

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“IMPLEMENTACION DE ESTANDARES DE CALIDAD EN LA  
MANUFACTURA DE PRODUCTOS PLASTICOS POR EL METODO DE  
INYECCION”**

**INFORME POR SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**ROCIO PAMELA BONIFACIO ARTEAGA**

**LIMA – PERU**

**2010**

## **DEDICATORIA**

**A mi alma Mater, que me brindó sus enseñanzas a través de sus catedráticos.**

**Al Ing. Zaldívar, por su orientación y asesoramiento en el desarrollo del presente informe.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS por darme la vida y por brindarme la fortaleza de seguir adelante.**

**A mis padres, por sus enseñanzas y valores que han formado mi vida.**

**A mi hermano Paúl, por la paciencia y apoyo en todo momento.**

**A mi amiga Soraya Arévalo, por brindarme su conocimiento y orientación.**

## **RESUMEN**

El presente trabajo describe el sistema productivo en la fabricación de productos plásticos por inyección, teniendo en cuenta las variables que intervienen, como las máquinas, resinas, moldes, diseño de moldes, entre otros aspectos.

Los plásticos son artículos de gran utilidad en nuestros días, ya que son materiales que constituyen opciones de uso muy beneficioso debido a sus características, sea por el color, tamaño, pero sobre todo durabilidad.

Por eso la importancia de contar con estándares de calidad en la fabricación de productos plásticos, ya que esto constituye el respaldo del seguimiento de Normas de Calidad y la confirmación de que el consumidor final recibe un producto de alta calidad.

Se resaltan los conceptos de procesamiento de inyección y de calidad utilizados en la actualidad, que no son solo teoría, sino que constituye un pensamiento dentro de la organización

Se prioriza el desarrollo y cumplimiento de procedimientos estandarizados que se efectúan para controlar la calidad del producto durante el proceso de inyección, desde la entrada del material hasta el producto final, incluyendo el almacenamiento hasta su despacho y distribución al cliente.

Finalmente, se dan algunas conclusiones y recomendaciones, así como también información adicional en tablas y anexos que ayudan a lograr que este trabajo sea de fácil utilidad para otras actividades industriales.

## **INDICE**

<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>7</b>
<b>II. CONCEPTOS BASICOS</b>	
2.1 Introducción a la química de los plástico	8
2.2 Clasificación de los plásticos	10
2.2.1 Materiales Termoplásticos	10
2.2.2 Materiales Termofijos	11
2.3 Materiales Elastómeros	12
2.4 Termoplásticos	13
2.4.1 Termoplásticos Amorfos	13
2.4.2 Termoplásticos Semicristalinos	14
<b>III. TECNOLOGIA DEL PROCESAMIENTO DE LOS PLASTICOS POR INYECCION</b>	
3.1 Generalidades	21
3.2 Máquinas de Inyección	22
3.3 Moldes	26
3.4 Diseño de piezas	29
3.5 Etapas en el proceso de inyección	30
3.6 Diagrama de flujo del Proceso de Inyección	34
3.7 Defectos comunes en piezas plásticas inyectadas	36
<b>IV. GESTIÓN DE CALIDAD</b>	
4.1 Evolución de la calidad	41
4.1.1 Control de Calidad	43
4.1.2 Aseguramiento de la Calidad	43
4.1.3 Calidad Total	44
4.2 Sistemas de Calidad	45
4.2.1 Política de Calidad	46
4.2.2 Manual de Calidad	46
4.2.3 Procedimientos	46
4.2.4 Instrucciones de trabajo	47
4.2.5 Registros	48

<b>V. IMPLEMENTACION DE PROCEDIMIENTOS DE ESTANDARES DE CALIDAD</b>	
5.1 Control de Materia prima	50
5.1.1 Procedimiento para el control de Materia Prima Nueva	51
5.1.2 Procedimiento para el control de Materia Prima Estándar en planta	52
5.1.3 Registro para el área de Mezclado	53
5.2 Control en piezas plásticas en producción	55
5.2.1 Procedimiento para el control de piezas plásticas en producción	55
5.2.2 Instrucción de trabajo para el control de piezas plásticas en producción	56
5.2.3 Registro para el control de piezas plásticas en producción	58
5.3 Control en el producto final	
5.3.1 Procedimiento para el control en el producto final	60
5.3.2 Instrucción de trabajo para el control en el producto final	61
5.3.3 Formato para la Hoja de Especificaciones Técnicas	63
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	65
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	66
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b>	67
<b>IX. ANEXOS</b>	68

## **I. INTRODUCCIÓN**

La Industria de productos plásticos, ha tenido un gran auge en los últimos años, ya que con los plásticos se manufacturan artículos durables y prácticos, que han logrado posicionarse como productos infaltables dentro del hogar y la industria.

Es fin primordial de una empresa en este rubro de mejorar cada una de las etapas de los procesos productivos, con el fin de incrementar la calidad de sus productos logrando posicionarse en el mercado local e internacional.

Los estándares de calidad implican el cumplimiento de las acciones de control de calidad basadas en los procedimientos establecidos, como pruebas, ensayos y toma de decisiones, para superar las exigencias y especificaciones del mercado, utilizando todas las herramientas disponibles para el control de producción y la calidad del mismo.

La calidad se debe utilizar para la prevención y no la corrección, mejorando la competitividad con el mejor uso de los recursos disponibles.

Asimismo, los estándares de calidad generan en la Gerencia la decisión de implementar un Sistema de Gestión de Calidad, para minimizar costos e incrementar ventas, así como también ingresar a nuevos mercados.

Este trabajo tiene como objetivos:

- Desarrollar la hoja de especificaciones técnicas de calidad de productos plásticos.
- Brindar los conceptos básicos de tal forma que sean el punto de partida para la implementación de un Sistema de Calidad, a través del desarrollo de procedimientos de calidad.

## **II. CONCEPTOS BASICOS**

### **2.1 Introducción a la química de los plásticos**

El plástico es un material que desde finales del siglo XIX forma parte de nuestras vidas y es muy utilizado en la vida cotidiana.

Los plásticos son materiales poliméricos mayoritariamente orgánicos, constituidos por macromoléculas (polímeros), y son producidos por transformación de sustancias naturales o por síntesis directa (polimerización), a partir de productos extraídos del petróleo, del gas natural, del carbón o de otras materias minerales. Los polímeros no tienen punto de fusión ni de ebullición definidos.

Según el proceso de síntesis, los polímeros plásticos se obtienen por una reacción denominada polimerización, sea de policondensación o de poliadición, y mediante la copolimerización.

Técnicamente los plásticos son sustancias en su gran mayoría 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 y presión.

Los plásticos son parte de la gran familia de los Polímeros.

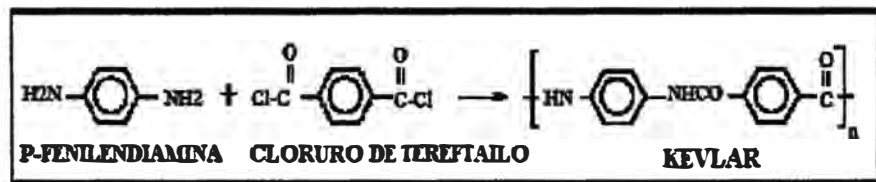
Polímero significa “muchas partes”, y es el término que se emplea para definir a los compuestos de elevado peso molecular, cuyo origen se explica por el encadenamiento de unidades repetitivas llamadas monómeros. De los cuales se derivan también otros productos como los adhesivos, recubrimientos y pinturas.



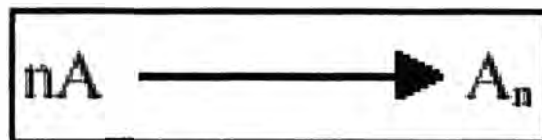
Los polímeros se obtienen a través de 3 maneras:

- La **POLICONDENSACIÓN**, es un proceso en el cual dos o más sustancias simples con grupos funcionales (Monómeros) se combinan bajo condiciones apropiadas de temperatura y presión para formar largas cadenas moleculares. En la polimerización por condensación se forman productos secundarios, tales como el agua, ácidos, etc.

En la Policondensación, se obtiene plásticos como el poliéster, poliamida, poliuretano, y otros materiales. En la Fig. N° 1, se muestra una reacción de policondensación



- La **POLIADICIÓN** es un proceso que consiste en la unión de un mismo monómero principalmente, de modo que la macromolécula final es múltiplo entero del monómero, no existiendo alguna liberación de subproductos. En al Fig. N° 2, se muestra esquemáticamente la representación de una reacción de poliadición:



Donde n es el grado de polimerización.

Como ejemplo, se tiene el monómero etileno  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , el cual bajo una reacción de poliadición se convierte en polietileno.



- Las reacciones de Copolimerización, son una variante de las síntesis anteriores, en la que se combinan diferentes monómeros en la reacción, para obtener plásticos con las propiedades dependientes de cada componente.

## 2.2 Clasificación de los plásticos

A los plásticos se puede clasificar como materiales termoplásticos, termofijos.

### 2.2.1 Materiales termoplásticos:

Un termoplástico, es un compuesto que a temperatura ambiente es plástico deformable, se funde cuando se calienta y se endurece cuando se enfría lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de fuerzas Van der Waals, por ejemplo en el polietileno. Los polímeros termoplásticos después de calentarse y moldearse pueden recalentarse y formar otros objetos.

Por lo general, los materiales termoplásticos presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, son fáciles de procesar, reciclables y bastante económicos. La principal desventaja deriva del hecho de que son materiales que se funden, de modo que no tienen aplicaciones a elevadas temperaturas puesto que comienzan a reblandecer, con la consiguiente pérdida de propiedades mecánicas y forma.

### **2.2.2 Materiales Termofijos**

Los plásticos llamados termofijos o termoestables, son plásticos que una vez moldeados no pueden modificar su forma y por lo tanto no pueden ser reciclados. Son materiales infusibles e insolubles.

En este tipo de plásticos, por efecto del aumento de la temperatura, se logra activar la reactividad de los monómeros que forman cada una de las cadenas poliméricas, y la razón de su comportamiento se sustenta en que las cadenas, durante la polimerización con calor y presión, forman una red tridimensional espacial entrelazándose con fuertes enlaces covalentes. La estructura así formada toma el aspecto macroscópico de una única molécula y queda fija de forma permanente.

El recalentamiento no los ablanda, incluso si se sigue aumentando el calor llegan a carbonizarse directamente sin alterar su forma. Puesto que no funden y no reblandecen, son materiales que presentan muy buenas propiedades a elevadas temperaturas; por su alta resistencia térmica presentan alta resistencia química, rigidez, buena estabilidad dimensional. Se reconocen bien pues al romper por impacto se observa el astillamiento del material.

Existen tipos de sistemas de resina termofijas que están orientadas a la industria de adhesivos, pinturas y recubrimientos, los más comunes son la baquelita (copolímero del fenol y formaldehído) de los enchufes en el hogar.

### **2.3 Materiales Elastómeros**

Este tipo de materiales ofrecen características típicas en cuanto a su estructura de cadenas, afines a los dos grupos anteriores, presentan conexiones entre monómeros de cadenas contiguas, pero no con la densidad con la que aparecen en un termoestable. Así, presentan varias zonas en las que las cadenas se presentan libres y por tanto pueden flexionarse y comprimirse ante esfuerzos mecánicos.

Esto se debe a que su temperatura de transición vítrea es bastante inferior a la temperatura ambiente, por lo que a temperaturas de trabajo permanecen blandos y dúctiles. No soportan bien el calor, y se degradan a temperaturas no muy elevadas, lo que dificulta su reciclado.

En el proceso de fabricación de elastómeros se suele aplicar la técnica del vulcanizado, que consiste en añadir azufre (o cualquier peróxido) al material, a la vez que se calienta y se somete a presión. El azufre facilita la creación de uniones tridimensionales transversales a través de las moléculas lineales de hule, modificando el comportamiento del elastómero.

El resultado es un material que tiene gran resistencia a todo tipo de esfuerzos (tracción, compresión, torsión y flexión). La técnica del vulcanizado es muy utilizada en la fabricación de neumáticos para automóviles y otras aplicaciones.

El polibutadieno y el poliisobutileno son ejemplos de elastómeros industriales sintéticos, mientras que el caucho natural (poliisopreno) es un elastómero no sintético, aunque también se fabrica industrialmente.

En muchas ocasiones, los elastómeros se mezclan con plásticos termoestables para conseguir productos con gran resistencia al impacto, y que sean flexibles y duros.

Para conseguir otros productos, los elastómeros se mezclan también con termoplásticos. De esta unión se obtienen materiales que se pueden fundir y reciclar, denominados elastómeros termoplásticos. Algunos ejemplos de este tipo son los termoplásticos poliolefinicos (TPO) y los termoplásticos vulcanizados dinámicamente (TPV).

## **2.4 Termoplásticos**

Adicionalmente a lo mencionado en el punto 2.2.1, se puede decir que estos son materiales cuyas macromoléculas están ordenadas a maneras de largas cadenas, unidas entre sí por medio de enlaces secundarios.

La principal característica es que pueden ser llevados a un estado viscoso una y otra vez por medio del calentamiento y ser procesados varias veces. Es decir, que durante el moldeo en caliente no sufren ninguna modificación química. Existen varias maneras de identificarlos a través de métodos simples (Anexo N° 1).

Estos materiales pueden ser subdivididos en dos subgrupos, de acuerdo a su estructura molecular: termoplásticos amorfos y termoplásticos parcialmente cristalinos.

### **2.4.1 Termoplásticos Amorfos:**

Estos compuestos constan de cadenas moleculares largas, que al formarse se enredan entre sí, dando lugar a una estructura molecular absolutamente desordenada, sin forma definida.

Estos materiales no cristalizan debido a su estructura asimétrica, suelen ser transparentes como el vidrio. Presentan buenas propiedades ópticas y poca contracción durante la transformación

Algunos ejemplos de este tipo de termoplásticos son:

- PS poliestireno
- PC policarbonato
- PVC policloruro de vinilo

#### **2.4.2 Termoplásticos Semicristalinos**

Estos presentan zonas de macromoléculas con un ordenamiento especial que se denominan cristalitas. La cristalización hace que los termoplásticos semicristalinos sean por lo general traslúcidos, o cuando la porción cristalina es muy elevada, opacos. Presentan un mejor comportamiento mecánico que los amorfos y en especial la resistencia a la fatiga. Entre los termoplásticos semicristalinos se puede encontrar, por ejemplo:

- PE-LD polietileno de baja densidad
- PE-HD polietileno de alta densidad
- PP polipropileno
- PA poliamidas

Dentro de los termoplásticos de uso o aplicación industrial más importantes se puede mencionar:

##### **A.- Polietileno (PE)**

Se obtiene por polimerización del etileno, mediante un proceso cuyo resultado depende de la presión a la que éste se lleva a cabo. A presiones altas (entre 1000 y 3000 atm.) se obtiene el llamado polietileno de baja densidad (0,915–0,935 gr/ml), y a presiones normales y a unos 70°C, en presencia de

catalizadores, se obtiene el polietileno de alta densidad (0,935–0,975 gr/ml). Es el polímero de cadena más sencilla.

Sus características varían ampliamente, según su peso molecular. Puede existir bajo la forma cristalina (elástico, oscuro, poco soluble, deformable) o la forma amorfa (duro, resistente, más claro, más soluble). Tiene gran inercia química y es resistente a la corrosión y a los hongos. Posee gran impermeabilidad a líquidos y vapores. En la Fig. N° 3, se muestra la reacción de polimerización del polietileno.

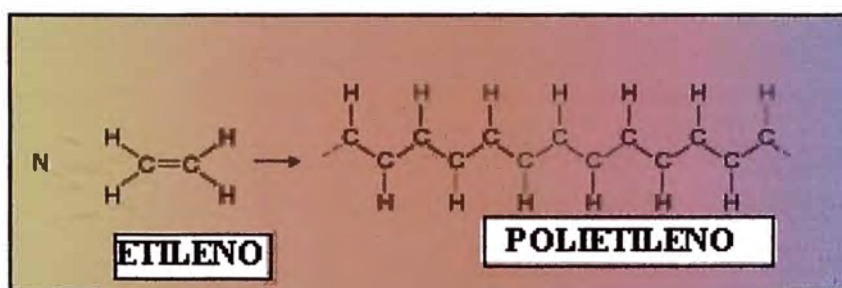


Fig. N° 3. Reacción de polimerización del polietileno.

La Tabla N° 2.1, muestra las principales propiedades físicas y mecánicas del polietileno.

Tabla N° 2.1 Algunas propiedades físicas y mecánicas del polietileno

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIETILENO
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D762	< 0.91-0.96>
RESISTENCIA A LA TRACCION	kg/cm <sup>2</sup>	D638	250
ELONGACION	%	D638	50 - 800
DUREZA	Shore	D785	D 70/80
RESISTENCIA AL IMPACTO	ft.lb/in	D256	0.5-20
MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	D638	3.5 A 13x10 <sup>3</sup>
RESISTENCIA DIELECTRICA	Kvolt/mm	DIN 53841	22

El polietileno de baja densidad (LDPE) es un buen aislante eléctrico, empleándose en el recubrimiento de cables eléctricos, bolsas y envases, utensilios de cocina, etc.

El polietileno de alta densidad (HDPE) presenta una mayor resistencia mecánica y soporta temperaturas entre los  $-200^{\circ}\text{C}$  y los  $100^{\circ}\text{C}$ . Se emplea en la fabricación de grifos, cubos, bidones, envases, jeringuillas desechables, utensilios de cocina, etc.

### **B.- Poliestireno (PS)**

Se obtiene a partir de la polimerización del estireno. Se trata de un material incoloro y que puede colorearse fácilmente, muy buen aislante eléctrico, resistente a los ácidos y bases, pero no las altas temperaturas. Puede prepararse de dos formas distintas, dando lugar al poliestireno duro y al poliestireno expandido.

El poliestireno duro es un material frágil que se emplea en la fabricación de películas delgadas para embalajes y envolturas de alimentos, de utensilios de dibujo, moldes para cocina.

El poliestireno expandido, conocido vulgarmente como “corcho blanco”, se obtiene añadiendo compuestos que producen gases, los cuales quedan dentro de la masa del poliestireno disminuyendo su densidad. Se trata de un material con buena tenacidad, gran resistencia a los hongos y bacterias, que absorbe poca humedad, buen aislante térmico y que amortigua muy bien los golpes.

Se emplea fundamentalmente en el embalaje de objetos delicados y como material aislante acústico y térmico.



En la Fig. N° 4, se muestra la reacción de polimerización del estireno para obtener Poliestireno

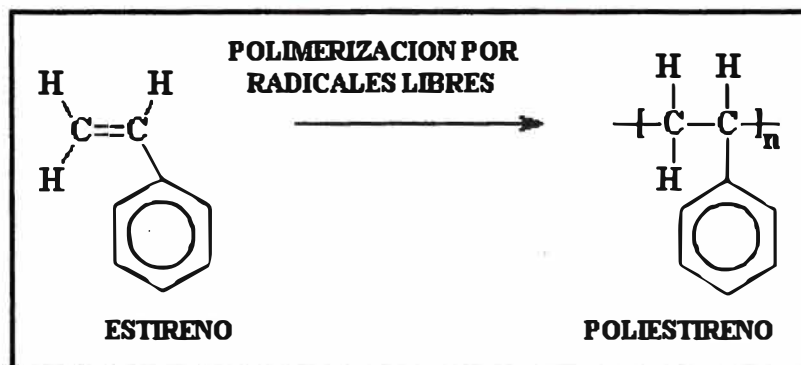


Fig. N° 4 Reacción de polimerización del estireno.

En la Tabla N° 2.2 se muestra las principales propiedades del Poliestireno.

Tabla N° 2.2 Propiedades del Poliestireno

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIESTIRENO
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-792	1,05
RESISTENCIA A LA TRACCION	kg/cm <sup>2</sup>	ASTM D-638	183.5
ELONGACION	%	ASTM D-638	60
DUREZA	shore	ASTM D-785-B	<85-90>
RESISTENCIA AL IMPACTO	ft.lb/in	ASTM D-256/A	<5-10>
MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	ASTM D-638	1800
RESISTENCIA DIELECTRICA	Kvolt/mm	DIN 53841	150

### C.- Polipropileno (PP)

El polipropileno es un polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipos de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.

Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.

En la Fig. N° 5, se muestra la estructura molecular del polipropileno

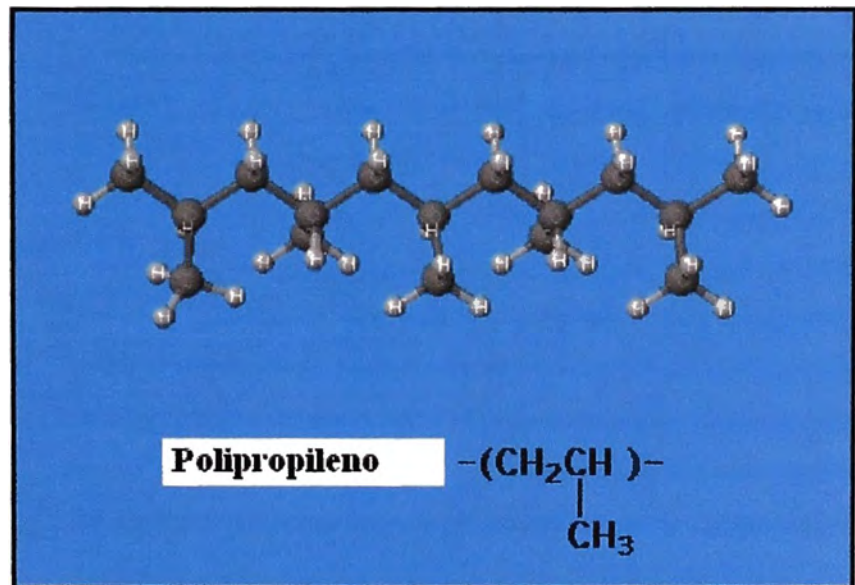


Fig. N° 5 Estructura molecular del Polipropileno

En la Tabla N° 2.3 se muestra las propiedades del Polipropileno.

Tabla N° 2.3 Principales propiedades del Polipropileno

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIPROPILENO
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D762	0.901
RESISTENCIA A LA TRACCION	kg/cm <sup>2</sup>	D638	360
ELONGACION	%	D638	200 - 700
MODULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	D638	1.3 X 10 <sup>4</sup>
DUREZA	shore	D785	<72-74>
RESISTENCIA AL IMPACTO	ft.lb/in	D256	0.5-20
RESISTENCIA DIELECTRICA	Kvolt/mm	DIN 53841	24

Dentro de los propilenos se debe mencionar las siguientes subfamilias:

**a) Polipropileno Homopolímero**

Se denomina homopolímero al polipropileno obtenido de la polimerización de propileno puro. Según su tacticidad, se distinguen tres tipos (isómeros):

- **PP atáctico.** Material completamente amorfo, tiene pocas aplicaciones.
- **PP isotáctico.** La distribución regular de los grupos metilo le otorga una alta cristalinidad, entre 70 y 80%. Es el tipo más utilizado hoy día.
- **PP sindiotáctico.** Muy poco cristalino, lo cual lo hace más elástico que el PP isotáctico, pero también menos resistente.

#### **b) Polipropileno Copolímero**

Este material se obtiene al añadir entre un 5 y un 30% de etileno en la polimerización, y se obtiene un compuesto que posee mayor resistencia al impacto que el PP homopolímero. Existen, a su vez, dos tipos:

- Copolímero estadístico. El etileno y el propileno se introducen a la vez en un mismo reactor, resultando cadenas de polímero en las que ambos monómeros se alternan de manera aleatoria.
- Copolímero en bloques. En este caso primero se lleva a cabo la polimerización del propileno en un reactor, y luego, en otro reactor, se añade etileno que polimeriza sobre el PP ya formado, obteniéndose así cadenas con bloques homogéneos de PP. La resistencia al impacto de estos copolímeros es muy alta, por lo que se les conoce como PP impacto o PP choque.

## **III. TECNOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LOS PLÁSTICOS POR INYECCIÓN**

### **3.1 Generalidades.**

El proceso de inyección es un método que permite obtener una pieza plástica con forma definida a través de una máquina y un molde. Esta secuencia de transformación debe su nombre al hecho de que el material es plastificado e inyectado posteriormente en las cavidades del molde.

La plastificación tiene lugar en un cilindro metálico que aloja un tornillo, el cual funde al polímero mediante la presión y fricción ejercida sobre el mismo, y con temperatura.

La importancia técnica y económica de la inyección es enorme debido a que es el único método capaz de moldear las piezas más complejas que la imaginación pueda concebir.

El proceso de inyección presenta ventajas sobre otros procesos porque permite obtener objetos:

- Con superficies lisas
- De propiedades de resistencia excelentes, con espesor de pared delgada.
- Con posibilidad de formar orificios, refuerzos, inserciones de partes metálicas.
- Con una elevada productividad dependiendo del tamaño de la pieza, molde y máquina.
- Listos para ensamble o uso final.
- De gran exactitud en forma y dimensiones.

Así como también presenta limitaciones, las cuales se pueden resumir así:

- Cada pieza requiere de un molde particular.
- La forma de la pieza puede ser complicada, recurriendo a moldes complicados y caros.
- Por tratarse de un proceso cíclico, una menor interrupción en una de las etapas puede afectar la productividad del proceso.
  - La fabricación de un molde es costosa e implica la necesidad de tener asegurada una alta producción.
  - Existe un límite para el espesor de las paredes (aprox. hasta 15-20 milésimos de pulgada la más delgada).

Las aplicaciones de la inyección son tan extensas como variadas, lo que puede abarcar una diversidad de mercados. Podemos moldear piezas muy diferentes, desde bolígrafos hasta piezas complejas como engranes de ingeniería e incluso partes para implantes quirúrgicos.

Entre los campos donde podemos encontrar productos de inyección se tiene: artículos domésticos, de oficina, para la industria automotriz, de consumo, juguetería, industrial, artículos médicos, etc.

### **3.2 Máquinas de Inyección**

El proceso de moldeo por inyección consiste en calentar el material termoplástico que viene en forma de gránulos dentro de la máquina, para transformarlo en una masa plástica, y así inyectarlo en la cavidad del molde, el cual tomará la forma de la cavidad. En este momento el proceso del ciclo se ha completado y se expulsa la pieza moldeada.

Una máquina de inyección está compuesta por tres partes (Ver la Fig. N° 6)

- La unidad de cierre
- La unidad de inyección
- Base con los sistemas de comando y accionamiento

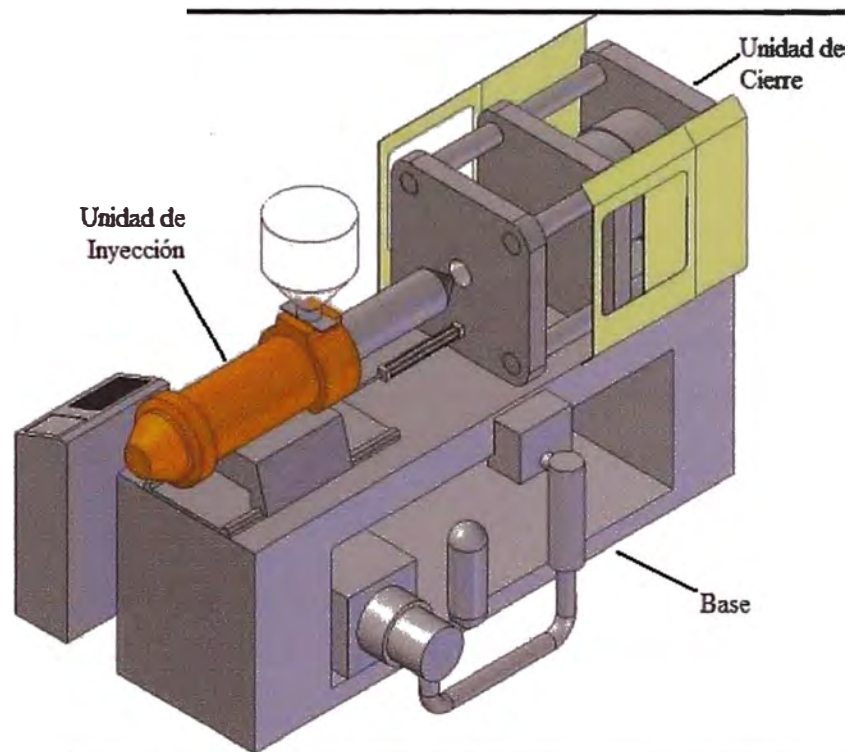


Fig. N° 6 Partes de una máquina inyectora

#### a) La unidad de cierre

La unidad de cierre del molde es el componente de la máquina que sostiene el molde.

Sus funciones son:

- Sostener el molde
- Abrir y cerrar el molde
- Mantener cerrado el molde
- Cumplir con el ciclo de expulsión

Esta unidad tiene las placas porta-moldes, que poseen agujeros de centrado, donde entran los aros centradores del molde.

La placa del lado de la unidad de inyección es fija, mientras que la opuesta es móvil, esta última realiza los movimientos de apertura y cierre del molde, y además mantiene cerrados ambas mitades del molde.

#### **b) La unidad de Inyección**

La unidad de inyección es la parte de la máquina en donde se efectúa la alimentación, se produce la plastificación y la inyección del material al molde.

Consta de las siguientes partes:

- Tolva

Contiene el material a procesar. Esta debe ser deslizable, y tiene una mirilla para posibilitar al personal el controlar el nivel de llenado de la misma.

- El cilindro de plastificación

Se compone de un tubo de acero de pared gruesa. Por medio de reguladores de temperatura, es posible mantener constante la calefacción del cilindro dentro de un rango de temperaturas deseado.

- El husillo o tornillo

Tiene como función, transportar el material, plastificarlo y homogenizarlo.

El husillo lo podemos dividir en tres zonas claramente diferenciadas:

Zona de alimentación: situada en el extremo posterior de husillo, por donde el material es alimentado al cilindro plastificador. La característica principal de esta zona es la de tener una buena



capacidad volumétrica, que permita el transporte de gran cantidad de material que todavía está en forma de granos.

Zona de compresión; en esta zona existe una disminución de la capacidad volumétrica, lo que provoca que el material sea comprimido, generando una gran cantidad de calor por fricción, causando la fusión del mismo.

Zona de dosificación; es la zona de menor capacidad volumétrica, y en ella el material ya fundido es sometido a un mezclado para conseguir el grado de homogeneidad necesario de la masa fundida.

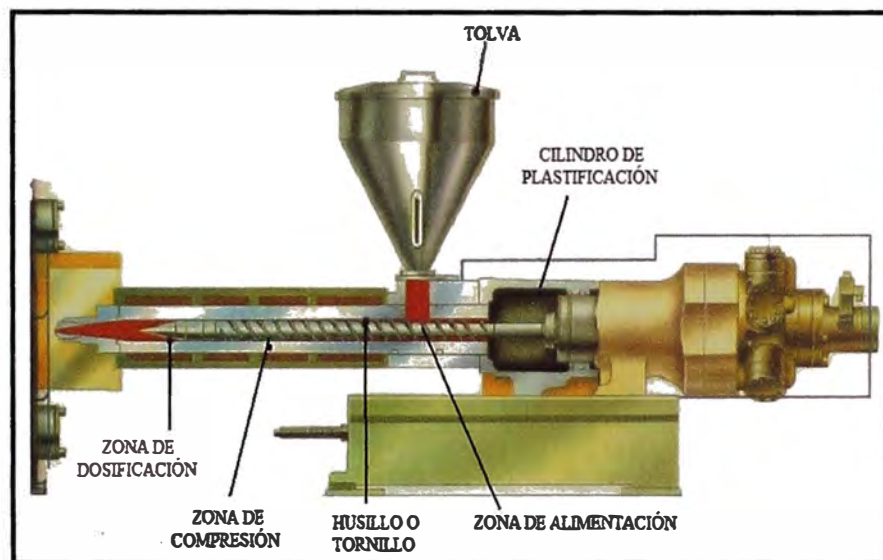


Fig. N° 7 Partes de la Unidad de Inyección

### c) Base

La base la máquina contiene las unidades individuales y proporciona un apoyo sólido.

El control de los ciclos se logra por medio de temporizadores. Por medio de unidades de vigilancia se procura controlar la etapa de inyección y la fase de post presión.

Para el calentamiento de la unidad de inyección se utiliza bandas calefactoras eléctricas, la temperatura de cilindro es regulada principalmente por reguladores electrónicos

Para piezas que requieren preparaciones y tiempos de espera prolongados, se encuentran en el mercado máquinas con varias unidades de cierre sobre una mesa giratoria. También existen máquinas con varias unidades de inyección para una inyección multicolor.

### **3.3 Moldes**

Un molde de inyección, se compone básicamente de una mitad fija y otra móvil, que generan un espacio con la forma del producto deseado.

Tiene como funciones básicas la distribución de la masa plástica fundida, la formación del producto, el enfriamiento y solidificación del material y la expulsión de la pieza. La eficiencia obtenida en la producción de piezas inyectadas de plásticos, cada vez más complejas y sofisticadas, depende básicamente del molde de inyección.

El ciclo de moldeo es definido como aquel que transcurre desde que cierra el molde para efectuar una inyección, hasta que éste cierra nuevamente para la siguiente inyección. Generalmente, el número de inyecciones por minuto o por hora, representa un indicador de la productividad de un molde.

Los principales elementos del molde son:

El bebedero y anillo centrador, sistemas de distribución, puntos de inyección, sistema de enfriamiento y sistema de expulsores.

**a) Bebedero y anillo centrador**

La función del bebedero es permitir el flujo de material fundido hacia el interior del molde. El anillo centrador rodea al bebedero y se emplea para ajustar el molde a la placa fija de la unidad de cierre, concéntricamente con la boquilla de la máquina, cualquier desalineamiento entre estos elementos provocará problemas de desmoldeo de la pieza inyectada.

**b) Sistemas de distribución**

Este sistema transporta el plástico fundido desde la boquilla de la máquina hasta la cavidad del molde, de manera uniforme para que el flujo sea distribuido en las diferentes cavidades, cuidando un balance de flujo, velocidad y cantidad en la cavidad.

**c) Puntos de Inyección**

Conectan el Sistema de distribución con la cavidad y controla el flujo de material. Generalmente, es la parte más estrecha del sistema que recorre el plástico. El punto de inyección tiene gran influencia sobre el peso, calidad dimensional y presentación de la pieza, es por ello que la localización del punto de inyección es estratégica para lograr el desempeño requerido en el producto.

**d) Sistema de enfriamiento**

El intercambio de calor entre el plástico inyectado y el medio enfriador a través del molde es un factor decisivo para evaluar el desempeño económico de la herramienta de inyección.

El calor del material plástico debe alcanzar estabilidad para permitir su desmoldeo. El tiempo necesario se denomina ‘’ tiempo de enfriamiento’’ y en algunos casos comprende hasta el 80% del tiempo total del ciclo productivo.

La última cantidad de calor es disipada por el mismo producto que abandona el molde al ser expulsado y que aún se encuentra caliente.

#### e) Sistema para expulsión de piezas

Este sistema siempre opera en el lado móvil del molde, consiste en una serie de puntos clave detrás de la pieza y el sistema de distribución, accionado de manera mecánica, hidráulica o neumática. La selección del sistema varía en función de la forma y complejidad de la pieza y el material plástico usado.

Durante la etapa de enfriamiento, la pieza necesita adquirir la consistencia necesaria para evitar que el dispositivo expulsor perfora la pieza, se introduzca en ella, la deforme o le cause daño mecánico o estético.

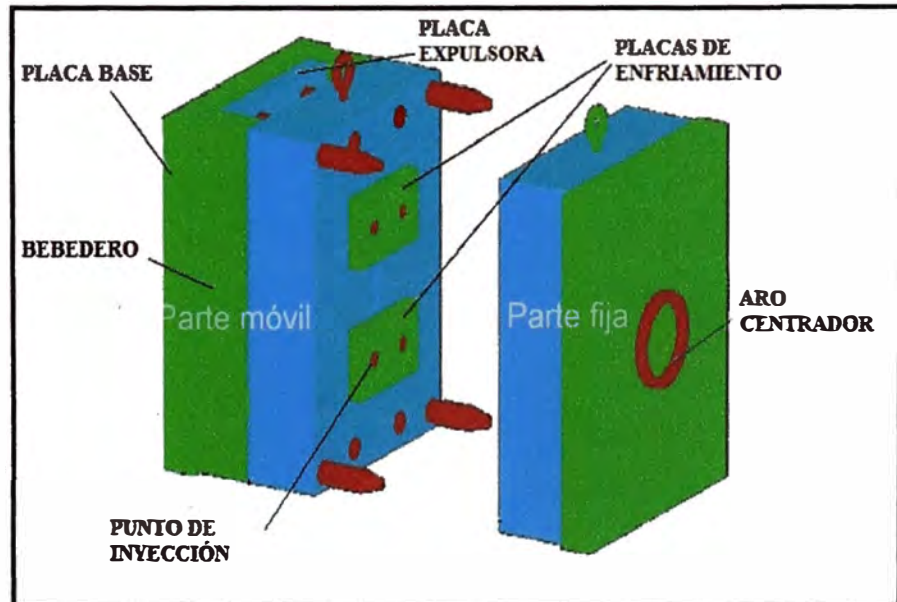


Fig. N° 8 Partes de un molde de Inyección

### **3.4 Diseño de piezas**

Al considerarse las condiciones de diseño de piezas de productos plásticos, se debe revisar la aplicación o función pretendida.

La selección del tipo de molde para la producción de una pieza en plástico, debe considerar algunos puntos:

- a) La pieza por moldear: forma, dimensiones, tolerancias, peso, material plástico que se usará, contracción previa.
- b) Cantidad de piezas a producir en la unidad de tiempo, determinación del aspecto económico
- c) Selección del sistema de moldeo y costo de producción del producto
- d) Tipo de molde y número de cavidades, costo del molde.
- E) Selección de la máquina adecuada: tipo y características.

En un diseño de piezas, se deben tomar en cuenta tres consideraciones:

- 1-Consideraciones sobre el material.
- 2-Consideraciones sobre la forma.
- 3-Consideraciones de producción.

Para lo cual se han utilizado las herramientas electrónicas como el CAD (el diseño asistido por ordenador); CAM y CAMM (fabricación de moldes asistido por ordenador).

Con estas técnicas se eliminan prácticamente las tareas de dibujo y cálculo, disminuyéndose los errores en los diseños, y en las configuraciones de las herramientas. Este sistema permite dibujar en forma rápida un diseño y modificarlo progresivamente para mejorar el aspecto y la función de la pieza.

La ventaja principal de uso de este ordenador es el perfeccionamiento del diseño, la productividad de la mano de obra, la competencia del mercado, el rendimiento de capital, la innovación, la calidad y la rentabilidad.

Con este sistema de diseño se pueden evaluar elementos como el material, las herramientas, mantenimiento, costos de materia prima o pérdida por chatarra, antes de comenzar la producción.

### **3.5 Etapas en el proceso de inyección**

El proceso de inyección es un proceso de elaboración discontinuo, puesto que el material fundido, una vez que termina de recorrer todas las cavidades del molde, el tornillo retrocede y regresa con presión para nuevamente inyectar el material en el molde.

Cuando se tiene todo lo anterior ya definido, se puede definir el proceso de inyección en las siguientes etapas:

#### **a) Dosificación**

La fabricación de una pieza comienza con la etapa de dosificación. El tamaño de la pieza determina el volumen de dosificación. Con el giro, el tornillo introduce el material y es empujado hacia atrás por la masa fundida.

A este movimiento de retroceso se le opone la contrapresión, que mejora la plastificación de la masa. Cuando el volumen requerido

en la punta del husillo es alcanzado, se detiene la rotación del mismo.

El recorrido de la dosificación máximo del tornillo no debe ser mayor a  $4D$  (cuatro veces el diámetro del tornillo). Recorridos superiores a lo mencionado pueden ocasionar fallas en el proceso, como:

Burbujas en la superficie de la pieza

Fuerte estriado en la pieza

En general, la causa de estas fallas, es el aire introducido durante la dosificación que no se puede expulsar más a través de la tolva. Por otro lado, el recorrido mínimo de dosificación no debería ser menor a  $1D$ , para no prolongar innecesariamente el tiempo de detención de la masa del cilindro. Si prolongamos el tiempo de detención, la masa fundida puede llegar a degradarse térmicamente.

#### **b) Inyección**

La unidad inyección es movida contra el molde cerrado hasta que el pico o tobera se apoya en la boquilla de colada.

El tornillo actúa como pistón y se mueve axialmente hacia delante y ocasiona la inyección de la masa.

Para compensar la contracción, la unidad de inyección cambia de presión de inyección a presión de compensación. La presión de compensación es efectiva hasta que la masa se solidifica en la entrada.

#### **c) Enfriamiento**

Luego de cortar la presión de compensación, comienza el tiempo regulable de enfriamiento. Mientras la pieza se enfría dentro del molde, el husillo retrocede hasta la posición de dosificación. Con ello el tornillo carga el material para el próximo ciclo de

inyección. Luego de la dosificación, la unidad de inyección se retira del molde.

#### d) Desmoldeo

Finalizada la etapa de enfriamiento se abre el molde, la pieza es desmoldada con la ayuda del sistema de expulsión. El molde se cierra, el pico avanza contra el molde y puede comenzar la siguiente etapa de llenado.

En la Fig. N° 9, 10, 11,12 muestran las etapas en el proceso de inyección de plásticos

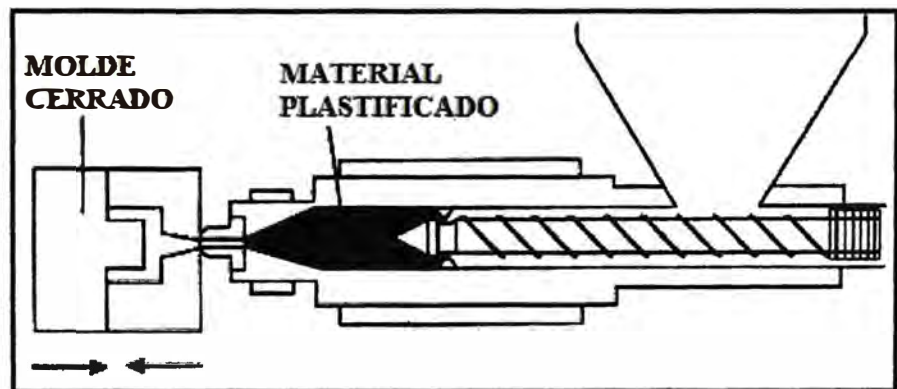


Fig. N° 9 Dosificación del material

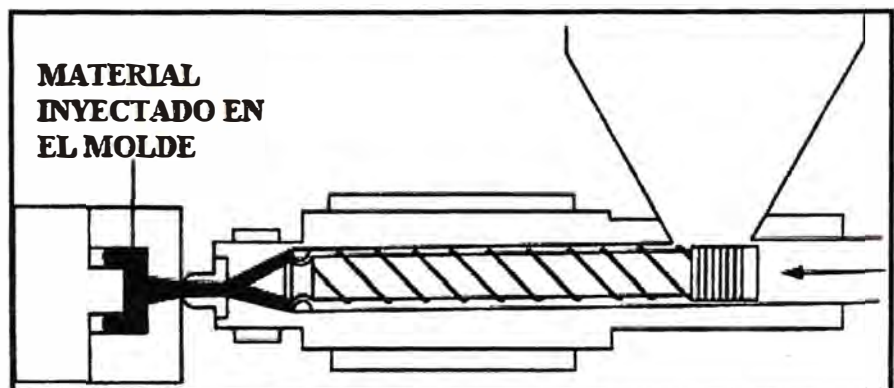


Fig. N° 10 Inyección del material



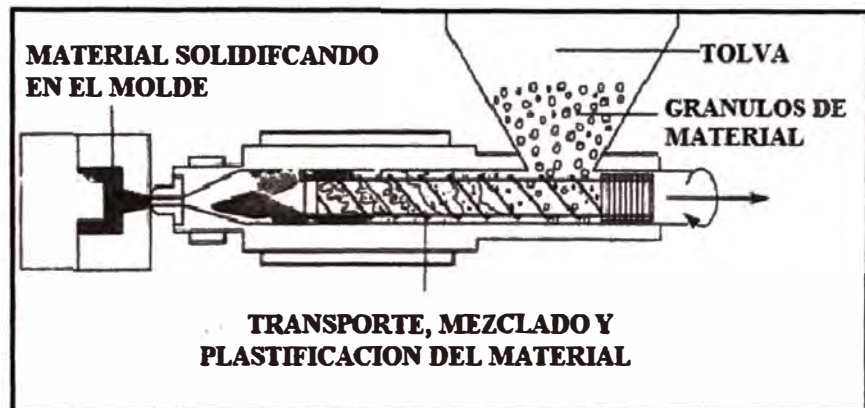


Fig. N° 11 Enfriamiento de la pieza inyectada

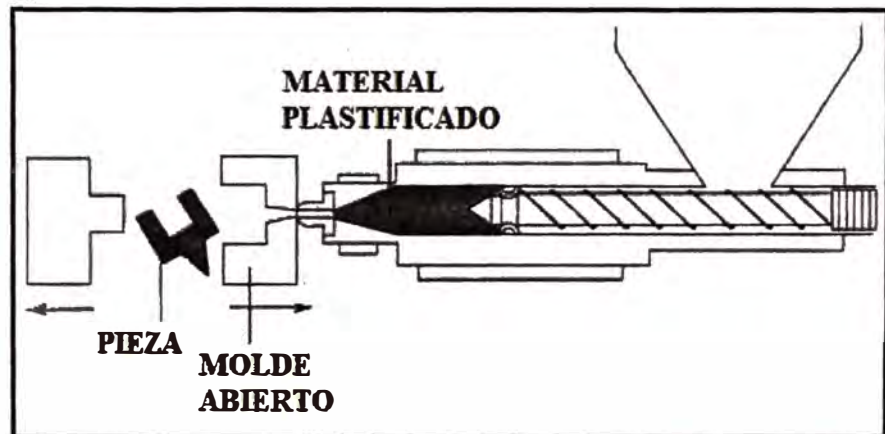


Fig. N° 12 Desmoldeo de la pieza inyectada

La calidad de una pieza, está determinada por cuatro grupos de parámetros:

Temperaturas (de la masa, del molde).

Tiempos ( de inyección, de presión de compensación ,de enfriamiento y de ciclo)

Presiones( de inyección, de compensación ,contra-presión y presión interna del molde)

Velocidades ( de inyección, revoluciones del tornillo)

Estos parámetros dependen del tipo de plástico usado y el molde.

Estas condiciones son fijadas en los controles y reguladores (de temperatura, selectores de tiempo y componentes hidráulicos) en la máquina.

Los valores de relevancia se deben indicar en un reporte de producción o un estándar de moldeo. Esto permite un arranque rápido y óptimo de la máquina en una siguiente producción del mismo molde.

### **3.6 Diagrama de Flujo del Proceso de Inyección**

Para un mejor entendimiento sobre el proceso de inyección, se describe el diagrama de flujo en una planta de la Industria plástica, en el cual se observará los puntos de control que deberán ejecutarse durante el proceso, desde la llegada del material (resina y colorante) hasta el almacenamiento del producto y despacho.

Estos controles, serán efectuados por el Inspector del área de Calidad en cada una de las áreas involucradas en el proceso de inyección como: colorantes, mezclado, inyección, acabados, embalaje y almacén.

Lo que se requiere es que no sólo el Inspector de Calidad realice el control en las áreas involucradas, sino cada una de las personas involucradas en el proceso realice un autocontrol de su trabajo.

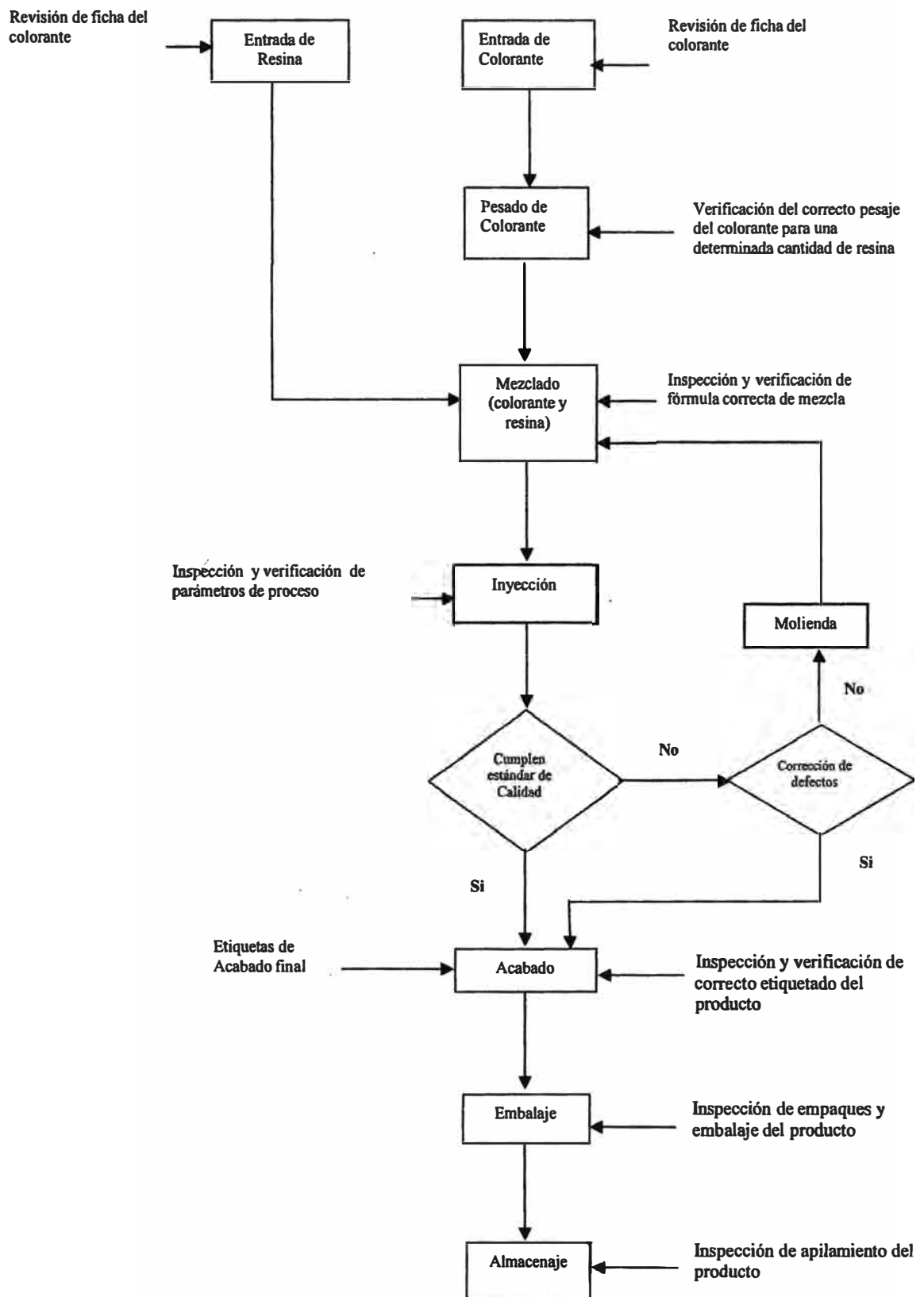


Fig. N° 13 Digrama de Flujo

### **3.7 Defectos comunes en piezas plásticas inyectadas**

El procesado de los termoplásticos se encuentra cada día con una gran variedad de defectos, de diferente naturaleza. Las piezas moldeadas por inyección se encuentran repetidamente con estos problemas debido principalmente a errores de proceso, lo cual hace que no se cumplan las especificaciones deseadas y se rechace la pieza inyectada, con las consiguientes pérdidas económicas.

Sin embargo, se puede decir que los errores estructurales tanto de la pieza inyectada como del molde, son razones por la cual el molde no puede conseguir la calidad requerida de la pieza incluso cambiando los parámetros de proceso.

Todos los defectos de las piezas inyectadas dependen de una causa, que en algunas ocasiones no puede ser directamente reconocida o clasificada.

Se puede evitar la repetición de un defecto sólo después de haber diagnosticado y corregido su origen. Por tanto, es de vital importancia la integración del análisis de los errores y fallas en la producción.

Primero, debe ser reconocido el error, esto no es problema en el caso de defectos superficiales pero, sin embargo, a veces, varios defectos implican cambios estructurales que no pueden ser detectados simplemente con una inspección visual.

En el siguiente cuadro se indica los defectos, las posibles causas y las correcciones de defectos. Además se muestra algunas representaciones de los defectos.

Cuadro N° 1 Conceptos, causas y posibles soluciones de defectos en piezas plásticas

Defecto	Posible Causa	Corrección
Pieza Incompleta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poco material</li> <li>-Muy alta pérdida de presión en la colada/entrada</li> <li>-Insuficiente capacidad de carga de máquina</li> <li>- Escapes de gas del molde insuficientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dosificación</li> <li>Presión de compensación</li> <li>Temperatura del material</li> <li>Temperatura del molde</li> <li>Presión de inyección</li> <li>Velocidad de inyección</li> <li>Entrada</li> <li>Sección del canal de colada</li> <li>Cilindro o máquina</li> <li>Optimizar la ventilación del molde</li> </ul>
Rechupes	- Llenado insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presión de compensación</li> <li>Tiempo de compensación</li> <li>Cojín</li> <li>Dosificación</li> <li>Velocidad de inyección</li> </ul>
Burbujas, huecos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contracción volumétrica no compensada durante la fase de enfriamiento</li> <li>- Burbujas de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presión de compensación</li> <li>Tiempo de compensación</li> <li>Cojín</li> <li>Contra-presión</li> <li>Revoluciones del husillo</li> </ul>
Chispas de humedad	-Humedad residual del granulado muy elevada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secado de granulado</li> <li>Tiempo de secado por cumplir</li> </ul>

Defecto	Posible Causa	Corrección
Burbujas y estrías de aire formadas	-Contra-presión muy baja -Sobrecarga de la unidad de plastificación	Contra-presión Cilindro o máquina
Superficies mate	-Masa muy fría	Temperatura de la masa Temperatura del molde Velocidad de inyección
Zonas quemadas (efecto Diesel)	- Sobrecalentamiento del material por: 1.- Temperatura de espera del material 2.-Atrapamiento de aire 3.-Calentamiento por fricción en la inyección muy elevado	Temperatura de la masa Tamaño de la entrada Revoluciones del tornillo Tiempo de espera
Formación de rebabas y desbordes	-Fuerza de cierre muy baja. - Sobrellenado del molde  - Muy baja viscosidad	Fuerza de cierre Punto de conmutación a presión de compensación(cojín) Dosificación Velocidad de inyección Presión de compensación Fluidez
Líneas de unión	.Encuentro insuficiente de los flujos de masa	Temperatura de la masa Temperatura del molde Velocidad de inyección Ventilación Colada/Entrada
Chispeado plateado	-Chorro libre -Carga térmica de la masa muy elevada	Velocidad de inyección Temperatura de la masa Revoluciones de tornillo

Defecto	Posible Causa	Corrección
Tendencia a la rotura	-Recalentamiento del material  - Tensiones internas    -Sensibilidad a la entalladura - Impurezas	Temperatura de la masa Tiempo de espera Presecado de material Presión de compensación Velocidad de inyección Temperatura de la masa Temperatura del molde Temperatura de la masa Limpiar el cilindro, controlar pureza del material.
Dimensiones de la pieza muy grandes	-Muy poca contracción	Presión de compensación Temperatura de compensación Temperatura de la masa Temperatura del molde
Dimensiones de la pieza muy pequeñas	- Mucha contracción	Presión de compensación Temperatura de compensación Temperatura de la masa Temperatura del molde
Efecto de surcos de disco	-Alta resistencia de flujo dentro del molde	Temperatura de la masa Temperatura de la molde Velocidad de inyección

En la Fig. N° 14, se muestra algunos de los defectos más comunes que ocurren en las piezas plásticas inyectadas.




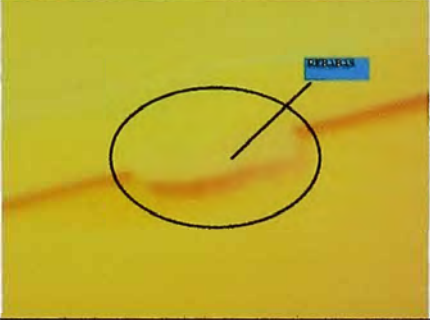
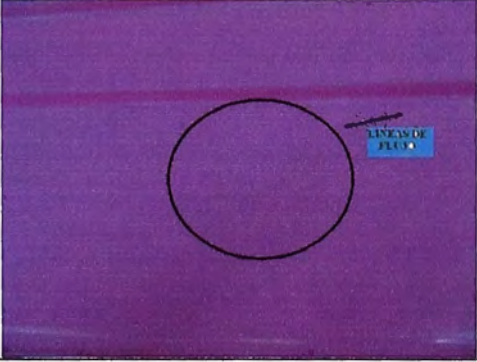
DEFECTOS EN PIEZAS PLÁSTICAS	REPRESENTACIÓN
Piezas Incompletas	
Burbujas y Rayaduras	
Blanqueado	
Rebabas	
Líneas de Flujo	

Fig. N° 14. Algunos defectos de piezas plásticas



## **IV. GESTIÓN DE CALIDAD**

### **4.1 Evolución de la Calidad**

La Calidad ha experimentado un profundo cambio hasta llegar a lo que hoy se conoce como Calidad Total, como sinónimo de sistema de gestión empresarial para conseguir la satisfacción de los clientes, los empleados, los accionistas y de la sociedad.

Más recientemente, el concepto de calidad ha trascendido hacia todos los ámbitos de la empresa y así actualmente se define como: Todas las formas a través de las cuales la empresa satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, sus empleados, las entidades implicadas financieramente y toda la sociedad en general.

En la Cuadro Nº 2 se muestra la evolución de la Calidad, pasando por varias etapas.

Inicialmente, se entendía como el concepto de hacer las cosas bien a cualquier precio.

En una siguiente etapa, de Revolución Industrial, era la realización de varias cosas, pero con Calidad.

En una tercera etapa el concepto cambió, produciéndose en cantidad, mientras más sea, era mucho mejor.

En la siguiente etapa, Calidad se convirtió en sinónimo de inspección durante la producción, para evitar o disminuir piezas defectuosas. Posteriormente apareció el concepto de Aseguramiento de la Calidad, cuya base son sistemas y procedimientos en la Organización. Actualmente el concepto de Calidad Total, se enfoca en la gestión administrativa dentro de la organización, cuyo fin es la satisfacción del cliente.

Cuadro N° 2 de la Evolución de la Calidad

Evolución de la Gestión de la Calidad		
ETAPA	CONCEPTO	OBJETIVO
ETAPA ARTESANAL	Hacer las cosas bien independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer al cliente.</li> <li>• Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho.</li> <li>• Crear un producto único.</li> </ul>
REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	Hacer muchas cosas no importando que sean de Calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer una gran demanda de bienes.</li> <li>• Obtener beneficios.</li> </ul>
SEGUNDA GUERRA MUNDIAL	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción. (Eficacia Plazo = Cantidad).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.</li> </ul>
POSTGUERRA (JAPÓN)	Hacer las cosas bien a la primera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar los costos mediante la Calidad.</li> <li>• Satisfacer al cliente.</li> <li>• Ser competitivo.</li> </ul>
POSTGUERRA (RESTO DEL MUNDO)	Producir, cuánto más mejor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra.</li> </ul>
CONTROL DE CALIDAD	Técnicas de inspección en Producción para evitar la salida de bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer las necesidades técnicas del producto.</li> </ul>
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	Sistemas y Procedimientos de la organización para evitar que se produzca bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer al cliente.</li> <li>• Prevenir errores.</li> <li>• Reducir costos.</li> <li>• Ser competitivo.</li> </ul>
CALIDAD TOTAL	Gestión de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacer tanto al cliente externo como interno.</li> <li>• Ser altamente competitivo.</li> <li>• Mejora continua</li> </ul>

#### **4.1.1 Control de la Calidad**

Es el conjunto de técnicas y procedimientos que sirven a la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas hasta la obtención de un producto de una calidad deseada.

Cuando se refiere a Control de la calidad, lo que interesa es comprobar la conformidad del producto con respecto a las especificaciones de diseño del mismo. El objetivo de las acciones de control de la calidad consiste en identificar las causas de la variabilidad para establecer métodos de corrección y de prevención y para lograr que los productos fabricados respondan a las especificaciones de diseño.

El Control de Calidad no es solo una serie de fórmulas estadísticas y de tablas de aceptación y control, ni está referido solo al departamento responsable del Control de Calidad. Para una dirección bien formada, el Control de Calidad representa una inversión que como cualquier otra actividad, debe producir rendimientos adecuados que justifiquen su existencia.

#### **4.1.2 Aseguramiento de la Calidad**

Es el conjunto de acciones planificadas y necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisficará los requisitos dados relativos a la calidad.

Para que el Aseguramiento de la Calidad sea efectivo, requiere de una evaluación continua de los factores que afectan a la calidad y las auditorias periódicas.

Todos los miembros de una empresa son responsables del Control de Calidad. Sea cual sea el trabajo que desarrolle una empresa o máquina, quien realiza el trabajo o maneja la

máquina es quien con mayor eficacia puede controlar la calidad e informar de la imposibilidad de alcanzar la calidad deseada para que se adopten medidas correctivas. Además aseguran que la realización de su trabajo es de excelente calidad, es decir ellos mismos ejercen su propia calidad y no esperan la llegada de otra persona a que evalúe su trabajo, muy independiente de que esto se realice.

#### **4.1.3 Calidad Total**

La Calidad Total es una estrategia de gestión a través de la cual la empresa satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, de sus empleados, de los accionistas y de toda la sociedad en general, utilizando los recursos del cual dispone: personas, materiales, tecnología, sistemas productivos, etc.

La Calidad Total significa un cambio de paradigmas en la manera de concebir y gestionar una organización. Uno de estos paradigmas fundamentales y que constituye su razón de ser es el perfeccionamiento constante o mejoramiento continuo. La Calidad Total comienza comprendiendo las necesidades y expectativas del cliente para luego satisfacerlas y superarlas, permitiendo ser competitivos a largo plazo y lograr la sobrevivencia. Una empresa necesitará prepararse con un enfoque global, es decir, en los mercados internacionales, y no tan sólo en mercados regionales o nacionales. Pues ser excelente en el ámbito local ya no es suficiente; para sobrevivir en el mundo competitivo actual es necesario serlo en el escenario mundial. Esto se logra con una participación activa de los involucrados en la organización hasta la Gerencia.

## 4.2 Sistemas de Calidad

En la Fig. N° 15, se muestra la pirámide del Sistema de Calidad, compuesta por 4 niveles de requerimientos para cumplir con la calidad deseada. Este enfoque es de tipo cascada, es decir que debe empezar por la política de calidad, luego el manual de calidad, en seguida los procedimientos, luego las instrucciones de trabajo y por último los registros

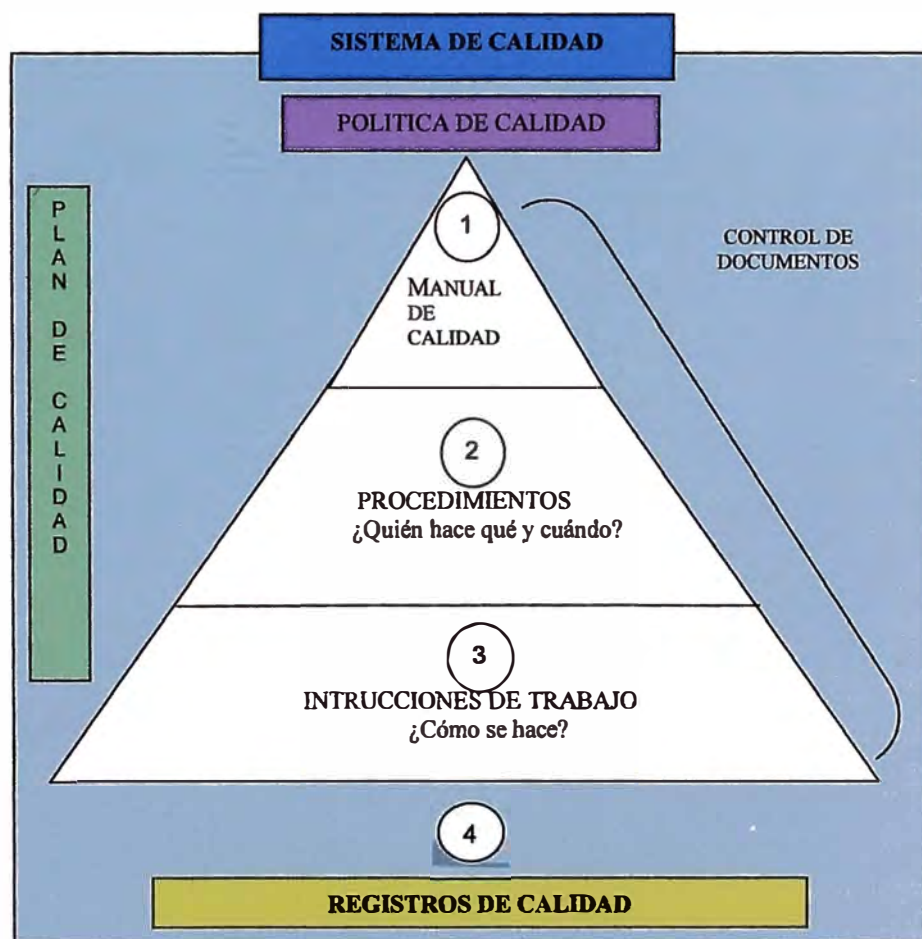


Fig. N° 15 Modelo Piramidal para el Sistema de Calidad

#### **4.2.1 Política de Calidad**

El propósito de una Política de Calidad es dar a los empleados y clientes una indicación inicial de las intenciones de la organización hacia la calidad. Esta política debe ser firmada por la jerarquía más alta de la organización, para demostrar su involucramiento, pero también es importante la actitud gerencial.

#### **4.2.2 Manual de Calidad**

Es un documento de política general, en el que se describe el enfoque de la organización para adecuarse a estándares de Calidad y asegurar el cumplimiento de la misma.

Su formato y estructura son decisión de la organización y dependerán de su tamaño, cultura y complejidad. Además, algunas organizaciones pueden elegir utilizarlo para otros propósitos (por ejemplo, fines comerciales). En definitiva, es un verdadero documento de trabajo.

El manual de calidad contiene: los objetivos de la organización, misión, visión, la estructura de la organización, los responsables de la misma, y los procedimientos de todas las áreas de la empresa.

#### **4.2.3 Procedimientos**

Son documentos que contienen la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones. Los procedimientos incluyen además los puestos o unidades que intervienen precisando su responsabilidad y participación. Suelen contener información y ejemplos de formularios, autorizaciones o documentos necesarios, máquinas o equipo de oficina a utilizar y cualquier otro dato que pueda ayudar al correcto desarrollo de las actividades dentro de la empresa. En los procedimientos se encuentran registradas y transmitidas

sin distorsión la información básica referente al funcionamiento y los pasos claramente definidos que permiten realizar una ocupación o trabajo correctamente.

Para adecuarse a las Normas de Estándares de Calidad, los procedimientos deberán contener la siguiente información:

1.- Propósito	Se planteará la razón de ser del procedimiento
2.- Responsabilidad	Especificará la función, área o personal al que aplica el procedimiento.
3.- Procedimiento	Se mostrará las acciones de personas y áreas involucradas en una actividad en particular (Quién, qué, cuándo, dónde).
4.- Definiciones	Definirá términos particulares encontrados en el procedimiento.
5.- Documentación	Incluirá formatos o reportes requeridos en el procedimiento.

#### **4.2.4 Instrucciones de trabajo**

Es el conjunto de todos los documentos que son esenciales para la operatividad del sistema de calidad, como las instrucciones operativas, manuales de uso de los equipos, especificaciones de producto, especificaciones para inspecciones, etc.

Tiene el tercer nivel, en la pirámide del Sistema de Calidad y detallan el desarrollo paso a paso, la forma de llevar a cabo un trabajo o tarea. Además que es eficaz como una herramienta de formación, ya que las personas aprenden mejor y más rápido

cuando se puede ver tanto las instrucciones de operación e imágenes.

Es importante recalcar que las instrucciones de trabajo tienen que estar visibles físicamente junto al operario en su puesto de trabajo.

En una instrucción de trabajo, se deberá contar con la siguiente información:

1.- Objeto	Que se propone establecer con la instrucción
2.- Alcance	Especificará las áreas, al cual aplica la instrucción de trabajo.
3.- Responsabilidades	Se mostrará a las personas involucradas y responsables del cumplimiento de una actividad en particular.
4.- Descripción de la actividad	Se mostrará las actividades a realizar de manera detallada (Paso a paso).
5.- Definiciones	Definirá términos particulares encontrados en el instructivo.

#### **4.2.5 Registros**

Son considerados el mecanismo de control de la Calidad, también se le denomina “el sostén de Calidad”.

Su contenido está compuesto por todos los documentos generados al utilizar los procedimientos o las instrucciones de trabajo.

La razón de ser de los registros es de quedar como prueba fehaciente que se realizaron los controles respectivos y



demostrar mediante datos que el producto que es entregado al cliente cumple con los estándares de calidad, a través del Certificado de Calidad.

Para seguir los lineamientos de estándares de Calidad, los registros deberán mostrar la siguiente información.

Esta información es general, dependerá de la organización los puntos que requiera resalta.

1.- Fecha	Se emitirá obligatoriamente datos de fecha y hora de registro en los formatos de acuerdo a la actividad realizada
2.- Alcance	Especificará el área involucrada en el registro de datos de las actividades de trabajo.
3.- Responsabilidades	Se mostrará a las personas involucradas en el manejo de los formatos.
4.- Parámetros	Se mostrará los valores encontrados o medidos en la actividad realizada

## **V. IMPLEMENTACION DE PROCEDIMIENTOS DE ESTANDARES DE CALIDAD**

Para mejorar la calidad de un producto plástico y mantener el nivel de dicha calidad o superarla, es necesario mantener el control de la producción, desde el material que se utiliza hasta la forma de almacenamiento, y tener por escrito los controles en el proceso, es decir en la materia prima, en las piezas plásticas en producción y en el producto final. Para lo cual se recomienda el desarrollo de procedimientos, instructivos y registros, para evaluar el proceso y tomar medidas preventivas en la producción y disminuir o eliminar las medidas correctivas.

Se mostrará a continuación los controles de calidad en las 3 fases del proceso de inyección de productos plásticos.

### **5.1 Control de Materia Prima**

En gran parte, el desempeño de un producto plástico ante diversas condiciones y combinaciones de carga, temperatura y ciclo de uso, depende del comportamiento del material con el cual fue fabricado.

La calidad y la durabilidad de un producto plástico dependen de las características de la resina a utilizar. Por ello el fabricante de material deberá garantizar que las características de la resina y pigmentos o masterbatch no difieren de manera significativa de un lote a otro. Las propiedades de la resina nos informan que tipo o grado de material dentro de la amplia variedad de las mismas, se deben utilizar para diferentes productos.

### 5.1.1 Procedimiento para el Control de Materia Prima Nueva

Para un mejor control de un nuevo tipo de resina o colorante que será por primera vez utilizada en el proceso de inyección y que llega a los almacenes de materia, se implementará un procedimiento de Calidad como el que se muestra a continuación:

Procedimiento N°1	Control de Materia Prima Nueva	Fecha:
Descripción		Responsable
1.-Antes de enviar la Orden de Compra por un significativo lote de resina, el departamento de Compras deberá enviar la ficha técnica de la resina en prueba (Anexo N° 2) y una muestra física (dos bolsas de 25 kg. cada una.), y en el caso de colorantes 2 kilogramos, al área de Calidad para su respectiva revisión, verificación y conformidad.		Jefatura de Logística
2.-Una vez que se cumpla lo indicado en el punto 1. El personal de Calidad (Inspector) realizará la verificación del Índice de Fluidez de la resina, bajo las condiciones de trabajo de una fábrica de plásticos. A través de la utilización del equipo denominado Plastómetro. (Anexo N° 3).		Inspector de Calidad
3.-Terminada dicha verificación, se llevará la muestra física de la resina para que se mezcle con otra y se procederá a inyectarse en un molde que se encuentre en operación y cuya fórmula implique dicho material.		Supervisor de Producción
4.- Una vez inyectado el producto, que contiene el material en prueba, se procederá a realizar las pruebas de impacto correspondiente (Anexo N° 4).		Inspector de Calidad

5.- Con respecto al colorante, se realizará la mezcla con una formulación de resina que se encuentra en producción, se inyectará y se realizará la prueba visual de acuerdo al patrón de color establecido		Supervisor de Producción y Inspector de Calidad
6.- El área de Calidad deberá enviar una Constancia de Aprobación de la resina en cuestión hacia el área de Compras, para su respectiva adquisición		Inspector de Calidad
Documento	Formato de Entrada de nuevo Material	Jefatura de Calidad

### 5.1.2 Procedimiento para el Control de Materia Prima estándar en planta

Para verificar que el producto tenga la mezcla correcta y no ocurra el moldeo de piezas defectuosas por incorrecta formulación, se recomienda el siguiente procedimiento, que deberá ser cumplido por el personal de Calidad:

Procedimiento N°2	Control de Materia Prima Estándar	Fecha:
Descripción		Responsable
1.-El inspector de calidad deberá verificar la correcta formulación de mezcla de resina de acuerdo a la Orden de trabajo entregado por Planeamiento, como parte de la rutina de inspección. La inspección se realizará cuatro veces en cada turno (turno de 8 horas).		Inspector de Calidad y Supervisor de Planeamiento
2.-El inspector de calidad revisará el documento de formulación de mezcla e inspeccionará el cumplimiento de la misma en el área de Mezclado, junto con el Supervisor de planta que se encuentre en el turno.		Inspector de Calidad y Supervisor de turno

3.-Revisará el formato de llenado de material, de acuerdo a lo mezclado, para verificar el registro de la correcta información.		Inspector de Calidad
4.-Una vez terminada la inspección, y verificación de formulación en la zona de Mezclado, el Inspector anotará lo revisado en su registro de turno		Inspector de Calidad
5.-El inspector de calidad seguirá su revisión en otras áreas dentro del proceso y retornará al área de mezclado, dentro de 2 horas para una nueva inspección.		Inspector de Calidad
Documentación	Formato de registro en el mezclado	Personal de Mezclado

### 5.1.3 Registro para el área de Mezclado

El registro que se recomienda para tener control y verificación de que se está cumpliendo con lo descrito y entregado en la hoja de requerimiento de material, por parte del área de Planeamiento, deberá contener lo siguiente: fecha, turno, el producto cuyo material de preparación se está realizando, el tipo de material (incluye el nombre comercial), el porcentaje de aplicación en mezcla, también se incluye en este formato al colorante (pigmento o masterbatch) que se está utilizando y el responsable de la mezcla de material. A continuación se plantea el siguiente formato de registro.

### Formato para el área de Mezclado

Fecha	Turno	Producto	Tipo de material	%	Kg de material	Responsable
15.04.10	1					
15.04.10	2					
15.04.10	3					
16.04.10	1					
16.04.10	2					
16.04.10	3					
17.04.10	1					
17.04.10	2					
17.04.10	3					
18.04.10	1					
18.04.10	2					
18.04.10	3					
19.04.10	1					
19.04.10	2					
19.04.10	3					
20.04.10	1					
20.04.10	2					
20.04.10	3					
21.04.10	1					
21.04.10	2					
21.04.10	3					
22.04.10	1					
22.04.10	2					
22.04.10	3					
23.04.10	1					
23.04.10	2					
23.04.10	3					
24.04.10	1					
24.04.10	2					
24.04.10	3					

## 5.2 Control en piezas plásticas en producción

Dentro del proceso de producción, se debe controlar las posibles causas de inyección de piezas defectuosas durante el proceso productivo. Este control deberá ser más preventivo que correctivo.

A continuación se recomienda los siguientes controles:

### 5.2.1 Procedimiento para el Control de piezas plásticas en producción

Se implementará el procedimiento con el cual se determinará la inspección del personal de Calidad, durante el proceso de inyección. Asimismo se inspeccionará la calidad de las piezas que se están produciendo y los defectos de las mismas, así como también las posibles soluciones. Se recomienda el siguiente procedimiento:

Procedimiento N°3	Control de Piezas Plásticas en producción	Fecha:
Descripción		Responsable
1.-El inspector de calidad deberá tener información sobre los moldes que se encuentren en máquina y los colores que se están inyectando, mediante el documento de programación entregado por Planeamiento.		Inspector de Calidad
2.-Empezará su rutina de trabajo, verificando la correcta formulación de la mezcla de resina para la inyección. Terminada la primera ronda en el área de mezclado, empezará por las máquinas en proceso.		Inspector de Calidad

3.-Tomará 3 unidades de piezas inyectadas, directamente de las máquinas de inyección y revisar visualmente la pieza.		Inspector de Calidad
4.-Realizar los controles de calidad designado en el formato de Inspección de pieza inyectada, para lo cual tendrá una guía para poder sugerir soluciones prácticas o mejoras para evitar piezas o productos no conformes. Se sugerirá y coordinará con el supervisor de turno para que puedan realizar los cambios necesarios.		Inspector de Calidad
6.-Anotar en el cuaderno de ocurrencias lo más resaltante que sucedió en el turno y la coordinación con el supervisor de turno y los cambios realizados		Inspector de Calidad
Documentación	Formato de Pruebas de piezas plásticas	Inspector de Calidad

### **5.2.2 Instrucción de trabajo para el Control de piezas plásticas en producción**

La instrucción de trabajo que se recomienda implementar como parte del trabajo de rutina del Inspector de Calidad, se mostrará a continuación.

En la instrucción, se mostrará cada actividad que deberá realizar el Inspector de Calidad durante el desarrollo del turno de trabajo.



<b>Instructivo</b> N° 1	<b>Control de Piezas Plásticas en producción</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Área</b>	<b>Departamento de Calidad</b>	<b>Responsable</b>
<b>Descripción de la actividad</b>		
1.-El inspector de calidad realizará su inspección, por todas las máquinas de inyección durante su turno. Tomará muestras de cada máquina de inyección, para realizar la inspección visual y tomar peso (kilogramos), medidas (milímetros).		Inspector de Calidad
2.-En caso de encontrar algún defecto en el proceso de inyección de alguna pieza, comunicar inmediatamente al supervisor de turno para la corrección respectiva, especificando la falla.		Inspector de Calidad
3.-Mientras el defecto persiste, el inspector de calidad podrá tomar la decisión acerca de la falla de las piezas, determinando si es ACEPTABLE O NO ACEPTABLE, y persistirá en la mejoría a través de una papeleta de Calidad.		Inspector de Calidad
4.-Si no ocurre alguna mejoría para eliminar o disminuir el defecto de la pieza, se pedirá parar la máquina para la revisión respectiva del molde o máquina a cargo del área de Mantenimiento.		Inspector de Calidad
5.-Separará las piezas que tengan el defecto, para ser evaluadas y darle tolerancia o corrección, de lo contrario se enviarán al área de molienda para su posterior uso.		Inspector de Calidad
6.-Después de que el área de Mantenimiento haya revisado la máquina y/o molde, y solucionado la falla, en el reinicio de la producción, el inspector de calidad tomará muestras a partir de la quinta pieza hasta la décima pieza, para la verificación de la corrección de la falla y continuar con al producción		Inspector de Calidad

### **5.2.3 Registro para el Control de piezas plásticas en producción**

Se plantea el siguiente modelo de registro para el Control de piezas plásticas.

Los campos que se deberán registrar como prueba de que se realizaron los controles son: fecha, turno, nombre del Inspector de Calidad.

Asimismo, se anotará el producto a controlar, el material que está utilizando o la mezcla de resina y la máquina en la que está produciendo

De la pieza inyectada se registrará la capacidad y dimensiones de la misma.

De las consideraciones, se registrará el número de cavidades, puntos de inyección y apariencia del producto. También se tomará en cuenta el empaque y apilamiento.

En las pruebas de control se anotará el resultado de las pruebas de apilamiento, resistencia y uso.

En observaciones, se describirá los defectos que podrían presentar la pieza inyectada, también se colocará el peso y color de la pieza; además se colocará del nombre del operario que realizó la inyección de la pieza. Al final se registrará si la pieza es conforme o no conforme.

### Ficha de Prueba

<b>TURNO:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>INSPECTOR:</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION:</b>	<b>MAQUINA:</b>
<b>PROCEDENCIA FABRICANTE</b>	Perú	
<b>PRODUCTO</b>		
<b>MATERIAL</b>		
<b>CAPACIDAD</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	Altura Total _____ Diámetro Superior _____	
<b>CONSIDERACIONES</b>	N° de cavidades <input type="checkbox"/> N° de puntos de inyección <input type="checkbox"/> Apariencia: sólida ----- transparente -----	
<b>EMBALAJE</b>	<input type="checkbox"/> Bolsa <input type="checkbox"/> Bolsa Manga <input type="checkbox"/> Base Menaje <input type="checkbox"/> Caja Menaje	
<b>BOLSAS DE EMPAQUE</b>		
<b>CANTIDAD DE EMPAQUE</b>		
<b>APILAMIENTO</b>		
<b>PRUEBAS DE CONTROL</b>		
<b>PRUEBAS DE RESISTENCIA</b>		
<b>PRUEBAS DE USO</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>PESO</b>	<b>Color</b>	
<b>OPERARIO</b>		
<b>ACABADO</b>	<b>PRUEBA</b>	
<input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Mal <input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Desaprobado	

### 5.3 Control en el Producto Final

La calidad de un producto no solo debe ser controlado en el inicio y durante la transformación, sino también antes de la distribución al consumidor final (el cliente).

Se implementará el siguiente procedimiento para un mejor control del producto final, y que inicialmente será la base para la emisión de la especificación técnica del producto y que una vez definido lo anterior, este procedimiento servirá para emitir el certificado de los lotes fabricados.

#### 5.3.1 Procedimiento para el Control en el producto final

Procedimiento Nº4	Control en el Producto Final	Fecha:
Descripción		Responsable
1.-El inspector de calidad se encargará de darle Visto Bueno al lote de producción que acaba de terminar de inyectarse, para lo cual revisará el formato de despacho (Anexo Nº 5).		Inspector de Calidad
2.-Terminada la revisión, el Inspector de Calidad colocará al lote producido, la etiqueta con rótulo “DESPACHO”, que significará que el lote está listo para traslado hacia el almacén de productos terminados		Inspector de Calidad
3.-Durante el tiempo que se encuentre el lote de producción en el almacén de productos terminados, el Inspector de Calidad en compañía del Jefe de almacén o el personal que se designe, revisará el apilamiento del lote para evitar roturas del producto final.		Inspector de Calidad y Jefatura de Almacén de Productos Terminados

4.-Antes del despacho y distribución del producto final y una vez revisado por el personal de Calidad. El área de Calidad emitirá un Certificado de Calidad, que implica que el producto que recibirá el cliente cumple con todas los estándares de calidad para su uso.		Inspector de Calidad
Documento	Formato de Especificaciones Técnicas	Jefatura de Calidad

### **5.3.2 Instrucción de trabajo para el Control en el producto final**

El instructivo que se recomienda implementar, para el mejor funcionamiento en el control de producto terminado, deberá contener todos los pasos que se deberán realizar para que el Inspector de Calidad u otra persona que sea designada, pueda realizar el trabajo de manera correcta.

En ella, el personal encontrará detalladamente las actividades a realizar, ya sea en planta antes el despacho del lote al almacén de productos terminados o el despacho y distribución al cliente.

Instructivo N° 2	Control en el Producto Final	Fecha:
Área	Departamento de Calidad	Responsable
Descripción de la actividad		
1.-El inspector de calidad revisará los paquetes del lote de producción de manera aleatoria, comprobará a través de la ficha de lote, los colores y cantidades.		Inspector de Calidad
2.-El inspector revisará el lote en un 80% de su totalidad, para poder concluir que el lote está listo para su despacho hacia el almacén de productos.		Inspector de Calidad
3.-En el almacén de productos terminados, el Inspector deberá realizar revisiones a los lotes de producción, tendrá en cuenta el apilamiento, orden y limpieza de los mismos hasta la distribución al cliente		Inspector de Calidad
4.-Durante el despacho hacia el cliente, el inspector de Calidad deberá verificar que los productos que se incluye en el despacho se encuentren en correctamente etiquetados, con el empaque y embalaje adecuado, además del correcto apilamiento en el transporte.		Inspector de Calidad
5.-Una vez realizado lo mencionado en el ítem N° 4, el área de Calidad emitirá un Certificado de Calidad, ratificando que los productos que serán entregados cumplen con las normas de Calidad.		Inspector de Calidad

### **5.3.3 Formato para la Hoja de Especificaciones Técnicas**

Todos los controles de calidad realizados desde la llegada del material hasta el producto final tienen como finalidad la emisión de la Especificación Técnica de Calidad.

Se recomienda el siguiente modelo de especificación técnica del producto final, en la cual se detalla puntos muy importantes como:

- El material utilizado para fabricar el producto, no es necesario colocar la formulación, ya que este es el know how de cada organización.
- Los insumos que lleva es dice etiquetas, bolsas, empaques
- El nombre del proceso de fabricación.
- En la descripción del producto se detalla la capacidad, peso, dimensiones, color y otro tipo de detalle como la impresión.
- También, se nombra los tipos de pruebas de calidad ( visual, estético, de impacto, apilamiento) que se realizan en el producto durante el moldeo.
- Si el producto tiene impresión, también se realiza las pruebas de Calidad.

## ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

ITEM	DESCRIPCION
<b>MATERIAL</b>	
<b>OBSERVACIONES DEL MATERIAL</b>	Resina aprobada por FDA
<b>INSUMOS</b>	
<b>TIPO DE PROCESO</b>	
<b>CAPACIDAD</b>	
<b>PESO</b>	
<b>DIMENSIONES</b>	
<b>COLOR</b>	
<b>IMPRESION</b>	
<b>OTROS</b>	
<b>PRUEBAS DE CALIDAD EN EL MOLDEO</b>	
<b>PRUEBAS DE CALIDAD EN LA IMPRESION</b>	
<b>NOTA IMPORTANTE</b>	
Las especificaciones descritas no podrán ser modificadas sin la debida aprobación escrita de Dpto. de Calidad. Todos los insumos serán inspeccionados en la recepción.	



## **VI. CONCLUSIONES**

1. La inyección es un proceso de fabricación de un producto; es fundamental asegurar que el producto que recibe el cliente cumpla con todos los requisitos solicitados y la única manera es aplicando los estándares de calidad en todo el proceso.
2. La Calidad permite tener un control más preventivo que correctivo en todas las áreas de la organización, ya que las personas que laboran en la organización realizan un autocontrol de calidad en las actividades que ellos mismos realizan.
3. La Calidad Total incluye también Seguridad y Salud del empleado, para que pueda desempeñarse mejor y elevar el nivel de Calidad.
4. Es necesaria la aplicación del Sistema de Gestión de Calidad, no solo en el área de proceso, sino en toda la organización.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se debe capacitar a los Inspectores de Calidad en campos anexos al de la Calidad, como mantenimiento, matricería, control de procesos, ya que teniendo los conocimientos básicos de estos temas, la labor sería más eficiente.
2. Los estándares de Calidad se deben seguir como una forma de control en todas las etapas de producción, que a la vez mejora el rendimiento operacional en el proceso.
3. Los procedimientos que se implementen deben estar bien definidos y documentados, puesto que mejoran la consistencia de los resultados, disminuye el índice de defectos y se corrigen a tiempo y a menor costo.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Carot V.,” Control Estadístico de la Calidad”, Primera Edición, Impresión REPROVAL SL, Valencia- España, 1998, Pág. 354-357
2. Wolthand F., Hubert H., Schirber H., Schlor N,” Plastics Science”, Cuarta Edición, Editorial Vogel Buchverlay, Alemania, 2002, Pág. 231 237, 239)
3. Schwarz O., Furth B.,”Processing of Plastics “, Tercera Edición, Editorial Vogel Bucherlay , Alemania, 2005,Pág. (380 – 400)
4. Richardson & Lokensgard, “Industrial Plastics”, Tercera Edición, Editorial Delmar Publishers Inc. an International Thomson Publishing Company, Stanford, 1997, Pág. (280 – 331)
5. Servat A.,”Aplicación del ISO 9000 y cómo implementarlo”, Editorial Addison Wesley Iberoamericana S.A,USA, 1995,Pg. 64-70
6. BASA,”Curso de especialización: Tecnología de Moldeo por inyección”, Primera Edición, Editorial Navarrete, Perú, 1996, Pág. 10
7. Hernández O., “Manual práctico de inyección de plásticos”, Segunda Edición, Editorial Centro Empresarial del plástico, México, 2004,Capítulo 5
8. Bodini G.; Cacchi F., “Moldes y máquinas de inyección para la transformación de plásticos”, Segunda Edición, Editorial Mc Graw Hill- Interamericana,México, 1992,Pg. 50-100; 183- 225; 280-294
9. <http://arr.carm.es/Agencia/doc/CertificadoDeCalidad.pdf>
10. <http://www.mailxmail.com/curso-manual-inyeccion-plasticos/proceso-inyeccion>

## IX. ANEXOS

### ANEXO N° 1

#### 1.-Métodos simples para identificar plásticos

A menudo se plantea la siguiente interrogante acerca del material del cual está hecho un producto. Lo mismo sucede con los plásticos, ya que existen un gran número y variedad de estos, sobre todo de los materiales compuestos.

Las propiedades de los plásticos puros se modifican por medio de la copolímerización, así como por los aditivos.

Sin embargo se puede determinar que tipo de plástico contiene una muestra desconocida mediante algunos métodos.

#### 1.1 Método Visual

La apariencia externa, el tacto, el rasguño, así como el flexionado continuo, dan indicios sobre determinados grupos de plásticos.

Los plásticos sin colorear y sin cargas son transparentes o poseen un color propio lechoso y turbio (Tabla I). Por medio del tacto se puede detectar una textura típica tipo cera: polietileno, polipropileno, POM (polioximetileno, conocido también como poliacetal), PTFE (politetrafluoretileno). En la tabla I, se muestra la apariencia de algunos plásticos

Tabla I Apariencia óptica de algunos plásticos

Apariencia óptica	Polímero	Nombre
Transparente	PVC	Policloruro de vinilo
	PS	Poliestireno
	CAB	Acetato butílico de celulosa
	PC	Policarbonato
Turbio lechoso/opaco	PE	Polietileno
	PP	Polipropileno
	ABS	Acrilonitrilo-butadienestireno
	PA6	Nylon 66
	POM	Polioximetileno
	PTFE	Politetrafluoretileno

El Polietileno queda marcado con la aplicación de la uña, algunos plásticos son duros y rígidos como el poliéster, metacrilato y otros muy flexibles como el PVC.

La forma de rotura de los plásticos genera una división a grandes rasgos:

- No rompen: PP, PE, PVC.
- Rotura Blanca (sobre todos en muestras plásticas de colores oscuros): PVC, ABS, mezcla de polímeros a base de PVC/PE-Clorado y ABS/PC.

## **1.2 Densidad**

La densidad de los polímeros depende de la ramificación de la estructura molecular, es decir los polímeros ramificados tienen menor densidad que los polímeros de cadena lineal aunque tengan el mismo peso molecular. Esto se debe a que las ramificaciones interfieren con la eficacia de empacamiento de las cadenas de polímeros disminuyendo la transparencia pero mejorando las propiedades mecánicas.

Los plásticos pueden identificarse por la densidad, para esto se usa el método de flotación, en el cual se coloca la muestra en agua y soluciones de densidades conocidas. La densidad es aquella del líquido en el cual la muestra flota.

Para una mejor humectación de la muestra se recomienda agregarle al líquido un humectante para bajar la tensión superficial.

En la Tabla II se muestran algunas soluciones con la densidad que se pueden utilizar para estas pruebas.

Tabla II Soluciones con diferentes densidades

Composición de la solución en porcentaje del peso	Densidad g/ml
52% etanol + 48% agua destilada	0.91
37% etanol + 63% agua destilada	0.94
100% agua destilada	1
44% glicerina + 56% agua destilada	1.1
93% glicerina + 7% agua destilada	1.2
27% soda cáustica + 73% agua	1.3
37% soda cáustica + 63% agua	1.4
solución saturada de cloruro de zinc	2.01

### 1.3 Solubilidad

Debido al comportamiento de los plásticos frente a solventes se puede obtener otra clasificación de plásticos: solubles y no solubles.

Los termoplásticos son solubles en algunos solventes. Para tener solubilidad son decisivas: la estructura del polímero (ramificación y cristanilidad) y la masa molecular media. Por otro lado, la velocidad de disolución es influenciada por los siguientes parámetros:

- Superficie específica
- Temperatura
- Velocidad de difusión

En la Tabla III se muestran a algunos polímeros plásticos y los sistemas en los que son solubles.

Tabla III Solubilidad y no solubilidad de polímeros

Plástico	Soluble en	No soluble en
PE, PP	p-Xielno, ,Triclorobenceno	Acetona,alcoholes de cadena corta
PS	Benceno, Tolueno,Cloroformo, Ciclo hexanona, Cloruro de metileno,Acetona	Alcoholes de cadena corta
PA	Acido fórmico, m-cresol, acido sulfúrico concentrado	Metanol, hidrocarburos
PET	m- cresol,nitrobenceno,ácido acético triclorado	Metanol,Acetona,hi drocarburos alifáticos
PVC	Tetrahidrofurano,ciclohexanona, dimetilformamida	Metanol,Acetona,H eptano
PMMA	Cloroformo,acetona,acetato de etilo,tolueno	Metanol, di-etil-éter

Para las pruebas de solubilidad, se necesita un tubo de ensayo adecuado. Se pica finamente la muestra en trozos (con trozos grandes el proceso de solución se vuelve lento) de aprox. 100 g. y se mezcla con el solvente, por un tiempo de 24 horas. Luego se observa y se agita de tanto en tanto. A menudo se observa, previo a la disolución, un fuerte hinchamiento, lo que indica que se trata de una disolución muy lenta de la muestra.

## 1.4 Comportamiento Térmico

De acuerdo al comportamiento del calor, los termoplásticos se ablandan a medida que se aumenta la temperatura y funden antes de descomponerse y los elastómeros por el contrario pasan de estado sólido directamente a la descomposición.

Los termoplásticos amorfos no muestran, al fundirse, ningún rango marcado de temperaturas, mientras que los semicristalinos se distinguen por un rango muy estrecho de fusión de los cristales. Cuando los termoplásticos semicristalinos no están coloreados ni poseen agregados, se puede ver claramente el pasaje de su estado inicial turbio lechoso al estado fundido transparente.

En la Tabla IV se muestra los tipos de plásticos con su respectivo rango de fusión.

Tabla IV Rangos de fusión de cristales de algunos termoplásticos

Plástico	Rango de fusión °C
PE baja densidad	105 a 120
PE alta densidad	125 a 135
PP	165 a 170
POM	175 a 185
PA 12	178 a 182
PA 11	184 a 186
PA 6 10	210 a 215
PA 6	215 a 220
PA 66	250 a 260
PET	250 a 260



#### **1.4 Prueba de quemado y olor**

Uno de los procedimientos más importantes y sin embargo más simples para identificar diversos plásticos es la prueba de la llama, que consiste en mantener una pieza del material de muestra en una pequeña llama abierta por un corto tiempo (2 minutos aproximadamente). El color de la llama, el hecho de que el material muestra todavía se queme después de sacarlo de la llama, la formación de burbujas o goteo fundido, si la llama desprende humo o no, así como el color de los humos una vez que se haya apagado la muestra, constituyen características propias de una familia de plástico.

Esto es posible si no están modificados fuertemente por aditivos (sobre todo de aditivos antillama y plastificantes).

En la Tabla V se muestra las características de los plásticos cuando son sometidos a la prueba de la llama.

Tabla V Características de algunos plásticos con la prueba de la llama

Plástico	Ensayo/ calentando un tubo de ensayo		Ensayo a la llama	Olor de las emanaciones cuando se ha apagado la llama	Solubilidad
	Reacción de la muestra	Reacción de las emanaciones	Reacción de las muestras y color de la llama		
<b>1. Poliolefinas</b>					
Polietileno(PC)	Se funde incoloro, emanaciones poco visibles	Neutra	Llama brillante con centro azul, el material gotea, se quema dentro y fuera de la llama	Como de una vela apagada (cera parafina)	No se disuelve en la mayoría de los disolventes corrientes, se hincha cuando se expone a compuestos
Polipropileno	El polipropileno es semejante al polietileno. La superficie de PP causa una sensación de seca a diferencia del PC y no produce la sensación de ser una cera. El PP tiene un mayor punto de fusión y menos gravedad que el PC.				aromáticos se disuelve en tetralina hirviendo

## 2. Derivados de la celulosa

Celulosa regenerada	Se disuelve, se carboniza	Neutra	Llama brillante, como de papel que se quema, arde fuera de la llama	A papel quemado	No se disuelven en los disolventes orgánicos, se ablanda en el agua
Nitrato de celulosa (CN)	Se disuelve rápidamente	Ácido	Llama brillante, arde vivamente, arde fuera de la llama, humos pardos	A oxido nítrico, alcanfor	Se disuelven en acetato de etilo, no se disuelven en compuestos aromáticos ni alifáticos (gas) algunos tipos se disuelven en alcohol etílico
Acetato de celulosa (CA)	Se funden, se disuelven, se vuelven negro	Acido	Se quema chispeando con color verde amarillento, arde fuera de la llama, humo negro.	A papel quemado y acido acético	
Acetobutirato de celulosa (CAB)	Se funde, se disuelve, se vuelve negro	Ácido	Arde con color amarillo brillante, gotas que arden, arde fuera de la llama, unos pocos humos negros	A mantequilla estropeada( acido butírica), papel quemado	Se disuelven en cloruro de metileno/metano 9:1 no se disuelven en alifáticos, aromáticos o alcoholes

**ANEXO N°2**  
**Ficha técnica de Materia Prima**



**BOLETIN TÉCNICO**

*Impulsamos su crecimiento con Tecnología y Servicio*

**Tipo** Homopolímero  
**Nombre de producto** Propilco 20H92N

**Descripción de producto:** Propilco 20H92N es un Polipropileno de alta rigidez y rápidos ciclos de moldeos.

**Características:** Fácil procesamiento .Producto uniforme. Excelente color .Estable durante el proceso. Alta rigidez.

**Recomendado para:** ser usado en el proceso de inyección en muebles y propósito en general

Propiedades	Unidades	Unidades SI	Método ASTM
Índice de fluidez (230°C- 2.16 kg.)	22 g/10 min	11 g/10 min	D 1238
Resistencia máxima a la tracción(50 mm/min)	5500 psi	38 MPS	D 638
Elongación al punto de cedencia (50 mm/min)	8%	8%	D 638
Modulo de flexion(1.3 mm/min)	285000 Psi	1964 Mpa	D790A
Impacto Izod con ranura ( 23°C,73°F)	0.4 pie-lib/pulg.	21.4 J/m	D 236
Dureza,Rockwell	109R	109R	D 783

Los valores indicados son promediados y no deben ser interpretados como especificaciones del producto. Estos valores podrían ajustarse con los datos adicionales acumulados.

**IMPORTANTE:** La presente información corresponde a valores típicos y debe entenderse como una guía en el comportamiento y aplicabilidad de nuestras resinas. En vista de los muchos factores que pueden afectar el proceso y aplicación, esta información no exonera al procesador de llevar a cabo sus análisis y experimentos.

**Recomendaciones antes de usar un producto de Propilco:** Sugerimos que cuando utilice un PP de Propilco S.A por primera vez , realice ensayos en cantidades industriales adecuados para que examine las posibilidades de usar nuestro producto en todas las etapas de su proceso.

### **ANEXO N° 3**

#### **PLASTOMETRO**

El medidor del índice de fluidez, MFI (por el nombre en inglés, Melt Flow Indexer), es uno de los primeros instrumentos que un procesador de resinas plásticas debe adquirir para verificar la calidad de la materia prima.

El medidor de índice de fluidez es un instrumento requerido si se desea trabajar con normas de aseguramiento de la calidad ,puesto que la prueba se emplea para verificar el estado de la materia prima que entra a las máquinas de procesamiento, sea esta virgen o reutilizada. La medición del índice de fluidez se rige por el estándar ASTM D 1238(anexo N°4). Esta es una prueba relativamente simple que mide la cantidad de resina fundida que fluye a través del equipo, que en el argot de la industria recibe el nombre de plastómetro. Esta medición se puede hacer en términos de peso (método A) o de volumen (método B) y se hace en una unidad de tiempo de 10 minutos, con una carga y temperatura determinadas. La carga se aplica sobre la resina fundida a manera de un peso constante, para obligarla a pasar a través de un orificio de dimensiones estándar. La temperatura se escoge de acuerdo con la resina a ensayar y está especificada en las normas. Junto con la cantidad recogida en 10 minutos se reporta también la carga aplicada y la temperatura empleada en la prueba.



Fig. N° 13 El instrumento denominado Plastómetro

## **ANEXO N° 4**

### **Implementación de Prueba de Impacto**

El Inspector de Calidad seguirá la siguiente instrucción de trabajo para realizar la prueba de impacto, que tiene como objetivo, comprobar la resistencia de la pieza plástica de acuerdo a lo requerido por los estándares de calidad y/o por el cliente.

<b>Procedimiento N°4</b>	<b>Control en el Producto Final</b>	<b>Fecha:</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
	1.- El Inspector de Calidad, llevará 3 muestras de la pieza inyectada hacia la zona de Pruebas de Calidad.	Inspector de Calidad
	2.- El Inspector tendrá todo los instrumentos necesarios para poder realizar la prueba en zona de Calidad.	Inspector de Calidad
	3.- La primera prueba consistirá en colocar la pieza inyectada en una base sólida. El inspector subirá hasta una altura determinada y dejará caer bolas de acero de diferentes pesos sobre la pieza inyectada, varias veces de acuerdo a normas de estándares de Calidad.	Inspector de Calidad
	4.- La siguiente prueba, consistirá en dejar caer la pieza inyectada a una altura por encima de 1.5 metros	Inspector de Calidad
	5.- El Inspector realizará las mismas pruebas a las otras 2 muestras de las piezas inyectadas.	Inspector de Calidad

**ANEXO N° 5**

**Formato de Despacho de \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_**

PRODUCTO		OBSERVACIONES
Fecha - Lote		
Visual		
Color		
Etiquetado		
Empaque		
Rotulado		
Despacho	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	