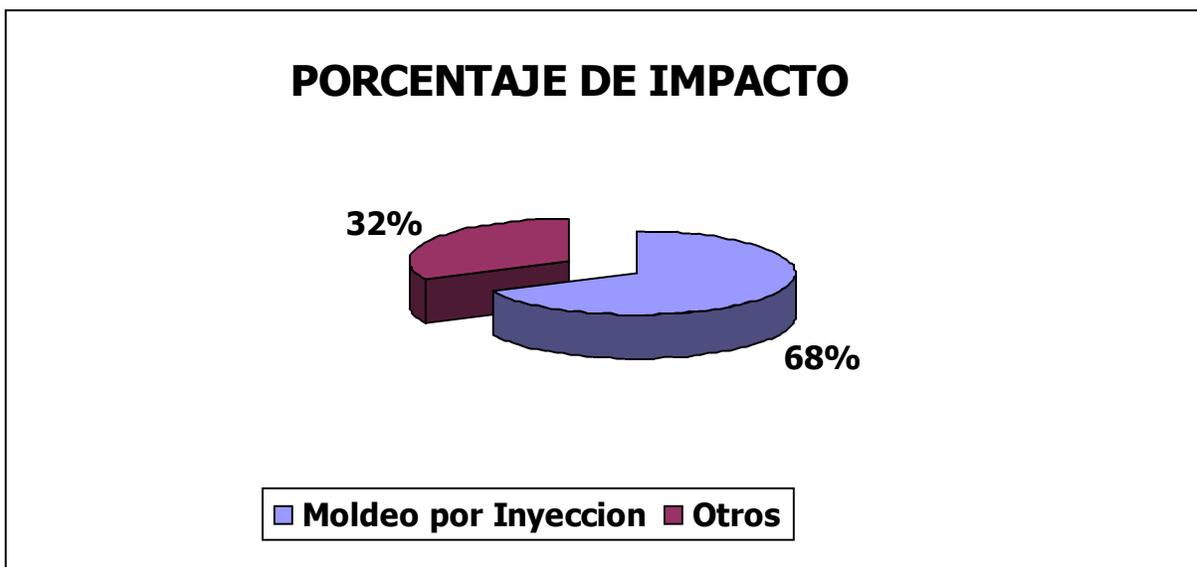


Diagrama 3.

Esta figura muestra que del 100 por ciento de las empresas investigadas, el 68 por ciento utilizan dentro de sus procesos de transformación del plástico el moldeo por inyección, contra un 32 por ciento que no lo utilizan, dado este segmento se tiene que dicho proceso es altamente empleado y proporciona resultados satisfactorios en su ciclo de trabajo así como en los productos elaborados.

Otra de las ventajas de este proceso es que el ciclo de la maquina generalmente se optimiza al utilizar un sistema adecuado para enfriar el molde; además dicho proceso tiene la ventaja sobre otros, que produce piezas de geometría compleja con las siguientes características:

- ❖ Superficies lisas.
- ❖ Propiedades de resistencias excelentes.
- ❖ Pared delgada.
- ❖ Posibilidad de formar orificios y refuerzos.
- ❖ Opción de colocar insertos metálicos.
- ❖ Elevada productividad.
- ❖ Piezas listas para ensamble o uso final.
- ❖ Piezas con gran exactitud.

Por estos motivos se escogió el proceso de moldeo por inyección, por su alta presencia en los diversos procesos existentes en las empresas y por su funcionabilidad en la fabricación de distintos productos.

Al seleccionar inyección como proceso de transformación se debe considerar que cada pieza requiere un molde particular, el diseño de piezas complejas implica un costo mayor del mismo y las interrupciones afectan directamente la productividad del proceso.

Existe un límite para el espesor de pared que se puede obtener, aproximadamente de 0.381 a 0.508 mm o de 0.015 a 0.020 plg.

El proceso de inyección, a pesar de no alcanzar los volúmenes de producción que se logran con el moldeo por extrusión, tiene su importancia en la variedad de artículos que se pueden generar y la diversidad de mercados en que interviene.

Por medio de la inyección se obtienen piezas sencillas como plumas, cucharas desechables, hasta piezas complejas como engranajes de ingeniería y piezas para implantes quirúrgicos. Respecto a las dimensiones, se puede moldear un objeto desde el tamaño de un botón, hasta una tarima para embalaje industrial.

A continuación se mencionan diferentes artículos que se producen por inyección:

Cestos, cubetas, ganchos, vasos, jarras, platos, marcos de cuadros, tapas, perillas, piezas interiores de aparatos eléctricos y electrónicos como televisores, equipos de sonido, teléfonos, videograbadoras; sillas, mesas, boquillas de manguera, cepillos, rastrillos, peines, plumas, porta-clips, engrapadoras, lapiceros, computadoras, sumadoras, paneles de control, facias, bumpers, estuches para cosméticos, lentes de seguridad, cascos, protectores auditivos, accesorios en tubería, muñecos, bicicletas, juguetes armables, juegos de azar y científicos.

La información requerida en el proceso debe considerar los puntos siguientes:

- ❖ Material
- ❖ Contracción de moldeo
- ❖ Coeficiente de expansión térmica
- ❖ Absorción de agua
- ❖ Temperatura de masa fundida
- ❖ Calor específico
- ❖ Densidad

- ❖ Temperatura de deflexión bajo carga
- ❖ Presión de inyección en material
- ❖ r.p.m. del husillo
- ❖ contrapresion del material
- ❖ torque del tornillo
- ❖ requerimientos de venteo
- ❖ Temperatura de secado
- ❖ Temperatura del molde
- ❖ Canales de colada
- ❖ Puntos de inyección
- ❖ Boquilla

Se encontró que el proceso requiere muchos parámetros de control, y que la calidad de sus productos puede cambiar debido a una gran cantidad de factores tanto humanos como de maquinaria y otros.

También no se puede decir que un proceso tiene mas ventajas sobre otro porque depende del funcionamiento dentro de la empresa.

También queda demostrado que el proceso depende mucho de la temperatura y presión y al no tenerlas controladas nos proporcionan resultados erróneos, en nuestro medio se encuentran diversidad de procesos.

Se tiene que considerar que si se toma un proceso y se investiga y se demuestra como controlar las variables que afectan al producto dentro del proceso el método puede ser aplicable a cualquier proceso dentro de la industria.

2.2 PARTES IMPORTANTES DE LA MAQUINA INYECTORA

2.2.1 bancada o soporte.

Su diseño aporta estabilidad al equipo, absorbe vibraciones y facilita el manejo de las piezas producidas. Su perfecta nivelación favorece el trabajo de los elementos en movimiento.

Funciones:

- ❖ Fundamental en la rigidez de la maquina
- ❖ Instalación del sistema hidráulico
- ❖ Soporte de unidad de cierre y unidad de inyección.

2.2.2 unidad de inyección.

Los componentes principales de esta unidad son: grupo de plastificación y sistema de arrastre. Este ultimo posee movimiento axial.

El sistema de arrastre consiste en cilindros hidráulicos y elementos estructurales que dan apoyo al grupo de plastificación.

El grupo de plastificación es la parte de la unidad de inyección donde el plástico estará alojado antes de ser inyectado.

Sus partes son:

- ❖ Tolva
- ❖ Husillo
- ❖ Cilindro
- ❖ Boquilla
- ❖ Resistencias

2.2.2.1 Tolva

Esta presenta una válvula deslizante, la cual permite o impide el ingreso del material a la zona de alimentación del husillo. La válvula debe estar abierta durante la producción y cerrada durante el paro del equipo como en el cambio de material.

En su parte inferior existe una línea de enfriamiento que impide el calentamiento excesivo en la entrada al cilindro o barril y el reblandecimiento del mismo antes de tiempo.

2.2.2.2 Cilindro O Cañón

El cañón también es llamado barril o cilindro. Junto al husillo aportan el mayor porcentaje de energía requerida para reblandecer o fundir el material. El resto de ella es aportado por bandas calefactores que rodean al cañón.

2.2.2.3 Husillo

Su funcionamiento tiene influencia en la calidad de los productos. Un husillo convencional presenta filetes o alabes que sirven para transportar material plástico hacia la cámara de inyección.

Su función es la de transportar la energía mecánica en calor transmitido al material, por lo que sus características geométricas deben diferir para cada familia de plásticos.

2.2.2.4 Boquilla

La boquilla es un elemento que conecta la salida del plástico hacia el vertedero del molde y el cañón del grupo plastificador. La boquilla es generalmente roscada ya sea interna o externa. Y debe presentar una banda de calefacción ya que algunos materiales plásticos pueden solidificarse en esa zona.

2.2.3 Punta de Husillo y Válvula Anti-Retorno

La punta es un elemento atornillable al husillo que presenta una forma que facilita el flujo del plástico hacia la cámara de inyección. La válvula anti-retorno regula la cantidad de plástico que será introducido en cada disparo a la cavidad del molde.

2.2.4 Especificación Unidad de Inyección.

La forma más común para identificar el tamaño de la unidad de inyección es a través de la capacidad máxima de disparo o peso máximo del producto. Es importante comprender el sentido del valor máximo del tamaño de disparo, ya que cuando se trabaja con materiales como polietileno o polipropileno, el tamaño real de disparo será menor, pues estos ocupan mas volumen con un peso determinado.

2.2.5 Sistema Hidráulico.

El sistema básico incluye un tanque, intercambiador de calor, motor eléctrico, bomba hidráulica, válvulas, filtros, mangueras, motor hidráulico y pistones.

2.2.6 Sistemas Híbridos y Electrónicos.

Existen diferentes sistemas para controlar movimientos en la maquina de inyección, los diferentes sistemas son:

- ❖ Hidráulicos
- ❖ Mecánicos
- ❖ Hidro-mecánicos.

2.2.7 Unidad de Cierre.

La unidad de cierre tiene como funciones principales el cierre y apertura del molde, sirve como estructura de soporte para el mismo, durante la inyección evita la apertura de este y al finalizar el ciclo contribuye a la expulsión de la pieza, esta unidad se clasifica en:

- ❖ Mecánica
- ❖ Hidráulica

2.2.7.1 Platinas Fijas y Móviles

Deben ser lo suficientemente robustas para realizar operaciones de apertura y cierre sin el riesgo de provocar daños al molde. Platinas muy delgadas pueden sufrir deflexión según el tamaño del molde y los puntos de acción del sistema de cierre.

2.2.7.2 Sistema Mecánico o de Rodillera.

Este sistema de cierre es accionado por un pistón hidráulico dispuesto vertical y horizontalmente según sea el número de articulaciones. Dicho pistón cumple la función de desplazar al elemento central de la rodillera que, a su vez, transmite el movimiento al resto de la articulación.

2.2.7.3 Sistema Hidráulico o de Pistón.

Las funciones que realiza son: traslación de la platina móvil y fuerza efectiva de cierre. La fuerza de cierre es suministrada por presión de aceite.

Sistemas hidro-mecánicos o combinados.

En ambos casos el desplazamiento de la platina móvil se logra mediante pistones largos de alta velocidad. Aprovechan las ventajas que presentan los sistemas mecánicos e hidráulicos de cierre, apreciando una tendencia a utilizarse en maquinas medianas y de mayor tamaño.

2.2.7.4 Fuerza de Cierre.

Es la máxima fuerza disponible en la maquina para mantener el molde cerrado durante la inyección.

2.2.8 Controles

Funciones básicas de los controles:

- ❖ Regular movimientos de la maquina
- ❖ Proporcionar datos de operación
- ❖ Generar datos para control de calidad y control estadístico.

2.2.9 Moldes

Es la herramienta complementaria para que la maquina inyectora pueda producir piezas, el éxito del proceso de inyección esta sustentado en contar con un molde bien diseñado y en optimas condiciones. Los diferentes tipos de moldes son:

- ❖ Moldes estándar de dos placas
- ❖ Moldes de tres placas
- ❖ Con sistema de desenrosque
- ❖ Moldes con elementos deslizantes
- ❖ Moldes combinados
- ❖ Moldes snack o varios niveles
- ❖ Moldes con sistema de colada caliente.

2.3 Proceso de Transformación del Plástico de Moldeo por Inyección.

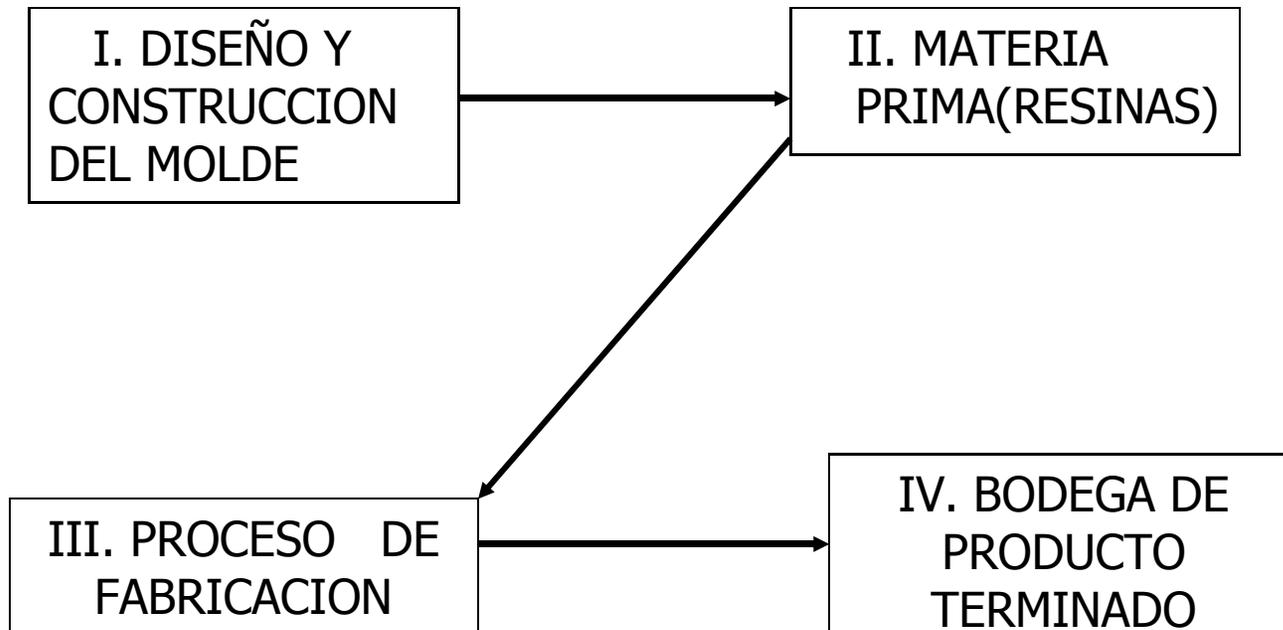
Con el objetivo de ordenar y simplificar todo el proceso de transformación del plástico de moldeo por inyección, se decidió dividirlo en cuatro secciones básicas e importantes (Diagrama 4), esto luego de haber realizado varias visitas técnicas a la empresa prototipo, cabe mencionar que, cada una de estas secciones encierra un procedimiento específico que se desarrolla en una determinada etapa del proceso, constituyendo en su conjunto el moldeo por inyección.

En el diagrama 5 se presenta un recorrido por todo el proceso, que comienza por el diseño y construcción del molde y finaliza en el producto final, en este reconocimiento se identifican cuatro secciones que se consideraron importantes para la calidad del producto y que están inmersas en cualquier empresa que se dedique a la transformación del plástico, las cuales son:

- 1) Diseño y construcción del Molde.
- 2) Materia Prima (resinas).
- 3) Proceso de Fabricación.
- 4) Almacenaje de Producto terminado.

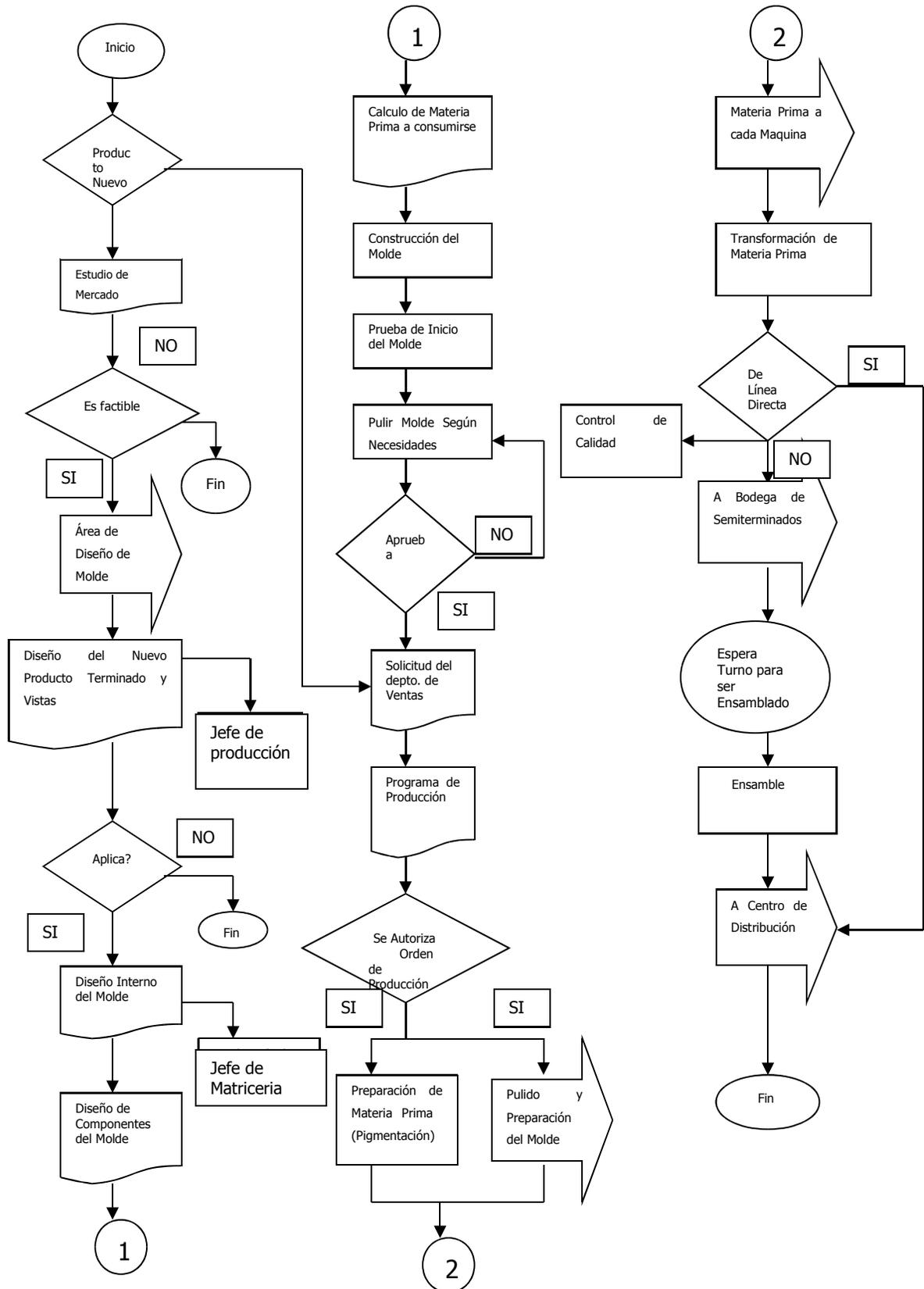
Cada uno de los procedimientos que encierran estas secciones será detallado, tanto teórica como gráficamente.

Areas del Proceso de Moldeo por Inyeccion



(Diagrama 4)

Diagrama de Flujo del Proceso de Moldeo por Inyección(diagrama 5).



2.4 AREAS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCION

2.4.1 Diseño y Construcción del Molde (Diagrama 6).

El área del diseño del molde se encarga de recibir el estudio de mercado para un nuevo producto, es aquí donde se encargan de plasmar las necesidades que el consumidor proporciona en ideas útiles.

Esta área es responsable de:

- ❖ Calculo de materia prima.
- ❖ Establecer y calcular pigmentos.
- ❖ Determinar a que tipo de maquinaria va ir destinado el molde (capacidades de inyección).
- ❖ Materia prima del molde (aluminio industrial o acero).
- ❖ Acabado Superficial (espejo, nevado o mate).
- ❖ Tipo de boquilla del producto a fabricar.

En primera instancia, se realizan los dibujos de todas las vistas del artículo y una presentación del dibujo terminado para verificar con esto todos los detalles, es aquí donde se determina si la figura puede ser transformada en molde teniendo en cuenta 2 criterios:

2.4.1.1 Que la Pieza Pueda ser Extraída Fácilmente.

La medida de abertura de la compuerta de la maquinaria debe ser por lo menos el doble de la medida longitudinal del largo de la pieza para que esta pueda ser extraída del molde sin dañarla y sin incurrir en aumentos de los tiempos de producción por maniobras para extraer la pieza.

2.4.1.2 Capacidad de Inyección de la Maquina.

El molde no debe exceder la capacidad de inyección de las maquinas para lo cual se cuenta con una tabla guía donde esta especificada la capacidad máxima de cada maquina si el diseño esta dentro de estas capacidades se procede a su fabricación caso contrario se rechaza.

Luego de haber cumplido estas 2 condiciones, se llevan a cabo los dibujos internos del molde y sus componentes, estos se diseñan en coordinación con el jefe de matriceria.

2.4.2 Partes del Molde.

Macho. Esta compuesto por: placas, pines y sistema de refrigeración.

Hembra. Esta compuesto por: bujes, casquetes y sistema de refrigeración.

Esta área es también responsable de realizar el calculo de materia prima a consumirse en el nuevo producto (auxiliándose de tabla), esta información también se utiliza para saber a que maquinaria se les va a asignar la maquinación del producto, dependiendo de la capacidad de inyección que este demande.

El área de diseño de moldes se auxilia de otras áreas como producción, para realizar sus actividades como por ejemplo: saber el tipo de boquilla necesario para determinado articulo.

2.4.2.1 Materia Prima de Moldes.

Los moldes son manufacturados de materiales que presenten una buena resistencia a las condiciones que son expuestos, como: elevadas temperaturas, fricción, etc. Generalmente se fabrican de acero o aluminio industrial, según las características demandadas por el producto a fabricar.

2.4.3 Pulido y Preparación del Molde.

Luego de haber sido diseñado, aprobado y construido el molde según especificaciones, este pasa al área de pulido y preparación, es aquí donde se le da el acabado necesario según lo demande el artículo a producir, puede ser: Espejo, nevado o mate, aunque a la mayoría se les da el acabado espejo, esto se realiza mediante una serie de lijas desde la más áspera hasta la más fina, este procedimiento puede ser manual o auxiliándose con un aparato neumático.

Para finalizar este procedimiento se utiliza una pasta especial de calcita, que termina de dar el acabado requerido al molde, luego es engrasado y está listo para ser sometido a la prueba de inicio.

2.4.4 Prueba de Inicio.

Una vez elaborado y pulido el molde es sometido a una prueba de inicio, que consiste en montar el molde y realizar una inyectada para obtener una pieza de prueba, la cual es examinada por el jefe de matricería y el jefe de producción para verificar si la pieza cumple con los requerimientos de calidad y las especificaciones dadas por el área de diseño, al mismo tiempo esta prueba es de gran utilidad ya que mediante ella se pueden determinar errores o defectos no solo en el molde sino también en la máquina, como puede ser temperaturas y presiones inadecuadas o ejes descentrados.

Las pruebas se siguen realizando hasta lograr los resultados esperados en cuanto a calidad y diseño establecido.

2.4.5 Puesta en Marcha de Moldes.

Los moldes nuevos y aceptados entran al proceso productivo de todos los moldes, la cantidad inicial a producir es definida por el área de mercadeo, luego de haber realizado los estudios necesarios. El proceso productivo del molde comienza con una solicitud del área de ventas, después se programa la producción del artículo y se elaboran las ordenes de producción, dependiendo de la aceptación que tenga este artículo en el mercado se sigue produciendo menor, igual o en mayor cantidad.

2.4.6 Materia Prima (Resinas) (Diagrama 7).

Cuando la orden de producción esta lista se les informa a los encargados del área de materia prima que el artículo se reproducirá y que material se va a utilizar para producirlo, así como también en que cantidades y colores.

En (Anexo A.2) se encuentran las diferentes materias primas utilizadas en la industria.

Esta área se auxilia de las programaciones y ordenes de producción para preparar los materiales ya que es estos documentos se encuentran mas especificaciones del producto a elaborar.

Para llevar a cabo el proceso de pigmentación existen formulas que especifican la cantidad de pigmento necesario según la cantidad de materia prima a utilizar. Todos estos procedimientos se encuentran documentados ya que el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2000 así lo exige, con la finalidad de que todo lo que se realice se haga de la misma forma.

En esta área toda la materia prima tratada es virgen. En algunos casos los sobrantes que se recogen en cada maquina son mezclados con la materia prima virgen en no mas de un 5% para que no afecte la calidad del articulo a producir.

Esta reutilización de materia prima no puede ser mas de 3 veces debido a que esta se degrada en cada proceso de inyección por las altas temperaturas a la que es sometida.

Los porcentajes de materia prima reutilizada que se mezcla con la materia prima virgen van disminuyendo con respecto a las veces que esta a sido reutilizada.

2.4.7 Proceso de Moldeo por Inyección (Diagrama 8).

Los parámetros a seguir para realizar el proceso de moldeo por inyección en la empresa prototipo, están contemplados en un instructivo donde se indican:

- ❖ Temperaturas de inyección (según materia prima).
- ❖ Tiempo de inyección
- ❖ Cantidad de material a utilizar (según articulo a producir)
- ❖ Velocidades de abertura y cierre de la maquina.
- ❖ Velocidad de ciclo total de inyección.
- ❖ Porcentajes de agua necesaria para enfriar el molde y la maquina, con el fin de proteger las empaquetadoras de las altas temperaturas a las que están sometidas.

Este instructivo se elaboro como una guía para los operadores y demás personal involucrado en el proceso de moldeo por inyección, por disposición de la norma ISO 9001:2000 como parte de sus políticas de calidad.

El proceso de moldeo por inyección propiamente dicho consiste en los tiempos de inyección de la materia prima.

El primer tiempo es el tiempo de llenado del molde, que es cuando la materia prima derretida y caliente es depositada en el molde este tiempo es el 95% del tiempo del ciclo total del proceso, luego la segunda fase es la de compactación de la pieza, este consume el otro 5% del tiempo del ciclo total del proceso y consiste en suministrar la presión necesaria sobre el molde para que el artículo tome la forma deseada y se solidifique además de compactarse.

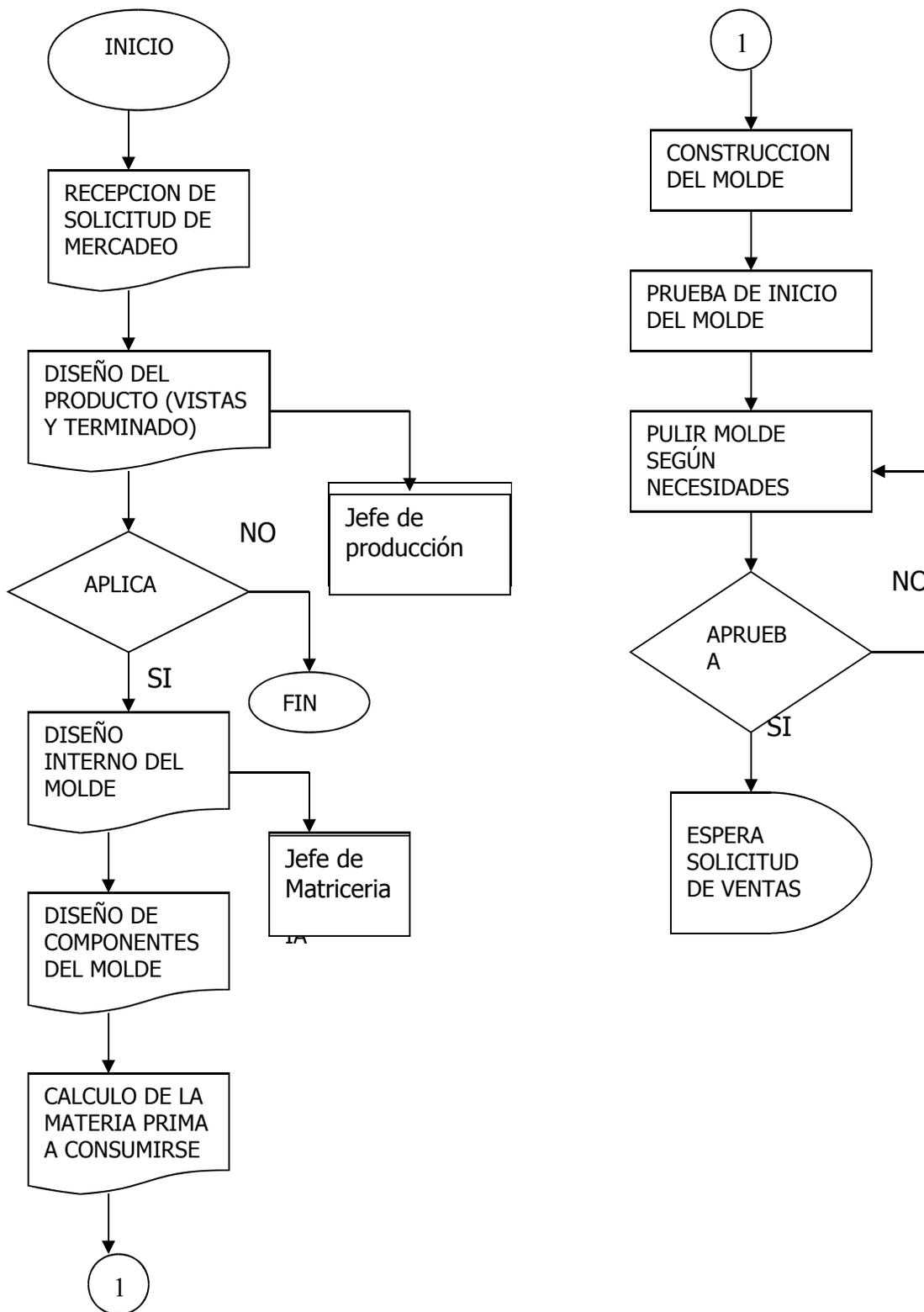
También este tiempo incluye el enfriamiento de la pieza para que pueda ser removida fácilmente del molde, así como también el tiempo de carga de la máquina (la misma cantidad anterior según lo programado).

2.4.8 Área de Bodega de Producto Terminado(Diagrama 9)

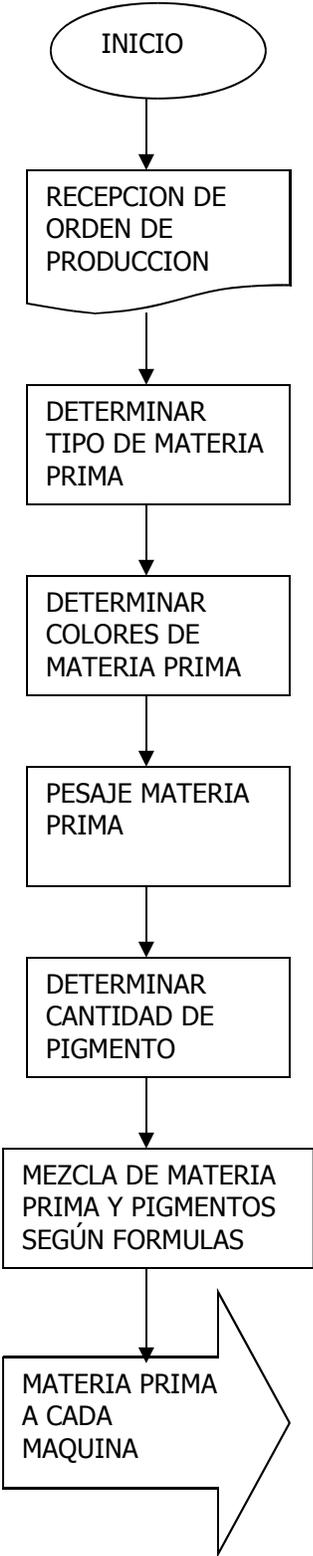
Esta área es la que recibe el producto terminado del área de producción al mismo tiempo que cumple las funciones de un centro de distribución, ya que es en esta misma área donde el producto se despacha para ser comercializado.

El lote de producto se recibe de producción, no sin antes verificar que la cantidad que se reporta es la correcta, luego el producto es almacenado y apilado dependiendo de varios factores como: forma y peso, con el fin de evitar rechazos por daños causados por un mal manejo de producto terminado, se trabaja en base a pedidos pero se mantiene producto en bodega por si surge un pedido de emergencia, finalmente el lote de productos está listo para ser despachado.

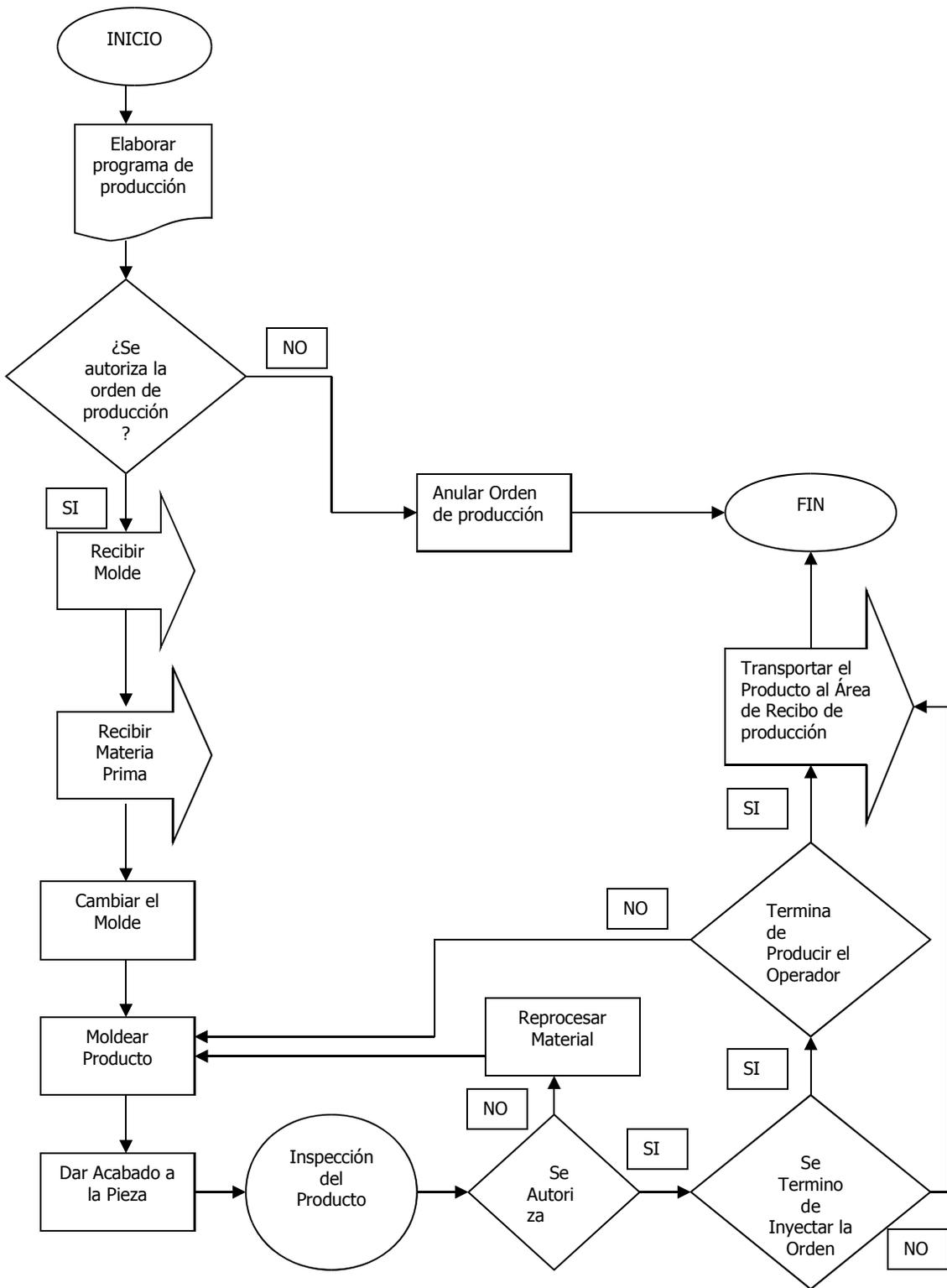
(Diagrama 6) Flujo del Área de Diseño y Construcción del Molde



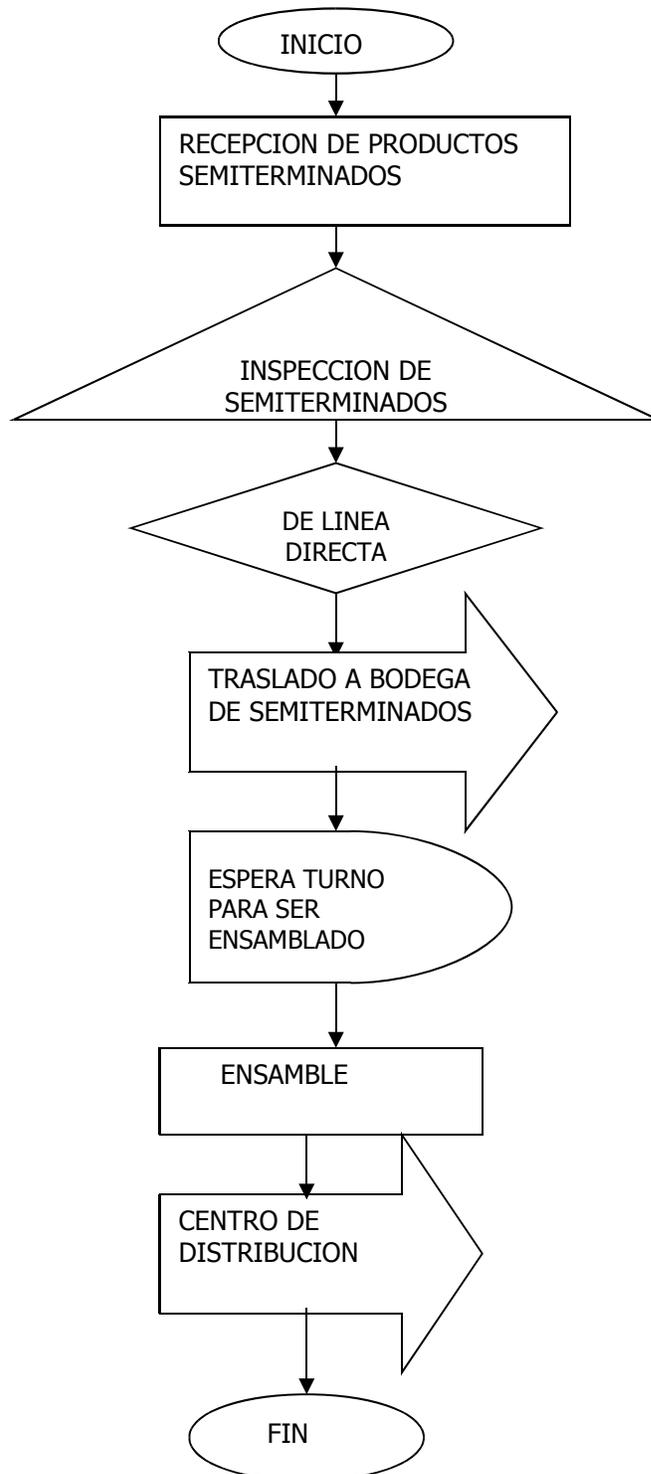
(Diagrama 7) Flujo del Área de Materia Prima (Resina)



(Diagrama 8) Flujo del Área Proceso de Fabricación.



(Diagrama 9) Flujo del Área de Bodega de Producto Terminado.



CAPITULO III: IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DENTRO DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN.

Se realizara una investigación de todo el proceso desde el diseño del producto hasta el producto final y con esto se encontraran los puntos críticos dentro del proceso, el cual permitirá hacer un diagnostico del problema y llegar hasta todas sus posibles causas.

Se presentan algunos parámetros a los que deben funcionar las partes de la maquina inyectora, así como también se presentan los de temperatura y presión y sus diferentes formas de estar presentes en el proceso, y controles a tener en cuenta.

3.1 REQUISITOS DE CALIDAD.

Los requisitos de calidad se refieren a las exigencias mínimas que debe poseer un producto en su presentación final, que lo haga apto para ser comercializado al publico con la mayor aceptación posible.

3.1.1 Internos (los de la empresa)

- ❖ Peso.
- ❖ Sin rechupes.
- ❖ Sin alabeo.
- ❖ Buen rebabeo.
- ❖ Colores firmes y homogéneos.
- ❖ 100% transparente.
- ❖ Sin llenado incompleto.
- ❖ Sin marcas de unión de flujo (fracturas ó fisuras).
- ❖ Sin marca de gases atrapados (quemaduras).
- ❖ Sin burbujas (ampollas).

- ❖ Espesores de pieza uniforme (pieza no descentrada).
- ❖ Sin manchas de material crudo.
- ❖ Calado 100%.
- ❖ Con bastante brillo (cuando se requiera, a veces es parte de la condición de la pieza ser mate de algunas partes ó totalmente, esto se hace por medio de un erosionado del molde).
- ❖ Sin basuras.
- ❖ Sin ralladuras.
- ❖ Sin contaminación.
- ❖ Sin marca de pines.
- ❖ Sin manchas (agua, huellas, etc).
- ❖ Sin fuera de tonalidad en su color.

3.1.2 Externos (los que el cliente exige)

- ❖ Presentación.
- ❖ Tostado.
- ❖ Con buen acabado.
- ❖ Color de acuerdo a su necesidad (cuando es un sólo color).
- ❖ Surtido de colores según el pedido.
- ❖ Impresión serigráfica (si el cliente lo desea, sin manchas de tinta visibles).
- ❖ Dimensiones de pieza requeridas según sea necesidad, previo acuerdo (ancho, largo, diámetros, etc).
- ❖ Piezas sin ralladuras durante el manejo.
- ❖ Que pase la prueba hecha por el cliente, según sea lo pactado, en lo que a función que prestará la pieza se refiere.

3.2 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA POR MEDIO DEL DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.

3.2.1 Planteamiento del Problema.

Los instrumentos de medición utilizados en el proceso cuentan con un tiempo de uso considerable y muchas de las empresas del sector plástico no cuentan con métodos de calibración para los dispositivos de medición de las diferentes magnitudes, abonando a ello la existencia de algunos con ciertas averías, lo cual no garantiza una óptima medición, y la mayoría de estos instrumentos proporcionan confusión en el área de fabricación del producto.

3.2.2 Técnicas a Utilizar para el Análisis.

Para poder describir la situación en la que se encuentra actualmente cualquier organización se emplearán dos técnicas muy utilizadas en la ingeniería industrial, las cuales son: Diagrama de Pareto, diagrama Causa – Efecto.

El objetivo de utilizar estas técnicas, es mostrar de una forma más clara y concisa los aspectos o factores que ayuden a determinar las posibles causas que están generando el problema anteriormente identificado.

3.3 ANALISIS DE LAS AREAS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCION

Se realizo un análisis de las diferentes áreas del proceso de moldeo por inyección con el fin de identificar los punto críticos mas influyentes en el control del proceso y por lo tanto en la calidad del producto final, la metodología para dicho análisis fue la visita directa a diferentes empresas del sector plástico que cuentan con el proceso de moldeo por inyección, durante estas visitas se entrevisto a personal clave dentro de las empresas para que estos expusieran según la experiencia adquirida cuales eran a su juicio los defectos que ocurren con mas frecuencia dentro de cada una de las

áreas del proceso y que afectan directamente a la calidad de los productos y a su vez que estos estuvieran relacionados a las mediciones y por lo tanto a la metrología.

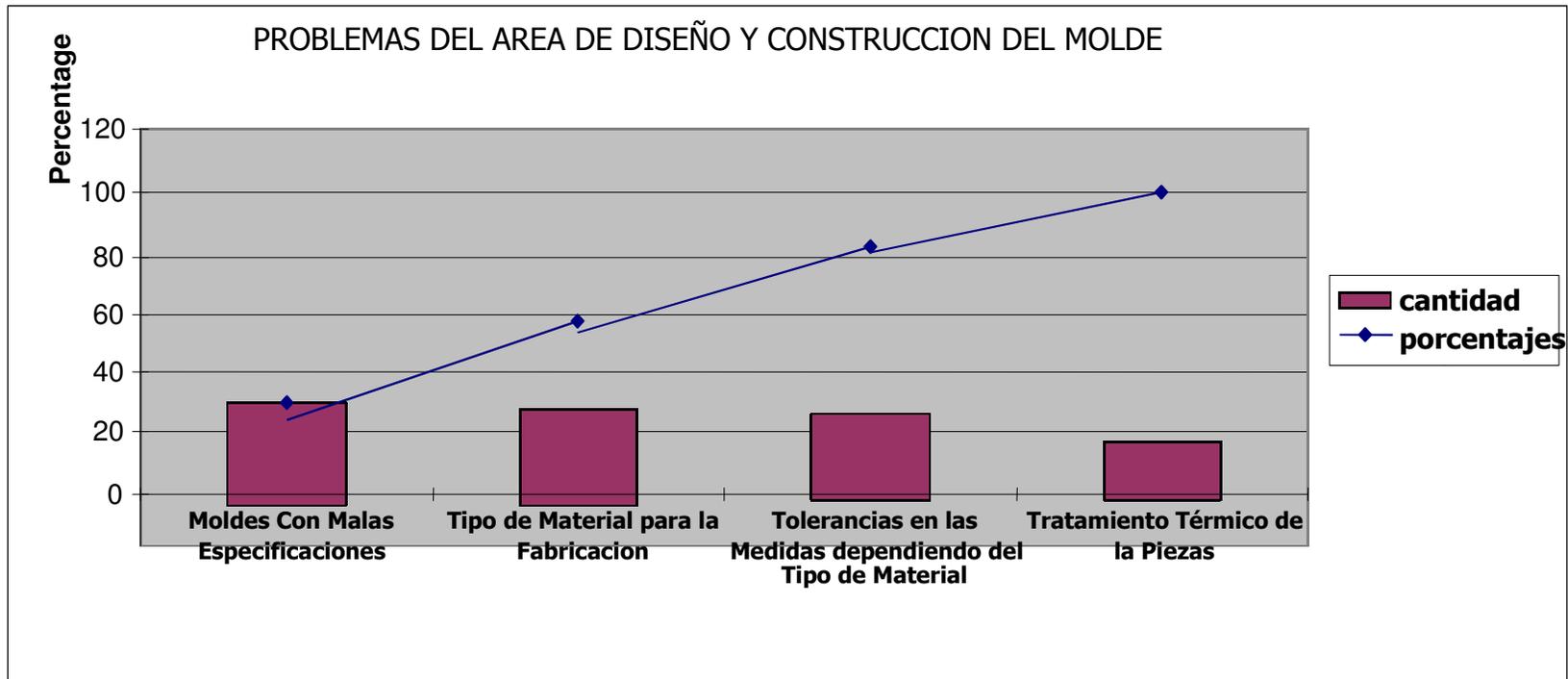
Luego de recabar la información esta fue analizada depurada y sintetizada mediante las herramientas conocidas como Diagrama de Pareto y Diagrama de Ishikawa, cada uno de los aspectos contenidos en estos diagramas fue recopilada de las empresas visitadas, especialmente de la empresa prototipo, tomando los mas relevantes señalados por los empresarios y operarios.

3.3.1 Análisis del Diseño y Construcción del Molde

Se realizo una investigación con los responsables de los diferentes procesos de moldeo por inyección de las empresas visitadas y se encontraron que los cuatro puntos críticos mas influyentes y sujetos a fluctuaciones son los siguientes:

- ❖ Molde con malas especificaciones.
- ❖ Tipo de material para la fabricación.
- ❖ Tolerancia en las medidas dependiendo del tipo de material.
- ❖ Tratamiento Térmico de las Piezas.

Estos problemas se analizan mediante un diagrama de Pareto, el cual permitirá observar cual de todos ellos presenta mayor influencia en el diseño y construcción del molde (Diagrama 10).



Al observar la tendencia de los problemas se encontro que el de mayor relevancia dentro del proceso es el de molde con malas especificaciones; esto se determino en base a la frecuencia con la que ocurre dicho problema.

Después de observar cual es el punto critico mas relevante(Diagrama 10) se procede a analizarlo con un diagrama causa y efecto, con la finalidad de descubrir la causa básica que origina dicho problema, teniendo en cuenta un enfoque metrológico (Diagrama 11).

Los factores causales más importantes y generales del problema más incidente identificado en área de diseño y construcción de molde son:

- ❖ Mano de Obra.
- ❖ Maquinaria.
- ❖ Medición.
- ❖ Materia Prima.

Dentro de cada una de estas ramas se observan los factores que pueden ser causa de dispersión en la característica de calidad señalada como problema principal.

1. MANO DE OBRA: Involucra a todo el personal que interviene en la producción y mantenimiento de los equipos utilizados, es el sistema operativo de la empresa en estudio, son ellos los que están en constante contacto con la producción de los moldes.

2. MAQUINARIA: El equipo se refiere a la influencia que éste puede tener en el resultado de la calidad del molde el cual requiere de una gran precisión.

3. MEDICION: En esta se encuentran todos los instrumentos de medición que permiten tener controlado el proceso, estos son los que representan el mayor problema puesto que se hace muy costosa la calibración del equipo.

4. MATERIA PRIMA: Este factor tiene presencia en el proceso cuando no se encuentra en buen estado o no cumple con todos los requisitos y con ello proporcionara moldes en mal estado o que no cumplen con las especificaciones, presenta una de los factores que pueden tener incidencia en el proceso de fabricación de los moldes.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL AREA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL MOLDE

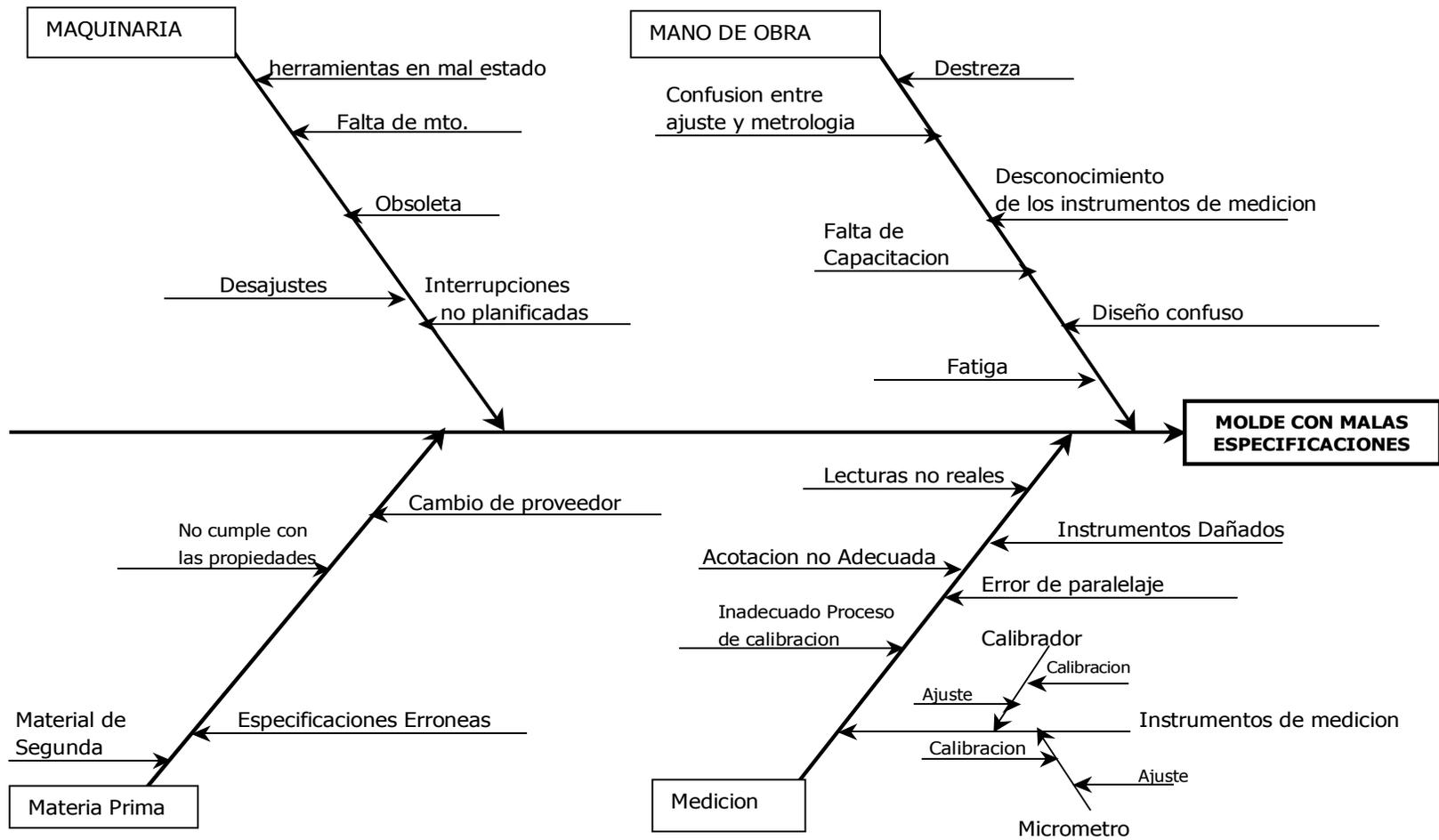


Diagrama 11.

Al mostrar el diagrama causa y efecto del área de diseño y construcción del molde bajo las causas principales antes mencionadas, se destacaron las causas que están relacionadas al enfoque de la metrología; que es la base del estudio y de las cuales se observan en el siguiente Diagrama 12:

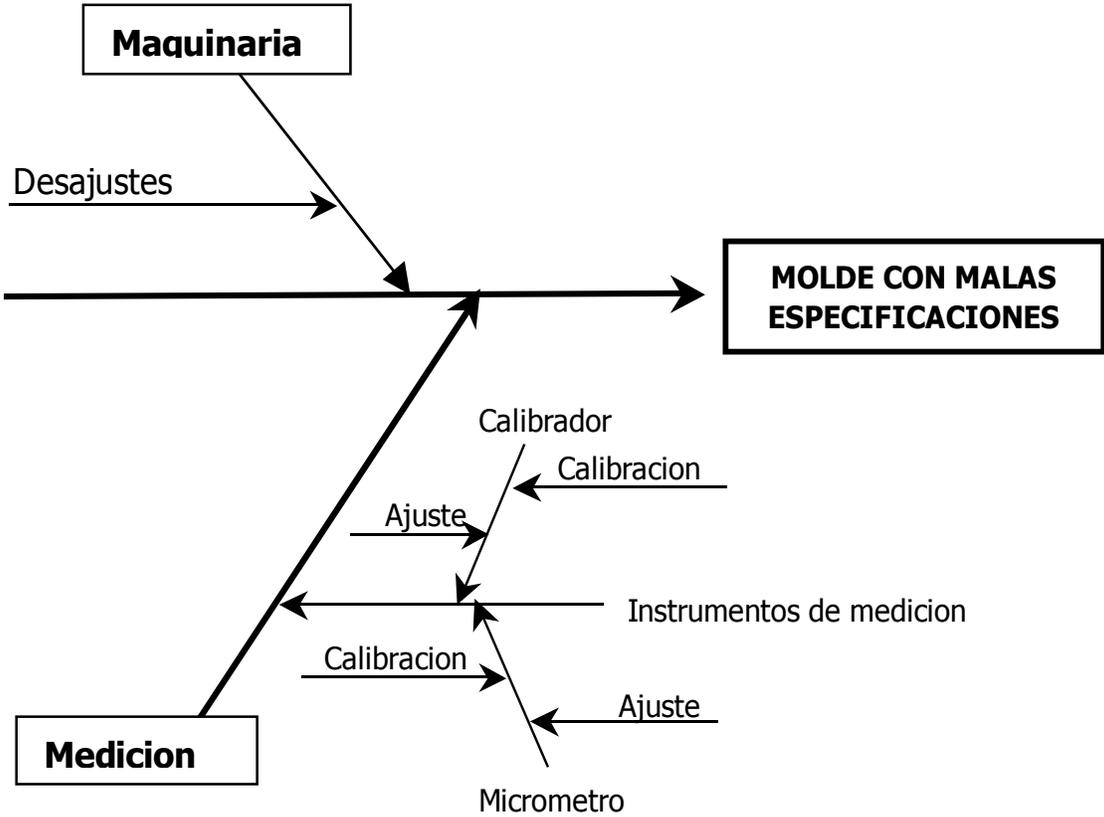


Diagrama 12. Identificación de la Causas Raíces del Problema Principal del Área de Diseño y Construcción del Molde

En el diagrama 12 se observa que las causas son: maquinaria y medición; y dentro de estas se encuentran factores que contribuyen a fluctuaciones las cuales se detallan a continuación:

DESAJUSTES DE LA MAQUINARIA: con esto se dice que la maquina es la que tiene mayor actividad en el proceso y un desajuste en la misma nos da moldes de muy mala calidad, y debido al constante movimiento y acción a la que esta sometida diariamente se pueden producir desajustes en cualquiera de sus puntos y es por esto que se da la mayor incidencia ya que el molde puede ser fabricado descentrado o con malas dimensiones.

INSTRUMENTOS DE MEDICION: en el área de matriceria son muy importantes los instrumentos de medición porque son ellos los que permiten verificar si las dimensiones o diseño del molde están siendo cumplidas según sus especificaciones, y un error de medición o una lectura con error representa problemas en el producto final, es por ello que deben estar debidamente ajustados y calibrados si se requiere.

3.3.2 Análisis del Problema en Materia Prima (Resinas).

Se realizo una investigación con los responsables de los diferentes procesos de moldeo por inyección de las empresas visitadas y se encontraron que los cuatro puntos críticos más influyentes y sujetos a fluctuaciones son los siguientes:

- ❖ Entrega de cantidad diferente de materia prima.
- ❖ Error en el pesado en pigmento y materia prima.
- ❖ Control de materia prima.
- ❖ Confundir el numero de orden de producción.

Estos problemas se analizan mediante un diagrama de Pareto, el cual permitirá observar cual de todos ellos presenta mayor influencia en el área de materia prima resinas (Diagrama 13).

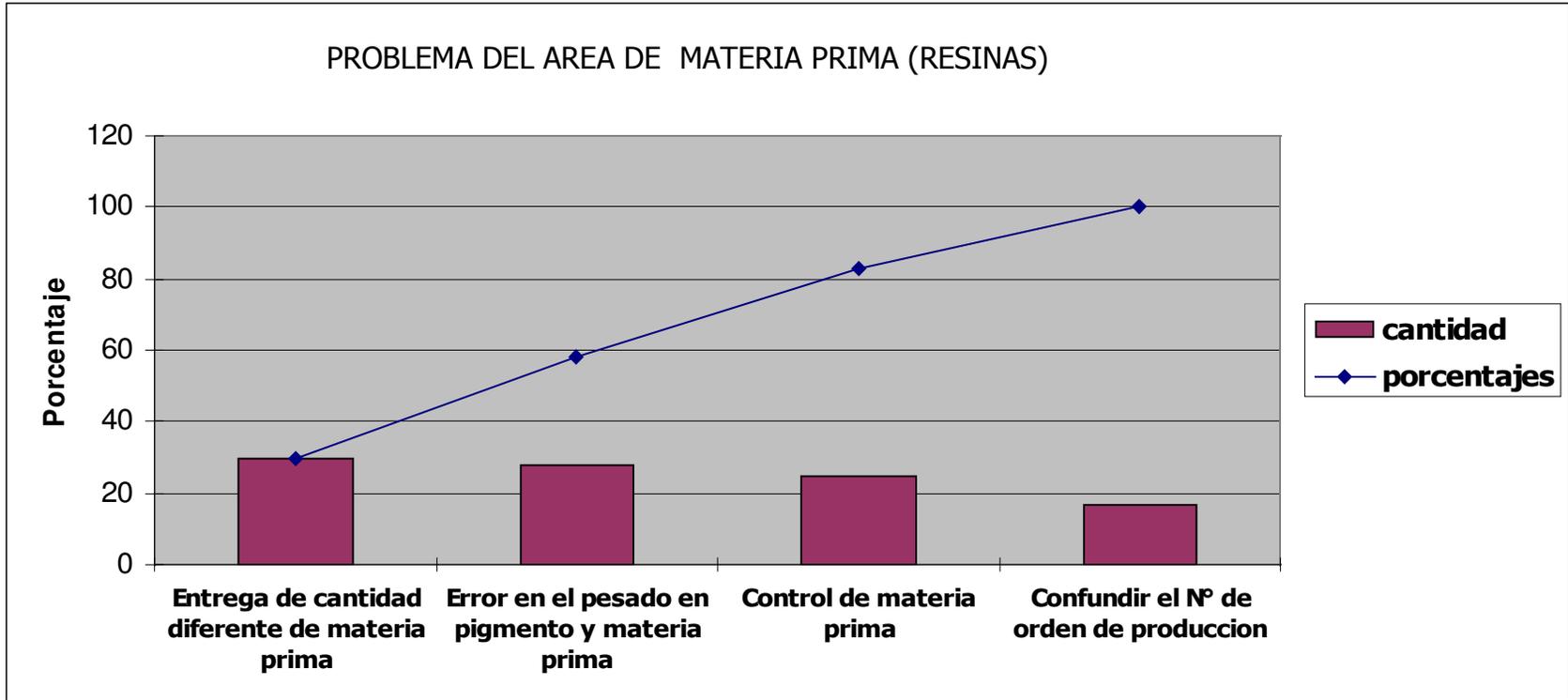


Diagrama 13.

Al observar la tendencia de los problemas se encontró que el de mayor relevancia dentro del proceso es el de entrega diferente de materia prima; esto se determinó en base a la frecuencia con la que ocurre dicho problema.

Después de observar cual es el punto crítico más relevante (Diagrama 13) se procede a analizarlo con un diagrama causa y efecto, con la finalidad de descubrir la causa básica que origina dicho problema, teniendo en cuenta un enfoque metrológico (diagrama 14).

Los factores causales más importantes y generales del problema más incidente identificado en el área de materia de prima son:

- ❖ Mano de Obra.
- ❖ Maquinaria.
- ❖ Medición.
- ❖ Métodos.

Dentro de cada una de estas ramas se observan los factores que pueden ser causa de dispersión en la característica de calidad señalada como problema principal.

1. MANO DE OBRA: Involucra a todo el personal que interviene en el pesado y control de la materia prima que se utilizara dentro del proceso productivo para la fabricación de los artículos plásticos.

2. MAQUINARIA: El equipo se refiere a la influencia que éste puede tener en el resultado de la calidad de materia prima entregada a producción y que sea la requerida.

3. MEDICION: En esta se encuentran todos los instrumentos de medición que nos permiten tener controlado el proceso de pesado de materia prima, estos son los que representan el mayor problema puesto que se hace muy costosa la calibración del equipo.

4. METODOS: esta se refiere a la forma en que se lleva adecuadamente el control de toda la materia prima que se esta distribuyendo a las diferentes partes del área de producción.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL AREA DE MATERIA PRIMA
(RESINAS)

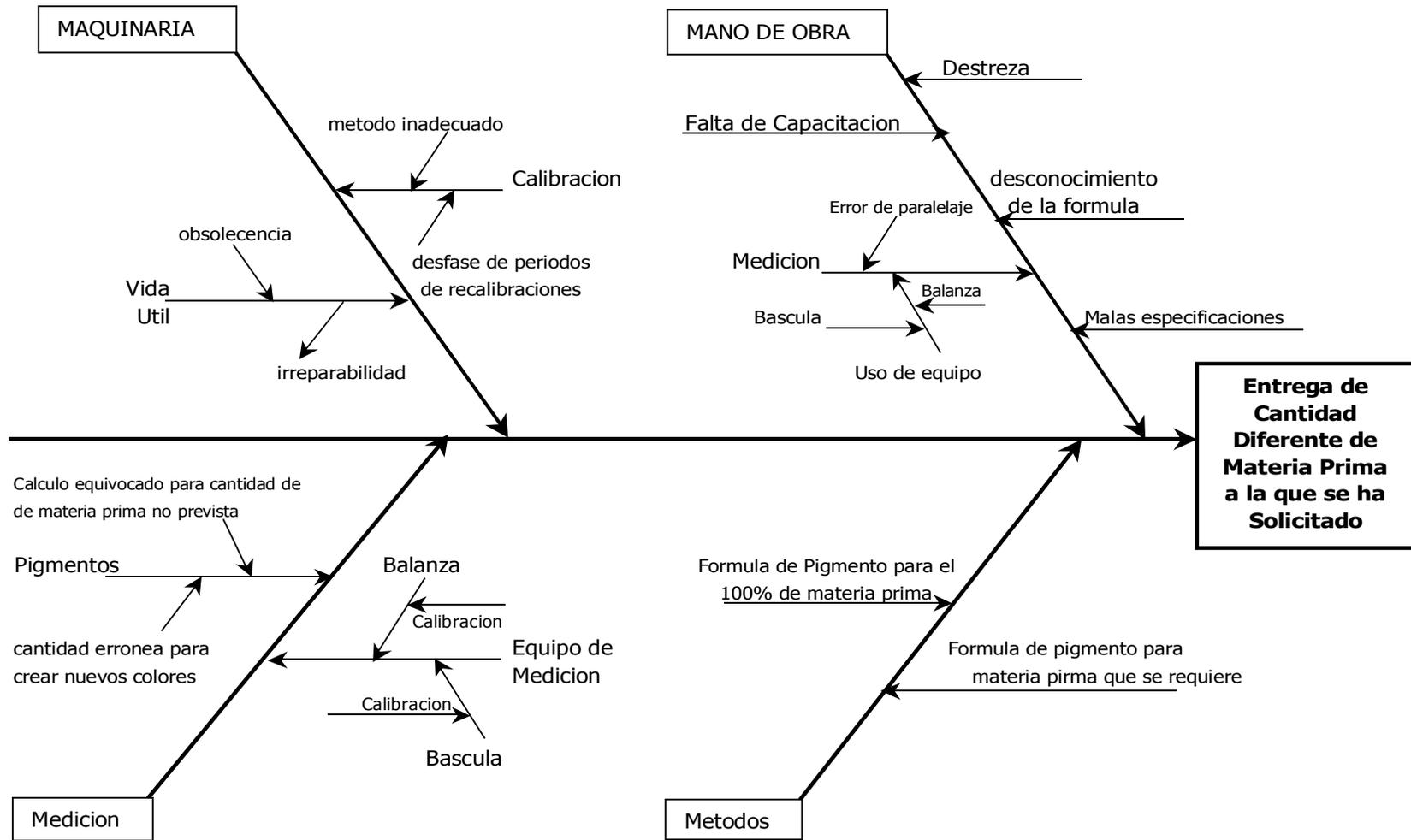


Diagrama 14

En el diagrama 15 se observa que las causas son: métodos; y dentro de esta se encuentran factores que contribuyen a fluctuaciones las cuales se detallan a continuación:

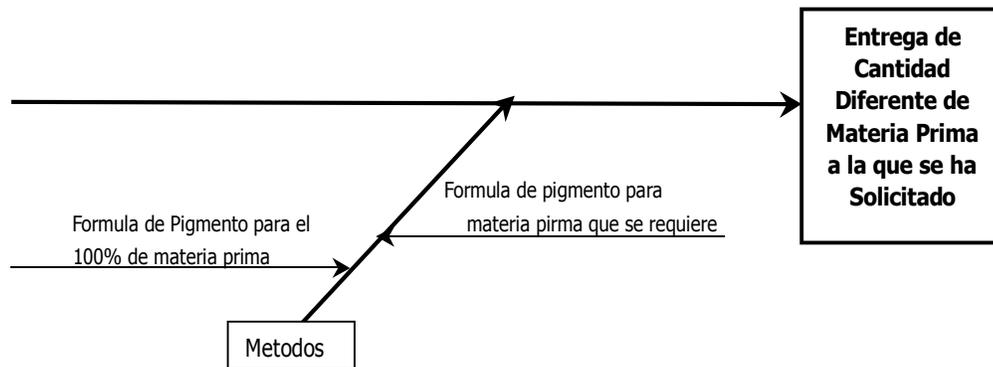


Diagrama 15. Identificación de la Causas Raíces del Problema Principal del Área de Materia Prima (Resinas)

En muchas empresas manufactureras del sector plástico se cuentan con formulas específicas para pigmentar la materia prima, de acuerdo a cantidades establecidas (peso) de esta, lo cual lleva a dos situaciones:

- 1) **FORMULA DE PIGMENTO PARA EL 100% DE MATERIA PRIMA:** consiste en pigmentar cantidades exactas de acuerdo a la formula y no de acuerdo a lo requerido en la orden de producción, lo que puede traer como consecuencia la entrega de cantidad de materia prima no requerida.
- 2) **FORMULA DE PIGMENTO PARA MATERIA PRIMA QUE SE REQUIERE:** consiste en pigmentar exactamente la cantidad de materia prima establecida en la orden de producción, la variabilidad se puede dar, debido a que la persona que realiza esta operación necesita hacer un calculo matemático para obtener el equivalente de pigmento para la cantidad de materia prima exigida, dicho calculo puede resultar erróneo lo que conlleva a diferencias en la cantidad de materia prima.

3.3.3 Análisis del Área de Producción

Se realizó una investigación con los responsables de los diferentes procesos de moldeo por inyección de las empresas visitadas y se encontraron que los cuatro puntos críticos más influyentes y sujetos a fluctuaciones son los siguientes:

- ❖ Piezas incompletas.
- ❖ Piezas fuera de tono.
- ❖ Purga.
- ❖ Piezas mal rebabeadas.
- ❖ Rechupe.
- ❖ Alabeo.
- ❖ Piezas agrietadas.
- ❖ Tonalidad.
- ❖ Marca de pines.

Estos problemas se analizan mediante un diagrama de Pareto, el cual permitirá observar cual de todos ellos presenta mayor influencia en el área de materia prima resinas (Diagrama 16).

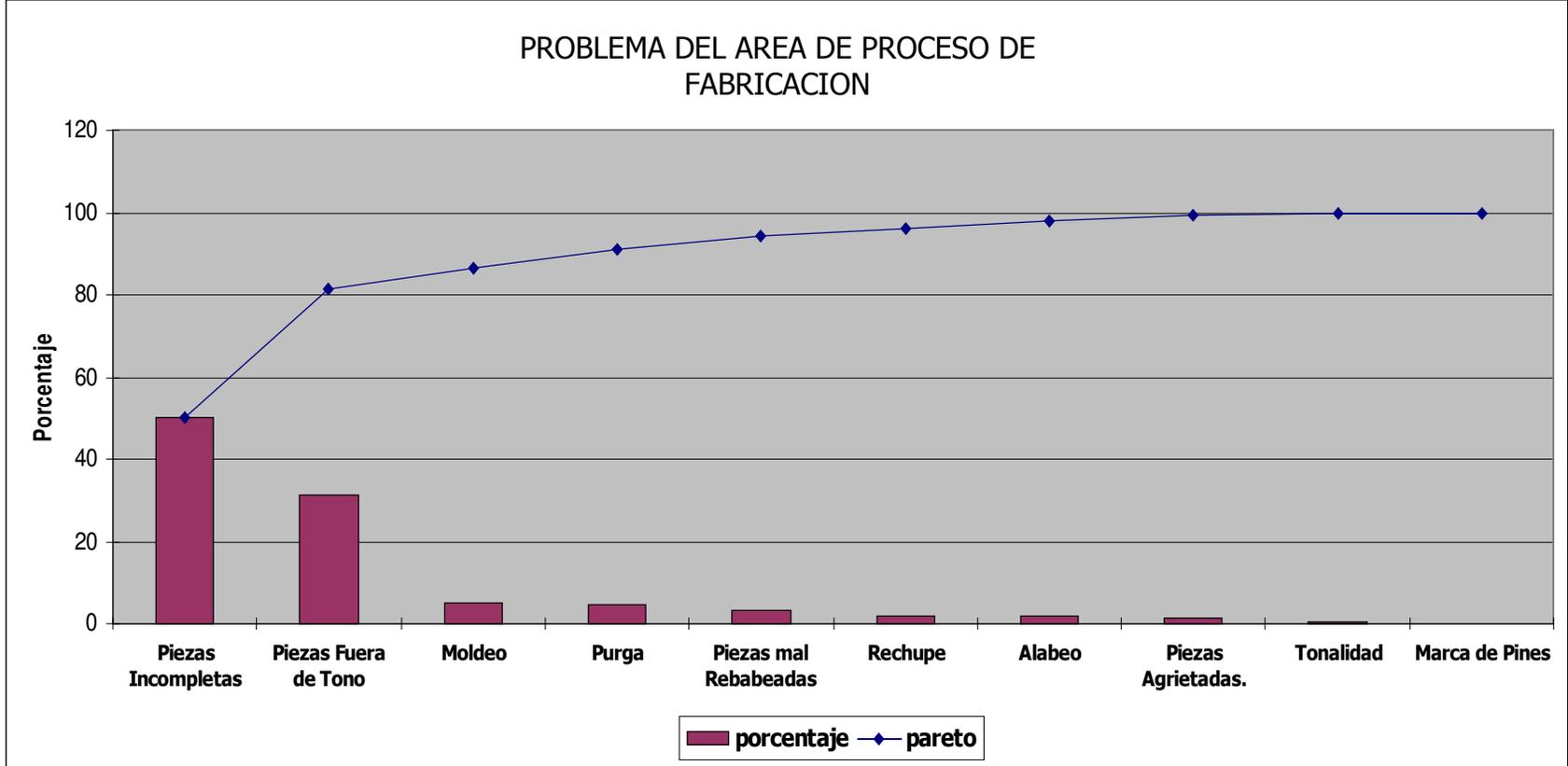


Diagrama 16.

Al observar la tendencia de los problemas se encontró que los de mayor relevancia dentro del proceso son tres:

- ❖ Piezas incompletas.
- ❖ Piezas fuera de tono.
- ❖ Moldeo.

Esto se determina sobre la base de la frecuencia con la que ocurren dichos problemas y se decidió tomar en cuenta tres problemas en el área de producción, debido a que es aquí donde se presenta el mayor número de piezas defectuosas, es decir que tiene relación directa a la calidad de los procesos y productos .

Después de observar cuales son los puntos críticos mas relevantes(Diagrama 16) se procede a analizarlos con el diagrama causa y efecto, con la finalidad de descubrir la causa básica que origina dichos problemas, teniendo en cuenta un enfoque metrológico (Diagramas 17,18,19).

Los factores causales más importantes y generales del problema mas incidente identificado en área de producción son:

- ❖ Mano de Obra.
- ❖ Maquinaria.
- ❖ Medición.
- ❖ Materia Prima.

Dentro de cada una de estas ramas se observan los factores que pueden ser causa de dispersión en la característica de calidad señalada como problema principal.

Las siguientes causas son identificadas en el área de producción pero se encuentran en los problemas de piezas incompletas, fuera de tono y moldeo (Diagramas 17.18.19).

1. MANO DE OBRA: Involucra a todo el personal que interviene en la producción y mantenimiento de los equipos utilizados, se observa que las causas mas comunes por las que se pueden dar errores debido a la mano de obra son fatiga, falta de capacitación y destreza de los operarios.

2. MAQUINARIA: El equipo se refiere a la influencia que éste puede tener en el resultado de la calidad del producto final o semiterminado, en estos casos (piezas incompletas, fuera de tono y moldeo) la incidencia más grande se observa en la falta de mantenimiento, lo que conlleva a desajustes y falta de calibraciones adecuadas.

3. MEDICION: En esta se encuentran todos los instrumentos de medición que permiten tener controlado el proceso, la mayor fluctuación se observa en las lecturas no reales, mayoritariamente de manómetros y termómetros, debido a la falta de calibraciones y recalibraciones.

4. MATERIA PRIMA: Este factor tiene presencia en el proceso cuando no se encuentra en buen estado o no cumple con todos los requisitos ya que si esta no es la adecuada en cantidad y en propiedades el producto final resulta con inconformidades en cuanto a la calidad.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL AREA DE PROCESO DE FABRICACION

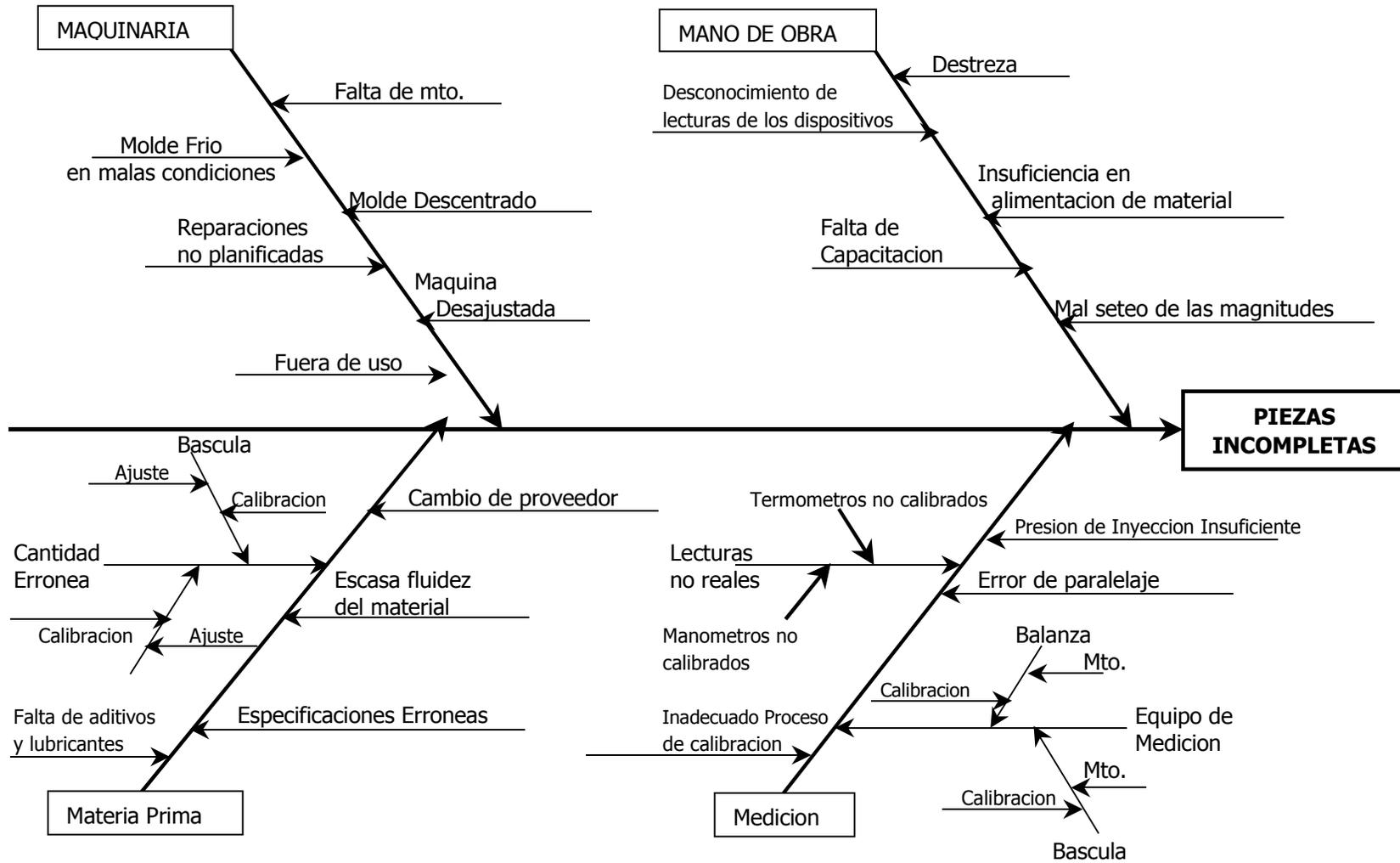


Diagrama 17.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL AREA DE PRODUCCION

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL AREA DE PROCESO DE FABRICACION

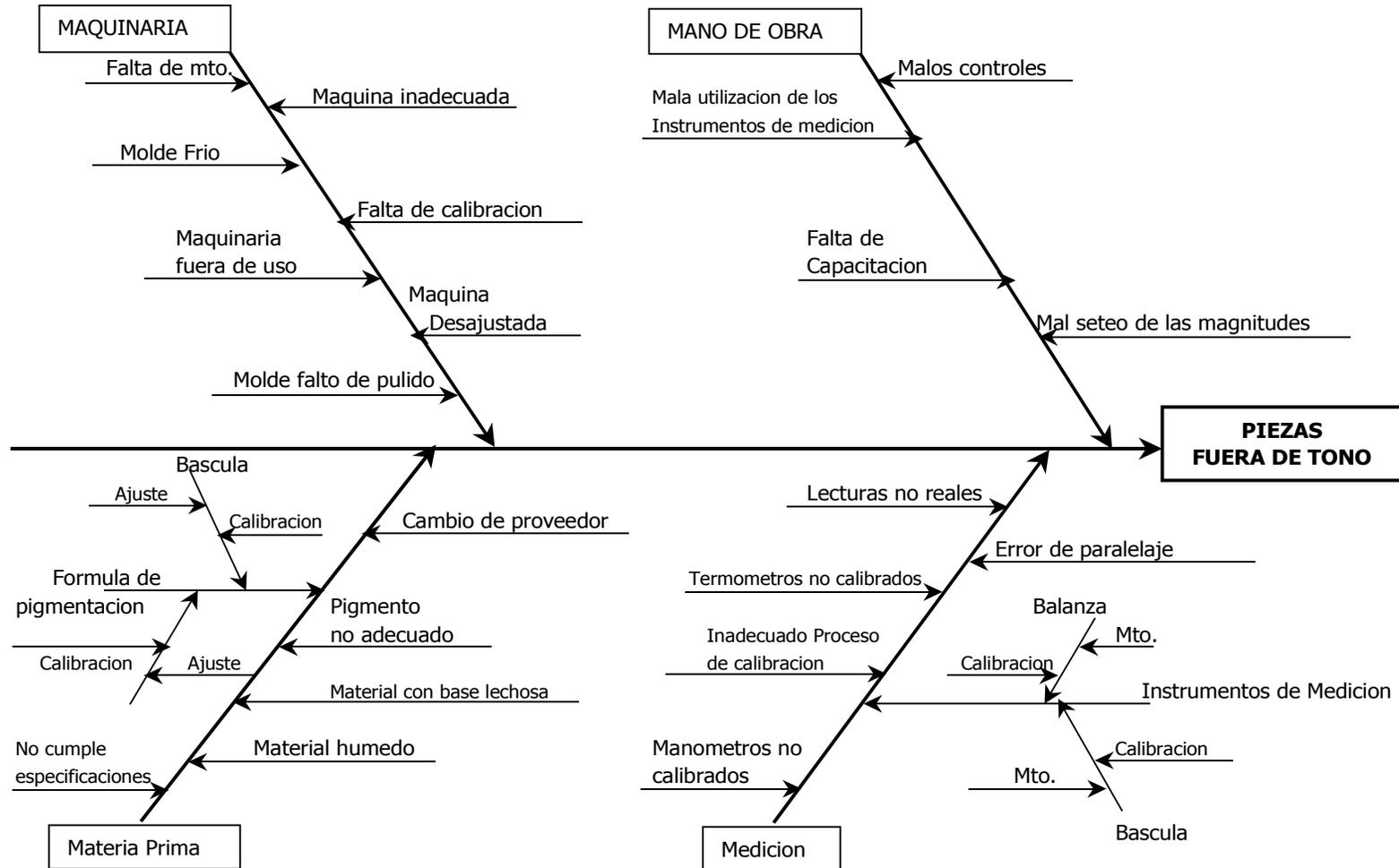


Diagrama 18.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL AREA DE PROCESO DE FABRICACION

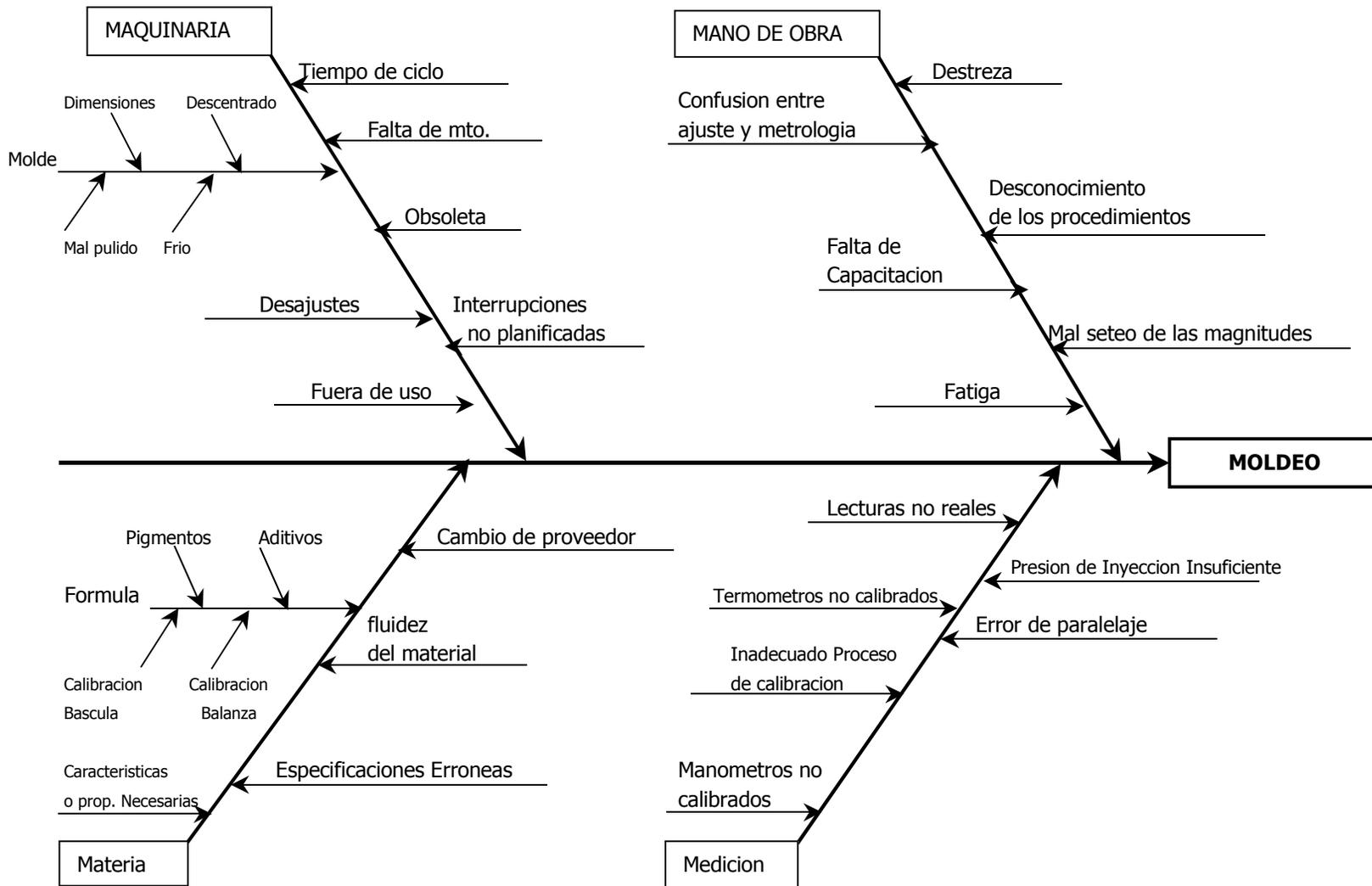


Diagrama 19

En el Diagrama 20 se observa que las causas son: maquinaria y medición; y dentro de estas se encuentran factores que contribuyen a fluctuaciones las cuales se detallan a continuación:

MAQUINARIA: se encuentra dentro de esta causa, que las piezas tienen problema de calidad debido a que el molde se descentra después de varias horas de trabajo, también cuando el molde no logra llegar a una temperatura adecuada según las especificaciones de cada material.

MEDICION: el problema se presenta por que la mayoría de los dispositivos de medición como los son termómetros y manómetros no se encuentran debidamente calibrados o ajustados, después de un periodo de trabajo ya sea por meses o año dependiendo de su función.

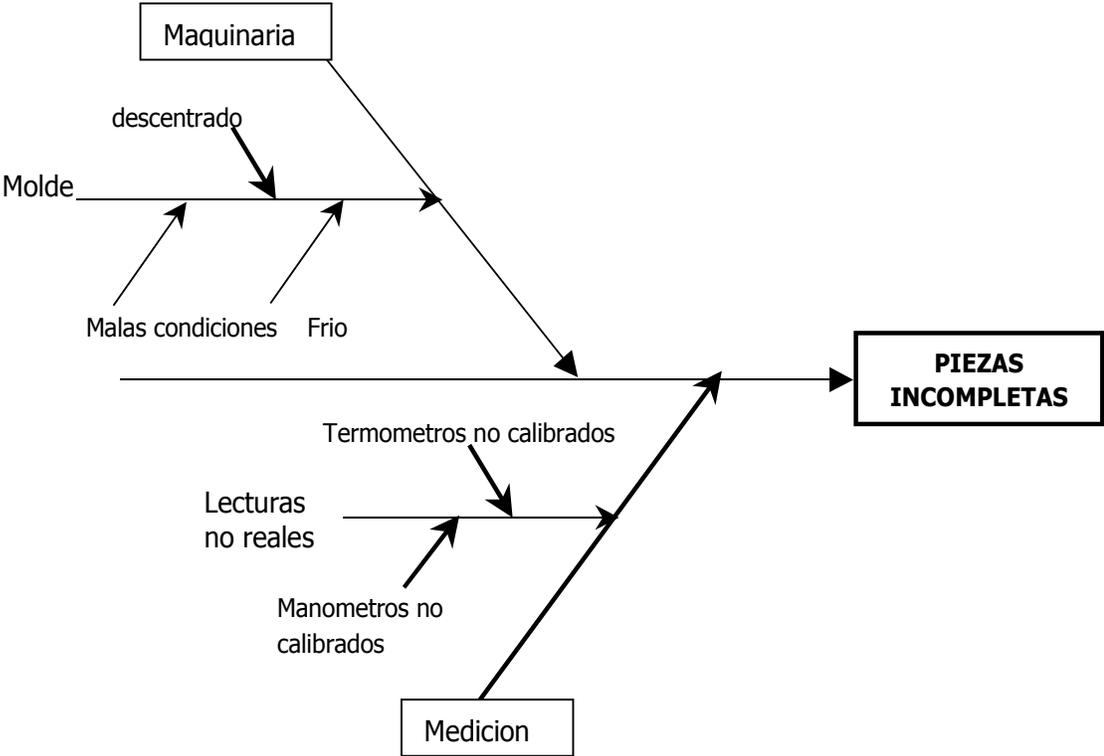


Diagrama 20. Identificación de la Causas Raíces del Problema Principal del Área de Proceso de Fabricación

En el diagrama 21 se observa que las causas son: materia prima y medición; y dentro de estas se encuentran factores que contribuyen a fluctuaciones las cuales se detallan a continuación:

MATERIA PRIMA: muchas veces este problema surge porque la materia prima no es la adecuada o no cumple con las propiedades que se requiere o el pigmento no logra el tono que se desea.

MEDICION: se encontró que los termómetros proporcionan lecturas erróneas y ello se debe a que no han sido calibrados o ajustados luego de un considerable tiempo de operación.

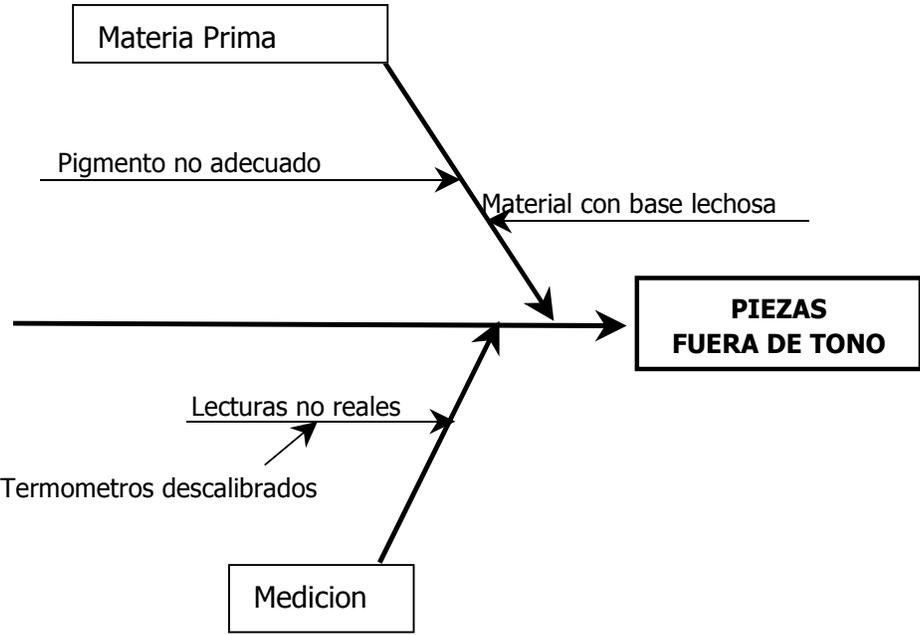


Diagrama 21. Identificación de la Causas Raíces del Problema Principal del Área de Proceso de Fabricación

En el Diagrama 22 se observa que las causas son: mano de obra y medición; y dentro de estas se encuentran factores que contribuyen a fluctuaciones las cuales se detallan a continuación:

MANO DE OBRA: se reconoce que muchas de las empresas no cuentan con el personal debidamente capacitado para las funciones que desempeñan o para manipular debidamente los instrumentos de medición, y el error surge cuando setean las magnitudes.

MEDICION: en este se encuentra que los termómetros y manómetros no están debidamente calibrados y ajustados, generalmente las empresas no cuentan con procedimientos de calibración y solamente se ajustan los dispositivos empíricamente.

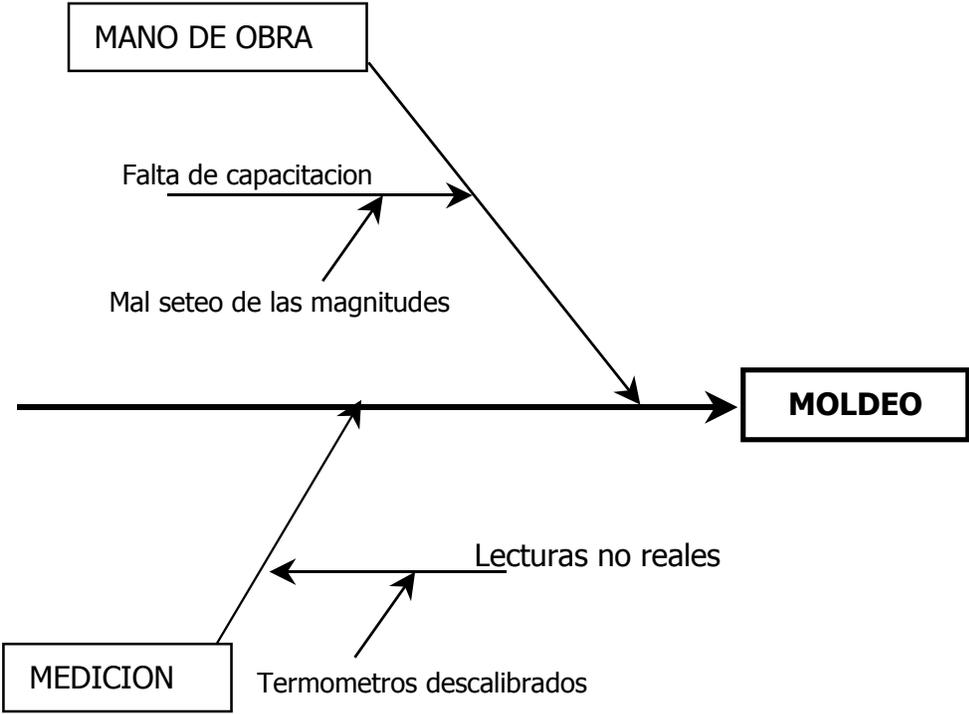


Diagrama 22. Identificación de la Causas Raíces del Problema Principal del Arrea de Proceso de Fabricación

3.3.4 Análisis del Área de Bodega de Producto Terminado.

Se realizó una investigación con los responsables de los diferentes procesos de moldeo por inyección de las empresas visitadas y se encontraron que los tres puntos críticos más influyentes y sujetos a fluctuaciones son los siguientes:

- ❖ Tiempo desfasado de entrega.
- ❖ Surtido de colores que pidió el cliente.
- ❖ Cantidad incompleta de producto.

Estos problemas se analizan mediante un diagrama de Pareto, el cual permitirá observar cual de todos ellos presenta mayor influencia en el área de bodega de producto terminado (Diagrama 23).

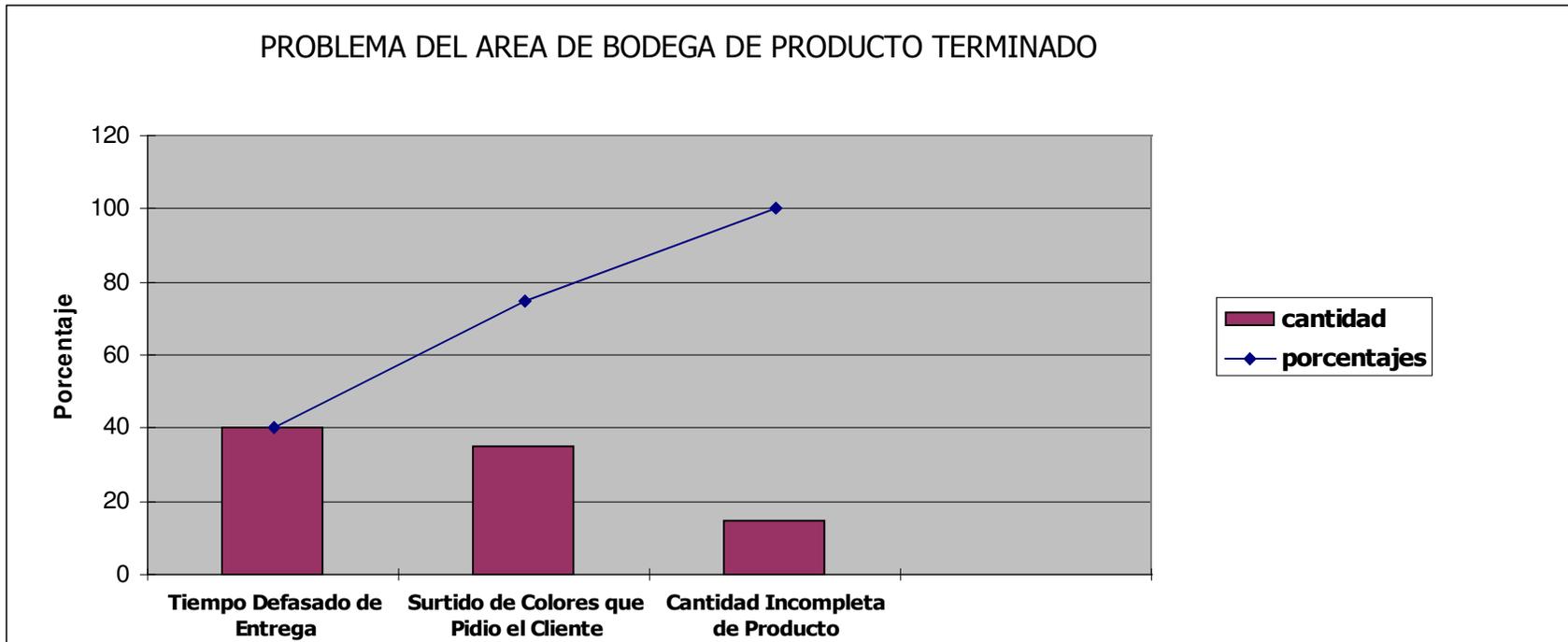


Diagrama 23.

Al observar la tendencia de los problemas se encontró que el de mayor relevancia dentro del proceso es el de tiempo desfasado de entrega; esto se determinó en base a la frecuencia con la que ocurre dicho problema.

Después de observar cual es el punto crítico más relevante (Diagrama 23) se procede a analizarlo con un diagrama causa y efecto, con la finalidad de descubrir la causa básica que origina dicho problema, teniendo en cuenta un enfoque metrológico (Diagrama 24).

Los factores causales más importantes y generales del problema más incidente identificado en área de despacho y bodega son:

- ❖ Personal.
- ❖ Equipo.
- ❖ Método.
- ❖ Producción.

Dentro de cada una de estas ramas se observan los factores que pueden ser causa de dispersión en la característica de calidad señalada como problema principal.

1. PERSONAL : Involucra a todo el personal que interviene en la distribución y almacenaje del producto terminado.

2. EQUIPO: El equipo se refiere al utilizado para la distribución de los productos a los diferentes clientes y también se consideran las computadoras donde se almacena los sistemas de control.

3. METODO: este se refiere a la forma en como se administra tanto la distribución como el almacenaje del producto.

4. PRODUCCION: en este se cuenta con el área de producción que es el proveedor del área de despacho y bodega si en esa área se registra un contratiempo se atrasara la entrega de todo el producto a los diferentes clientes.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO EN EL AREA DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

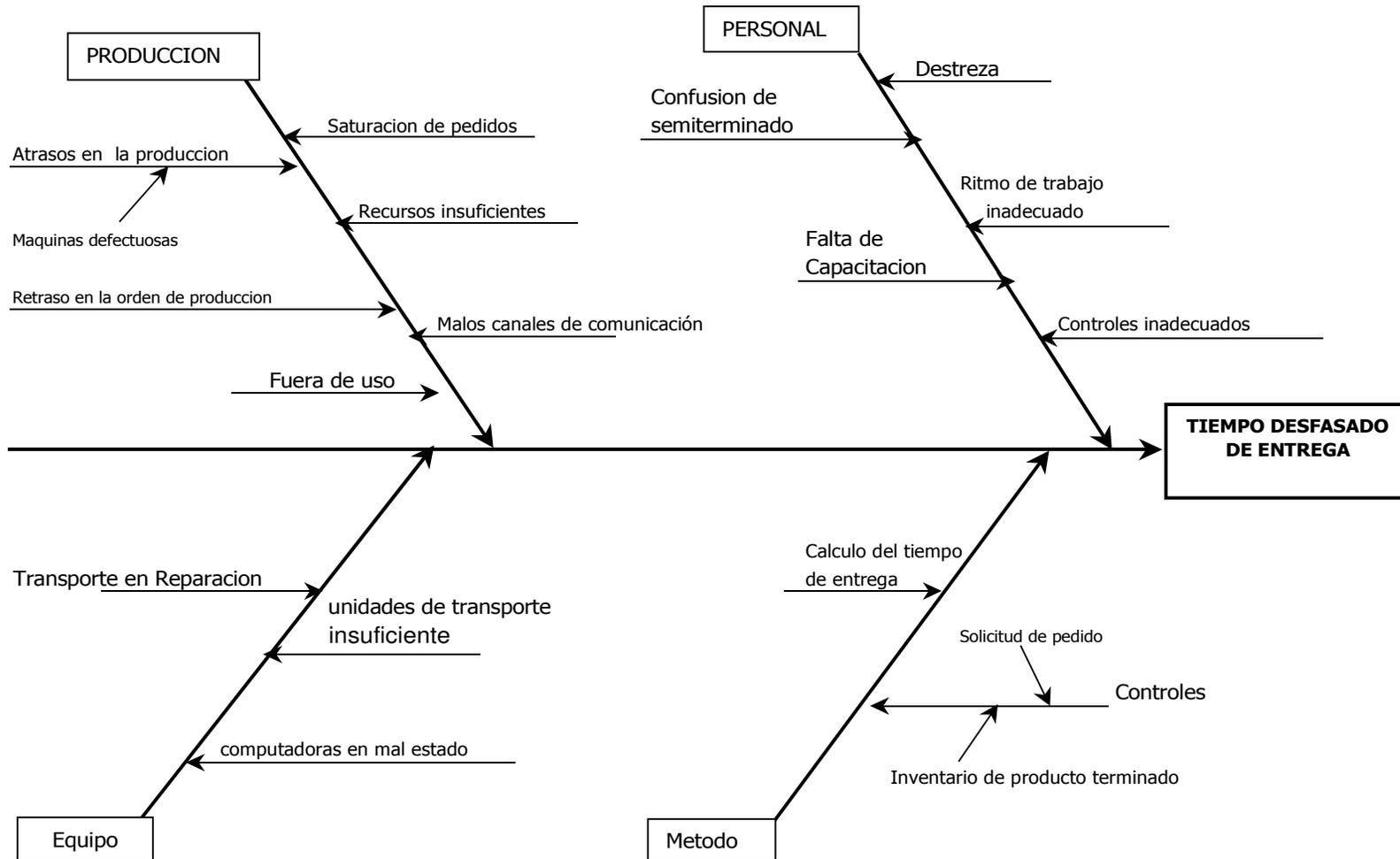


Diagrama 24

En el Diagrama 25 se observa que las causas son: producción y equipo; y dentro de estas se encuentran factores que contribuyen a fluctuaciones las cuales se detallan a continuación:

Al mostrar el diagrama causa y efecto del área de bodega de producto terminado, se observa que de todas las causas señaladas como influyentes en el problema previsto, las que presentan mayor incidencia son:

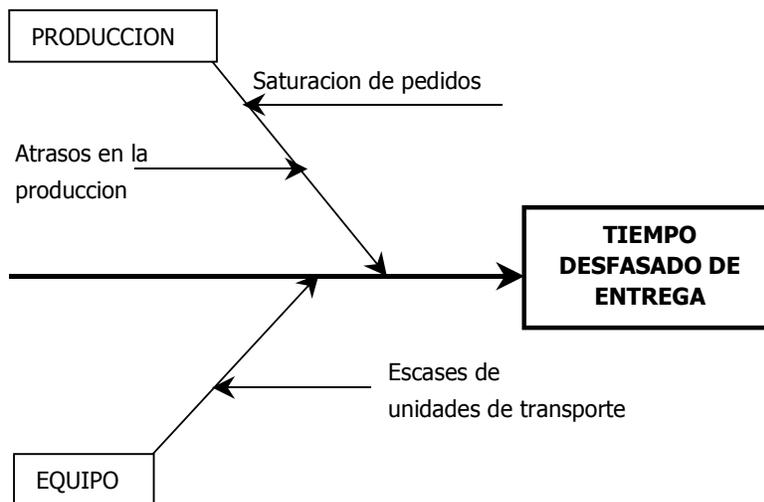


Diagrama 25. Identificación de las Causas Raíces del Problema Principal del Área de Bodega de Producto Terminado.

PRODUCCION : en el cual se encuentra dos grandes causas que son saturación de pedidos, en los cuales muchas veces a esta área llegan muchos pedidos de diferentes clientes y no se logra dar abasto a todos estos, y la otra causa es que se tenga un contratiempo con la producción.

EQUIPO : esta causa es de las más comunes en todas las empresas pues se cuenta con escasas unidades de transporte y esto genera demora porque no da abasto o logra salir con toda la demanda.

3.4 Análisis de los Puntos Críticos.

La prioridad son los puntos críticos dentro del proceso y sin perder de vista los requisitos de calidad de los clientes, los cuales determinaran los puntos de control.

El punto critico que se puede medir es el peso, y este tiene mayor incidencia para el producto final, porque si el peso es mayor hay perdida de materia prima, y si es menor se esta fabricando producto de baja calidad. Este representa el de mayor dificultad para la empresa, también se puede mencionar como importante la homogeneidad en color y otros requisitos.

Los requisitos de calidad varían de acuerdo a la función de la empresa, y al producto que se esta fabricando, y hacia quien va destinado el producto y también de acuerdo a los puntos críticos que se hayan declarado dentro del proceso.

Los puntos críticos que tienen mayor incidencia dentro del proceso de moldeo por inyección son: las temperaturas y la presión de las cuales se deben tomar en cuenta ciertos parámetros de control como los son:

- ❖ Temperatura del barril.
- ❖ Temperatura de masa.
- ❖ Temperatura del molde.
- ❖ Temperatura del aceite.
- ❖ Presión de inyección.
- ❖ Segunda presión de inyección.
- ❖ Presión de carga.

Otro punto critico es el peso del producto final y por eso se toma en cuenta las balanzas y las basculas, recordando que de todos estos puntos críticos se tomara aquel que represente mayor incidencia en el producto final.

3.5 Identificación del Problema.

En el área de producción se encuentran los problemas de mayor incidencia en el producto final, de los mismos se identifican tres con mayor porcentaje de piezas defectuosas como lo son; piezas incompletas, piezas fuera de tono y moldeo. Es aquí donde se descubre que las causas raíces incidentes directamente en la calidad del producto son cuatro:

- ❖ Maquinaria.
- ❖ Mano de obra.
- ❖ Materia prima.
- ❖ Medición.

Descubriendo luego del análisis realizado por medio del diagrama causa–efecto, la raíz que causa mayor fluctuación y productos de mala calidad es la medición asociada con las lecturas no reales, esto como consecuencia del problema principal que es la descalibración de los diferentes dispositivos, trayendo consigo la necesidad tanto de calibración, verificaciones, confirmación metrológica, sistemas de aseguramiento y ajuste metrológico dentro de las organizaciones.

CAPITULO IV: CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

En los capítulos anteriores se realizó un análisis de los puntos críticos de todo el proceso de transformación del plástico por moldeo por inyección, en este capítulo se busca presentar las características que deben cumplir los instrumentos de medición para que se obtengan productos de calidad.

4.1 MEDIOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS.

Atributos: decisión cualitativa basada en si es aceptable o no.

Variables: decisión cuantitativa basada en el uso de instrumentos de medición calibrados.

4.2 PUNTOS CRITICOS SUJETOS A MEDICION

4.2.1 Valor a Controlar

Dentro de estos valores a controlar encontramos aquellos que son estimados los más críticos y que se deben estar controlando constantemente por tener mayor incidencia dentro del proceso y la calidad del producto.

4.2.2 Tolerancia

Desviación en dimensiones que se permite en la fabricación de las piezas para que resulten más baratas de procesar.

La tolerancia corresponde al parámetro de comparación de los resultados, para determinar si los resultados de la calibración del instrumento, están conformes o no conformes con el requisito o especificación representado por dicha tolerancia. Esta tolerancia debe tomar su valor de la capacidad de medición requerida de acuerdo con el proceso de evaluación de consistencia señalado por ISO 9001-7.6.

Cuando no se ha evaluado la capacidad de medición requerida es práctica común (aunque no suficiente) considerar como tolerancia la especificación de exactitud del instrumento declarada por el fabricante.

Tipos de tolerancias:

- ❖ Bilateral: ± 0.002
- ❖ Unilateral: $+0.001$ y -0.002
- ❖ Mediante límites: $0.998''-1.001''$
- ❖ Compensación: diferencia en dimensiones que es permitida intencionalmente entre dos piezas que van juntas; esto facilita su ensamblaje.

4.3 CARACTERIZACION DE LA FORMA DE MEDIR O CONTROLAR².

La empresa debe disponer de equipos de medida para cuantificar todos los parámetros relacionados con la calidad, y éstos equipos deben tener las características metrologicas adecuadas.

- ❖ Debe estar documentada la lista de todos los instrumentos utilizados(inventario metrológico Anexo A.3) para cuantificar los parámetros relacionados con la calidad.

² CUADERNO TÉCNICO: CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA INDUSTRIALES SEGÚN ISO 9000

- ❖ Se debe implantar y mantener un sistema para el control y la calibración de los equipos de medida.
- ❖ Todos los equipos utilizados para realizar medidas de la calidad, y todos los equipos utilizados para calibrar, se deben manipular con cuidado y deben ser usados de tal forma que su exactitud y ajuste quede a salvo.
- ❖ Todas las medidas, tanto para calibrar equipos como para la verificación del producto, deben realizarse teniendo en cuenta todos los errores e incertidumbres significativos identificados en el proceso de medida.
- ❖ El cliente debe tener acceso a pruebas objetivas de que el sistema de medida es efectivo.
- ❖ La calibración se debe realizar con equipos con trazabilidad a patrones nacionales.
- ❖ Todas las personas que desarrollan funciones de calibración deben estar debidamente formadas.
- ❖ Los procedimientos de calibración deben estar documentados.
- ❖ El sistema de calibración debe ser revisado periódica y sistemáticamente para asegurar que continúa siendo efectivo.
- ❖ Se debe mantener una ficha o registro de calibración para cada equipo de medida por separado. Cada ficha debe demostrar que el instrumento es capaz de realizar medidas dentro de los límites designados.

Selección del Método de Medición

Los equipos de medida se encargan de realizar mediciones sobre las variables involucradas en los procesos industriales. A partir de ellos, se observa y se controla el proceso. Dichas mediciones deben ser fiables, seguras y de gran exactitud, y en general permitir la visualización continua del proceso.

La elección más adecuada del equipo de medida para una aplicación industrial se debe realizar al comparar las características que proporciona el fabricante para cada equipo. Es de gran importancia saber en cada aplicación qué necesidades de medida son requeridas, y por tanto, realizar una elección que las cumpla, pero sin excederlas.

4.4 CARACTERISTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION.

- ❖ Calibración = ajuste para proporcionar lecturas con cierta exactitud.
- ❖ Estabilidad = capacidad de mantener su calibración durante cierto tiempo.
- ❖ Exactitud = cuan cerca se puede obtener la medida real
- ❖ Linealidad = exactitud del instrumento a lo largo de su gama de operación.
- ❖ Magnificación = amplificación = razón de la lectura que da el instrumento vs. La medida real.
- ❖ Precisión = grado hasta el cual un instrumento provee mediciones repetidas de la misma unidad, indica cuan frecuentemente se pueden obtener medidas idénticas.
- ❖ Resolución = la medida más pequeña que se puede medir.
- ❖ Sensitividad = diferencia más pequeña que un instrumento puede medir.
- ❖ Velocidad de respuesta = cuan rápido un instrumento proporciona la medida.

4.4.1 Rango de Medición del Equipo

Define los valores mínimo y máximo de lectura para los cuales el equipo ha sido diseñado.

4.4.2 División de Escala

El valor de esta división será del dígito inmediato superior al dígito menos significativo del valor que se desea obtener del mesurando (*resolución*).

4.4.3 Clase de Exactitud de los Instrumentos.

Exactitud: es la capacidad de un equipo de medida de dar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida.

Exactitud de medición. (VIM)

Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

1. El concepto de exactitud es cualitativo.
2. El término de precisión no debe ser utilizado por exactitud.

Exactitud de un Instrumento de medición (VIM)

Aptitud de un instrumento de medición para dar respuestas próximas al valor verdadero. "Exactitud" es un concepto cualitativo.

Clase de exactitud (VIM)

Clase de instrumentos que satisfacen ciertos requisitos metrológicos destinados a mantener los errores dentro de límites especificados. Nota: Una clase de exactitud es usualmente indicada por un número o símbolo adoptado por convención y denominado índice de clase.

4.5 REQUISITOS DE CALIDAD.

Requisitos de Calidad Determinados por los Clientes:

- ❖ Presentación.
- ❖ Color homogéneo.
- ❖ Tostado.
- ❖ Con buen acabado.
- ❖ Piezas sin ralladuras durante el manejo.

Requisitos de Calidad Determinados por la Empresa:

- ❖ Peso.
- ❖ Sin rechupes.
- ❖ Sin alabeo.
- ❖ Buen rebabeo.
- ❖ Colores firmes y homogéneos.
- ❖ Sin burbujas (ampollas).
- ❖ Espesores de pieza uniforme (pieza no descentrada).
- ❖ Sin basuras.
- ❖ Sin ralladuras.
- ❖ Sin contaminación.
- ❖ Sin marca de pines.
- ❖ Sin manchas (agua, huellas, etc).

Nota: Los requisitos de calidad son determinados por la temperatura, peso y la presión que inciden en el proceso, de estos puntos se toman los parámetros siguientes:

4.5.1 Parámetros a Controlar para la Optima producción y Productos de Calidad.

Para realizar la elección de los puntos que se consideraron como críticos dentro del proceso de moldeo por inyección , en primer lugar se realizo un mapeo de todo el proceso , desde el diseño y construcción del molde, hasta el almacenamiento del producto terminado, los puntos críticos identificados pertenecen al área del proceso de producción, ya que es aquí donde se da la transformación del plástico, para lo cual las resinas plásticas son sometidas a ciertas condiciones para lograr obtener el producto deseado, entre estas condiciones podemos mencionar:

- ❖ Tiempo.
- ❖ Temperatura.
- ❖ Distancia.
- ❖ Velocidad.
- ❖ Presión.
- ❖ Peso.

Tiempo:

Se refiere al tiempo de duración de cada ciclo de inyección, su aumento o disminución depende de la distancia que tiene que recorrer el material a lo largo del cilindro o cañón, por lo tanto se considera que no influye en la calidad de los productos.

Temperatura:

Esta determinada por el material que se va a procesar y por la velocidad de inyección, la temperatura es diferente para cada zona del cilindro, se considero como punto critico, ya que los encargados del proceso de diferentes empresas manifiestan que si la temperatura es mas alta de lo debido, el producto sale tostado, lo que trae como consecuencia olor desagradable, degradación en los colores y fragilidad, y si es demasiado baja el producto sale crudo, por lo tanto afecta directamente a la calidad de los productos.

Distancia:

Estos es simplemente lo que el material debe recorrer hasta ser depositado en el molde y varia de acuerdo al tamaño de la maquina, por lo tanto no se considera como punto critico.

Velocidad:

Se refiere a la distancia que va a recorrer el material a lo largo del cilindro en cierto periodo de tiempo y esta se determina dependiendo de cuantas piezas por hora se necesita obtener, este no se considera factor influyente en la calidad de los productos, sin embargo si influye en la temperatura que ha sido considerada como punto critico, ya que si la velocidad es baja la temperatura debe ser lo suficientemente alta para evitar que el material se solidifique en el cilindro.

Presión:

Se refiere a la fuerza necesaria para vencer la oposición a fluir que el material presenta en el área del cilindro, se considero como punto critico ya que si esta sobrepasa los limites establecidos la pieza final puede presentar alabeo (piezas torcidas) o crear un exceso de rebaba, lo que se traduce a piezas con paredes delgadas, en caso contrario si la presión es mas baja de lo normal, se pueden presentar piezas incompletas.

Peso:

Este es un factor que no se considero como critico directamente, ya que no tiene relación directa con la calidad, sin embargo se tomo en cuenta ya que es necesario calibrar las balanzas donde se pasa la materia prima y el producto final, para mantener controlado el proceso y el peso de los articulo, y a la vez las empresas mantienen controlado el desembolso que realizan por la compra de las materia primas.

Por lo tanto, basados en las razones que presentan los encargados del proceso y luego de haber sometido a análisis los diferentes problemas mas comunes en el proceso de moldeo por inyección a través de los diagramas de pareto e Ishikawa se determinaron como puntos críticos la temperatura, presión y peso.

Estos son los parámetros a controlar y de los cuales se presentan los puntos críticos y que deben ser monitoreados y debidamente calibrados los cuales son:

❖ Temperatura del Barril.

- 1) Zona 1.
- 2) Zona 2.
- 3) Zona 3.
- 4) Zona 4.

En el diagrama 26 se presenta la maquina inyectora con sus diferentes partes en la cual se indican las cuatro zonas que son consideradas como puntos críticos y que deben ser controladas y debidamente calibradas.

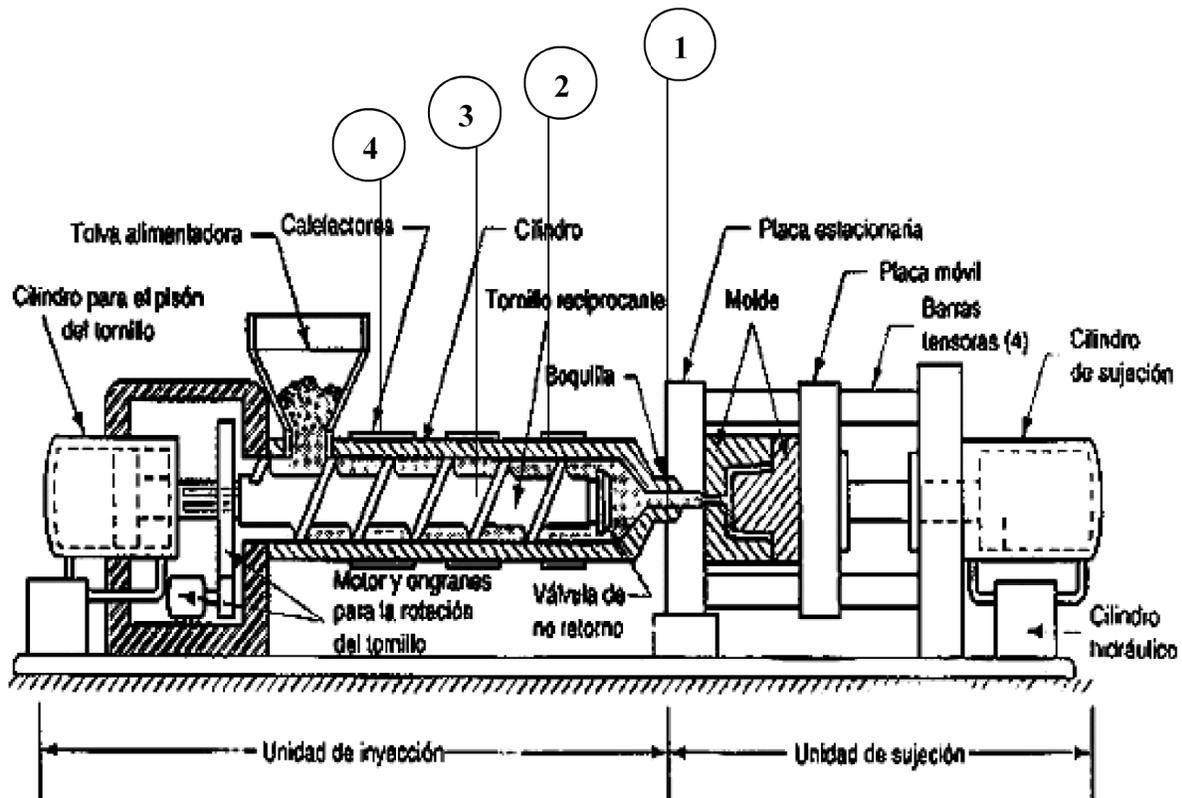


Diagrama 26.

❖ Presión.

- a) La primera presión de inyección.
- b) La segunda presión de inyección.
- c) La presión de carga.

4.5.1.1 Temperaturas

Las temperaturas de seteo en el moldeo por inyección que deben de tomarse en cuenta son:

Temperatura del Barril:

Zona 1: Se recomienda que tenga la suficiente temperatura para que pase el material por la boquilla, sin que sea disipada hasta enfriarla por efecto del contacto con el bebedero.

Zonas 2 y 3: En estas zonas el fondo del tornillo en relación a la pared de la recámara de plastificación es de menor luz y permite la trituración y homogenización del material, en este punto se recomienda que las temperaturas deben ser mas altas que las de la zona 1 y zona 4.

Zona 4: La temperatura debe ser menor que en las zonas anteriores, para que el material no se plastifique y que pase a la siguiente zona sin mayor dificultad.

Cada una de estas zonas tienen control individual.

Temperatura de Masa:

Esta es la temperatura real del material que está siendo procesado y depende de:

- a) La geometría de la pieza.
- b) Las dimensiones y tipo de entrada en el bebedero.
- c) Tamaño del barril.
- d) La relación de la capacidad de plastificación efectiva de la máquina.

e) Peso del disparo.

La Temperatura del Molde:

Las variaciones de temperatura en el molde pueden producir piezas con calidad variable y dimensiones diferentes.

Temperatura de Molde Sugerida Según Material:

Las temperaturas y presiones mas optimas según el material se presentan en (Anexo A.4).

La Temperatura del Aceite:

Es importante mantener control de la temperatura del aceite de la máquina para que no pierda la viscosidad y con ello no se dañen las empaquetaduras.

4.5.1.2 Presiones

La Presión de Inyección:

Se puede definir como la presión requerida para vencer la resistencia que el material fundido produce a lo largo de su trayectoria desde el cilindro de plastificación hasta el molde.

La resistencia que opone el flujo del material depende de:

- ❖ La brusca reducción de la boquilla
- ❖ Los canales de alimentación
- ❖ Las entradas del molde.
- ❖ La longitud de la trayectoria
- ❖ La geometría mas ó menos complicada de la cavidad que debe producir la pieza moldeada.

La Primera Presión de Inyección:

Corresponde a la fase de llenado del molde, y su valor está determinado por la suma de la resistencia que se opone al flujo del material inyectado en el molde.

La Segunda Presión de Inyección:

Es la presión llamada de sostenimiento ó pospresión, es de valores más bajos. El objetivo es el de mantener bajo presión el material fundido que se solidifica y se contrae en la cavidad del molde.

La Presión de Carga:

También llamada precomprensión, contrapresión, tiene la función de impedir el retorno del material hacia atrás mejorando la acción de la mezcla del material y por el contrario lo lleva hacia delante en tanto que el husillo va girando hacia atrás. Acumulando el material fundido entre el espacio de la punta del husillo y la boquilla.

4.5.2 Condiciones Optimas de Trabajo que Inciden en los parámetros a Controlar.

Se deben determinar poco a poco las condiciones óptimas de inicio y de operación tanto de la máquina como del molde y material para obtener el mejor producto final posible, estos puntos son determinantes en los parámetros a controlar.

Para que se logren las presiones o temperaturas adecuadas de trabajo que deben cumplirse se deben monitorear los puntos siguientes:

- A) El peso de los productos: realizando toma de peso de los productos finales y verificar si cumple con lo establecido.
- B) Capacidad de inyección del equipo: analizando en que maquina se va a fabricar el producto dependiendo de su tamaño y peso .
- C) Material que se va a emplear: analizando las condiciones optimas de trabajo para cada material (presion y temperatura).

- D) Geometría de la pieza: examinando la forma de la pieza (cónica, plana, honda, calada, alargada, etc).
- E) Tipo de caudal de alimentación: estara determinado por lo complicado de la pieza.
- F) Sistema de desmolde: puede ser mecánico, hidráulico, neumático ó manual.
- G) Velocidades: verificando cuantas piezas por hora se demanda.
- H) Tiempos: se monitorea analizando la distancia que el material va a recorrer.

4.6 IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACION DE LOS INSTRUMENTOS

Este modelo le permite a la empresa tomar la características de los instrumentos a ser utilizados en las diferentes magnitudes que ya se describieron anteriormente en un análisis de puntos críticos.

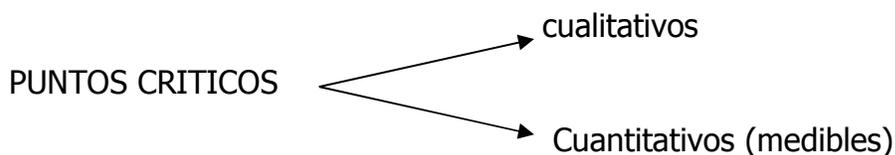
Es aquí donde el dueño del proceso tiene dos opciones:

- ❖ Antes de hacer la inversión de compra de equipo debe analizar los instrumentos a ser utilizados en estos puntos críticos con estos modelos de análisis de instrumentos.
- ❖ Si la maquinaria ya cuenta con los dispositivos de medición de las diferentes magnitudes de control, se puede hacer un análisis y definir si son los más correctos o adecuados para estar en esos puntos críticos.

4.6.1 Modelo para Caracterizar Instrumentos a Utilizar para Realizar Mediciones.

Se elaboro un modelo de formulas matematicas que permitirán conocer datos básicos e importantes para determinar el tipo de instrumento o equipo que se utilizara para llevar a cabo las mediciones en los puntos que las empresas consideren como críticos, dicho modelo se esquematiza a continuación:

En primer lugar se deben clasificar los puntos críticos:



Luego que se han definido cuales son los puntos críticos sujetos a medición, se determina cuanto va a ser el valor a controlar de la magnitud seleccionada como punto crítico, a este valor se le llamara (X), luego se determinara la tolerancia de dicho valor (ΔX), por lo tanto se tendrá lo siguiente datos:

- Valor a controlar (X) (valores con los que se trabaja).
- Tolerancia (ΔX , porcentaje).
- Valor máximo ($X + \Delta X$).
- Valor mínimo ($X - \Delta X$).

Se proseguirá a caracterizar la forma de medir o controlar el punto crítico, siguiendo los siguientes pasos:

-Seleccionar el método de medición (Tipo de equipo a utilizar en la medición).

Se calculara la tolerancia en números enteros, esto será igual a: $t = \text{valor máximo } (X + \Delta X) - \text{Valor a controlar } (X)$.

-Rango de medición del equipo, será dos veces el valor a controlar ($2 * X$).

A continuación se determinara la división de escala del instrumento, siguiendo el siguiente criterio: División de escala = $((1/10) (\text{tolerancia}))$.

$$d = ((1/10) (t)).$$

Con esta formula obtendremos un valor de división de escala teórico, el cual se comparara con los existentes en el mercado, para seleccionar el mas cercano posible.

Como ultimo punto se establecerá la clase de exactitud del instrumento así:

Primero se decidirá el error máximo que será igual a = división de escala en el valor a controlar, así:

$$\text{Error máximo} = d \text{ en } X.$$

Posteriormente se calculara el error en la medición, que será igual a ((2/10) (tolerancia)).

Obteniendo finalmente:

$$\% \text{ Error} = \text{Clase de Exactitud} = ((2/X) (100)).$$

4.6.2 Ejemplos Prácticos

En esta demostración se busca proporcionar las características que debe poseer el instrumento de medición utilizados en los puntos críticos que la empresa considere de mayor incidencia dentro del proceso, o que se necesite mantener un control mas pertinente.

Este estudio o características de los instrumentos puede ser aplicado a todos los dispositivos de medición que se encuentran en las diferentes maquinas dentro de los procesos, permitiendo tomar decisiones en base a datos del mismo proceso en estudio.

4.6.2.1 Ejemplo Practico de Temperatura.

Para crear una demostración mas clara del modelo, se realizara un ejemplo practico donde se determina el valor a controlar en lo que es temperatura de una materia prima utilizada en los dispositivos de medición de una maquina especifica, tomada al azar de la cual se extraen diez datos (Cuadro 1), se toma el promedio que representa la temperatura de trabajo, la empresa prototipo permite una tolerancia +/- 5% (ΔX) por encima y por debajo de la magnitud de trabajo para las diferentes mediciones.

Materia Prima: Polipropileno

TEMPERATURAS (Cuadro 1)

Zona 1 °F(°K)	Zona 2 °F(°K)	Zona 3 °F(°K)	Zona 4 °F(°K)
420(488°K)	440(500°K)	430(494°K)	400(477°K)
400(477°K)	420(488°K)	395(475°K)	375(464°K)
437(498°K)	455(508°K)	428(493°K)	420(488°K)
405(480°K)	425(491°K)	390(472°K)	385(469°K)
437(498°K)	455(508°K)	422(490°K)	420(488°K)
365(458°K)	392(473°K)	335(441°K)	356(453°K)
400(477°K)	420(488°K)	395(475°K)	375(464°K)
415(486°K)	410(483°K)	405(480°K)	403(479°K)
375(464°K)	445(503°K)	450(505°K)	400(477°K)
400(477°K)	410(483°K)	420(488°K)	410(483°K)
PROMEDIO	405(480)	427(493°K)	395(475°K)

Luego se tomara solo un dispositivo de medición utilizado, para este caso en la zona 1 y que registra la medición de la magnitud de temperatura encontramos que:

Temperatura de trabajo (X): 405 °F

Temperatura Máxima (X + ΔX) : 425 °F

Temperatura Mínima (X - ΔX) : 385 °F

Tolerancia (t) : 20 °F(266°K) tendremos que 20 °F = 10 divisiones de 2 °F

VALOR A CONTROLAR

Valor a controlar (X) \longrightarrow 405 °F

Rango \longrightarrow 2(X) = 810 °F(705°K)

El Instrumento será de 0 °F a 800 °F ó de 900°F

DIVISION DE ESCALA

$$d = \frac{1}{10} \text{ Tolerancia} \longrightarrow \frac{20}{10} = 2 \text{ °F teórico}$$

$$d = 2 \text{ °}$$

CLASE DE EXACTITUD

$$\text{Error de la medición} = \frac{2}{10} \text{ Tolerancia}$$

$$\text{Error de la medición} = 4 \text{ °F}$$

$$\text{Error en la medición} = ((2/10)(t))$$

$$\text{Error maximo} = 2 \text{ °F en } 405 \text{ °F}$$

$$\% \text{ Error} = \text{Clase de Exactitud} = \frac{2}{405} \times 100 = \text{Clase de Exactitud} = 0.5$$

$$\% \text{ error} = \text{clase de exactitud} = ((2 / X) (100))$$

Especificaciones :

- ❖ **Rango** : 0 °F a 800 °F ó 900°F.
: (255°K a 700°K o 755°K)
- ❖ **División de escala** : 2 °F (256°K)

4.6.2.2 Ejemplo Practico de Presión.

En el siguiente ejemplo practico se determina el valor a controlar de presión de una materia prima utilizada en los dispositivos de medición de una maquina especifica, tomada al azar de la cual se extraen diez datos ver cuadro 2, se toma el promedio que representa la presión de trabajo, la empresa prototipo permite una tolerancia +/- 5% (ΔX) por encima y por debajo de la magnitud de trabajo para las diferentes mediciones.

PRESION (Cuadro 2)

	Etapas 1 Psi(Kpasc.)	Etapas 2 Psi (Kpasc.)	Etapas 3 (Psi)
	470(3240Kpasc.)	260(1792Kpasc.)	N/A
	525(3619Kpasc.)	370(2551Kpasc.)	N/A
	500(3447Kpasc.)	280(1930Kpasc.)	N/A
	500(3447Kpasc.)	400(2758Kpasc.)	N/A
	425(2930Kpasc.)	390(2689Kpasc.)	N/A
	500(3447Kpasc.)	400(2758Kpasc.)	N/A
	500(3447Kpasc.)	400(2758Kpasc.)	N/A
	460(3171Kpasc.)	400(2758Kpasc.)	N/A
	500(3447Kpasc.)	400(2758Kpasc.)	N/A
	500(3447Kpasc.)	400(2758Kpasc.)	N/A
PROMEDIO	488(3364Kpasc.)	427(2944Kpasc.)	N/A

Material : polipropileno

Presión de trabajo : 488 PSI

Presión Máxima : 512 PSI

Presión Mínima : 464 PSI

Tolerancia: 24 PSI(165Kpasc.) tendremos que 24 PSI = 12 divisiones de 2 PSI

VALOR A CONTROLAR

Valor a controlar (X) \longrightarrow 488 PSI

Rango (2*X) \longrightarrow 2(valor) = 976 PSI (6729Kpasc.)

El Instrumento sera de 0 PSI a 1000 PSI

DIVISION DE ESCALA

$$d = \frac{1}{10} \text{ Tolerancia} \longrightarrow \frac{24}{10} = 2 \text{ PSI te\u00f3rico.}$$

d = 2 PSI(13Kpasc.)

CLASE DE EXACTITUD

$$\text{Error de la medici\u00f3n} = \frac{2}{10} \text{ Tolerancia}$$

Error de la medicion = 4.8

$$\text{error en la medici\u00f3n} = ((2 / 10) (t))$$

Error maximo = 2 PSI en 488

$$\% \text{ Error} = \text{Clase de Exactitud} = \frac{2}{488} \times 100 = \text{Clase de Exactitud} = 0.4$$

$$\% \text{ error} = \text{clase de exactitud} = ((2 / X) (100))$$

Especificaciones :

- ❖ **Rango** : 0 PSI a 1000 PSI(6895Kpasc.)
- ❖ **Division de escala** : 2 PSI.(13Kpasc.).
- ❖ **Clase** : 0.4 % de la lectura

4.6.2.3 Ejemplo Practico de peso.

En el siguiente ejemplo se toma el valor a controlar como 50 Kg y el material es independiente, y se toma en cuenta el peso porque es este el que influye en la calidad del producto, puesto que tener controlado el mismo le permite al encargado del proceso saber cuanta materia prima se esta utilizando y asegurando que el producto cumple con los requisitos de calidad.

Peso de trabajo (X): 50 kg.

Peso Máximo (X + Δ X) : 50.5 kg.

Peso Mínimo (X - Δ X) : 49.5 kg.

Tolerancia (t): 0.5 kg

VALOR A CONTROLAR

Valor a controlar (X) \longrightarrow 50 kg

Rango (2 *X) \longrightarrow 2(valor) = 100 kg. Pero en este caso con una báscula de 60 kg se mantiene controlado el proceso.

El Instrumento será de 0 kg a 60 kg

DIVISION DE ESCALA

$$d = \frac{1}{10} \text{ Tolerancia} \longrightarrow \frac{0.5}{10} = 0.05 \text{ Teórico}$$

d = 0.05 kg

Especificaciones :

- ❖ **Rango** : 0 kg. A 60 kg
- ❖ **División de escala** : 0.05 kg.

Para las balanzas existe una simbología para clasificarlas ³. cuadro 3. Ella se basa en el número de divisiones de escala que posee dicho instrumento entre el mínimo y el máximo.

Accuracy class	Verification scale interval e	Number of verification scale intervals n = Max/e		Minimum capacity Min (Lower limit)
		minimum	maximum	
Special Ⓘ	0.001 g ≤ e (*)	50 000 (**)	–	100 e
High Ⓙ	0.001 g ≤ e ≤ 0.05 g 0.1 g ≤ e	100 5 000	100 000 100 000	20 e 50 e
Medium Ⓚ	0.1 g ≤ e ≤ 2 g 5 g ≤ e	100 500	10 000 10 000	20 e 20 e
Ordinary Ⓛ	5 g ≤ e	100	1 000	10 e

Cuadro 3.

Para este caso: $n = \text{Max}/d = 60/0.05 = 1200$ divisiones, es por eso que se encuentra entre 500 y 2000, por tal razón la balanza podría ser de clase III o Clase de Exactitud Media ⁴. Cuadro 4.

Maximum permissible errors on initial verification	for loads m expressed in verification scale intervals e			
	class Ⓘ	class Ⓙ	class Ⓚ	class Ⓛ
± 0.5 e	0 ≤ m ≤ 50 000	0 ≤ m ≤ 5 000	0 ≤ m ≤ 500	0 ≤ m ≤ 50
± 1 e	50 000 < m ≤ 200 000	5 000 < m ≤ 20 000	500 < m ≤ 2 000	50 < m ≤ 200
± 1.5 e	200 000 < m	20 000 < m ≤ 100 000	2 000 < m ≤ 10 000	200 < m ≤ 1 000

Cuadro 4.

³ Fuente: La Guía Metas

⁴ Fuente: La Guía Metas

Todas las características de los instrumentos son tomadas y analizadas debidamente y dependerá de la empresa tomarlas a consideración y se concluye que todas estas características pueden ser utilizadas para saber las especificaciones que se tienen que considerar a la hora de realizar una compra de dichos instrumentos o se puede realizar una revisión de los instrumentos ya instalados para verificar si son los idóneos para las funciones para las que están desempeñando.

Se reconoce que la empresa debe de tener tablas de control que le permita documentar todo lo respecto al proceso y un calendario de posibles recalibración de los diferentes dispositivos.

CAPITULO V: ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE RECALIBRACIÓN

Se definirán los criterios para establecer periodos de recalibracion y frecuencia con las que se deben hacer, para el buen funcionamiento de los instrumentos de medición.

5.1 PORQUE CALIBRAR LOS INSTRUMENTOS⁵.

La única forma para saber si la lectura es correcta, es si el instrumento esta calibrado adecuadamente, por personal capacitado, con un patrón de referencia reconocido, y que este patrón sea trazable a los patrones nacionales mantenidos por el centro nacional de metrología.

El costo de no atender esto puede llegar a ser desastroso, la calibración y trazabilidad son cruciales para la empresa, principalmente en las actividades de producción, pruebas, desarrollo e investigación, se analizan algunas razones del porque, como son:

- ❖ Repetibilidad del proceso.
- ❖ Transferencia de procesos.
- ❖ Intercambio de instrumentos.
- ❖ Incremento del tiempo efectivo de producción.
- ❖ Cumplimiento del sistema de calidad.

5.1.1 Repetibilidad del Proceso

La calibración de los instrumentos se puede ver alterada por muchas factores, incluyendo inicialización inadecuada por configuración o instalación inapropiada, contaminación, daños físicos, o deriva en el tiempo.

⁵ Fuente: La Guía Metas

5.1.2 Transferencia de Procesos

La capacidad de transferencia es también importante cuando se va de un sistema de producción al siguiente. Un proceso puede trabajar muy bien en una máquina de producción, pero reproducirlo en otra máquina puede ser difícil.

5.1.3 Intercambio de Instrumentos

La habilidad para actualizar o reemplazar un instrumento dentro de la línea de producción sin afectar el proceso es esencial.

Algunas veces los instrumentos llegan a dañarse y deben ser reemplazados. Igualmente es importante actualizar la instrumentación a medida que nuevas tecnologías son desarrolladas, para mantenerse competitivo.

Mantener la calibración de los instrumentos asegura la posibilidad de reemplazar los instrumentos, por falla o actualización tecnológica, sin afectar el tiempo de operación del proceso.

5.1.4 Incremento del Tiempo Efectivo de Producción.

Un proceso puede ser interrumpido por cualquier cantidad de razones, algunas de las cuales están fuera de control. Asegurando la calibración de sus instrumentos, se puede minimizar el error de los instrumentos como causa de paro.

Un programa de calibración no solo incrementará los tiempos efectivos de producción mediante la predicción y la prevención, además permitirá descubrir problemas de instrumentación antes de que causen una falla completa.

Descubrir problemas potenciales con anterioridad en el proceso permitirá evitar una situación crítica cuando un instrumento repentinamente falle parando la producción.

5.1.5 Cumplimiento del Sistema de Calidad.

Muchas compañías buscan la certificación, la cual demanda la documentación del proceso, y dado que los parámetros instrumentales del proceso son aspectos críticos de la documentación, es crucial asegurar que estos parámetros son correctos y trazables.

5.2 ISO-9001 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD⁶

La inclusión de esta norma es de mucha importancia debido a que a partir de ésta, surge la necesidad de calibrar los instrumentos de medición en las organizaciones, y por consiguiente determinar la forma en que ésta debe llevarse a cabo.

En la norma, el punto relevante que hace referencia a la calibración de los instrumentos de medición es el requisito 7.6. Denominado "Control de los dispositivos de seguimiento y medición", para no alterar la norma se ha decidido incluir el requisito en forma textual.

5.2.1 Control de los Dispositivos de Seguimiento y Medición⁷.

"La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados".

⁶ Fuente: ISO9001:2000

⁷ Fuente: ISO 9001:2000

La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario para asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- a) Calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación.
- b) Ajustarse o reajustarse según sea necesario.
- c) Identificarse para poder determinar el estado de calibración.
- d) Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición.
- e) Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos.

La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y verificación.

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario”.

Analizando lo estipulado en la presente norma, se determina que ésta no restringe a las organizaciones que desean obtener la certificación, en cuanto a la forma que deben realizar el control de los dispositivos de medición y control. Por tal motivo, la entidad puede optar por subcontratar el servicio de calibración, o adquirir patrones y realizar la calibración por cuenta propia.

Habiéndose presentado el punto dentro de la norma que mayor relación tiene con el trabajo, a continuación se detallan los instrumentos que se recomiendan deben calibrarse.

5.3 INSTRUMENTOS A CALIBRAR.

Para determinar los instrumentos que deben ser calibrados se han tomado en cuenta dos consideraciones, las cuales son:

- ❖ Por su influencia en la calidad.
- ❖ Por su importancia para el control del proceso de transformación.

5.3.1 Presión.

En el área de presión los instrumentos que se recomienda deben ser calibrados, con el objetivo de tener un mejor control sobre el proceso, se encuentran ubicados en las diferentes maquinas que intervienen en el proceso de transformación, debido a la importancia de dicho sistema de inyección, dado que si existe una variación importante de presión afectaría directamente al producto.

Los instrumentos que se considera deben ser calibrados son los siguientes:

- ❖ Medidores de presión análogos que controlan:
 - a) La primera presión.
 - b) La segunda presión.

c) La presión de carga.

5.3.2 Temperatura.

En esta área, los instrumentos que se recomienda deben ser calibrados se encuentran ubicados en el barril y se dividen en cuatro zonas, debido a que el control de éstos es de mucha importancia dentro del proceso de inyección, dado que si existe una variación importante en las temperaturas, esto dañaría de forma directa tanto el producto final como la materia prima.

Los instrumentos que se considera deben ser calibrados son los siguientes:

- ❖ Termómetros Análogos.

5.3.3 Peso

Estos instrumentos deberán ser calibrados por su gran influencia en la calidad del producto y porque representan para el empresario un punto de control tanto de lo que se esta utilizando en materia prima, y el control al final que es el producto terminado, por lo tanto se recomienda la calibración de la basculas al inicio del proceso y al final.

- ❖ Basculas.

5.4 QUIÉN DEBE CALIBRAR LOS INSTRUMENTOS⁸

La selección del proveedor de servicios de calibración es tan importante como la calibración misma, un laboratorio de metrología confiable, debe de contar con los siguientes requisitos:

⁸ Fuente: La Guia Metas.

Sistema de calidad basado en ISO/IEC 17025.

- ❖ Patrones de referencia de alta exactitud, trazables a patrones nacionales.
- ❖ Procedimientos de calibración basados en normas y recomendaciones nacionales e internacionales.
- ❖ Instalaciones con condiciones ambientales controladas que aseguren la reproducibilidad de los servicios.
- ❖ Personal altamente especializado en metrología e instrumentación, dispuesto a resolver los problemas de medición y calibración.
- ❖ Tiempo de respuesta óptimo para solicitud de servicio.
- ❖ Considerando los puntos anteriores se podrá decidir entre: enviar los instrumentos a un laboratorio de reconocido prestigio, que un laboratorio calibre en sus instalaciones o bien operar su propio laboratorio de calibración.

El mejor método para lograr la calibración con un mínimo de interrupciones en el proceso es la calibración "in-situ", mediante patrones viajeros.

Los servicios de calibración "in-situ" pueden ser una alternativa práctica en muchas situaciones, sin embargo, debemos tomar en cuenta que la calibración "in-situ" no asegura la reproducibilidad de las condiciones de calibración, necesarias para la elaboración de cartas de control de los patrones de referencia e instrumentos críticos del proceso.

5.5 CALIBRACIÓN.

Calibración es un Conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los

patrones.

1. El resultado de una calibración permite atribuir a las indicaciones, los valores correspondientes del mensurando o determinar las correcciones que se deben aplicar a las indicaciones.

El Mensurando

El propósito de una medición es determinar el valor de una magnitud, llamada el mensurando, que de acuerdo al VIM [2], es el atributo sujeto a medición de un fenómeno, cuerpo o sustancia que puede ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.

2. Una calibración puede también determinar otras propiedades metrológicas tales como los efectos de magnitudes de influencia.

3. El resultado de una calibración puede ser consignado en un documento, algunas veces llamado certificado de calibración o informe de calibración.

5.5.1 Informe de Calibración (Certificado)

El Informe de Calibración (certificado) es el documento en el cual se reportan los resultados de la calibración de los equipos de medición. Los resultados mínimos de todo Informe de Calibración que cumpla con los requisitos de ISO 17025, son:

- ❖ Resultados cuantitativos, como son errores o correcciones, e incertidumbre de calibración.
- ❖ Evidencia de la trazabilidad a laboratorios nacionales que representan la magnitudes del Sistema Internacional de unidades (SI)
- ❖ Condiciones durante la calibración.
- ❖ El Informe de Calibración puede ir acompañado de etiquetas y u o sellos que identifiquen el estado de calibración o confirmación del equipo, como:

“CALIBRADO”.

Trazabilidad

Trazabilidad es una Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón tal que ésta pueda ser relacionada a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena in-interrumpida de comparaciones teniendo todas incertidumbres determinadas.

El propósito de que los resultados de medición tengan trazabilidad es asegurar que la confiabilidad de los mismos, expresada cuantitativamente por la incertidumbre asociada a ellos, se conozca en términos de la confiabilidad que poseen los patrones nacionales o internacionales de medición referidos como el origen de la trazabilidad para tales mediciones.

5.6 CONFIRMACION METROLOGICA

De acuerdo con ISO, el proceso de confirmación metrológica se define como:

Conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el equipo de medición cumple con los requisitos para su uso previsto.

1. La confirmación metrológica generalmente incluye calibración y u o verificación, cualquier ajuste necesario o reparación y posterior recalibración, comparación con los requisitos metrológicos para el uso previsto del equipo de medición, así como cualquier sellado y etiquetado requerido.

2. La confirmación metrológica no se consigue hasta que se demuestre y documente la adecuación de los equipos de medición para la utilización prevista.

3. Los requisitos relativos a la utilización prevista pueden incluir consideraciones tales

como el alcance, la resolución, los errores máximos permisibles, etc.

4. Los requisitos de confirmación metrológica normalmente son distintos de los requisitos del producto y no se encuentran especificados en los mismos.

Es importante no confundir la calibración con los procesos de: ajuste, inspección, verificación, validación, evaluación de conformidad, mantenimiento o reparación.

Algunos de los aspectos y referencias más importantes que se deben tomar en cuenta, como responsables del control metrológico de instrumentos de medición, es programar las recalibraciones de los mismos. Éste documento pretende mostrar las diferentes herramientas, referencias y criterios que pueden tomarse en cuenta.

El control del equipo de inspección, medición y prueba, es el mecanismo que los sistemas de calidad utilizan o refieren para asegurar la confiabilidad de la instrumentación relacionada con las diferentes variables que afectan la calidad del producto.

ISO 17025 en el punto 5.10.4.4. nos dice que: un certificado o informe de calibración así como la etiqueta de calibración, no deben contener ninguna recomendación sobre el periodo de calibración, excepto cuando esto ha sido acordado con la empresa, además en algunos casos este requisito puede ser reemplazado por regulaciones legales. De aquí es claro que el lapso de confirmación metrológica (periodo de recalibración) debe ser determinado por la empresa dueña del instrumento de medición.

Una arraigada y no siempre buena costumbre respecto al periodo de recalibración, mal llamado vigencia, es asignar un inamovible periodo de recalibración anual. Este criterio tiene su origen en las condiciones que deben cubrir los fabricantes de instrumentos, al declarar las especificaciones de éstos, la asociación estadounidense de fabricantes de aparatos científicos (SAMA, por sus siglas en inglés) indica que las especificaciones declaradas por los fabricantes deben mantenerse en el instrumento

al menos por un año después de su fabricación.

5.7 PERIODOS DE RECALIBRACIÓN REGULADOS LEGALMENTE⁹.

Solo algunos instrumentos deben calibrarse en periodos preestablecidos por regulaciones legales. Los instrumentos que se encuentran bajo esta regulación son: sistemas despachadoras de gasolina y otros combustibles líquidos, básculas de mediano alcance (20 kg a 5 t), básculas de alto alcance (> 5 t) Y taxímetros.

Estos instrumentos deben calibrarse al menos una vez al año. Y los periodos de recalibración de la empresa prototipo o cualquiera que pertenezca a las antes descrita puede adoptar cualquier de todos ya que esta fundamentado en requisitos y normas y por lo descrito por metrologos.

5.7.1 Criterios para Periodos de Recalibración¹⁰.

El documento de la organización internacional de metrología legal OIML D10 de 1984, el cual ha sido reproducido por la norma internacional ISO 10012-1:1992, indica los principales factores que influyen en la frecuencia de calibración, estos son:

- ❖ Tipo de equipo.
- ❖ Recomendación del fabricante.
- ❖ Tendencia de datos obtenidos de registros de calibración previos.
- ❖ Registros históricos de mantenimiento y servicio.
- ❖ Extensión y severidad de uso.
- ❖ Tendencia al desgaste y deriva.
- ❖ Frecuencia de revisiones cruzadas con otros patrones de referencia.
- ❖ Frecuencia y calidad de calibraciones y verificaciones internas.
- ❖ Condiciones ambientales (temperatura, humedad, vibraciones, etc.).
- ❖ Exactitud requerida de la medición.

⁹ Fuente: Guía metas.

¹⁰ Fuente: Norma ISO 10012:2003.

- ❖ Costo de la calibración.

5.7.1.1 Aplicación de los Criterios para la Recalibraciones en la Empresa Prototipo¹¹.

Analizando cada uno de los factores que según la norma OIML D 10, influyen para determinar los períodos de recalibración en los instrumentos, se obtienen las siguientes consideraciones:

- ❖ Tipo de instrumento: los instrumentos a calibrar son los relacionados con las áreas de Metrología Industrial, Mediciones en Presión: manómetros; Temperatura: termómetros Análogos, Peso: Basculas.
- ❖ Recomendaciones del fabricante: debido a la cantidad de años en funcionamiento que poseen los instrumentos, dicha información no se encuentra disponible (en caso que existan, las posee el Departamento de Mantenimiento de la Organización).
- ❖ Tendencias de datos obtenidos en calibraciones previas: esta información debe ser comprobable, existe la posibilidad que en la época que fueron adquiridos los instrumentos, éstos incluyeran un certificado de calibración, pero en ese tiempo la Metrología y cultura de calibración no existía.
- ❖ Registros históricos de mantenimiento y servicio: esta información la posee el Departamento de Mantenimiento de la Organización.
- ❖ Extensión y severidad de uso: los instrumentos son utilizados durante un período de tiempo que puede considerarse continuo, ya que se encuentran en funcionamiento casi 24 horas todos los días del año (exceptuando cuando existe mantenimiento menor y / o mayor).
- ❖ Tendencia al desgaste: dicho factor depende del ambiente en que los instrumentos operan, es a partir de esto que los sensores pueden sufrir desgastes debido a lo que se desea medir, como lo son líquidos (agua o aceite), gases, etc.

¹¹ Elaborado por el Grupo.

- ❖ Frecuencia de revisiones con otros patrones de referencia: la empresa cuenta con los servicios de calibración de entidades externas a la empresa y el área de calidad tiene estos datos.
- ❖ Frecuencia y calidad de calibraciones y verificaciones: depende de la organización, y debe ser determinado por la misma en su Manual de Calidad.
- ❖ Condiciones ambientales: se refiere a factores como la humedad relativa, temperatura, presión, vibraciones, etc. sobre las cuales operan los instrumentos de medición.
- ❖ Exactitud requerida de la medición: consiste en que los patrones a utilizar para realizar la calibración deben poseer una exactitud por lo menos tres veces mejor que los instrumentos a calibrar.
- ❖ Costo de calibración: debido a que la organización es una entidad privada, cuenta con los servicios de entidades externas y el costo dependerá de que tanto se calibrara.

Después de analizar cada uno de los factores que afectan a los períodos de calibración, se puede concluir que la norma OIML no especifica puntualmente cuáles son dichos períodos sino que solamente presenta una guía.

5.7.1.2 Programa de Recalibraciones¹².

Este programa se realiza tomando en cuenta los criterios que la norma recomienda y por el tiempo de uso y desgaste de los dispositivos(norma OIML y expertos en Metrología y criterio de grupo) se recomiendan los siguientes períodos de calibración para cada una de las áreas en estudio:

¹² Elaborado por el Grupo.

En la cual se registre el comportamiento del instrumento después de cada calibración.

- ❖ Presión: Cada 12 meses.
- ❖ Temperatura: Cada 12 meses.
- ❖ Peso: Cada 12 meses.

Con verificaciones cada dos meses lo cual permitirá tener controlado el proceso con la seguridad de que los instrumentos están dentro del rango requerido, garantizando las tolerancias deseadas.

Es responsabilidad del fabricante del producto establecer el periodo de calibración de sus equipos:

- ❖ La criticidad del trabajo que se realiza.
- ❖ El personal que utiliza los equipos.
- ❖ La cantidad y tipo de ensayos que se realizan.

Estos parámetros pueden determinar el riesgo de desajuste de los equipos de inspección, medida y ensayos de esta forma debe asignarse un periodo de calibración suficientemente corto como para que entre calibraciones no se observen desviaciones significativas, en los resultados obtenidos.

Si existe riesgo de desajuste de los equipos de medida, es conveniente establecer un plan de verificaciones de los equipos entre periodos de calibración, que garantice que los resultados obtenidos en las medidas se adecuen a la incertidumbre evaluada en el ultimo certificado de calibración.

A partir de los resultados históricos de las calibraciones que se ejecuten, estos periodos pueden extenderse o reducirse.

Al determinar el periodo de recalibración debemos de tener en cuenta el compromiso entre los siguientes dos factores:

a) Se debe mantener al mínimo el riesgo de que el instrumento de medición se salga de tolerancia, lo cual puede preverse con calibraciones frecuentes.

b) El costo anual por concepto de servicios de calibración debe mantenerse al mínimo.

OIML D 10 recomienda los siguientes métodos para estimar el periodo de recalibración:

- ❖ Ajuste automático o en "escalera" (tiempo calendario).
- ❖ Carta de control (tiempo calendario).
- ❖ Tiempo en "uso".
- ❖ Verificación en servicio o prueba de "caja negra".
- ❖ Aproximación estadística.

Estos métodos describen técnicas gráficas y estadísticas que hacen uso de los resultados de calibración previos para estimar las tendencias de los instrumentos, estas tendencias deben utilizarse para determinar el periodo de recalibración.

5.8 VERIFICACIÓN METROLÓGICA.

El proceso de verificación metrológica implica la evaluación objetiva de las características metrológicas del equipo de medición obtenidas como resultado de la calibración, contra los requisitos metrológicos establecidos para el proceso.

El proceso de verificación normalmente es realizado por la empresa, y podrá ser realizado por el laboratorio de calibración solo a solicitud expresa de la empresa estableciendo previamente los requisitos metrológicos del proceso.

Decisiones y Acciones

El proceso referente a la toma de decisiones y acciones con respecto a los resultados de la confirmación metrológica incluye: Ajuste, reparación/mantenimiento, Informe de Inspección, sellado y etiquetado de identificación del estado de confirmación, análisis de intervalo de calibración/confirmación.

Ajustes

Se definen dos tipos de ajuste a instrumentos de medición, el llamado "ajuste" y el "ajuste usual", al primero se le conoce comúnmente como "ajuste mayor".

Ajuste (mayor)

Operación de llevar un instrumento de medición a un estado de funcionamiento adecuado para su uso.

1. El ajuste puede ser automático, semiautomático o manual.

Ajuste Usual

Ajuste que se realiza utilizando únicamente los medios a disposición de la empresa. Algunos procesos de ajuste requieren de servicios previos de reparación y u o mantenimiento.

Reparación

De acuerdo con ISO 9000 (2000), la reparación relacionada con los conceptos de conformidad, se define como:

Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable

para su utilización prevista.

1. La reparación incluye las acciones reparadoras adoptadas sobre un producto previamente conforme para devolverle su aptitud al uso, por ejemplo, como parte del mantenimiento.

2. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes de un producto no conforme. Referente al proceso de medición y confirmación metrológica, el producto se refiere al equipo de medición.

5.9 INFORME DE INSPECCIÓN.

El Informe de Inspección es un documento que complementa los resultados técnicos de un Informe (Certificado) de Calibración. En el Informe de Inspección se reportan los resultados de la verificación metrológica y de las decisiones y acciones llevadas a cabo en el proceso de confirmación metrológica, como son:

- ❖ Inspección inicial, describiendo el estado de recepción de los instrumentos, estado físico y operacional del instrumento.
- ❖ Detalles de servicios de mantenimiento y u o reparación.
- ❖ Ajuste mayor y los resultados de calibración o verificación iniciales anteriores al ajuste(cuando son solicitados y están disponibles)
- ❖ Declaración de conformidad con respecto a los requisitos
- ❖ Opiniones e interpretaciones respecto al uso del instrumento, informes y sus resultados.
- ❖ Análisis de intervalo de calibración, para determinar la fecha de la próxima calibración o confirmación.
- ❖ El Informe de Inspección puede ir acompañado de etiquetas y u o sellos que identifiquen el estado de confirmación del equipo, como: "Confirmado", "Verificado", "Conforme", "Cumple", "No Conforme", "No Cumple", "Próxima

Calibración”.

5.10 CRITERIOS PARA DECLARACION DE CONFORMIDAD¹³.

La capacidad de los instrumentos de medición que afectan la calidad del producto o servicio deberá ser consistente con la capacidad de medición requerida. Esto implica que el administrador de estos equipos deberá interpretar los resultados de calibración de sus instrumentos de medición para determinar si dicho instrumento está conforme o no conforme a los requisitos del proceso.

La tarea de evaluar la conformidad de los resultados de una calibración es propia del encargado del proceso, ya que él es quien determina cuál es el criterio de aceptación o rechazo del instrumento; este criterio debe cumplir más con los requisitos del proceso que con las especificaciones del fabricante.

Para interpretar los resultados de la calibración, y declarar la conformidad o no conformidad de un instrumento a los requisitos o especificaciones del usuario, es conveniente revisar lo que nos dice la norma ISO/IEC 17025 (requisitos para la competencia técnica de laboratorios de calibración y prueba), la cual tiene requerimientos respecto al contenido de los Informes de Calibración (Certificados), y nos dice que "deben ser informados exactamente, claramente, sin ambigüedad, objetivamente y debe incluir toda la información requerida por el cliente y necesaria para la interpretación de los resultados de ensayo o calibración).

Respecto a la declaración de conformidad, nos dice que los Informes de Ensayo (Prueba), pueden incluir donde sea necesario para la interpretación de los resultados de la prueba:

- ❖ "Donde sea relevante, una declaración de conformidad o no conformidad con los requisitos y u o especificaciones"

¹³ Fuente: La Guía Metas.

- ❖ "Donde sea aplicable, una declaración de la incertidumbre estimada de medición; la información acerca de la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando ésta es importante para la validez o aplicación de los resultados del ensayo, cuando una instrucción del cliente así lo requiera, o cuando la incertidumbre afecta la conformidad con un límite de especificación.

Para los Informes de Calibración (Certificados), nos dice que pueden incluir donde sea necesario para la interpretación de los resultados de la calibración:

- ❖ "La incertidumbre de medición y/o una declaración de la conformidad con una especificación metrológica identificada o cláusulas relacionadas".
- ❖ "Si se hace una declaración de conformidad con una especificación, esta declaración debe identificar que cláusulas de la especificación se cumplen o no se cumplen". .
- ❖ "Cuando se hace una declaración de conformidad con una especificación omitiendo los resultados de medición y las incertidumbres asociadas, el laboratorio debe registrar esos resultados y mantenerlos para posibles referencias futuras" .
- ❖ "Se debe tomar en cuenta la incertidumbre de la medición, cuando se hacen declaraciones de conformidad".

Como se observa para la declaración de conformidad tanto en laboratorio de prueba como en laboratorio de calibración, es indispensable considerar la incertidumbre de la medición.

5.11 Registros del Sistema del Aseguramiento Petrológico(Anexo 5).

Para tener un optimo aseguramiento metrológico dentro del proceso de moldeo por inyección se exige que existan registros documentados o un historial de las diferentes maquinas, para lo cual se ha creado cuadros de control que le permitan a la empresa registrar y archivar toda esta información entre la cual podemos mencionar:

- ❖ Control de producto fuera de calidad y desperdicio en planta de moldeo por inyección(anexo A.5.1): en este cuadro se presenta los distintos factores que intervienen en la calidad del proceso de la maquina entre ellas se mencionan moldeo, purga, alabeo, agrietado, piezas, etc.
- ❖ Listado de Equipos que Intervienen en la Calidad del Producto(anexo A.5.2): En este cuadro se llevara la información técnica del equipo a revisar como por ejemplo, el código del equipo, marca, capacidad, ubicación, frecuencia, etc.
- ❖ Calendario de verificaciones metrologicas del año(anexo A.5.3): esta tabla presenta el periodo en el cual se a verificado los lapsos de calibraciones por año.
- ❖ Hoja de control de equipos de medición(anexo A.5.4): esta tabla presenta datos generales del equipo a verificar como su marca, capacidad, exactitud, lugar de control, así como también el resultado del control: firma de la persona que hizo la inspección, el resultado de la misma y las observaciones.
- ❖ Hoja de registros de mantenimiento por fallas y ajustes de equipos(anexo A.5.5): es esta tabla se lleva el control de las fallas que se producen en los diferentes equipos, la acción a realizar así como el responsable de la misma.
- ❖ Hoja de control para equipos de medición por maquina(anexo A.5.6): se presentan datos generales, metrologicos y resultados del control por maquina. Se menciona por ejemplo el control de la temperatura, presión, etc, su escala de medición, si esta dentro del rango etc, la firma y aprobación de la persona responsable.

- ❖ Registro de mantenimiento(anexo A.5.7): presenta la información de la fecha, equipo, la tarea realizada, el responsable, observaciones y la firma.
- ❖ Ficha de calibracion/verificacion(anexo A.5.8): se muestra información de la calibración realizada al equipo así como su próxima calibración y firma del responsable. En cuanto a la verificación se muestra la fecha, patrón que se verifico, resultado y firma del responsable.

Se presento en el capitulo requisitos que permitieron realizar un programa de recalibracion en base a los requisitos establecidos por la norma, se finalizo con el sistema que le permita a la empresa mantener documentado toda la información sobre actividades necesarias para el aseguramiento de la calidad.

CAPITULO VI: PROPUESTA DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Se realizara una propuesta que este al alcance de los empresarios y dentro de las normas de calidad para ayudarles a la toma de decisiones en un determinado problema que se presente.

Para dar solución a lo planteado en este trabajo de graduación e identificado en el capítulo anterior, se tienen dos alternativas, las cuales son:

1. Contratar los servicios de calibración de una entidad, ésta puede ser tanto nacional como extranjera.
2. Adquirir los patrones de calibración, que permitan a la entidad calibrar sus instrumentos por cuenta propia.

6.1 SERVICIOS DE CALIBRACIÓN.

En este apartado se desarrollan tres aspectos, los cuales son: requisitos a cumplir por las entidades que ofrecen el servicio de calibración, entidades a nivel nacional e internacional que lo prestan.

La obtención de la información presentada en este apartado, se obtuvo a través de los diferentes sitios web de cada entidad, las cotizaciones por medio de e-mail, fax, llamadas telefónicas.

6.1.1 Requisitos a Cumplir por las Entidades que Ofrecen el Servicio de Calibración.

Los requisitos a cumplir por parte de las entidades que ofrecen el servicio de calibración, se ha tomado como base lo establecido en norma ISO 17025 que se refiere a la acreditación de los laboratorios de calibración y ensayo, como parámetro en este estudio de lo cual se ha analizado lo siguiente:

La norma ISO/ IEC 17025, establece los requisitos de gestión y técnicos para poder determinar la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo.

El presente análisis es de tipo cualitativo y tomará específicamente los aspectos técnicos de la norma. En cada uno de los requisitos de la norma se establece los siguientes aspectos:

6.1.1.1 Personal.

Se destaca que este debe ser calificado sobre la base de una educación apropiada para realizar dicho trabajo, con el entrenamiento, experiencia y habilidad demostrada toda esta información debe estar disponible y debe incluir la fecha de autorización y confirmación de su competencia técnica, y si se le esta dando al personal el enterramiento para que desarrolle las estas habilidades se debe proveer la supervisión adecuada con políticas y procedimientos adecuados, además de poseer el perfil actualizado de puestos para todo el personal involucrado en los ensayos y / o calibraciones.

6.1.1.2 Instalaciones y Condiciones Ambientales.

Estas deben de ser las que faciliten un funcionamiento correcto de las calibraciones y ensayos que se realicen dentro de ella, además debe monitorear según los procedimientos previos establecidos las condiciones ambientales como pueden ser: polvo, temperatura, humedad relativa, vibración etc. Todos los factores que puedan influir sobre la calidad de los resultados.

Es importante recalcar también que se debe tener controlado el acceso y uso de áreas que puedan afectar la calidad de los resultados.

6.1.1.3 Métodos de Calibración, Ensayo y Validación.

Los métodos y procedimientos apropiados para las calibraciones y ensayos debe incluir al menos el muestreo, manipulación, transporte, almacenamiento y preparación del equipo que serán objeto de una calibración o ensayo, y la incertidumbre cuando sea apropiado de las mediciones según técnicas estadísticas.

Todos estos métodos deben poseer instructivos sobre el uso y operación del equipo relevante, y si ocurriese alguna desviación de los métodos estas tienen que ser documentadas, justificadas técnicamente, autorizadas y aceptadas por el cliente.

Los métodos deben ser conocidos por los clientes de preferencia deben ser normalizados si estos han sido desarrollados en los laboratorios deben de ser una actividad planificada y asignada por un personal calificado y con los recursos necesarios y deben poseer la validación antes de ser utilizado.

6.1.1.4 Equipo

Un laboratorio debe de poseer todo los objetos de muestreo, equipo de medición requeridos para la correcta ejecución de sus actividades, y si se ve en necesidad de utilizar equipos de afuera debe asegurar que cumple los requisitos de la norma internacional.

Es importante resaltar que el equipo debe establecer los programas de calibración para magnitudes o valores claves de los instrumentos cuando estas tengan un efecto significativo sobre la calidad de los resultados. Además la inclusión de los procedimientos para el manejo seguro, transporte, almacenamiento, mantenimiento de los mismos con el fin de evitar el deterioro. Es igualmente importante resaltar el correcto funcionamiento y estado del equipo con revisiones que den resultados satisfactorios antes de que un equipo realice un servicio.

6.1.1.5 Trazabilidad¹⁴

Todo el equipo utilizado que tenga efecto significativo sobre la exactitud o validez de los resultados de calibración, ensayo y muestreo debe estar calibrado antes de prestar el servicio, así como poseer un programa y procedimiento de calibración de sus equipos.

Esta trazabilidad de los equipos en un laboratorio se establece al SI de sus patrones de medición y sus instrumentos de medida por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones que los enlazan a los patrones primarios relevantes de las unidades de medidas SI.

¹⁴ Fuente http://www.inymet.com.mx/Traz_Elec.PDF

El enlace al Si se puede alcanzar por referencia a un patrón nacional los cuales pueden ser de orden primarios. Cuando se usa servicios de calibraciones externas, la trazabilidad de las mediciones debe ser garantizada por el uso de servicios de calibración de laboratorios que puedan demostrar competencia, capacidad de medición y trazabilidad.

6.1.1.6 Manejo de objetos de ensayos y calibración.

El laboratorio debe poseer procedimientos de transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención y disposición de los objetos de ensayos y calibración, además de un sistema para identificar a los mismos, durante su permanencia en el laboratorio, éste debe ser diseñado de manera que los objetos no se confundan físicamente o cuando se hace referencia a ellos en registros o documentos que se mencionen.

6.1.1.7 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración.

Para lograr este ítem se debe tener procedimientos de control de calidad para monitorear la validez de los resultados de los ensayos y calibraciones y los resultados tienen que registrados a modo que se pueda detectar la tendencia de los mismos, este monitoreo se debe planificar y revisar para su cumplimiento.

6.1.1.8 Informe de Resultados.

Es un reporte de cada uno de los ensayos y calibraciones realizadas en una manera clara y objetiva. Estos informes se denominan Informe de Ensayos o Certificados de calibración según sea el caso y deben incluir toda la información requerida por el cliente y para poder dar la interpretación adecuada del mismo los requisitos mínimos que debe contener son:

- ❖ Título: "Certificado de Calibración" o "Informe de Ensayo".
- ❖ Nombre, Dirección, Localización donde se han sido realizadas las calibraciones.
- ❖ Identificación única del certificado de calibración o informe de ensayo (como numero seriado).
- ❖ Nombre y dirección el cliente.
- ❖ Identificación del método usado.
- ❖ Descripción, condición e identificación sin ambigüedad de los objetos calibrados o ensayados.
- ❖ Fecha de recepción de los objetos y aplicación de los resultados y fechas de realización del ensayo y / o calibración.
- ❖ Referencia al plan y los procedimientos de muestreo utilizados
- ❖ Resultados de la calibración y / o ensayos
- ❖ Nombres, funciones y firmas o equivalente de las personas que autorizan el certificado de calibración o informe de ensayo.

Según los requisitos que deben cumplir, se presenta dos tablas, una referente a los laboratorios nacionales (Cuadro 5) y otra a los laboratorios internacionales (Cuadro 6) que han cotizado para realizarse dicho análisis con el objeto de calificar la igualdad de condiciones de los mismos cabe resaltar que dicho análisis se hará en base a las paginas Web, brochure de las entidades que prestan el servicio de calibración para las entidades internacionales y las nacionales se realizo una evaluación.

Se realizo un estudio a los diferentes laboratorios que brindan el servicio de calibración en el país así como en el extranjero, por medio de una encuesta (anexo A.6) la cual contiene 28 preguntas y el valor de cada una de ellas es de 1, y las preguntas fueron diseñadas en base a la norma ISO 17025 que habla de los requisitos de calidad que deben cumplir los laboratorios que brindan el servicio, primero se realizo la visita a las diferentes empresas y luego se agruparon las preguntas en base a los requisitos de la norma.

Luego se obtuvo un puntaje total, lo cual califica a los laboratorios CONACYT y UDB como los que cumplen con todos los requisitos, y los otros dos laboratorios es dudosa su trazabilidad , así como los certificados emitidos, por que la documentación no cuenta con actualización de fechas y su trazabilidad de patrones no es confiable.

6.1.1.9 Evaluación a Laboratorios Nacionales (Cuadro 5).

REQUISITO	APLITEC	A.V.	CONACYT	UDB
Personal	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Instalaciones y Condiciones Ambientales	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Métodos de calibración	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Equipo	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Trazabilidad	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Manejo de Muestras	N/A	N/A	N/A	N/A
Aseguramiento de la Calidad	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Informe de Resultados	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Se realizó una evaluación en la cual contenía puntos importantes y que permitieron verificar como están los entes nacionales que realizan trabajos de calibración, y estas preguntas se agruparon por áreas y se les asigno un puntaje aunque todas cumplen con los requisitos para prestar sus servicios no todas obtuvieron el puntaje deseado pues todavía presentan algunas faltas.

Según lo anteriormente presentado los laboratorios nacionales cuentan con igualdad de condiciones, el CONACYT ente que representa la metrología legal en el país, esta a

mismo nivel de los laboratorios secundarios debido a que presenta la misma trazabilidad, pero los que representan mayor puntaje a la hora de evaluarse punto por punto son el CONACYT y la UDB con mayor credibilidad en los certificados emitidos y actualización de todo los puntos anteriores.

6.1.1.10 Evaluación a Laboratorios Internacionales (Cuadro 6).

Requisito	CALTECHNIX	CEI	CENAM	INDECOPI	INTI	METAS	SIC
Personal	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Instalaciones y Condiciones Ambientales	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Métodos de calibración	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Equipo	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Trazabilidad	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Manejo de Muestras	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Manejo de Objetos	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Aseguramiento de la calidad	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Informe de Resultados	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

De acuerdo a la tabla anterior se puede observar que los laboratorios en el ámbito internacional cumplen con los requisitos establecidos por la norma, cabe resaltar que Caltechnix y Metas son laboratorios secundarios pero cumplen con lo establecido en el requisito 5.6 que cita "por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones que los enlazan a los patrones primarios relevantes de las unidades de medidas SI.

6.2 ANALISIS CUANTITATIVO.

6.2.1 Contratación de los Servicios de Calibración

Precios de los Proveedores

En el cuadro 7 y 8 se presenta la Comparación de Precios en dólares de los Proveedores nacionales e internacionales del Servicio de Calibración en el Área de Presión y temperatura respectivamente, para el análisis cuantitativo se optó por el proveedor con mejores resultados de la evaluación con las opciones de CONACYT y UDB.

Presión (Cuadro 7).

LABORATORIO	PAIS	COSTO EN \$ (DOLARES)
Aragón Valencia & Asociados	El Salvador	35
APLITEC	El Salvador	34
Caltechnix	México	350
CEI	Panamá	245
CENAM	México	488
CONACYT	El Salvador	40
INDECOPI	Perú	400
INTI	Argentina	400
SIC	Colombia	500
Universidad Don Bosco	El Salvador	50

6.2.1.1 Temperatura (cuadro 8).

LABORATORIO	PAIS	COSTO EN \$ (DOLARES)
Aragón Valencia & Asociados	El Salvador	45
APLITEC	El Salvador	45
CEI	Panamá	225
CENAM	México	421
CONACYT	El Salvador	23
INDECOPI	Perú	300
INTI	Argentina	240
SIC	Colombia	300
Universidad Don Bosco	El Salvador	60

6.2.1.2 Peso

En este caso se cuenta costos de la UDB el cual tiene para los rangos deseados en este documento, pero también este servicio es proporcionado por el CONACYT.

Bascula Analíticas de 50 kg su costo es de \$ 110.00

Bascula Mecánicas de 50 kg su costo es de \$ 80.00

6.3 ADQUISICIÓN DE PATRONES DE CALIBRACIÓN.

6.3.1 Temperatura.

Coleparmer U-90910-00¹⁵

Instrumento para calibrar termómetros con cualquier rango deseado, fácilmente calibra termómetros en el sitio, las calibraciones las puede realizar a temperatura más alta o más baja. Alcanza la temperatura de referencia o limite en diez minutos.

Incluye un certificado de conformidad a NIST - las normas identificables con seis puntos de datos de la prueba, número de serie del instrumento y fecha de calibración.

Precio total : Accesorios mas impuestos e impuestos \$ 1579.50

6.3.2 Presión.

Coleparmer U – 68045-08

Instrumento para la calibración de medidores de presión, con escalas de 2 Psi y un rango de 0 a 1000 Psi, incluye un certificado de conformidad y trazabilidad a NIST.

Precio total : Accesorios mas impuestos e impuestos \$ 1957.50

6.3.3 Peso.

Masas Patrón Metlet Toledo¹⁶

¹⁵ Fuente: www.coleparmer.com

¹⁶ Fuente : OXGASA de El Salvador

Instrumentos para la calibración de basculas y balanzas, estos datos se tomaron en base al trabajo realizado y a las especificaciones de las basculas, clase M3 para una bascula de 50 kg.

Valor Nominal	Error Máximo Permitido	Clase	Precio Dólares (incluye IVA y certificado)
5 kg	2.5×10^{-4}	M3	452
10 kg	5×10^{-4}	M3	825
20 kg	1×10^{-4}	M3	1194

Cuadro 9. Costos de Masas Patrón.

6.4 PRECIO DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

En este apartado se presenta el costo de los dispositivos de medición y sus diferentes distribuidores dentro del país, también se tiene que tomar en cuenta que para lo que es temperatura se pueden instalar las termocuplas y los sensores y el costo se reduce.

6.4.1 Presión

Manómetros de acero inoxidable, carátula de 2.5" con un rango de 0 – 1000PSI,

Forma de pago crédito y tiempo de entrega de 15 a 20 días.

Precio: \$ 70 + IVA . Distribuidor en el país Válvulas y Equipos INDELPIN S.A. de C.V

6.4.2 Temperatura

Termómetro Carátula de 3" espiga de 2.5" de largo. Forma de pago crédito y tiempo de entrega de 15 a 20 días.

Precio: \$ 40 + IVA . Distribuidor en el país Válvulas y Equipos INDELPIN S.A. de C.V

6.4.3 Peso

Basculas Mecánicas con un rango de 0 – 60 kg y un error de +/- 0.05 kg, clase III.

Precio: \$ 70 + IVA . Distribuidor en el país F.A. DALTON.

6.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE CALIBRACIÓN Y PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS PATRONES DE CALIBRACIÓN.

6.5.1 Evaluación Económica para la Contratación de los Servicios de Calibración.

Con la cotización de los servicios y los patrones de calibración, para el primer año constara del costo de compra de los dispositivos de medición de las diferentes zonas en actividad ya que se encuentran en mal estado y se deberá calibrar siempre el primer año, para los años subsiguientes se incrementará ese costo, debido a la inflación la cual no es más que el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

Otra de las consideraciones es que para el año 1 se mandara a cambiar todos los dispositivos de medición tanto para presión y temperatura, basculas. Se realizara una calibración por año.

La compra de los dispositivos no asegura que los mismos estén debidamente calibrados es por eso que el primer año presenta la compra y la calibración.

La tasa a las que fueron evaluadas estas alternativas son del 15% esta es presentada por el empresario y es con el porcentaje que se tiene de riesgo.

6.5.1.1 Proyección de la Tasa de Inflación o Índice de Precios al Consumidor (IPC)

Para determinar la tasa de inflación de cada año subsiguiente, se empleará el método de tendencias, el cual se basa en el uso de datos estadísticos de años inmediatos anteriores. Este método solo es aplicable para una serie de años impares.

Procedimiento:

- ❖ Se escoge el año intermedio como base, a los años anteriores a éste se le resta el valor de 1, y a los valores de los años siguientes se le incrementa el valor de 1. Este proceso significará el valor de la variable Z para cada año.
- ❖ Se multiplica el valor de la tasa de inflación con su respectivo Z, así sucesivamente para todos los años; dicho resultado tomará el valor de YZ.
- ❖ Se eleva el valor de Z al cuadrado para todos los años.
- ❖ Calcular las sumatorias de cada variable.
- ❖ Calcular el valor del incremento mediante la siguiente fórmula.
$$\text{Incremento} = \frac{YZ}{Z^2} * \left(\frac{n}{2} \right)$$

Donde n representa el número de años excepto el año base.
- ❖ Para determinar el valor de la tasa de inflación del año siguiente, sumar al año base, el valor del incremento.

Este proceso es similar para determinar los años siguientes, sin perder de vista que el número de años debe ser siempre impar, lo cual implica eliminar de los cálculos el año más inferior.

Los datos estadísticos han sido obtenidos por medio del boletín informativo que emite

el Banco Central de Reserva de El Salvador (BCR), (Cuadro 10).

EVALUACION DEL INDICE DE PRECIOS DEL CONSUMIDOR EN EL SALVADOR¹⁷

Meses/Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	7.5	1.5	3.1	-0.5	5.5	0.9	2.8	2.4
Febrero	7.8	1.3	2.6	0.2	4.8	1.4	2.7	2.6
Marzo	7.4	1.5	2.0	0.5	4.9	1.7	2.4	3.0
Abril	7.1	2.7	0.1	1.1	5.0	2.0	2.0	3.9
Mayo	6.1	3.5	-1.0	2.4	4.5	1.8	1.9	4.8
Junio	4.9	3.2	-1.2	3.6	3.5	2.3	1.6	4.6
Julio	4.0	2.8	-1.1	2.9	3.6	2.5	1.0	5.3
Agosto	1.8	2.2	0.1	3.4	3.5	1.8	1.7	
Septiembre	2.1	1.5	1.5	3.3	3.3	1.4	2.1	
Octubre	1.7	1.9	2.0	2.7	2.3	2.5	2.3	
Noviembre	2.2	4.3	-0.7	3.4	3.0	1.4	2.6	
Diciembre	1.9	4.2	-1.0	4.3	1.4	2.8	2.5	
Promedio	4.5	2.6	0.5	2.3	3.8	1.9	2.1	3.8

Cuadro 10. Evolución del IPC en El Salvador.

¹⁷ Fuente: <http://www.bcr.gob.sv>

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2005, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 11.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2005

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
1998	2.6	-3	-7.7	9
1999	0.5	-2	-1.1	4
2000	2.3	-1	-2.3	1
2001	3.8	0	0.0	0
2002	1.9	1	1.9	1
2003	2.1	2	4.3	4
2004	3.8	3	11.4	9
Sumatoria			6.55	28

Cuadro 11 IPC estimado para el año 2005¹⁸

$$\text{Incremento} = \frac{YZ}{(Z^2)(n/2)}$$

$$\text{Incremento} = \frac{6.55}{28(6/2)}$$

$$\text{Incremento} = 0.0780$$

¹⁸ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2005) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2005) = 3.8 + (0.0780)$$

$$\text{IPC}(2005) = 3.9 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2006, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 12.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2006

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
1999	0.5	-3	-1.6	9
2000	2.3	-2	-4.6	4
2001	3.8	-1	-3.8	1
2002	1.9	0	0.0	0
2003	2.1	1	2.1	1
2004	3.8	2	7.6	4
2005	3.9	3	11.6	9
Sumatoria			11.37	28

Cuadro 12 IPC estimado para el año 2006¹⁹

$$\text{Incremento} = \text{YZ} / ((\text{Z}^2)(n/2))$$

$$\text{Incremento} = 11.37 / 28(6/2)$$

$$\text{Incremento} = 0.1353$$

¹⁹ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2006) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2006) = 1.9 + (0.1353)$$

$$\text{IPC}(2006) = 2.0 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2007, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 13.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2007

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2000	2.3	-3	-6.8	9
2001	3.8	-2	-7.6	4
2002	1.9	-1	-1.9	1
2003	2.1	0	0.0	0
2004	3.8	1	3.8	1
2005	3.9	2	7.7	4
2006	2.0	3	6.0	9
Sumatoria			1.29	28

Cuadro 13. IPC estimado para el año 2007²⁰

$$\text{Incremento} = \frac{YZ}{((Z^2)(n/2))}$$

$$\text{Incremento} = \frac{1.29}{28(6/2)}$$

$$\text{Incremento} = 0.0153$$

²⁰ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2007) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2007) = 2.1 + (0.0153)$$

$$\text{IPC}(2007) = 2.1 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2008, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 14.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2008

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2001	3.8	-3	-11.3	9
2002	1.9	-2	-3.8	4
2003	2.1	-1	-2.1	1
2004	3.8	0	0.0	0
2005	3.9	1	3.9	1
2006	2.0	2	4.0	4
2007	2.1	3	6.4	9
Sumatoria			-2.89	28

Cuadro 14. IPC estimado para el año 2008²¹

$$\text{Incremento} = \text{YZ} / ((\text{Z}^2)(n/2))$$

$$\text{Incremento} = -2.89 / 28(6/2)$$

$$\text{Incremento} = -0.0344$$

²¹ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2008) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2008) = 3.8 + (-0.0344)$$

$$\text{IPC}(2008) = 3.8 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2009, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 15.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2009

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2002	1.9	-3	-5.6	9
2003	2.1	-2	-4.3	4
2004	3.8	-1	-3.8	1
2005	3.9	0	0.0	0
2006	2.0	1	2.0	1
2007	2.1	2	4.3	4
2008	3.8	3	11.3	9
Sumatoria			3.91	28

Cuadro 15. IPC estimado para el año 2009²²

$$\text{Incremento} = \text{YZ} / ((\text{Z}^2)(n/2))$$

$$\text{Incremento} = 3.91 / 28(6/2)$$

$$\text{Incremento} = 0.0466$$

²² Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2009) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2009) = 3.9 + (0.0466)$$

$$\text{IPC}(2009) = 3.9 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2010, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 16.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2010

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2003	2.1	-3	-6.4	9
2004	3.8	-2	-7.6	4
2005	3.9	-1	-3.9	1
2006	2.0	0	0.0	0
2007	2.1	1	2.1	1
2008	3.8	2	7.5	4
2009	3.9	3	11.7	9
Sumatoria			3.53	28

Cuadro 16. IPC estimado para el año 2010²³

$$\text{Incremento} = \frac{YZ}{((Z^2)(n/2))}$$

$$\text{Incremento} = \frac{3.53}{28(6/2)}$$

$$\text{Incremento} = 0.0420$$

²³ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2010) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2010) = 2.0 + (0.0420)$$

$$\text{IPC}(2010) = 2.1 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2011, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 17.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2011

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2004	3.8	-3	-11.4	9
2005	3.9	-2	-7.7	4
2006	2.0	-1	-2.0	1
2007	2.1	0	0.0	0
2008	3.8	1	3.8	1
2009	3.9	2	7.8	4
2010	2.1	3	6.2	9
Sumatoria			-3.39	28

Cuadro 17. IPC estimado para el año 2011²⁴

$$\text{Incremento} = \frac{YZ}{(Z^2)(n/2)}$$

$$\text{Incremento} = \frac{-3.39}{28(6/2)}$$

$$\text{Incremento} = -0.0404$$

²⁴ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2011) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2011) = 2.1 + (-0.0404)$$

$$\text{IPC}(2011) = 2.1 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2012, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 18.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2012

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2005	3.9	-3	-11.6	9
2006	2.0	-2	-4.0	4
2007	2.1	-1	-2.1	1
2008	3.8	0	0.0	0
2009	3.9	1	3.9	1
2010	2.1	2	4.1	4
2011	2.1	3	6.3	9
Sumatoria			-3.40	28

Cuadro 18. IPC estimado para el año 2012²⁵

$$\text{Incremento} = \text{YZ} / ((\text{Z}^2)(n/2))$$

$$\text{Incremento} = -3.40 / 28(6/2)$$

$$\text{Incremento} = -0.0405$$

²⁵ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2012) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2012) = 3.8 + (-0.0405)$$

$$\text{IPC}(2012) = 3.7 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2013, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 19.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2013

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2006	2.0	-3	-6.0	9
2007	2.1	-2	-4.3	4
2008	3.8	-1	-3.8	1
2009	3.9	0	0.0	0
2010	2.1	1	2.1	1
2011	2.1	2	4.2	4
2012	3.7	3	11.2	9
Sumatoria			3.35	28

Cuadro 19. IPC estimado para el año 2013²⁶

$$\text{Incremento} = \frac{YZ}{((Z^2)(n/2))}$$

$$\text{Incremento} = \frac{3.35}{28(6/2)}$$

$$\text{Incremento} = 0.0399$$

²⁶ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2013) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2013) = 3.9 + (0.0399)$$

$$\text{IPC}(2013) = 3.9 \quad \%$$

A continuación se presenta la tabla con el valor calculado de la tasa de inflación de del año 2014, para ver los cálculos referirse a la Cuadro 20.

CALCULO DE LA TASA PARA EL AÑO 2014

Años	IPC(%)	Z	YZ	Z ²
2007	2.1	-3	-6.4	9
2008	3.8	-2	-7.5	4
2009	3.9	-1	-3.9	1
2010	2.1	0	0.0	0
2011	2.1	1	2.1	1
2012	3.7	2	7.5	4
2013	3.9	3	11.8	9
Sumatoria			3.50	28

Cuadro 20. IPC estimado para el año 2014²⁷

$$\text{Incremento} = \text{YZ} / ((\text{Z}^2)(n/2))$$

$$\text{Incremento} = 3.50 / 28(6/2)$$

$$\text{Incremento} = 0.0417$$

²⁷ Diseño de tablas para estimar los IPC elaborado por el grupo de trabajo.

$$\text{IPC}(2014) = \text{IPC}(\text{año base}) + \text{incremento}$$

$$\text{IPC}(2014) = 2.1 + (0.0417)$$

$$\text{IPC}(2014) = 2.1 \quad \%$$

6.5.1.2 Cálculo de los Costos Anuales de Calibración.

Para el desarrollo de estos cálculos se partirá de los valores del IPC calculados para cada año, los cuales se muestran a continuación Cuadro 21:

AÑO	IPC (%)
2005	3.9
2006	2.0
2007	2.1
2008	3.8
2009	3.9
2010	2.1
2011	2.1
2012	3.7
2013	3.9
2014	2.1

Cuadro 21. IPC por Año.

Después de presentar los IPC, para los diez años siguientes a la fecha inicial de inversión, se continua con la presentación de los costos anuales de calibración de la magnitud de presión, temperatura y peso con sus respectivos flujos anuales ver paginas siguientes.

CALCULOS DE LOS COSTOS ANUALES DE CALIBRACION PRESION

PRESION

consideraciones:		Total de manómetros =	37
costo de calibracion unit.= \$	50	calibracion por año =	1
IVA =	1.13	Compra = \$	70

Costo Año 1

costo(año1)=(costo calibrac.unit.)(IVA)(N° Manom.)(calibracion por año)
+ (compra)(IVA)(Total Manómetros).

$$\text{costo (año1)}=(50)(1.13)(37)(1)+(70)(1.13)(37)$$

$$\text{costo (año1)}= 2090.5 + 2927$$

$$\text{costo (año1)}=\$ 5017.2$$

Costo Año Xi este se toma asi porque todos seran los mismos hasta llegar al año 10

$$\text{costo(año}_i\text{)}=(\text{costo de calibracion del año anterior})+
(\text{costo año anterior de calibracion})(\text{IPC del año Xi})$$

Costo Año 2

$$\begin{aligned}\text{Costo Año 2} &= 2091 + 2091(2\%) \\ \text{costo año2} &= \$ 2133\end{aligned}$$

Costo Año 3

$$\begin{aligned}\text{costo año 3} &= 2133 + 2133(2.1\%) \\ \text{costo año3} &= \$ 2178\end{aligned}$$

Costo Año 4

$$\begin{aligned}\text{costo año 4} &= 2178 + 2178(3.8\%) \\ \text{costo año4} &= \$ 2260\end{aligned}$$

Costo Año 5

$$\begin{aligned}\text{costo año 5} &= 2260 + 2260(3.9\%) \\ \text{costo año5} &= \$ 2349\end{aligned}$$

Costo Año 6

$$\begin{aligned}\text{costo año 6} &= 2349 + 2349(2.1\%) \\ \text{costo año6} &= \$ 2397\end{aligned}$$

Costo Año 7

$$\begin{aligned}\text{costo año 7} &= 2397 + 2397(2.1\%) \\ \text{costo año7} &= \$ 2447\end{aligned}$$

Costo Año 8

$$\begin{aligned}\text{costo año 8} &= 2447 + 2447(3.7\%) \\ \text{costo año8} &= \$ 2538\end{aligned}$$

Costo Año 9

$$\begin{aligned}\text{costo año 9} &= 2538 + 2538(3.9\%) \\ \text{costo año9} &= \$ 2638\end{aligned}$$

Costo Año 10

$$\begin{aligned}\text{costo año10} &= 2638 + 2638(2.1\%) \\ \text{costo año10} &= \$ 2694\end{aligned}$$

CALCULOS DE LOS COSTOS ANUALES DE CALIBRACION TEMPERATURA

TEMPERATURA

consideraciones:

		Total de Termómetros =	66
costo de calibracion unit.= \$	60	calibracion por año =	1
IVA =	1.13	Compra =\$	40

Costo Año 1

costo(año1)=(costo calibracion unit.)(IVA)(N° Term.)(calibracion por año)+(compra)(IVA)(Total Termómetros).

$$\text{costo (año1)}=(60)(1.13)(66)(1)+(40)(1.13)(66)$$

$$\text{costo año 1} = 4474.8 + 2983$$

$$\text{costo (año1)} = \$ 7458$$

Costo Año X_i = este se toma así porque todos serán los mismos hasta llegar al año 10

$$\text{costo(año } X_i) = (\text{costo de calibracion del año anterior}) + (\text{costo de calibracion año anterior})(\text{IPC del año } X_i)$$

Costo Año 2

$$\text{costo año 2} = 4475 + 4475(2\%)$$

$$\text{costo año2} = \$ 4565$$

Costo Año 7

$$\text{costo año 7} = 5130 + 5130(2.1\%)$$

$$\text{costo año7} = \$ 5238$$

Costo Año 3

$$\text{costo año 3} = 4565 + 4565(2.1\%)$$

$$\text{costo año3} = \$ 4663$$

Costo Año 8

$$\text{costo año 8} = 5238 + 5238(3.7\%)$$

$$\text{costo año8} = \$ 5434$$

Costo Año 4

$$\text{costo año 4} = 4663 + 4663(3.8\%)$$

$$\text{costo año4} = \$ 4838.4$$

Costo Año 9

$$\text{costo año 9} = 5434 + 5434(3.9\%)$$

$$\text{costo año9} = \$ 5648$$

Costo Año 5

$$\text{costo año 5} = 4838 + 4838(3.9\%)$$

$$\text{costo año5} = \$ 5027$$

Costo Año 10

$$\text{costo año 10} = 5648 + 5648(2.1\%)$$

$$\text{costo año10} = \$ 5766$$

Costo Año 6

$$\text{costo año 6} = 5027 + 5027(2.1\%)$$

$$\text{costo año6} = \$ 5130$$

CALCULOS DE LOS COSTOS ANUALES DE CALIBRACION PESO

PESO

consideraciones:

costo de calibracion unit.=\$ 80
IVA = 1.13

Total de Basculas = 2
calibracion por año = 1
Compra =\$ 70

Costo Año 1

costo(año1)=(costo calibracion unit.)(IVA)(N° Basculas)(calibracion al año)+(compra)(IVA)(Total Basculas).

costo (año1)=(80)(1.13)(2)(1)+(70)(1.13)(2)

costo (año1)= 181 + 158.2

costo (año1)=\$ 339

Costo Año Xi este se toma asi porque todos seran los mismos hasta llegar al año 10

costo(añoxi)=(costo de calibracion del año anterior)
+ (costo año anterior de calibracion)(IPC del año Xi)

Costo Año 2

costo año 2=181+181(2%)

costo año2 = \$ 184

Costo Año 7

costo año 7=207+207(2.1%)

costo año7 = \$ 212

Costo Año 3

costo año 3=184+184(2.1%)

costo año3 = \$ 188

Costo Año 8

costo año 8=212+212(3.7%)

costo año8 = \$ 220

Costo Año 4

costo año 4=188+188(3.8%)

costo año4 = \$ 195

Costo Año 9

costo año 9=220+220(3.9%)

costo año9 = \$ 228

Costo Año 5

costo año 5=195+195(3.9%)

costo año5 = \$ 203

Costo Año 10

costo año 10=228+228(2.1%)

costo año10 =\$ 233

Costo Año 6

costo año 6=203+203(2.1%)

costo año6 = \$ 207

TOTAL DE LOS COSTOS ANUALES DE CALIBRACION DE LAS TRES MAGNITUDES

salario del Departamento de Metrologia=\$ 16200

Costo (año X)=costo (añox) presion+ costo(añoX) Temperatura+ costo(añoX)Peso
+ salario del Departamento de Metrologia

costo(año1)=\$ 5017.20 + 7458.00 + 339.00 + 16200

costo(año1)=\$ 29014.20

costo(año2)=\$ 2132.53 + 4564.76 + 184.43 + 16200

costo(año2)=\$ 23081.72

costo(año3)=\$ 2178.35 + 4662.84 + 188.40 + 16200

costo(año3)=\$ 23229.58

costo(año4)=\$ 2260.37 + 4838.42 + 195.49 + 16200

costo(año4)=\$ 23494.29

costo(año5)=\$ 2348.52 + 5027.10 + 203.12 + 16200

costo(año5)=\$ 23778.73

costo(año6)=\$ 2396.72 + 5130.27 + 207.28 + 16200

costo(año6)=\$ 23934.27

costo(año7)=\$ 2447.25 + 5238.43 + 211.65 + 16200

costo(año7)=\$ 24097.33

costo(año8)=\$	2538.41	+	5433.57	+	219.54	+	16200			
costo(año8)=\$	24391.52									
costo(año9)=\$	2638.41	+	5647.62	+	228.19	+	16200			
costo(año9)=\$	24714.22									
costo(año10)=\$	2693.66	+	5765.88	+	232.96	+	16200			
costo(año10)=\$	24892.50									

Flujo de Gastos Operativos para las Tres Magnitudes.

A continuación se presentan los flujos anuales de la primera alternativa de contratación de servicios de calibración diagrama 27 y posteriormente se convertirán en valor presente neto.



Diagrama 27. Flujo de Gastos Operativos para Contratación de Servicios de Calibración.

6.5.2 Valor Presente Neto Total de las Tres Magnitudes a Calibrar.

Con base a lo anterior, podemos decir que el valor neto total para contratar el servicio de calibración de los instrumentos es igual a:

Valor Actual Neto de las Tres Magnitudes en Estudio.

$$VAN = - + FF1 / (1 + i)^1 + FF2 / (1 + I)^2 + FF3 / (1 + I)^3 + \dots + FF_n / (1 + I)^n$$

En donde:

FF1: Flujo de fondos para el año 1.

FF_n: Flujo de fondos para el año n.

I_{TMAR} (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento), TMAR = inflación + premio al riesgo;

I_{TMAR} = 15 %, esta dada por la dirección general o por los propietarios de la empresa.

Su valor siempre estará basado en el riesgo que corra la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles.

$$VAN = 0 + (-)[29014.20/(1 + 0.15)^1] + (-)[23081.72/(1 + 0.15)^2] + (-)[23229.58/(1 + 0.15)^3] + (-)[23494.29/(1 + 0.15)^4] + (-)[23778.73/(1 + 0.15)^5] + (-)[23934.27/(1 + 0.15)^6] + (-)[24097.33/(1 + 0.15)^7] + (-)[24391.52/(1 + 0.15)^8] + (-)[24714.22/(1 + 0.15)^9] + (-)[24892.50/(1 + 0.15)^{10}]$$

$$\diamond VAN = \$ - 123,770.36$$

Este monto representa la cantidad en dólares, que la Organización deberá invertir para contratar los servicios de calibración durante 10 años evaluado mediante el valor actual neto y recordando que siempre tiene que formarse un departamento de metrología o el mismo de calidad será el responsable de llevar el control de las calibraciones y verificaciones de los dispositivos.

6.5.3 Evaluación Económica para la Adquisición de Patrones para la Calibración.

En este la empresa se encarga de la compra de los patrones y le da la facilidad no solo de auto calibración sino que también le permite una verificación cada dos meses, solamente que para esta propuesta el costo de los instrumentos se debe pagar al año cero.

Consideraciones :

- ❖ Salario del departamento de Metrologia o los encargados de llevar el control es de \$ 16200 anuales en este se considero que laboran tres personas, con incremento 2% cada tres años.
- ❖ Capacitación del encargado de realizar las calibraciones \$ 2000 .
- ❖ El costo de recalibracion de los instrumentos patrón \$ 1500 los cuales se realizaran cada dos años.
- ❖ Se estima el precio de recalibraciones tendrá un incremento anual del 2%.
- ❖ La compra de dos masas patrón de 20 kg más certificado.
- ❖ La compra de una masa patrón de 10 kg mas certificado.
- ❖ La compra de instrumentos para calibración de los dispositivos de temperatura.
- ❖ La compra de instrumentos para calibración de los dispositivos de presión.

6.5.3.1 Costos Anuales de la Adquisición de Patrones

Consideraciones:

Salario Dep. Metrologia = \$ 16200

Capacitación = \$ 2000

Incremento de salario = 1.02

Costo recalibraciones = \$ 1500
patrones cada 2 años.

Incremento cada 3 años = 1.015

Incremento de recalbr. = 1.02
Anual.

Patrón para Presión = \$ 1170

Patrón para Temperatura = \$ 1450

2 Masas Patrón(20kg) = \$ 2114

Masas Patrón(10kg) = \$ 730

IVA = 1.13.

Costo(año 0) = (salario Dep. Metrologia)+(compra de patrones de temperatura)(IVA)+(compra patrón presión)(IVA)+(compra de masas patrón)(IVA)+(capacitación para el encargado).

Costo(Año 0)= (16200)+(1450)(1.13)+(1170)(1.13)+(2844)(1.13)+(2000).

Costo(Año 0) = \$ 24,374.3

costo(Año 1) = (Salario encarg. Anual)

costo(Año 1) = \$ 16,200

costo(Año 2) = (salario encarg. Anual)+(recalibracion)(incremento salario).

costo(Año 2) = \$ 17,730

costo(Año 3) = (salario encarg. Anual)(incremento)

costo(Año 3) = \$ 16,443

costo(año 4) = (salario encarg. Anual)+(recalibracion)(incremento salario).

costo(año 4) = \$ 18,003.6

costo(año 5) = (salario encarg. Anual)

costo(año 5) = \$ 16,443

costo(año6)= (salario encarg. Anual)(incremento salario)+(recalibracion)(incremento)

costo(año6)= \$ 18,281.5

costo(año 7) = (salario encargado anual)

costo(año 7) = \$ 16,689.6

costo(año 8) = (salario encarg. Anual)+(recalibracion)(incremento)

costo(año 8) = \$ 18,313.3

costo(año 9) = (salario encarg. Anual)(incremento)+(recalibracion)(incremento)

costo(año 9) = \$ 18,563.6

costo(año 10) = (salario encargado anual)

costo(año 10) = \$ 16,940

Flujo de Gastos Operativos para la Adquisición de Patrones.

A continuación se presentan los flujos anuales de la alternativa adquisición de patrones diagrama 28 y posteriormente se convertirán en valor presente neto.

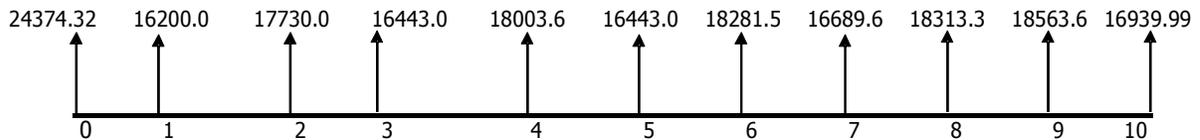


Diagrama 28. Flujo de Gastos Operativos para la Adquisición de Patrones.

Valor Actual Neto Adquisición De Patrones

$$VAN = - + FF1 / (1 + i)^1 + FF2 / (1 + I)^2 + FF3 / (1 + I)^3 + \dots + FF_n / (1 + I)^n$$

En donde:

FF1: Flujo de fondos para el año 1.

FFn: Flujo de fondos para el año n.

I_{TMAR} (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento), $TMAR = \text{inflación} + \text{premio al riesgo}$;

$I_{TMAR} = 15\%$, esta dada por la dirección general o por los propietarios de la empresa.

Su valor siempre estará basado en el riesgo que corra la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles.

$$VAN = 24374.3 + (-)[16200/(1+0.15)^1] + (-)[17730/(1+0.15)^2] + (-)[16443/(1+0.15)^3] + (-)[18003.6/(1+0.15)^4] + (-)[16443/(1+0.15)^5] + (-)[18281.5/(1+0.15)^6] + (-)[16689.6/(1+0.15)^7] + (-)[18313.3/(1+0.15)^8] + (-)[18563.64/(1+0.15)^9] + (-)[16940/(1+0.15)^{10}]$$

❖ $VAN = \$ - 110,776.67$

6.5.4 Comparación de las Alternativas a Través de la Técnica del Valor Actual Neto

Se realizó un análisis de cada una de las alternativas por la técnica de valor actual neto el cual nos permite compararlas en un periodo de diez años y tomar una decisión entre las dos; se debe de elegir en base a la que tenga el menor costo(ver Diagramas 29 y 30).

❖ Contratación de los Servicios de Calibración.

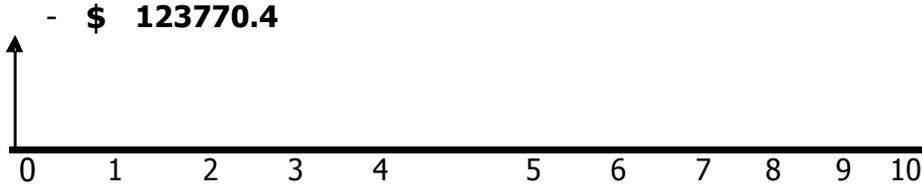


Diagrama 29. Valor Actual Neto Total de los costos de la alternativa de contratación de los servicios de calibración.

❖ Adquisición de los Patrones de Calibración

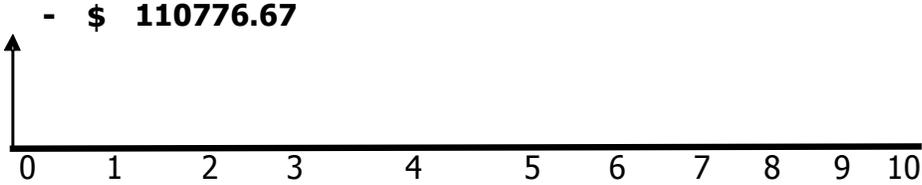


Diagrama 30. Valor Actual Neto Total de los costos de la alternativa de Adquirir los patrones de calibración.

6.6 La Segunda Opcion para el estudio Economico es el de Financiamiento(Prestamo al Banco).

La segunda opcion para el estudio economico es el de financiamiento, atraves del banco, cuando una empresa pide este tipo de servicio las leyes hacendarias permiten la deduccion del pago del interes.

Esto es conveniente para cualquier tipo de empresa permitiendole la adquisicion de equipo y mas, con una tasa menor, excepto para aquellas que tengan de manera permanente baja liquidez, o para aquellas cuyas ventas flutuen demasiado, ya que en cualquiera de estas situaciones puede causar el incumplimiento del pago de la deuda.

6.6.1 Evaluacion Economica para la Alternativa de Contratacion de Servicios.

Una de las razones para el financiamiento es la compra de los dispositivos de medicion de las magnitudes lo cual permite opserbar una opcion de pago o de compra con una tasa menor a la que la empresa utiliza.

Consideraciones:

Que el prestamo sera de \$ 6100 para la compra de manometros y termometros, balanzas, el interes del prestamo es de 9% y se liquidara en 10 anualidades iguales al final de cada año a partir del primer año.

A continuacion se debe calcular el monto de cada una de las 10 anualidades para liquidarlo.

EVALUACION DE LA PRIMERA ALTERNATIVA CON LA CONSIDERACION DE REALIZAR UN PRESTAMO AL BANCO

(P) Prestamo=\$ 6100 (n) Anualidades= 10

(i) Interes del Prestamo = 9%

$$A = P(A/P, i\%, n) \text{ o } A = P ((i((1+i)^n)) / (((1+i)^n) - 1))$$

A=\$ 950.50 estas son las anualidades que se deben cancelar por 10 años

TABLA DE PAGO DE LA DEUDA (cuadro 22)

Año	Interes	Pago a fin de Año	Pago Principal	Deuda Despues de Pago
0	0	0	0	6100.00
1	549.00	950.50	401.50	5698.50
2	512.865	950.50	437.64	5260.86
3	473.477	950.50	477.03	4783.83
4	430.545	950.50	519.96	4263.88
5	383.749	950.50	566.75	3697.12
6	332.741	950.50	617.76	3079.36
7	277.143	950.50	673.36	2406.00
8	216.54	950.50	733.96	1672.04
9	150.484	950.50	800.02	872.02
10	78.4819	950.50	872.02	0.00

Este cuadro 22 permite observar como la empresa va pagando el prestamo al paso del tiempo.

Flujo Anual de las Tres Magnitudes.

A continuación se presentan los flujos anuales de la alternativa de contratación de servicios diagrama 31 y posteriormente se convertirán en valor presente neto.

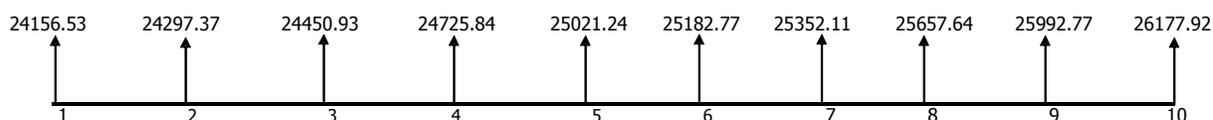


Diagrama 31. Flujo de Gastos Operativos de Contratación de Servicios para las Tres Magnitudes.

Valor Actual Neto de las Tres Magnitudes en Estudio.

$$VAN = - + FF1 / (1 + i)^1 + FF2 / (1 + I)^2 + FF3 / (1 + I)^3 + \dots + FF_n / (1 + I)^n$$

En donde:

FF1: Flujo de fondos para el año 1.

FF_n: Flujo de fondos para el año n.

I_{TMAR} (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento), TMAR = inflación + premio al riesgo;

I_{TMAR} = 15 %, esta dada por la dirección general o por los propietarios de la empresa.

Su valor siempre estará basado en el riesgo que corra la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles.

$$VAN = 0 + (-)[24156.53/(1+0.15)^1] + (-)[24297.37/(1+0.15)^2] + (-)[24450.93/(1+0.15)^3] + (-)[24725.84/(1+0.15)^4] + (-)[25021.24/(1+0.15)^5] + (-)[25182.77/(1+0.15)^6] + (-)[25352.11/(1+0.15)^7] + (-)[25657.64/(1+0.15)^8] + (-)[25992.77/(1+0.15)^9] + (-)[26177.92/(1+0.15)^{10}]$$

$$\diamond VAN = \$ - 124,647.61$$

6.6.2 Evaluación Económica para la Adquisición de Patrones para la Calibración.

EVALUACION DE LA SEGUNDA ALTERNATIVA CON LA CONSIDERACION DE REALIZAR UN PRESTAMO AL BANCO				
(P)	Prestamo= 6900	(n)	Anualidades=	10
(i)	Interes del Prestamo = 9%			
$A = P(A/P, i\% , n)$ o $A = P ((i((1+i)^n)) / (((1+i)^n) - 1))$				
A=\$	1075.16	estas son las anualidades que se deben cancelar por 10 años		
TABLA DE PAGO DE LA DEUDA (cuadro 23)				
Año	Interes	Pago a fin de Año	Pago Principal	Deuda Despues de Pago
0	0	0	0	6900.00
1	621.00	1075.16	454.16	6445.84
2	580.13	1075.16	495.03	5950.81
3	535.57	1075.16	539.59	5411.22
4	487.01	1075.16	588.15	4823.07
5	434.08	1075.16	641.08	4181.99
6	376.38	1075.16	698.78	3483.21
7	313.49	1075.16	761.67	2721.54
8	244.94	1075.16	830.22	1891.32
9	170.22	1075.16	904.94	986.38
10	88.77	1075.16	986.38	0.00

Salario del Dep. Metrologia=\$ 16200
(Anualmente)

incremento de salario= 1.02
Pago Anual de la deuda=\$ 1075.16
IVA = % 1.13

capacitacion =\$ 2000

costo recalibraciones = \$ 1500
patrones cada 2 años

Incremento de recalib.= 1.02
anual

Costo(año 0)=(capacitacion)+(salario Dep. Metrologia)

costo(año 0)=\$ 18200

costo(año 1)= (salario encarg. Anual)+(pago anual de la deuda)

costo(año 1)=\$ 17275.16

Costo(año2)= (salario Dep. Metrologia)+(recalibracion)(incremento)+(pago anual de la deuda)

Costo(año2)=\$ 18805.16

costo (año3)= (salario Dep. Metrologia)+(pago anual de la deuda)

Costo (año 3) =\$ **17275.16**

costo (año4)= (salario Dep. Metrologia)+(recalibracion)(incremento)+(pago anual de la deuda)

costo (año4)=\$ 18835.76

costo (año5)= (salario Dep. Metrologia)+(pago anual de la deuda)

costo(año5)=\$ 17275.16

costo (año6)= (salario Dep. Metro.)(incred)+(recalibracion)(incremento)+(pago anual de la deuda)

costo(año6)=\$ 19190.97

costo(año7) = (salario Dep. Metrologia.) + (pago anual de la deuda)

costo(año7)=\$ 17599.16

costo (año 8)= (salario Dep. Metrologia)+(recalibracion)(incremento)+(pago anual de la deuda)

costo(año8)=\$ 19222.81

costo(año 9) = (salario Dep. Metrologia)(incred)+(pago anual de la deuda)

costo(año9)=\$ 18266.73

costo(año10)=(salario Dep. Metrologia)+(pago anual de la deuda)

costo(año10)=\$ 18266.73

Flujo de Gastos Operativos para la Adquisición de Patrones.

A continuación se presentan los flujos anuales de la alternativa adquisición de patrones diagrama 32 y posteriormente se convertirán en valor presente neto.

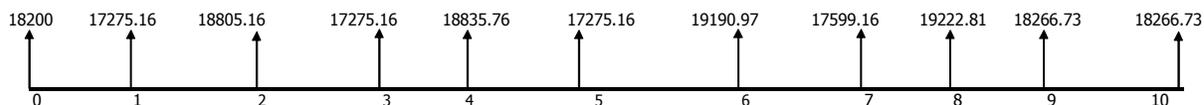


Diagrama 32. Flujo de Gastos Operativos para la Adquisición de Patrones.

Valor Actual Neto Adquisición De Patrones

$$VAN = - + FF1 / (1 + i)^1 + FF2 / (1 + I)^2 + FF3 / (1 + I)^3 + \dots + FF_n / (1 + I)^n$$

En donde:

FF1: Flujo de fondos para el año 1.

FFn: Flujo de fondos para el año n.

I_{TMAR} (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento), $TMAR = \text{inflación} + \text{premio al riesgo}$;

$I_{TMAR} = 15 \%$, esta dada por la dirección general o por los propietarios de la empresa.

Su valor siempre estará basado en el riesgo que corra la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles.

$$VAN = 18200 + (-) [17275.16 / (1 + 0.15)^1] + (-) [18805.16 / (1 + 0.15)^2] + (-) [17275.16 / (1 + 0.15)^3] + (-) [18835.76 / (1 + 0.15)^4] + (-) [17275.16 / (1 + 0.15)^5] + (-) [19190.97 / (1 + 0.15)^6] + (-) [17599.16 / (1 + 0.15)^7] + (-) [19222.81 / (1 + 0.15)^8] + (-) [18266.73 / (1 + 0.15)^9] + (-) [18266.73 / (1 + 0.15)^{10}]$$

❖ $VAN = \$ - 109,062.92$

6.6.3 Comparación de las Alternativas a Través de la Técnica del Valor Actual Neto(Con Financiamiento).

Se realizo un análisis de cada una de las alternativas por la técnica de valor actual neto el cual nos permite compararlas en un periodo de diez años y tomar una decisión entre las dos; se debe de elegir en base a la que tenga el menor costo(ver Diagramas 33 y 34).

❖ Contratación de los Servicios de Calibración.

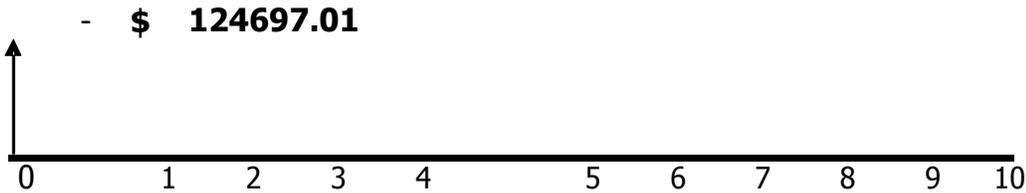


Diagrama 33. Valor Actual Neto Total de los costos de la alternativa de contratación de los servicios de calibración.

❖ Adquisición de los Patrones de Calibración

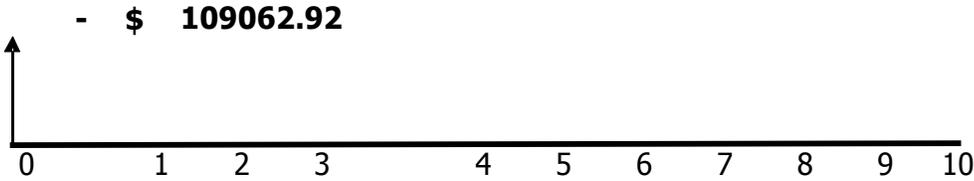


Diagrama 34. Valor Actual Neto Total de los costos de la alternativa de Adquirir los patrones de calibración.

6.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se ha presentado en este capítulo la evaluación, tanto cuantitativa como cualitativa de las alternativas planteadas en el capítulo, presentándole al empresario dos opciones económicas; la primera evaluación económica que la empresa compra los dispositivos; la segunda que la empresa para la compra de los dispositivos toma un préstamo bancario de lo cual se concluye lo siguiente que se toma la de adquirir los patrones de calibración pero con financiamiento.

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo, fue necesario determinar la tasa de inflación a través del método de tendencias, el cual se basa en datos estadísticos de años anteriores, además se recurrió a la tabla que contiene los costos obtenidos de las cotizaciones realizadas a los distintos laboratorios que brindan el servicio de calibración, y a proveedores de los equipos de calibración, proyectando todos éstos a un periodo de 10 años.

Con base al resultado obtenido mediante la utilización de la técnica del Valor Actual Neto, se concluye a través de esto que se debe seleccionar la alternativa de Adquisición de Patrones pero con Financiamiento Bancario, dado que ésta resulta ser la alternativa de menor costo.

Sin embargo es de mucha importancia aclarar que, esta recomendación puede verse afectada si el número de instrumentos a calibrar se incrementa o si se toma la decisión de calibrar dos veces al año, dado que resulta de menor costo la segunda alternativa, también puede cambiar si la tasa del banco aumenta.

6.8 PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN.

Esta propuesta tiene como finalidad brindar al lector o usuario del reglamento, una idea más clara del significado de calibración de instrumentos de medición.

Para tal efecto, estará estructurada de la siguiente manera:

- ❖ Calibración de instrumentos de medición análogos.
- ❖ Calibración de instrumentos de medición digitales.
- ❖ Calibración de Basculas y Balanzas.

6.8.1 Calibración de Instrumentos Análogos

Procedimiento:

Para calibrar correctamente el instrumento, éste se debe ambientar, con el objeto que alcance las condiciones nominales de prueba. Luego se escogen los patrones, de acuerdo con las especificaciones del instrumento, y se colocan en operación durante un tiempo considerable para su estabilización (de 30 a 60 minutos).

En un formato inicial, se deben registrar los datos técnicos del instrumento (en el caso que los posea): modelo, número de serie, marca, fecha de calibración, propietario, intervalos y clase de exactitud.

Seguidamente, se deben realizar las conexiones pertinentes de los bornes de entrada del medidor al calibrador, teniendo en cuenta la polaridad y el intervalo correctos.

Toma de datos:

Para cada intervalo se elabora una tabla de 4 columnas: intervalo, lectura del instrumento, lectura patrón y error. El intervalo es dividido en cinco lecturas como mínimo, incluyendo el cero. Estos puntos se escriben en la columna de "lectura del instrumento de prueba". Ejemplo(cuadro 22):

INTERVALO	LECTURA INSTRUMENTO (UNIDADES)	LECTURA PROMEDIO PATRON (UNIDADES)	ERROR RESPECTO A LECTURA (0%)

Cuadro 22. Para calibración.

Si es posible, al instrumento a calibrar se le debe realizar un ajuste de cero mecánico, que se debe escribir como primer dato. Los demás datos son generados por el instrumento patrón.

6.8.2 Calibración de Instrumentos Digitales.

Procedimiento:

Para realizar la calibración de éstos, es indispensable contar con el manual de servicio, o en su defecto, el manual de operación del instrumento.

En la sección de especificaciones se dan a conocer las respectivas exactitudes que en la mayoría de los casos, son muy seleccionadas para cada función e intervalo; por lo tanto, puede haber tantas especificaciones de exactitud como cantidad de intervalos multiplicados por cantidad de funciones maneje el instrumento.

De acuerdo a los lineamientos de los equipos digitales, se deben realizar pruebas de cero, medio intervalo y un punto próximo a fondo de intervalo, como mínimo, por ejemplo si el intervalo es de 199.99 V (200V), las lecturas obligatorias deben ser de 0.00, 100.00 y 190.00.

Los instrumentos digitales funcionan con conversores AD, los cuales tienen un comportamiento lineal apreciable en la manera como se ven los datos. Debido a esto, tomando los tres puntos descritos y sabiendo que estos errores están dentro o fuera de tolerancia, podemos saber si el intervalo completo cumple con las especificaciones.

6.8.3 Ajuste de Calibración

En su mayoría, los instrumentos digitales son construidos con elementos de valor variable, para ajustar las lecturas y otras características del instrumento, debido a que éste es susceptible a desajustes en el tiempo o por errores propios de los elementos utilizados en su fabricación.

Este tipo de ajuste consiste en variar estos elementos para lograr lecturas dentro de especificación. Este procedimiento se debe efectuar únicamente cuando el instrumento presenta desviaciones considerables y si tiene el procedimiento descrito por el fabricante. Si se lleva a cabo el procedimiento sin los pasos establecidos, se cae en el riesgo de alterar el funcionamiento del instrumento y, por lo tanto, dañarlo.

Luego de realizar un ajuste de calibración es necesario repetir las pruebas de calibración nuevamente para obtener una nueva tabla de datos.

6.8.4 Formas de Calibrar las Balanzas y Basculas.

Las pruebas que se realizan a las balanzas sean electrónica o mecánica son:

- ❖ Constancia del punto cero.
- ❖ Excentricidad.
- ❖ Repetibilidad.
- ❖ Linealidad.

La normativa internacional relacionada con esta calibración es: la OIML –R 76 parte I y II.

Previa a la calibración se ejecuta un protocolo.

El protocolo incluye:

- ❖ Inspección
- ❖ Limpieza.
- ❖ Nivelación
- ❖ Pruebas de calentamiento.
- ❖ Auto calibración: interna y externa.

El procedimiento para calibrar básculas, difiere de las balanzas únicamente con la prueba de excentricidad.

Cual es la necesidad de calibrar Instrumentos de pesaje.

- ❖ Para dar confianza.
- ❖ Para ser fiable.
- ❖ Para evitar perdidas en el fabricante o industrial y principalmente para no afectar al cliente o consumidor.

6.8.4.1 Ejemplo Practico

Se tiene una balanza de 1200 o 1.2 Kg. Nos solicitan calibrar después de finalizado el protocolo.

Constancia.

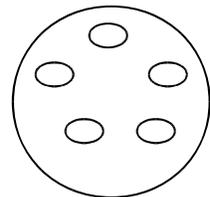
Excentricidad.

AMB = 1200 se necesitan dos masas de 200 gramos cada una.

$E = 1/3 \text{ AMB}$; $E = 1/3 (1200)$; $E = 400 \text{ gr.}$

Repetición (cuadro 23).

Al 50% AMB y 100% AMB.



Observaciones	50%	100%
---------------	-----	------

1	600	1200
2	600	1200
3	600	1200
4	600	1200
5	600	1200

Cuadro 23. Para la prueba de repetición.

Linealidad(cuadro 24).

Se va censar desde el 10%, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, y 100%.

En cargas ascendentes y descendentes. Así para la balanza de 1200:

Desglose	Porcentajes (%)	masas	Ascendentes	Descendentes.
100 + 20	10	120		
200 + 20 + 20·	20	240		
200+100+20+20·	30	340		
200+200+50+10	40	460		
500 + 100	50	600		
500+200+20·	60	720		
500+200+100+20+20·	70	840		
·				
500+200+200·+50+10	80	960		
0				
	90	1080		
	100	1200		

Cuadro 24. Prueba de linealidad.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado este trabajo, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ❖ La confiabilidad en la propuesta se logra, partiendo del hecho que los instrumentos de medición con los que están provistos las maquinas van a ser calibrados, y esta calibración se realizara siguiendo principalmente los requisitos que demanda la norma ISO 9001 : 2000, la calibración se realizara con patrones trazables a patrones internacionales, esto significa garantía en las mediciones para la empresas, ya que los resultados de estas calibraciones están avaladas por entes internacionales que son los que poseen patrones originales de las diferentes magnitudes.
- ❖ También en este trabajo se logro dar una confiabilidad al empresario al ser comprobado el modelo para la caracterización de los instrumentos, proporcionándole formulas que le permiten tomar una decisión sobre los instrumentos que deben ser utilizados en el proceso, por medio también de la evaluación de los diferentes puntos críticos y encontrando los que mas influyen en la calidad del producto.
- ❖ La confiabilidad se debe también ver respaldada y esto se logro mediante las normas ISO 9001:2000 ; ISO 17025 ; ISO 10012. las cuales fueron aplicadas a lo largo del trabajo y sirvieron como base para todo lo planteado, tanto en el modelo, evaluación de los proveedores del servicio de calibración, registros para el aseguramiento, evaluación de puntos críticos.
- ❖ Para construir el mapeo del proceso moldeo por inyección se visitaron varias empresas de las cuales se obtuvo información que se sintetizo y homogenizo obteniendo como resultado el recorrido de todo el proceso desde la construcción del molde hasta el almacenaje del producto terminado.

- ❖ De todos los problemas que se identificaron al realizar el mapeo del proceso, los de producción son los de mayor importancia pues son estos los que representan perdidas a la empresa y los cuales son comunes dentro del proceso de moldeo por inyección, estos son:

- ❖ Piezas Incompletas.
- ❖ Piezas Fuera de Tono.
- ❖ Moldeo.
- ❖ Piezas Mal Rebabeadas.
- ❖ Alabeo.
- ❖ Piezas agrietadas.
- ❖ Tonalidad.

Los problemas planteados anteriormente pueden ser controlados y disminuidos si las empresas tienen control de sus instrumentos y esto solo se logra mediante la calibración de todos los dispositivos que están inmersos dentro del proceso.

- ❖ Se logro identificar los puntos críticos y con ellos llegar a los puntos de control mas importantes dentro del proceso de transformación del plástico, tomando como referencia los requisitos de calidad proporcionados tanto por las organizaciones como por los clientes.
 - ❖ Se realizo un inventario metrológico para conocer las características de los instrumentos de medición con el objetivo de construir un modelo que sirva para evaluarlos, el cual permita al empresario hacer la mejor selección de los diferentes dispositivos utilizados en los procesos.
 - ❖ La norma 10012 proporciona criterios para establecer periodos de recalibracion los cuales se tomaron a consideración para evaluar y elaborar un programa de calibración para la empresa prototipo.
-
- ❖ El estudio económico se realizo en base a dos alternativas propuestas y dos formas de evaluarlas la primera fue el metodo simple con la TMAR de la empresa y la otra fue con financiamiento, de las cuales se determino que se debe adquirir los patrones de calibración pero con financiamiento.

- ❖ Dada la necesidad de mantener un sistema de aseguramiento metrológico se realizo cuadros de control que permitan un registro tanto de mantenimiento, calibraciones, inventarios de equipos etc.
 - ❖ Según lo especificado en la norma ISO 9001:2000, respecto al requisito 7.6. "Control de los dispositivos de Seguimiento y Medición", dicha norma no limita a las compañías que deseen certificarse en cuanto a la forma en que éstas deben calibrar sus instrumentos. Por tal razón, la calibración puede realizarse por un proveedor externo a las compañías o éstas mismas adquirir patrones para calibrarse por cuenta propia, con la salvedad de contar con una persona calificada que se encargue de dicha actividad, y posea los conocimientos teóricos y prácticos sobre Metrología, para implementar la calibración de instrumentos.
 - ❖ Con base a la investigación de campo y a través del conteo de instrumentos se pudo identificar las características particulares de éstos, lo cual fue importante para determinar la condición actual de los mismos y a su vez sirvió de referencia para la etapa de selección de alternativas.
 - ❖ La selección de los instrumentos que se deben calibrar, se determinó de acuerdo a la relación directa de éstos con la calidad y a su importancia dentro del proceso de moldeo por inyección.
 - ❖ Las características o requisitos que deben cumplir las entidades que se encargarán de la calibración de los instrumentos, se determinaron de acuerdo a investigaciones realizadas (bibliográficas, entrevistas y criterio profesional).
-
- ❖ Se constato la necesidad de las calibraciones de los dispositivos de medición con los que cuenta la industria salvadoreña dedicada a la transformación del plástico, debido a que, si dichos dispositivos arrojan lecturas erróneas, esto

afecta directamente y de forma significativa, a la calidad de los productos resultantes.

- ❖ Las empresas deben de tener el personal capacitado para las calibraciones o verificaciones de su equipo, si la empresa su maquinas no paran y trabajan las 24 horas y todos los días sus dispositivos estarán fuera de control antes de la próxima calibración si se tiene una cada año, por eso se recomienda que la empresa realice verificaciones o que se debe calibrar dos veces al año eso queda a juicio del empresario.

RECOMENDACIONES

A la empresa prototipo:

- ❖ Las empresas deben exigir los certificados de calidad a los proveedores de los servicios de las calibraciones, ya que este sirve como respaldo y garantía para sus clientes y auditorias de que su proceso se mantiene controlado mediante la calibración de los equipos de medición que intervienen en el proceso, en intervalos adecuados de tiempo.
- ❖ Se recomienda implementar periodos de verificación de los equipos y que se realicen con un intervalo de cada dos meses, con el objetivo de asegurar que los dispositivos estén dentro de los requerimientos, creando un historial y una ficha técnica que sirva de registro en el comportamiento de estos equipos en los periodos anteriormente mencionados, y con base a esto evaluar la posibilidad de ampliar o de reducir los periodos de calibraciones.
- ❖ Aunque la norma sea puntual, en el aspecto de calibrar aquellos instrumentos que influyen directamente en la calidad de los productos, se sugiere también el control y calibración de algunos instrumentos de medición que no han sido tomados como puntos de control o críticos dentro del proceso.
- ❖ Evaluar una tercera alternativa la cual consta de un chequeo de todos los instrumentos de medición utilizados dentro del proceso y verificar si cumplen con las características de los instrumentos expuesto en el capítulo cuatro del presente trabajo y con ello buscar reducir el número de compras de dispositivos de medición y determinar si el instrumento que cumple dicha función es idóneo o está en buen estado.
- ❖ Si la empresa no cuenta con las herramientas adecuadas para la verificación metrológica de los dispositivos se recomienda la adquisición de lo necesario para dichas verificaciones o calibraciones.

A ASIPLASTIC:

- ❖ Que exista mas documentación acerca de todo lo relacionado al sector industrial plástico y que dicha documentación este a disposición de todos los que lo soliciten.
- ❖ Actualización de la información existente con respecto al sector en estudio.

Al Sector Industrial plástico:

- ❖ La implementación de un sistema de gestión de calidad para afrontar la elevada competitividad que traerán consigo los TLC.
- ❖ Realizar un análisis costo beneficios para tomar una mejor decisión acerca de la realización de las calibraciones.
- ❖ Implementar un sistema de aseguramiento metrológico para mantener el control de las diferentes variables que intervienen en la calidad de sus productos.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE CONSULTA

TEXTO

- ❖ Metrología Para No-Metrologos.

Segunda Edición

Roció M. Marban

Julio A. Peceller C.

2002.

- ❖ Manual Practico de inyección de Plásticos

Primera Edición

Ing. Oliver Alejandro Hernández Jaimes

Abril 2004

Instituto Mexicano del plástico Industrial.

- ❖ Iniciación a la Química de los Plásticos

Tercera Edición

Bernhard Gnauck/ Peter Frundt

- ❖ Moldes y Maquinas de inyección para la transformación de Plásticos.

Segunda Edición

Gianni Bodini / Franco Cacchi Pessani.

SITIOS WEB

www.Asiplastic.com

www.plastymet.com.sv

www.intraplas@intraplas.pt

www.estrategia.net

www.malaadministracion.web

www.solucionesong.org

www.infomipyme.com

www.anape.es

www.inymet.com.mx/Traz_Elec.PDF

www.bcr.gob.sv

www.bde.es/infoest/e0203.pdf

www.caltechnix.com.mx/

www.cel.gob.sv

www.cenam.mx

www.cenam.mx/calibracion/cotizacion.asp

www.conacyt.gob.sv

www.correo.sic.gov.co/Agenda/ServiciosInternet/SolicitudCotizacionCalibracion1.html

www.economia-nmx.gob.mx

www.getec-chile.com

www.hartscientific.com

www.icontec.org.co

www.indecopi.gob.pe

www.metas.com.mx/

www.oiml.org

www.sic.gov.co

www.tequipment.net/FlukePriceList.html

www.udb.edu.sv

GLOSARIO

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

ANDIMET: Metrología de la Región Andina.

APLITEC: Aplicaciones Técnicas de Centroamérica.

ASTM: Asociación Estadounidense para Pruebas de Materiales.

BIPM: Bureau Internacional de Pesas y Medidas.

CAMET: Metrología de la Región Centroamericana.

CARIMET: Metrología de la Región del Caribe.

CENAM: Centro Nacional de Metrología, México.

CGPM: Conferencia General de Pesas y Medidas.

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador.

COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

EIT: Escala Internacional de Temperatura.

ENAC: Entidad Nacional de Acreditación y Certificación.

EOR: Ente Operador Regional.

EUROMET: Metrología de la Región Europea.

ICAITI: Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú.

INMETRO: Instituto Nacional de Metrología, Brasil.

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina.

IPC: Índice de Preciso del Consumidor.

ISO: Organización Internacional para la Estandarización.

LPM: Laboratorio Primario de Metrología.

METAS: Metrólogos Asociados.

MRS: Mercado Regulador del Sistema.

N / A: No Aplica.

NMI: Instituto Metrológico Nacional.

NORAMET: Metrología de la Región Norteamericana.
NRC: National Research Council, Canada.
NSO: Normas Salvadoreñas Obligatorias.
NSR: Normas Salvadoreñas Recomendadas.
OEA: Organización de Estados Americanos.
OIML: Organización Internacional de Metrología Legal.
SIC: Superintendencia de Industria y Comercio de la República Colombiana.
SICA: Sistema de Integración Centroamericana.
SIM: Sistema Interamericano de Metrología.
SIMEC: Sistema de Medición Comercial.
SLUMP: Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú.
SURAMET: Metrología de la Región Suramericana.
TLC: Tratado de Libre Comercio.
UDB: Universidad Don Bosco.
UES: Universidad El Salvador.
UKAS: United Kingdom Accreditation Service.
UTP: Universidad Tecnológica de Panamá.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Exactitud de medición: grado de concordancia entre el resultado de una medición y el valor verdadero (o real) de lo medido (el mensurando)

Incertidumbre: parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que, con fundamento, pueden ser atribuidos al mensurando.

Medición: conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar el valor de una magnitud.

Medida materializada: dispositivo destinado a reproducir o a proveer de forma permanente durante su empleo, uno o varios valores conocidos de una magnitud dada.

Mensurado: magnitud dada, sometida a medición.

Patrón: medida materializada, aparato de medición, material de referencia o sistema de medición, destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores de una magnitud para servir de referencia. Los patrones pueden ser internacionales (reconocidos por acuerdo internacional) y nacionales (reconocidos por acuerdo nacional).

Patrón de trabajo: patrón utilizado corrientemente para controlar medidas materializadas, aparatos de medición o materiales de referencia.

Patrón de transferencia: patrón empleado como intermediario para comparar patrones entre sí.

Patrón de referencia: patrón, generalmente de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar u organización dados, del cual se derivan las mediciones que se hacen en dicho lugar u organización.

Patrón primario: patrón que se designa o se recomienda por presentar las más altas calidades metrológicas y cuyo valor se establece sin referirse a otros patrones de la misma magnitud.

Patrón secundario: patrón cuyo valor se establece por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

Trazabilidad: propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón de estar relacionado a referencias establecidas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena continua de comparaciones, todas ellas con incertidumbres establecidas.

Efecto Seeback: Efecto de Retroalimentación.

Diagrama causa-efecto: es una técnica de análisis que expresa en forma gráfica la relación que tienen las causa entre sí, incluyendo las sub.-causas y su efecto, con ello se busca detectar la causa raíz del problema

Medición: conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar el valor de una magnitud.

ANEXOS

ANEXO A.1: PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL PLASTICO

ANEXO A.2: MATERIAS PRIMAS MAS UTILIZADAS EN MOLDEO POR INYECCIÓN.

ANEXO A.3: INVENTARIO METROLOGICO DE DISPOSITIVOS DE TEMPERATURA Y PRESION.

ANEXO A.4: TEMPERATURAS Y PRESIONES RECOMENDADAS POR ZONAS DEPENDIENDO DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS.

ANEXO A.5: REGISTROS DE CONTROL.

ANEXO A.6 : EVALUACION DE LOS PROVEEDORES DEL SERVICIO DE CALIBRACION METROLOGICA.

ANEXO A.1 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL PLÁSTICO

Procesos de
Transformación
del Plástico

1.1.1 Extrusión.

1.1.2 Producción de Láminas y Películas.

1.1.3 Producción de Filamentos y Fibras.

1.1.4 Procesos de Recubrimiento.

1.1.5 Moldeo por Inyección.

1.1.6 Moldeo por Compresión.

1.1.7 Moldeo por Transferencia.

1.1.8 Termoformado.

1.1.1 Extrusión

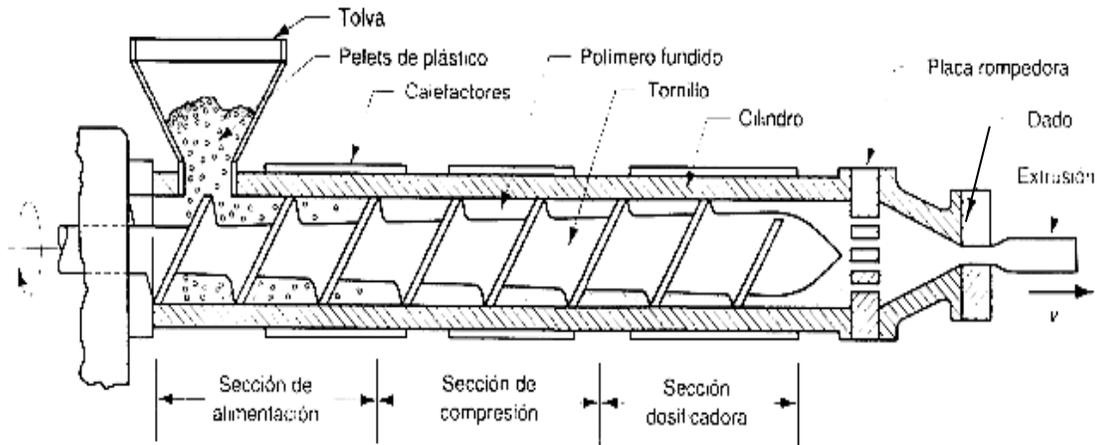


Figura 1.

En la extrusión de polímeros el material se alimenta en forma de pelets a un cilindro de extrusión donde se calienta y se le hace fluir a través del orificio de un dado por medio de un tornillo giratorio, como se ilustra en la figura 1 anterior. Los 2 componentes principales del extrusor son el cilindro y el tornillo. El dado no es un componente del extrusor, sino una herramienta especial.

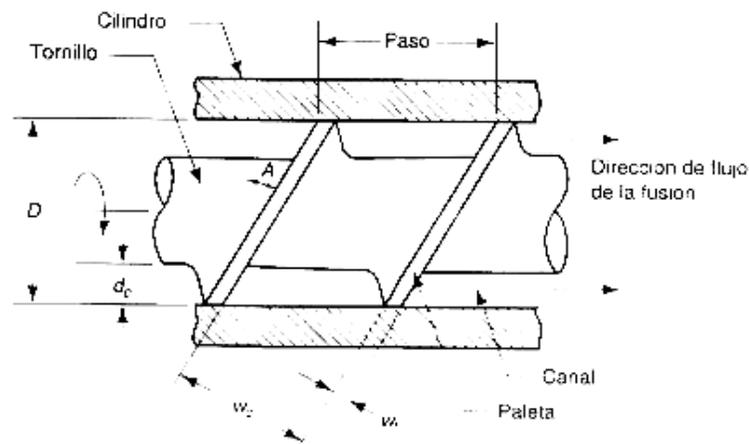


Figura 2.

El tornillo consiste en paletas o aspas espirales con canales entre ellas ver figura 2, que conducen el polímero fundido. El canal tiene un ancho W_c y una profundidad d_c . Al girar el tornillo las paletas empujan el material hacia adelante a través del canal desde la tolva hasta el dado.

1.1.2 Producción de Laminas y Películas.

El termino lamina se refiere a los materiales con un espesor entre 0.5 mm hasta cerca de 12.5 mm y se usan para productos tales como cristales planos de ventanas y otros materiales. El termino película se refiere a espesores por debajo de 0.5 mm.

Todos los procesos de esta sección son continuos, operaciones de alta producción. Mas de la mitad de las películas producidas se hacen de polietileno de baja densidad. El polipropileno, el cloruro de polivinilo son otros materiales termoplásticos, todos ellos polímeros termoplásticos.

1.1.3 Producción de Filamentos y Fibras

La aplicación mas importante de las fibras y filamentos son los textiles. Se puede definir una fibra como una hebra larga de material, cuya longitud es por lo menos 100 veces mayor que el ancho de su sección recta.

Un filamento es una fibra de longitud continua.

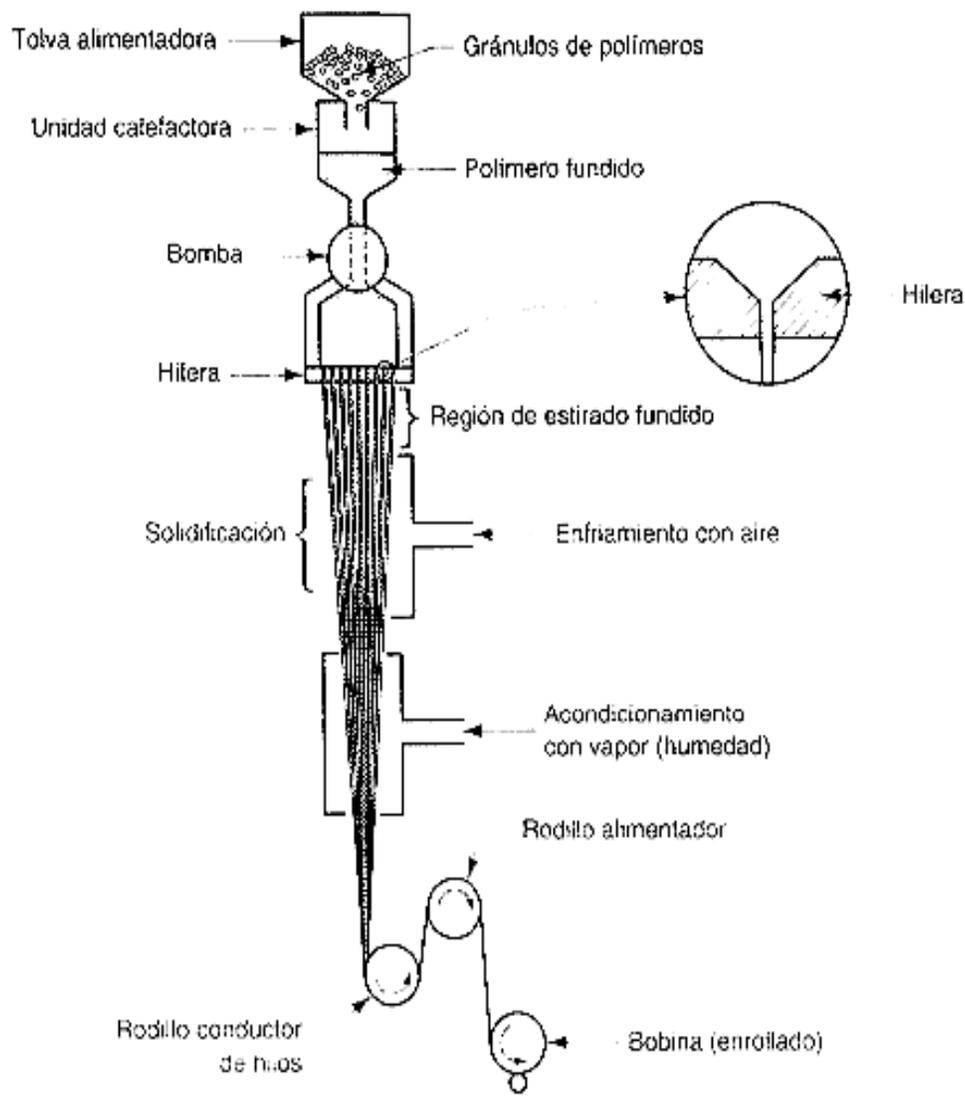


Figura 3.

Las fibras pueden ser naturales o sintéticas. Las fibras sintéticas son el poliéster (el más usado), nylon, los acrílicos y el rayón. La fibra natural más usada es el algodón. En la producción de fibras sintéticas se usa el término hilandería el cual se refiere a los procesos de extrusión de polímeros fundidos a través de una hilera (un dado con múltiples agujeros pequeños) para hacer filamentos, los cuales se estiran y se enrollan en una bobina ver figura 3.

1.1.4 Procesos de Recubrimiento.

El recubrimiento de plásticos involucra la aplicación de una capa de un polímero sobre el material del sustrato. Se distinguen 3 categorías:

Recubrimiento de Alambres y Cables: es básicamente un proceso de extrusión.

Recubrimiento Planar: se usa para recubrir telas, papel, cartón y hojas metálicas. En muchos casos el recubrimiento es solamente de 0.01 a 0.05 mm de grueso.

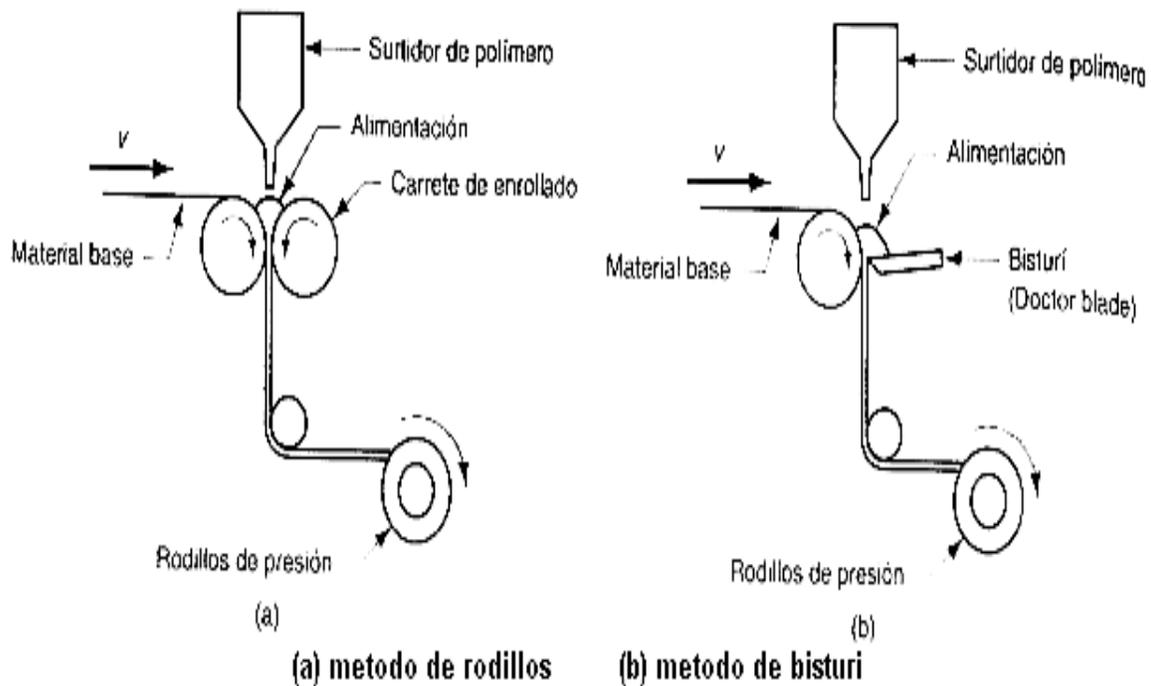


Figura 4.

Se conocen 2 técnicas de recubrimiento planar ver figura 4, el método de rodillos, el recubrimiento del material de polímero se comprime contra el sustrato por medio de rodillos opuestos.

En el método bisturí, un borde afilado controla la cantidad de fusión de polímero que se aplica sobre el sustrato.

En ambos casos, el material de recubrimiento se alimenta ya sea por un proceso de extrusión con dado de rendija o por calandrado.

Recubrimiento de Contorno: para objetos tridimensionales se puede realizar por inmersión o por aspersion. La inmersión implica sumergir el objeto en un baño apropiado de fusión o solución de polímero, aplicando enseguida un enfriamiento o secado. La aspersion es un método alternativo, para aplicar un recubrimiento de polímero a un objeto sólido, como pintura con pistola de atomizador.

1.1.5 Moldeo por Inyección

Una maquina de moldeo por inyección, consiste en dos componentes principales ver figura 5:

- ❖ Unidad de inyección de plástico
- ❖ Unidad suietadora del molde

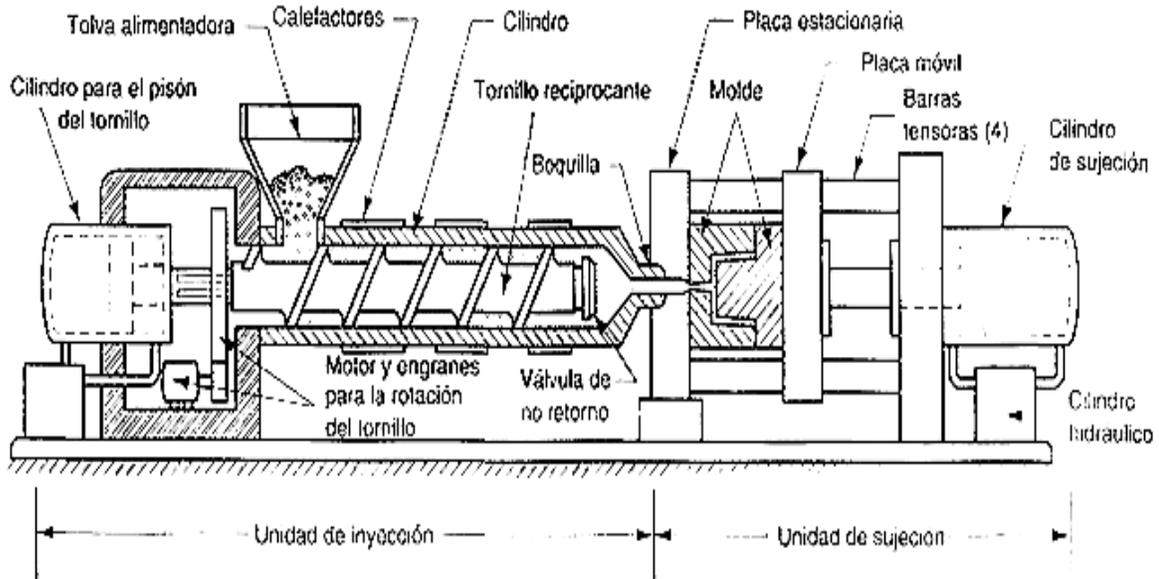


Figura 5.

La unidad de Inyección: se parece mucho a un extrusor. El sistema esta formado por un cilindro conectado, en uno de sus extremos, a una tolva de alimentación que contiene una provisión de pelets de plástico.

Dentro del cilindro hay un tornillo cuya operación supera a la del tornillo de extrusión en el sentido de que además de girar para mezclar y calentar el polímero, también actúa como un embolo que mueve rápidamente el plástico fundido hacia adelante para inyectarlo al molde.

Al final del ciclo de moldeo él embolo vuelve a su posición original. Debido a esta acción dual se le llama tornillo reciprocante, cuyo nombre identifica al tipo de maquina. Las funciones de la unidad de inyección son:

- ❖ fundir y homogeneizar el polímero
- ❖ inyectar la fusión en la cavidad del molde

La unidad de Sujeción: tiene que ver con la operación del molde. Sus funciones son:

- ❖ Mantener las dos mitades del molde alineadas correctamente entre sí.
- ❖ Mantener cerrado el molde durante la inyección aplicando una fuerza de sujeción suficiente para resistir la fuerza de inyección
- ❖ Abrir y cerrar el molde en los momentos apropiados dentro del ciclo de moldeo

1.1.6 Moldeo por Compresión

Es un proceso antiguo muy utilizado para plásticos termofijos. El proceso para un plástico termofijo es el siguiente ver figura 6:

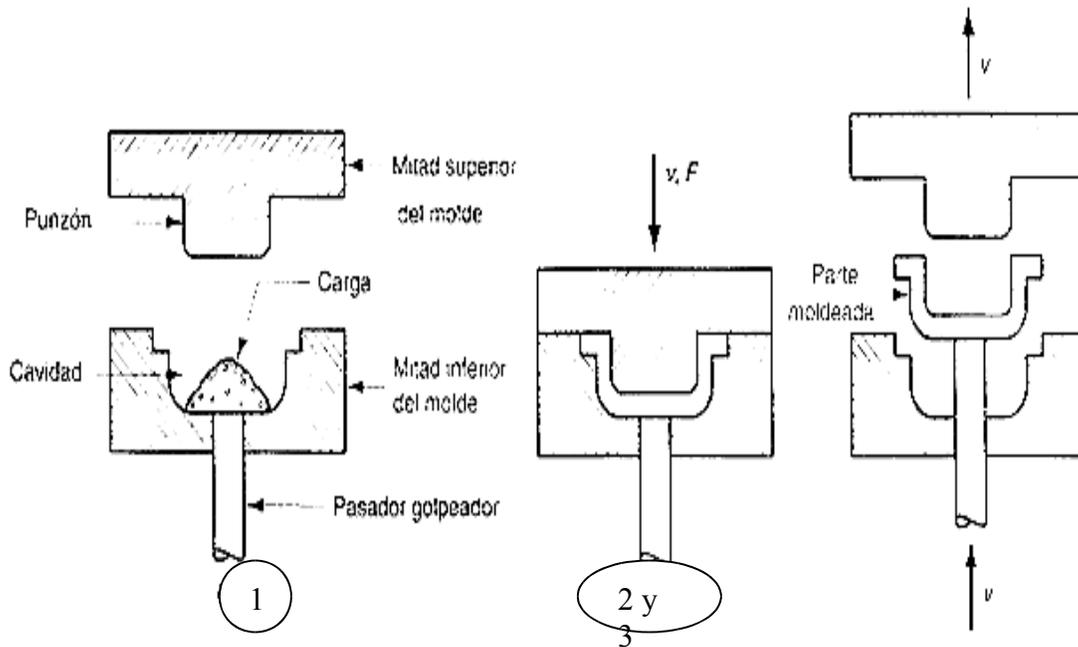


Figura 6.

- ❖ Se coloca en el fondo de un molde calentado, una cantidad fija de compuesto de moldeo llamada carga.
- ❖ Se unen las mitades del molde para comprimir la carga y forzarla a tomar la forma de la cavidad.
- ❖ Se calienta la carga a través del molde para que polimerice y cure el material, transformándose en una pieza sólida.
- ❖ Se abre el molde y se retira la parte de la cavidad.

La carga inicial del compuesto de moldeo puede estar en forma de polvos, pelets, líquido o partes preformadas. La cantidad de polímero debe controlarse con toda precisión para obtener consistencia uniforme en el producto. Se ha vuelto una práctica común precalentar la carga antes de colocarla en el molde.

1.1.7 Moldeo por Transferencia

Este proceso, se carga un termofijo en una cámara inmediata a la cavidad del molde, donde se calienta; se aplica entonces presión para forzar al polímero suavizado a fluir dentro del molde caliente donde primero se cura. Las variantes de este proceso son ver figura 7:

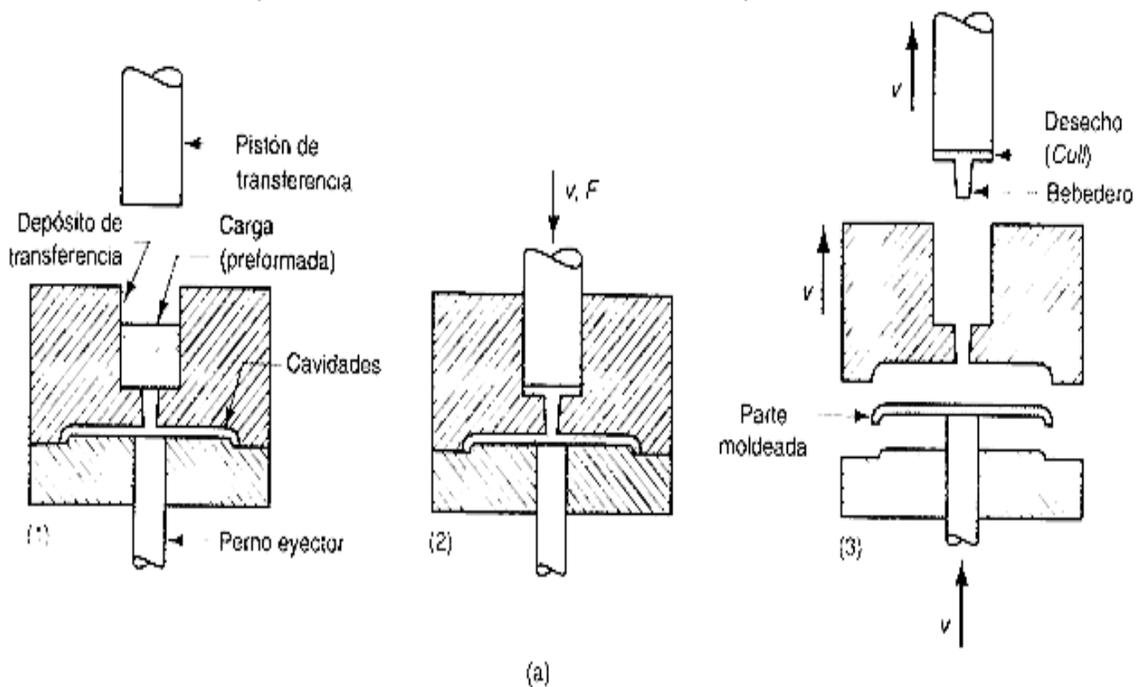


Figura 7.

moldeo con recipiente de transferencia, en el cual la carga se inyecta de un recipiente a través de un canal vertical en la cavidad.

moldeo con embolo de transferencia, en el cual se inyecta la carga en la cavidad del molde por medio de un embolo desde un deposito que se calienta a través de los canales laterales.

El moldeo por transferencia esta relacionado estrechamente con el moldeo por compresión, debido a que utiliza el mismo tipo de polímero (termofijos y elastómeros).

1.1.8 Termoformado

Es un proceso en el cual se usa una lamina plana de material termoplástico para darle la forma deseada. El proceso se usa ampliamente en el empaque de productos de consumo y para fabricar grandes artículos como tinas de baño, revestimientos de refrigeradores.

El termoformado consta de dos pasos principales: calentamiento y formado. La duración del ciclo de calentamiento necesita ser suficiente para ablandar la lamina, dependiendo del polímero, su espesor y su color. Los métodos de formado pueden clasificarse en:

- ❖ Termoformado al Vacío
- ❖ Termoformado A Presión
- ❖ Termoformado Mecánico

ANEXO A.2 MATERIAS PRIMAS MAS UTILIZADAS EN MOLDEO POR INYECCIÓN²⁸.

Los plásticos y resinas son compuestos químicos con forma de cadena, conocidos químicamente como polímeros.

Los polímeros son materiales formados por grandes moléculas. Estas grandes moléculas están formadas por la unión de otras moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Los monómeros son la unidad estructural de todos los polímeros. Estos materiales están basados en el carbono.

La mayoría de los polímeros son sintéticos y se obtienen de materias primas como el petróleo, el gas natural o el carbón, pero también existen polímeros sintéticos como la celulosa y el caucho.

El uso del petróleo para la fabricación de plásticos y otros productos químicos es el uso más noble que se le puede dar al "oro negro".

Todos los materiales plásticos derivan en último término del petróleo, aunque hay que tener en cuenta que solo un 7% del petróleo se dedica a la fabricación de productos químicos y plásticos frente a un 93% dedicado a transporte (gasolinas) y calefacción ver figura 8.



Figura 8.

²⁸ www.anape.es

2.2.1 Estireno

A partir del procesado del gas natural y el del petróleo se obtienen, mayoritariamente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos. A partir de ellos se obtiene el estireno (ver Fig. 9).

Este estireno monómero junto con el agente expansor sufre un proceso de polimerización en un reactor con agua dando lugar al poliestireno expandible, la materia prima de partida para la fabricación del poliestireno expandido (ver Fig. 2) .



Figura 9

2.2.1.1 Poliestireno (PS)

El *poliestireno* es un plástico que se obtiene por un proceso denominado *polimerización*, que consiste en la unión de muchas moléculas pequeñas para lograr moléculas muy grandes. La sustancia obtenida es un *polímero* y los compuestos sencillos de los que se obtienen se llaman *monómeros*.



Código de identificación de los plásticos.

Todos los objetos de plástico llevan un símbolo y un código que indica el tipo de plástico del que está hecho.

En este caso el número 6 y las siglas PS indican que se trata de poliestireno. El triángulo con flechas indica que se trata de un plástico reciclable (en ningún caso significa que el objeto esté hecho con plástico reciclado).

2.2.1.2 Tipos de Poliestireno Modificados.

a) PS Cristal.

Es un polímero de estireno monómero (derivado del petróleo), transparente y de alto brillo.

b) Poliestireno de Alto Impacto (SB).

Es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto.

c) Acrilonitrilo de Estireno (SAN).

Se fabrica a partir de acetileno o de óxido de acetileno o de óxido de acetileno y ácido cianhídrico o bien a partir del polipropileno, oxígeno y amoníaco es el copolímero de estireno más importante.

d) Acrilonitrilo / Butadieno / Estireno (ABS).

Al igual que los poliestirenos de alto impacto también los ABS son sistemas de dos fases en un armazón cohesionado y duro.

e) Acrilonitrilo / Estireno / Acrilato (ASA).

Tiene una estructura similar a los plásticos ABS la fabricación se realiza por copolimerización de injerto de emulsión de estireno y acrilonitrilo sobre elastómeros acrilato.

2.2.2 Etileno.

Compuesto químico obtenido a partir de gas natural o de bencina cruda (nafta), resultante, junto con otros productos, del craqueo o pirolisis del petróleo, se puede obtener por hidrogenación del acetileno.

2.2.2.1 Tipos de Polietileno:

a) PE de alta densidad (0.94-0.96 g/cm³)

Es un polímero obtenido del etileno en cadenas con moléculas bastantes juntas. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, fuerte y resistente a golpes y productos químicos.

b) PE de mediana densidad (0.918-0.943 g/cm³).

Se emplea en la fabricación de tuberías subterráneas de gas natural los cuales son fáciles de identificar por su color amarillo.

c) PE de baja densidad (0.914 – 0.94 g/cm³).

Es un polímero con cadenas de moléculas menos ligadas y más dispersas, se produce a partir del gas natural. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, mas blando y flexible que el de alta densidad.

2.2.3 Polipropileno (PP).

Se conoce con las siglas PP. Es un plástico muy duro y resistente. Se obtiene como sub producto del craqueo de la industria petroquímica de la bencina.

Es opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura mas elevada (150 °C). Es muy resistente a los golpes aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. También resiste muy bien los productos corrosivos.

2.2.3.1 Tipos de Polipropileno.

a) PP Isotáctico.

Mayor resistencia mecánica, rígido a la flexión y mas duro.

b) PP A táctico.

Al reblandecimiento y fusión es una baja.

c) Polipropileno Modificado.

Varía sus propiedades dependiendo de su peso molecular, así como sus moléculas isotácticas y atácticas dentro del conjunto.

2.2.4 Policloruro de Vinilo (PVC).

Su obtención se realiza por polimerización en emulsión, se designa con las siglas PVC. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones, lo que lo hace el material plástico más versátil, es muy estable, duradero y resistente, pudiéndose hacer menos rígido y más elástico si se le añaden un aditivo más plastificante.

2.2.5 Polioxido de Metileno (POM).

Formados por cadenas moleculares lineales. Se divide en polifenileneter (PPE), polimatacrilato de metilo (PMMA), llamados también vidrio acrílico, Poliester carbonato (PEC), Esteres de celulosa, etc.

2.2.6 PA 66 NYLON.

Nombres y Abreviaturas:

1) Caucho Natural: se obtiene del látex de ciertos árboles tropicales, químicamente recibe el nombre de Polimetil butadieno.

Los cauchos sintéticos se fabrican por polimerización o copolimerización de olefinas.

a) CR = Caucho de cloropreno.

b) HR = Caucho isobuteno.

c) NBR = caucho de acrilonitrilo botadieno "cauchos nitrificados".

d) SBR = Caucho estireno – botadieno.

2.2.7 Eva.

Copolimero de acetato de vinilo, es un elastómero poliolefinico.

2.2.8 Politeraftalato de Etileno (PET).

Es un termoplástico blanco y opaco, tiene muy poca tendencia a la plastodeformación y gran resistencia a la abrasión. No resiste al agua caliente ni al vapor de agua, lejías calientes, alcalis ni cetonas.

2.2.9 Índice de Fluidez.

El índice de fluidez es una medida de velocidad de extrusión de la resina fundida través de un orificio de una longitud y diámetros específicos bajo condiciones predeterminadas de presión y temperaturas de acuerdo a la ASTM D 1238.

Rango del fundido (g / 10 min.) (PP)	Características del Flujo
Debajo de 4	Flujo Bajo
4-10	Flujo Medio
10-20	Flujo Alto
Arriba de 20	Flujo extra Alto.

2.2.10 CONTRACCION DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS.

El principal problema que influye en la precisión del molde es el encogimiento del material plástico. Son muchos los diferentes factores que afectan las dimensiones debidas a la contracción del producto moldeado (temperatura, presión, tiempo de enfriamiento, entre otros).

Los plásticos con una baja contracción (menos de 0,6%) usualmente no presentan problema, y las dimensiones del molde pueden ser fácilmente calculadas para dar la exactitud final de las dimensiones del producto. Con plásticos con una alta contracción (más del 0,6%) deben ser tomadas otras consideraciones importantes para el diseño del molde. Para evitar este tipo de problemas se debe sobredimensionar el molde de acuerdo al nivel de contracción del material.

Plásticos termoplásticos	Propiedades	Aplicaciones principales
Polietileno de alta densidad (HDPE)	Denso, pesado y muy resistente.	Envases de alimentos o líquidos, bolsas, carcasas de electrodomésticos, juguetes, engranajes y tuberías.
Polietileno de baja densidad (LDPE)	Ligero y flexible.	Bolsas y envoltorios, juguetes y artículos de menaje.
Policloruro de vinilo (PVC)	Duro y tenaz, impermeable, poco inflamable y resistente a la corrosión.	Construcción, tuberías y válvulas, películas impermeables, recubrimiento de cables.
Polipropileno (PP)	Bastante rígido, resistente a esfuerzos y a la acción de productos químicos y buen aislante.	Piezas industriales, componentes eléctricos y electrónicos, envases y menaje de cocina, cascos, papelería, juguetes, fibras para tapicerías, alfombras, moquetas y cuerdas
Poliestireno (PS)	Bastante rígido, aunque con resistencia mecánica moderada.	Envases de alimentos, carcasas de electrodomésticos, aislante acústico y térmico, embalajes, juguetes.
Polietilentereftalato (PET)	Rígido y tenaz, resistente a la corrosión y a la acción de productos químicos.	Envases de alimentos, botellas, fibras textiles (dacrón), base para cintas magnéticas (mylar).
Policarbonato (PC)	Tenaz y resistente a los golpes.	Chasis de máquinas, cascos y revestimientos.

ANEXO A.3: INVENTARIO METROLOGICO DE DISPOSITIVOS DE TEMPERATURA Y PRESION²⁹.

El inventario metrológico le permite a las empresas conocer las diferentes características de sus instrumentos y maquinaria y equipo, así como también la cantidad que es utilizada, facilitando el trabajo a los departamentos de calidad y mantenimiento, la empresa encargada de la calibración de los instrumentos.

²⁹Fuente: Elaborado por los integrantes del grupo.

INVENTARIO METROLOGICO PARA DISPOSITIVOS DE TEMPERATURA

(Anexo A.3.1)³⁰.

INVENTARIO DE LOS EQUIPOS DE MEDICION				
TIPO DE INSTRUMENTO: RELOJES DE TEMPERATURA				
CANTIDAD	RANGO DE MEDICION (desde 0)			DESCRIPCION
	GRADOS °F	GRADOS °C	GRADOS °K	
22	999	537.22	810.37	rectangular 5 por 13 cm
3	932	500.00	773.15	rectangular 5 por 13 cm
11	752	400.00	673.15	cuadrado 9.5 por 9.5 cm
	y de 32 a 750°F			
8	932	500.00	773.15	cuadrado
	y de 0 a 1000°F			
4	1382	750.00	1023.15	cuadrado 5 por 5 cm
	y de 32 a 1382°F			
5	800	426.67	699.82	cuadrado 21 por 20 cm
3	800	426.67	699.82	cuadrado 17.5 por 16 cm
1	800	426.67	699.82	cuadrado 20 por 17 cm
2	752	400.00	673.15	cuadrado 5 por 5 cm
2	de 20 a 400°			cuadrado 9.5 por 9.5 cm
2	752	400	673.15	cuadrado 9.5 por 9.5 cm
1	752	400	673.15	cuadrado 9.5 por 9.5 cm
	y de 32 a 750°F			
2	932	500	773.15	cuadrado 5 por 5 cm

³⁰Fuente: Elaborado por los integrantes del grupo.

INVENTARIO METROLOGICO PARA DISPOSITIVOS DE PRESION³¹.

INVENTARIO DE LOS EQUIPOS DE MEDICION				
TIPO DE INSTRUMENTO: MANOMETROS				
Cantid.	RANGO DE MEDICION (desde 0)			Descripcion
	libras por pulgada cuadrada (Psi)	Pascales (Pa)	Bares (bar)	
3	800	5.51E+06	5.5128	redondo 9 cm
3	3000	2.07E+07	20.673	redondo 9 cm
2	4000	2.76E+07	27.564	redondo 9 cm
2	4000	2.76E+07	27.564	redondo 8.5 cm
y 0 a 280 Kg/cm ²				
1	3000	2.07E+07	20.673	redondo 9.5 cm
y 0 a 210 kg/cm ²				
1	4000	2.76E+07	27.564	redondo 8.5 cm
y 0 a 280 Kg/cm ²				
3	3000	2.07E+07	20.673	redondo 8.5 cm
y de 0 a 200 bar				
1	1000	6.89E+06	6.891	redondo 8.5 cm
y de 0 a 700				
2	3000	2.07E+07	20.673	redondo 9 cm
4	3500	2.41E+07	24.1185	redondo 9 cm
y de 0 a 250 kg/cm ²				
1	3000	2.07E+07	20.673	redondo 9 cm
1	600	4134600	4.1346	redondo 7.5 cm
1	3000	2.07E+07	20.673	redondo 3.5 cm
y de 0 a 200 bar				
1	40	275640	0.27564	redondo 7.5
3	5800	4.00E+07	39.9678	redondo 9 cm
y de 0 400 bar				
1	3000	2.07E+07	20.673	redondo 9 cm
y de 0 a 250 kg/cm ²				
7	3000	2.07E+07	20.673	redondo 5 cm
y de 0 a 200 bar				

³¹Fuente: Elaborado por los integrantes del grupo.

ANEXO A.4: TEMPERATURAS Y PRESIONES RECOMENDADAS POR ZONAS DEPENDIENDO DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS³².

Se presentan las temperaturas máximas y mínimas a las cuales trabajan las diferentes zonas identificadas como puntos críticos dentro del proceso, así como también otras variables que intervienen como lo son velocidades, tiempos, etc.

Todo bajo normas ISO que permiten reconocer las características de los diferentes materiales

ANEXO A.5: REGISTROS DE CONTROL³³.

³²Fuente: Moldes y Maquinas de inyección para la transformación de Plásticos.

³³Fuente: Investigado y Elaborado por integrantes del grupo.

Este anexo permite tener un registro de actividades como son verificaciones, ajustes, calibraciones y mantenimiento, etc. Esto le brindara a la empresa un registro de todas estas actividades y a su vez se cumplirá con la norma de mantener todo documentado y registrado.

Calendario de Verificaciones Metrologicas del Año(Anexo A.5.3).

CALENDARIO DE VERIFICACIONES METROLOGICAS DEL AÑO:													
CODIGO	MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CODIGO	PROG.												
	REAL												
CODIGO	PROG.												
	REAL												
CODIGO	PROG.												
	REAL												
CODIGO	PROG.												
	REAL												
CODIGO	PROG.												
	REAL												
CODIGO	PROG.												
	REAL												
AREA:				PROHIBIDA LA REPRODUCCION DE ESTE DOCUMENTO						PAGIINA 1 DE 1			

Hoja de Control de Equipos de Medición(Anexo A.5.4).

HOJA DE CONTROL DE EQUIPOS DE MEDICION				
1- INFORMACION GENERAL :				
EQUIPO:		FABRICANTE O DISTRIBUIDOR:		
MARCA:		N. DE SERIE:		
INICIO DE OPERACIONES:		MODELO:		
LOCALIZACION:				
2- DATOS GENERALES:				
CAPACIDAD:		TOLERANCIA DE PROCESO:		
EXACTITUD:				
LUGAR DE CONTROL:		PATRON:		
FRECUENCIA DE CONTROL:				
INSTRUCTIVO DE CALIBRACION:				
3- RESULTADOS DEL CONTROL :				
FIRMA	RESULTADO	PROX. CONTROL	FIRMA	OBSERVACIONES
AREA:		PROHIBIDA LA REPRODUCCION DE ESTE DOCUMENTO		PAGINA 1 DE 1

Hoja de Registros de Mantenimiento por Fallas y Ajustes de Equipos(Anexo A.5.5).

EMPRESA PROTOTIPO ISO 9001-2000		PROCEDIMIENTOS		CODIGO	PRPP.08
				TITULO	SISTEMA DE CALIBRACION
HOJA DE REGISTROS DE MANTENIMIENTO POR FALLAS Y AJUSTES DE EQUIPOS					
FPP.008/02					
CODIGO:			EQUIPOS:		
MARCA:					
FECHA	FALLA PRESENTADA	ACCION TOMADA		RESPONSABLE	
OBSERVACIONES:					
FECHA:			RESPONSABLE:		
APROBADO:					

Hoja de Control para Equipos de Medición por Maquina(Anexo A.5.6).

EMPRESA PROTOTIPO ISO 9001-2000		PROCEDIMIENTOS		CODIGO	PRPP.08
				TITULO	SISTEMA DE METROLOGIA
HOJA DE CONTROL DE EQUIPOS DE MEDICION POR MAQUINAS					FPP.088/01
EMPRESA PROTOTIPO		HOJA DE CONTROL PARA EQUIPOS DE MEDICION POR MAQUINA		CODIGO:	
1- INFORMACIÓN GENERAL:					
EQUIPO:				DISTRIBUIDOR:	
MARCA:				No. DE SERIE:	
FECHA DE PUESTA EN SERVICIO:				MODELO:	
UBICACIÓN:				CAPACIDAD:	
2- DISPOSITIVOS A REVISAR (EQUIPOS)					
a. CONTROL DE TEMPERATURAS (RESISTENCIAS)				1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	
b. CONTROL DE PRESION (MANOMETROS)				1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	
c. CONTROL DE TEMPERATURA DE ACEITE				1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	
d. OTROS				1 <input type="checkbox"/>	
3- DATOS METROLOGICOS					
CATEGORIA DISPOSITIVOS		ESCALA DE MEDICION	TOLERANCIA	DATOS DE MEDICION	
a. CONTROL DE TEMPERATURA					
b. CONTROL DE TEMPERATURA					
c. CONTROL TEMP. ACEITE					
d. OTROS					
e. BASCULA MECANICA					
f. BASCULA ELECTRONICA					
4- RESULTADOS DEL CONTROL					
CATEGORIA DISPOSITIVOS		RESULTADO	DIFERENCIA	OBSERVACIONES (CONTROL)	
a. CONTROL DE TEMPERATURA					
b. CONTROL DE PRESION					
c. CONTROL TEMP. ACEITE					
d. OTROS					
e. BASCULA MECANICA					
f. BASCULA ELECTRONICA					
FECHA:			APROBADO:		
REVISION:					

EVALUACIÓN A LOS PROVEEDORES QUE BRINDAN EL SERVICIO DE CALIBRACIÓN
(ANEXO A.6).

EVALUACIÓN DE SERVICIOS METROLOGICOS	REVISIÓN:	CODIGO:
	FECHA DE EMISION:	Página:
FECHA:		
LUGAR:		
PROVEEDOR:		

1. Se cuenta con normas nacionales o internacionales para efectuar calibracion de equipos de medicion?

SI NO

2. Esta ACREDITADO ante un organismo oficial para efectuar actividades de calibracion en masas, volumen, tiempo, longitud y electricidad?

SI NO

3. El personal que ejecuta las calibraciones esta acreditado ante un ente oficial o cuenta con la competencia tecnica adeacuada?

SI NO

4. Se cuenta con un procedimiento para la verificacion, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de medicion que envian los clientes a su laboratorio?

SI NO

5. Se cuenta con un procedimiento para identificar los equipos de medicion que envian los clientes a calibrar, con el fin deevitar que se pierda o se envíe a otro cliente, antes y despues de la calibracion?

SI NO

6. Se cuenta con un procedimiento para efectuar la rastreabilidad del servicio prestado de calibracion?

SI NO

7. Se cuenta con la infraestructura necesaria (laboratorio, mesas de trabajo, areas de almacenamiento, etc) para efectuar el servicio de calibracion?

SI NO

8. Se cuenta con procedimientos documentados para efectuar las actividades de calibracion de equipos de medicion?

SI NO

9. Se cuenta con areas de trabajo con condiciones ambientales controladas(temperatura, humedad, vibraciones, etc) para efectuar las calibraciones.

SI NO

10. Se tiene areas de trabajo con acceso restringido, con el fin de que solo pueda ingresar en ellas personal autorizado?

SI NO

11. Se cuenta con programas de calibracion de los equipos patron con que efectuan las calibraciones(verificar si esta autorizado)?

SI NO

12. Se tiene definido y por escrito en base a que se determina la frecuencia de calibracion de los equipos patron(verificar el documento y su cumplimiento)?

SI NO

13. Se cuenta con equipo patron trazable a organismos nacionales e internacionales a traves de una cadena ininterrumpida de comparaciones(verificar la trazabilidad de los patrones)?

SI NO

14. Se tiene definidos los intervalos de medicion de los patrones?

SI NO

15. Como se determina que la exactitud de los equipos que utiliza sea adecuado a los equipos a calibrar?

SI NO

16. Tiene actualizada la trazabilidad de sus patrones?

SI NO

17. Los certificados de calibracion de los patrones primarios y/o patrones de trabajo no exceden los dos años las fechas de realizacion?

SI NO

18. Cuenta con un procedimiento para calcular la incertidumbre de las calibraciones efectuadas?

SI NO

19. Se encuentran identificadas los equipos patron patron utilizado para calibrar equipos de los clientes?

SI NO

20. Los equipos patron utilizados para calibrar muestran su estado de calibracion?

SI NO

21. Se cuenta con un procedimiento en el cual se determina las actividades a seguir en caso de detectar que se utilizo patron descalibrado durante la calibracion?

SI NO

22. Se cuenta con un metodo de identificacion para el equipo patron fuera de calibracion con el fin de evitar que se utilicen?

SI NO

23. Se cuenta con un control de los registros de calidad de los equipos que se han caliobrado y de los equipos patron?

SI NO

24. Las areas de almacenamiento de los equipos calibrados y de los patrones garantizan que no sufren daños o deterioro durante el tiempo que se estan en custodia?

SI NO

25. Se tienen definidos los cuidados que se deben tener con los equipos de medicion y patrones durante el manejo(dentro y fuera del laboratorio de calibracion)?.

SI NO

26. Cuenta con procedimientos de acciones preventivas y correctivas para la solucion de problemas reales o potenciales con respecto al servicio que ofrecen?

SI NO

27. Se cuenta con un procedimientos para efectuar la revision de contrato con los clientes, con lo cual se asegura que los requisitos de la empresa son atendidos y se pueden cubrir?

SI NO

28. Se cuenta con el equipo y conocimientos adecuados para efectuar los ajustes o reparaciones de los equipos a calibrar?

SI NO

EVALUADOR

PROVEEDOR

Visto Bueno.
COMPRAS