



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ESTANDARIZACIÓN DE RUTAS DE TRABAJO PARA EL TALLER
DE FABRICACIÓN DE MOLDES**

Autor

Juan Esteban Zapata Torres

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Medellín, Colombia

2019



**ESTANDARIZACIÓN DE RUTAS DE TRABAJO PARA EL TALLER DE FABRICACIÓN
DE MOLDES**

EMPRESA SIMEX S.A.S

JUAN ESTEBAN ZAPATA TORRES

**INFORME DE PRÁCTICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

ASESOR PRÁCTICA ACADÉMICA

María Elena Bedoya Gómez



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803
FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

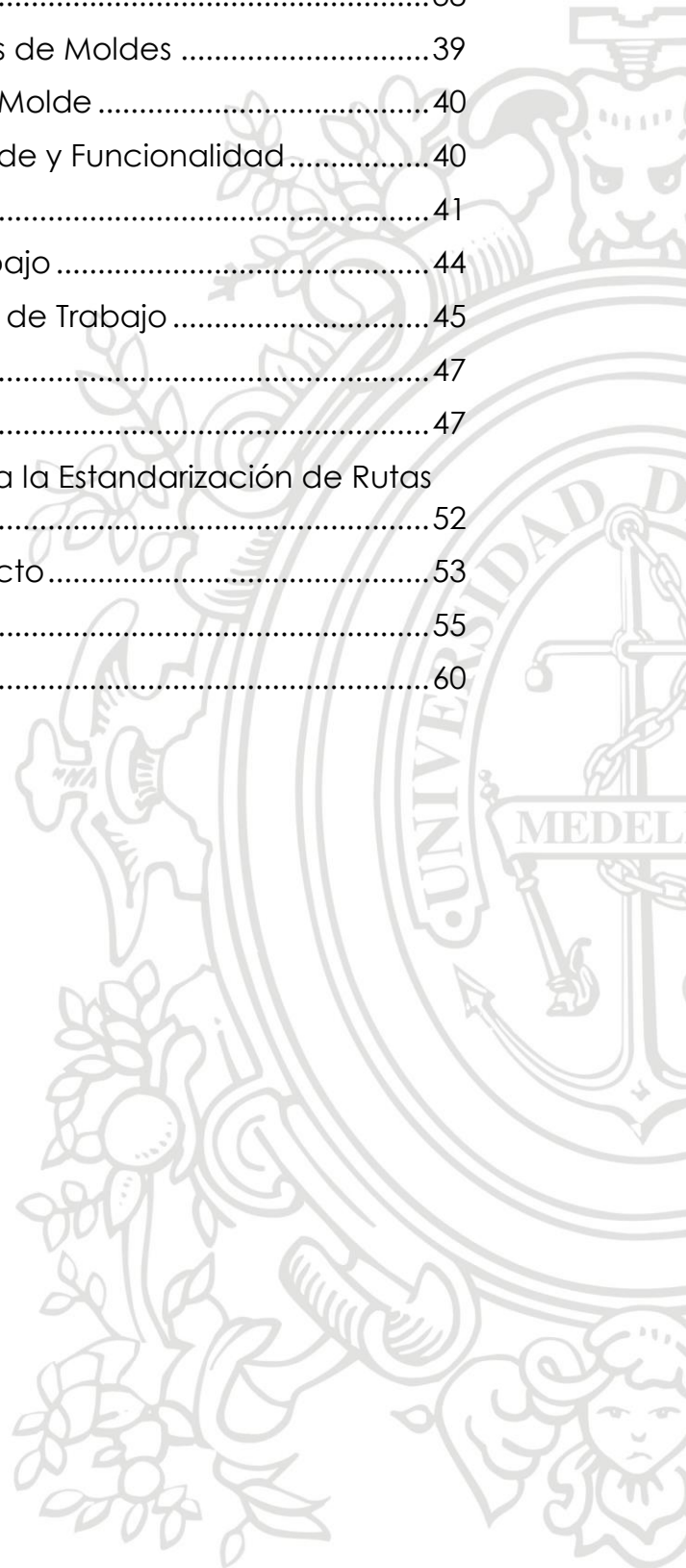
MEDELLÍN – ANTIOQUIA

2019

Contenido

Resumen	7
3. Introducción	8
4. Objetivos	12
4.1 Objetivo General.....	12
4.2 Objetivos Específicos	12
5. Planteamiento del Problema.....	13
5.1 Descripción de Antecedentes.....	13
5.2 Planteamiento del Problema	16
6. Marco Teórico	18
6.1. Generalidades de la Empresa	18
6.1.1. Misión.....	18
6.1.2. Mega.....	18
6.2 Mapa de procesos.....	19
6.3 Portafolio de Productos.....	19
6.4 Materiales Plásticos	20
6.4.1 Mercado de Productos Plásticos.....	22
6.5 Transformación de Plástico.....	24
6.5.1 Proceso de Inyección.....	25
6.5.2 Proceso de Extrusión- Soplado.....	26
6.5.3 Proceso de Inyección - Soplado	28
6.5.4 Sistemas de Coladas de Moldes de Inyección.....	29
6.6 Construcción de Moldes para Transformación de Plástico	31
6.6.1 Diseño y Programación de Moldes	31
6.6.2 Máquinas CNC	32
6.7 Estandarización	32
6.8 Mejora Continua	34
6.8.1 Ciclo PHVA	35

7.	Metodología.....	38
7.1.	Fase 1: Diagnóstico inicial.....	38
7.2.	Fase 2: Identificación de los Tipos de Moldes	39
7.3.	Fase 3: Análisis de Estructura del Molde	40
7.4.	Fase 4: Análisis de Partes del Molde y Funcionalidad.....	40
7.5.	Fase 5: Agrupación de Moldes	41
7.6.	Fase 6: Revisión de Rutas de Trabajo	44
7.7.	Fase 7: Estandarización de Rutas de Trabajo	45
8.	Resultados y Análisis	47
8.1	Mejoras Evidenciadas.....	47
8.2	Propuesta de Mejora Posteriores a la Estandarización de Rutas de Trabajo	52
8.3.	Lecciones Aprendidas del Proyecto.....	53
9.	Conclusiones	55
	Referencias Bibliográficas	60



Lista de Tablas

Tabla 1. Tiempo y Costo de Programación.....	14
Tabla 2. Costos Fijos y Variables Planeación.....	15
Tabla 3. Pronóstico de Costos Fijos y Variables 2018.....	15
Tabla 4. Portafolio de productos de SIMEX S.A.S.	20
Tabla 5. Fuentes de extracción de polímeros.....	21
Tabla 6. Reciclabilidad de Plásticos	24
Tabla 7. Resumen Identificación de moldes	41
Tabla 8. Agrupación de moldes.....	43
Tabla 9. Diferencia de Tiempo Planeado y Tiempo Ejecutado	44
Tabla 10. Reducción de Tiempo y Costos de Planeación.....	48
Tabla 11. Precisión en la planeación.....	51

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de procesos de SIMEX S.A.S	19
Ilustración 2. Industria plástica en Colombia	23
Ilustración 3. Proceso de Inyección de plástico	26
Ilustración 4. Proceso de Extrusión - soplado.....	28
Ilustración 5. Proceso de Inyección- Soplado	29
Ilustración 6. Diagrama de Flujo Fabricación de Moldes.....	38
Ilustración 7.Total de moldes en SIMEX.....	39
Ilustración 8. Pareto Número de Cavidades	42
Ilustración 9. Dispersión de Agrupación de Moldes	43
Ilustración 10. Dispersión de programación	45
Ilustración 11. Ciclo PHVA.....	46
Ilustración 12.Reducción de horas planeadas	49
Ilustración 13. Reducción en costos de planeación.....	50
Ilustración 14. Costos anuales antes y después	50
Ilustración 15. Tiempos de fabricación de moldes.....	52
Ilustración 16. Reducción Tiempo planeación	55
Ilustración 17. Tipos de moldes en SIMEX S.A.S	56
Ilustración 18. Clasificación de moldes	57
Ilustración 19. Plantilla de estandarización de rutas de trabajo	58
Ilustración 20. Ahorro generado con el proyecto	58

Resumen

La empresa Simex S.A.S tiene dentro de sus procesos esenciales la fabricación de moldes para desarrollar los artículos plásticos.

En este proceso se identificaron posibles oportunidades de mejora, donde se evidenció la necesidad de disminuir el tiempo de programación de actividades en el software ERP. Para lograr una disminución en las actividades se planteó la necesidad de identificar con claridad el flujo del proceso, analizando que este proceso es el inicio y la entrada a la fabricación de moldes. Se identificaron y clasificaron los tipos de moldes de la empresa para generar una agrupación según la similitud en las características de cada tipo de molde.

Se lograron generar 35 rutas estándar de trabajo las cuáles se podrían implementar para la consolidación de una base de datos que permita ejecutar la ruta de fabricación de un molde según la clasificación asignada anteriormente, para disminuir el costo de planeación y aprovechar el tiempo en el seguimiento y apoyo a las actividades de fabricación, verificando el correcto desarrollo de las mismas y logrando obtener las piezas en las condiciones requeridas.

3. Introducción

SIMEX S.A.S. es una empresa que brinda soluciones integrales en estuches y envases plásticos para el sector cosmético y aseo personal que está proyectada para ser una compañía referente de competitividad (calidad, servicio, oportunidad, innovación y tecnología en moldes y máquinas) a nivel mundial. Los procesos comprendidos dentro de la compañía van desde la fabricación del molde con la posterior transformación del plástico, la decoración y ensamble de los productos que ofrece la empresa. La transformación del plástico se da por diferentes procesos, de inyección, inyección-soplado y extrusión-soplado.

Estandarizar las operaciones es un proceso que todas las empresas deben seguir, si es que quieren un orden y control en sus negocios. Se pensaría que es sólo para Franquicias, precisamente porque su sistema debe ser igual en todas las tiendas; aunque la estandarización es el principal aspecto de este modelo de negocios, no es un proceso único. Incluso es algo que los grandes corporativos ya realizan de manera natural y por necesidad. Hay que comprender que la estandarización sirve para entender el comportamiento del negocio y cómo está trabajando el equipo: si se están cumpliendo los roles que se diseñaron desde un principio, si hay orden, etc. Los indicadores que resultan de un proceso así, permiten que un negocio crezca de manera óptima y con una mejor visión del mercado, lo cual resulta por supuesto, en beneficios económicos para los empresarios.

La estandarización en el diseño y construcción de moldes de la empresa SIMEX S.A.S, busca reducir la variabilidad en tiempo y costo

asociado a una misma referencia de molde, la ruta de ejecución del proceso y estimaciones de tiempos entre cada una de las etapas de la construcción del molde.

El tiempo de programación de actividades tiene un costo asociado a la planeación de actividades hacia los centros de trabajo y otro costo asociado al software de programación ERP, se quiere estandarizar las rutas de trabajo basados en datos históricos de fabricación de moldes, que permitan reducir el tiempo de programación y con estos el costo asociado a este proceso.

Los objetivos de la estandarización están encaminados a disminuir la variabilidad en los procesos, generar un ideal de las formas de ejecución y mantener los resultados obtenidos en trabajos similares. Cuando se estandariza la construcción de un molde se espera tener la misma calidad del producto, en un tiempo igual al planeado y con el presupuesto que se estimó antes de la construcción.

El alcance del proyecto está encaminado en la clasificación y generación de rutas estándar de fabricación de moldes¹ en la empresa SIMEX S.A.S aplica para todos los moldes, portamoldes² o versiones³ que son

¹ Molde: Es el conjunto de versión más portamolde

² Portamolde: Es un conjunto de placas de acero en los cuales se insertan o se maquinan las cavidades que forman los moldes que se necesitarán para producir la pieza de plástico. (molina, 2018)

³ Las versiones de molde son el contenedor al que se le inyecta el plástico fundido (polímero). Se diseñan y se fabrican especialmente para el objeto que se quiera producir (molina, 2018)

fabricados por la empresa, realizando una recopilación de datos históricos entre los años 2015 y 2018, estandarizando la ruta de fabricación para cada molde y el tiempo requerido en cada centro de trabajo.

Las limitaciones encontradas Inician con la clasificación de los tipos de moldes que han sido fabricados en los últimos tres años, se genera una ruta de trabajo estándar adecuada para cada clasificación de moldes y se proyectan las mejoras en el tiempo de programación.

La metodología empleada para el desarrollo del proyecto, es la siguiente:

- Se identificaron los diferentes tipos de moldes que se han fabricado en SIMEX S.A.S entre los años 2015 y 2018.
- Se analizó la estructura del molde.
- Se analizaron las partes de los moldes y la funcionalidad para realizar una agrupación.
- Se realizó agrupación de moldes según la similitud de sus características.
- Para cada clasificación de se revisaron las rutas de trabajo empleadas en los últimos 3 años y los tiempos empleados para cada una de estas.
- Se consolidó la información y se realiza una ruta estándar considerada ideal para la construcción del molde.

Este informe se aplica a la clasificación y estandarización de los tipos de moldes fabricados en la empresa SIMEX S.A.S, permite que se puedan agrupar de una forma resumida las diferentes clases de moldes.

Cuando se clasifica se pretende agrupar los moldes que son similares en estructura y funcionalidad, partiendo de la hipótesis de que el trabajo requerido para su construcción es similar. Esto facilita la asignación de rutas de manufactura debido a que los cambios entre cada uno de los moldes pueden ser establecidos por el planeador.

Con la reducción del tiempo de programación de actividades hacia los centros de trabajo lo que se pretende es que este procedimiento continúe con la misma precisión, reduciendo su tiempo de ejecución, se consolida la información de manera digital y se obtiene una ruta de trabajo que pueda ser extraída directamente al software de programación, modificando solo los campos que presenten variaciones como puede ser dimensiones o adicionar otro centro de trabajo.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Minimizar el tiempo de planeación de actividades en los centros de trabajo del taller de manufactura, a través de la estandarización de las rutas de trabajo para la fabricación de los moldes.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de moldes que fueron fabricados en la empresa en los últimos tres años.
- Clasificar los moldes y sus respectivas partes para generar una clasificación.
- Generar rutas estándares para programar la fabricación del molde.
- Generar una librería digital en el software ERP con las rutas estándar para cada clasificación de moldes.
- Presentar la situación actual, junto con las propuestas de mejora, para su respectiva aprobación.
- Realizar propuestas de mejora durante el desarrollo de la práctica.

5. Planteamiento del Problema

5.1 Descripción de Antecedentes

El proceso de construcción de moldes en la empresa SIMEX S.A.S se ha caracterizado por la precisión en cada una de las piezas y el compromiso de cada uno de sus colaboradores, lo que ha permitido que los artículos plásticos que son transformados en cada molde tengan esa garantía de calidad y cumplimiento en las especificaciones que brinda el cliente.

La construcción de un molde conlleva una cadena de procesos transformando la geometría y acabado de las piezas, logrando un engranaje perfecto que permita el funcionamiento adecuado del molde dentro de la máquina y el flujo adecuado del material con los parámetros de trabajo establecidos.

La planeación y programación hacia los centros de trabajo es una actividad fundamental dentro de la construcción de un molde debido a que es el inicio del proceso de fabricación, es donde se planea y se desarrolla como se debe ejecutar la construcción de cada una de las piezas según lo plasmado en los planos, con esto se logra garantizar un trabajo organizado, cumplimiento de los plazos de entrega y adecuado ensamble del molde.

En la ejecución actual del proceso, la programación en ERP tiene tres tareas fundamentales:

- Programar ruta hacia los centros de trabajo.
- Seleccionar herramienta apropiada para cada pieza.
- Seleccionar el montaje y tiempo requerido para cada trabajo.

Teniendo en cuenta la información suministrada en la tabla 1 de horas programadas en el año 2018 y que el costo por hora es de \$39.600, se presentan el número de moldes construidos por mes, el tiempo total de programación y el costo asociado a este proceso durante el año 2018 con datos tomados del taller de fabricación de moldes. En la tabla 1 se presentan el tiempo de programación y los costos asociados.

Tabla 1. Tiempo y Costo de Programación

Tiempo y costo de programación 2018				
Mes	# Trabajos	Total horas	costo mensual	% carga mensual
Enero	12	306,08	\$ 12.120.768	9%
Febrero	8	261,89	\$ 10.370.844	6%
Marzo	6	269,40	\$ 10.668.317	5%
Abril	21	304,58	\$ 21.061.415	16%
Mayo	8	301,47	\$ 11.938.164	6%
Junio	15	182,70	\$ 12.116.904	12%
Julio	7	186,94	\$ 7.402.996	5%
Agosto	20	330,44	\$ 13.085.295	15%
Septiembre	11	284,96	\$ 11.284.567	8%
Octubre	14	329,02	\$ 13.029.273	11%
Noviembre	4	305,98	\$ 7.234.928	3%
Diciembre	4	206,55	\$ 8.179.309	3%
Total	130	3270,02	\$ 138.492.780	

Fuente: Software ERP SIMEX S.A.S

Con los datos obtenidos en la tabla 2 se analizó la distribución de porcentaje entre costos fijos y variables. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos teniendo en cuenta los costos asociados a cada hora de trabajo.

Tabla 2. Costos Fijos y Variables Planeación

Costos	Costo X hora
Costo fijo	\$ 24.800
costo variable	\$ 14.800
Total	\$ 39.600

Fuente: SIMEX S.A.S

Tabla 3. Pronóstico de Costos Fijos y Variables 2018

Costos fijos y variables año 2018						
Mes	Horas	Costo Mensual	Costo fijo	Costo variable	% costo fijo	% costo variable
Enero	306,08	\$ 12.120.768	\$ 7.636.084	\$ 4.484.684		
Febrero	261,89	\$ 10.370.844	\$ 6.533.632	\$ 3.837.212		
Marzo	269,40	\$ 10.668.317	\$ 6.721.040	\$ 3.947.277		
Abril	304,58	\$ 21.061.415	\$ 13.268.691	\$ 7.792.724		
Mayo	301,47	\$ 11.938.164	\$ 7.521.044	\$ 4.417.121		
Junio	182,70	\$ 12.116.904	\$ 7.633.649	\$ 4.483.254		
Julio	186,94	\$ 7.402.996	\$ 4.663.887	\$ 2.739.108		
Agosto	330,44	\$ 13.085.295	\$ 8.243.736	\$ 4.841.559		
Septiembre	284,96	\$ 11.284.567	\$ 7.109.277	\$ 4.175.290		
Octubre	329,02	\$ 13.029.273	\$ 8.208.442	\$ 4.820.831		
Noviembre	305,98	\$ 7.234.928	\$ 4.558.004	\$ 2.676.923		
Diciembre	206,55	\$ 8.179.309	\$ 5.152.965	\$ 3.026.344		
Total		\$ 138.492.780	\$ 87.250.451	\$ 51.242.328	63%	37%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se observó que el 63% de los costos están asociados a los costos fijos y el 37% restante están asociados a costos variables que se

pueden reducir implementando mejoras con el fin de reducir el tiempo de programación y el costo asociado a este tiempo.

5.2 Planteamiento del Problema

Teniendo en cuenta la demanda creciente y la utilización de las herramientas tecnológicas que posee la empresa, se evidenció que el tiempo de planeación de rutas de trabajo se podría reducir utilizando la capacidad del software ERP, es por esto que se decide realizar una agrupación de los tipos de moldes fabricados en la empresa en los últimos tres años, consolidando una información similar por clasificación y que permita agrupar las rutas de trabajo empleadas para cada tipo de molde.

Cuando se generaba una nueva orden de construcción de un molde, se procedía a realizar la planeación de cada pieza, centro de trabajo y tiempo requerido para su fabricación, es por esto que muchas veces se construía una nueva ruta para un molde con características similares a uno realizado anteriormente.

Observando estos acontecimientos se propone realizar una recopilación de datos históricos basados en los tipos de moldes que son más comunes en su fabricación, construir una ruta de trabajo para cada clasificación y registrarla de manera digital en el software ERP, de manera que cuando se quiera construir un molde con características similares se pueda proceder a arrastrar la información teniendo la ruta de trabajo definida para cada pieza y el tiempo planeado para su ejecución.

La planeación y programación de centros de trabajo es un proceso estrictamente necesario en la construcción de un molde, es por esto que es importante hacer un uso eficiente de los sistemas de programación. En la actualidad siempre que se genera una nueva fabricación de molde se inicia el proceso sin tener en cuenta los moldes fabricados anteriormente, generando un mayor tiempo para su planeación, programación y posibles variaciones en los resultados. Con la estandarización de rutas de trabajo se espera que se puedan fabricar los moldes nuevos basados en una ruta de trabajo óptima y las modificaciones que el coordinador del taller de fabricación considere pertinentes para que la ruta que se obtenga sea lo más ideal posible.

La estandarización asigna una herramienta y tiempo correspondiente a cada actividad, se espera que el tiempo planeado y el tiempo ejecutado en la fabricación de la pieza tengan la menor variabilidad posibles, es por esto que se deben ir ajustando hasta lograr una menor diferencia entre estos.

6. Marco Teórico

6.1. Generalidades de la Empresa

6.1.1. Misión

Somos una empresa que provee soluciones integrales de empaques plásticos para satisfacer las necesidades de imagen, calidad y oportunidad de abastecimiento para la proyección de marca de las empresas del sector cosmético y aseo personal.

Satisfacemos a nuestros clientes con: Calidad, Oportunidad, Alto nivel tecnológico, Innovación permanente.

Lo hacemos mejorando: Desempeño de procesos en efectividad, medio ambiente y seguridad, Calificación y motivación del personal y Rentabilidad.

6.1.2. Mega

En el 2020, lograremos ser referentes de competitividad (calidad, servicio, oportunidad, innovación y tecnología en moldes y máquinas) en soluciones integrales de empaques plásticos en el sector cosmético y aseo personal, con ventas de 100,000 millones de pesos.

6.2 Mapa de procesos

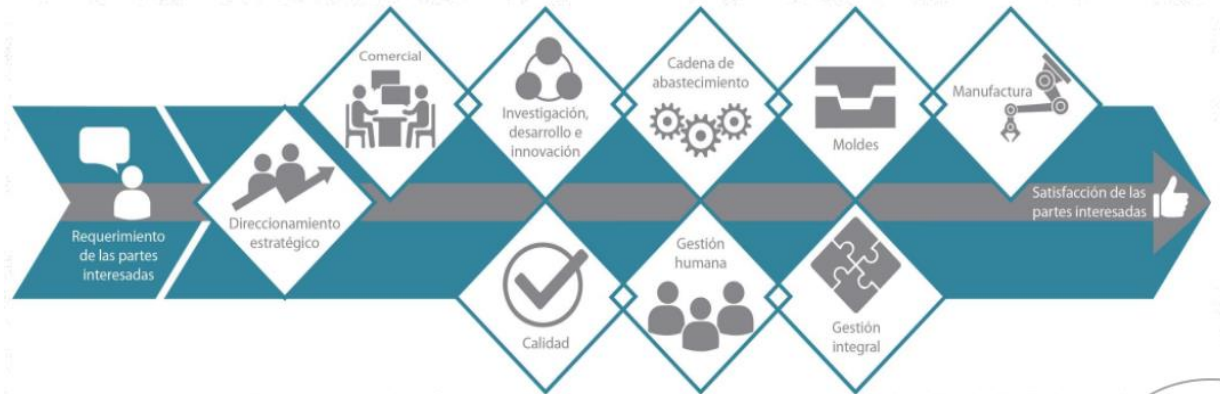


Ilustración 1. Mapa de procesos de SIMEX S.A.S

Fuente: SIMEX S.A.S

6.3 Portafolio de Productos

La empresa SIMEX S.A.S cuenta con varias gamas de productos, en la tabla 1 se presenta una tabla resumen con algunos productos más representativos en el mercado.

Tabla 4. Portafolio de productos de SIMEX S.A.S.

Portafolio de Productos Simex			
Maquillaje Principal	Maquillaje Secundario	Fragancias	Tratamiento Corporal y cuidado Personal
<ul style="list-style-type: none"> - Labiales - Brillos - Pestañinas - Delineadores 	<ul style="list-style-type: none"> -Estuches compactos -Maquillaje liquido - Accesorios 	<ul style="list-style-type: none"> - Tapas - Probadores 	<ul style="list-style-type: none"> - Potes - Roll- On
			

Fuente: SIMEX S.A.S

6.4 Materiales Plásticos

Los plásticos también son comúnmente llamados “polímeros” en virtud de que son productos orgánicos, a base de carbono, con moléculas de cadenas largas. En este sentido, existen tres categorías generales:

- a) Plásticos naturales: Aquellos productos de la naturaleza que pueden ser moldeados mediante calor, por ejemplo, algunas resinas de árboles.

- b) Plásticos semi - sintéticos: Aquellos que derivan de productos naturales y que han sido modificados o alterados mediante la mezcla con otros materiales.
- c) Plásticos Sintéticos: aquéllos derivados de alterar la estructura molecular de materiales a base de carbono (petróleo crudo, por lo general, carbón o gas). (Pérez, 2014)

En la tabla 5 se presenta un resumen de las fuentes de extracción y formación de plásticos.

Tabla 5. Fuentes de extracción de polímeros

	PRIMERA MATERIA	PRODUCTOS INTERMEDIOS	MATERIAS PLÁSTICAS
ANIMALES	leche	caseína (sustancia blanquecina y viscosa contenida en la leche)	galatita y lanital (pinturas plásticas)
VEGETALES	algodón y madera	celulosa (Sustancia sólida, incolora, que se obtiene de la madera.)	celuloide, celofana, rayón y viscosa
	Plantas aceitosas	Aceites	Rilsán y barnices.
	Hevea (Árbol que contiene latex)	Latex (líquido de aspecto lechoso que producen ciertos vegetales)	Ebonita y caucho (Sustancias elásticas y resistentes)
	Resinas de coníferas	Celofana (tejido muy delgado y sensible)	Barnices
	Gomas vegetales	Lacas	Discos de fonógrafo y barnices
PETRÓLEO		Benceno y Estireno	Poliésteres, Poliestireno, Elastómeros o cauchos sintéticos
		Fenol	Nylon, resinas formo fenólicas y fenoplastos
		Naftaleno	Resinas gliceroftálicas
		Cumarona e Indeno	Resinas para lacas y barnices
MINERALES	Hulla (Carbón fósil procedente de vegetales que han sufrido una transformación a través del tiempo)	Acetileno (Hidrocarburo gaseoso)	Resinas acrílicas, acetato de celulosa, polivinilo, neopreno y cauchos sintéticos, acrílicos y fibras textiles
	Coque (carbón poroso)	Gas	Baquelitas y resinas formofenólicas
		Amoniaco	Úrea y aminoplastas
COMPUESTOS ORGÁNICOS		Acetileno y Benceno	Derivados de la hulla
		Butileno	Caucho butilo
	Petróleo y gas natural	Etileno	Cloruro de vinilideno, poliésteres, caucho artificial y fibras textiles
		Propileno	Acetato de celulosa y resinas gliceroftálicas.
		Xileno	Poliésteres y fibras textiles (dacrón, etcétera.)

Fuente: Libro el ABC de los plásticos (Alvarez, 1997)

De la información suministrada en la tabla 5 se puede decir que los plásticos son derivados de materiales orgánicos, naturales, como la celulosa, el carbón, el gas natural, la sal y, por supuesto, el petróleo. El petróleo es una mezcla compleja de miles de compuestos y debe procesarse antes de ser utilizado. La producción del plástico empieza con la destilación en una refinería, donde el petróleo crudo se separa en grupos de componentes más ligeros, denominados fracciones. Cada fracción es una mezcla de cadenas de hidrocarburos (compuestos químicos formados por carbono e hidrógeno) que difieren en términos de tamaño y estructura de sus moléculas. Una de esas fracciones, la nafta, es el compuesto esencial para la producción del plástico. (Demicheli, 1996)

Hay muchos tipos diferentes de plástico, y se pueden agrupar en dos familias principales de polímeros:

- Los termoplásticos (que se ablandan con el calor y se endurecen cuando se enfrían)
 - Los termoestables (que nunca se ablandan una vez moldeados).
- (Europe, 2015)

6.4.1 Mercado de Productos Plásticos

Fue a partir de la revolución industrial, debido al rápido aumento de la población y al incremento del estándar de vida en las ciudades, cuando la demanda por bienes materiales elaborados en plástico creció de forma considerable. Tanto en productos ornamentales⁴ como para sustituir

⁴ Los ornamentos son aquellos adornos o atavíos que permiten decorar una cosa y hacerla más vistosa.

productos naturales cuya oferta limitada impedía la producción de otros productos de consumo final a gran escala, el uso del plástico desplazó al metal, las fibras naturales, la madera, y se constituyó como un bien alternativo más económico. (Pérez, 2014)

El mercado de los materiales plásticos se ha venido incrementando de manera exponencial y el mercado colombiano no ha sido la excepción, en la ilustración 2 se presenta un resumen de los datos del mercado del plástico en el año 2018.










Ilustración 2. Industria plástica en Colombia

Fuente: Colombiaplast

La constante aparición de normativas y la toma de conciencia ambiental por parte de las empresas ha generado que se intensifiquen las acciones de control en la disposición final de estos productos, teniendo en

cuenta que el 100% de los productos plásticos son reciclables, organismos internacionales han creado estructuras de reciclabilidad de plásticos. En la tabla 6 se muestra un resumen de los materiales y la clasificación asignada para identificarlos y reciclarlos.

Tabla 6. Reciclabilidad de Plásticos

 1 PETE	PETE= tereftalato de polietileno
 2 HDPE	HDPE= polietileno de alta densidad
 3 PVC	PVC= cloruro de polivinilo
 4 LDPE	LDPE= polietileno de baja densidad
 5 PP	PP= polipropileno
 6 PS	PS= poliestireno
 7 OTRO	OTRO= otras resinas

La abreviación común de cada resina está ubicada abajo de su símbolo, esto sirve como una verificación adicional del material clasificado.

Fuente: ABC de los plásticos

6.5 Transformación de Plástico

La transformación de los materiales plásticos se da por procedimientos térmicos en los cuales se somete la resina a altas temperaturas que permiten fundir el material para posteriormente darle la forma deseada. En la empresa SIMEX S.A.S se cuenta en la actualidad con tres procesos centrales de transformación de polímeros: Proceso de inyección, Proceso de extrusión-soplado y proceso de inyección-soplado.

6.5.1 Proceso de Inyección

El proceso de inyección de plástico en un molde consiste en inyectar un polímero fundido en un molde cerrado y frío a través de un orificio pequeño llamado compuerta, posteriormente en la segunda etapa ocurre un proceso de contracción plástica en la que el material se solidifica en un proceso de enfriamiento, debido a los canales de refrigeración que se encuentran alrededor del molde, comenzando a cristalizar o endurecer en polímeros semicristalinos⁵, obteniendo así una pieza final rígida al abrir el molde y la tercera etapa consiste en sacar de la cavidad la pieza moldeada. Es importante remarcar que la etapa que afecta la calidad y productividad de las piezas moldeadas es el enfriamiento. (López, y otros, 2018)

El proceso de inyección es el más común dentro de las empresas de plástico, debido a sus ciclos de trabajo rápido y a la complejidad de las formas que pueden ser producidas a través de un proceso de inyección. Consiste en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e

⁵ Los polímeros semicristalinos están conformados por dos partes: Una cristalina y otra amorfa. (Benavente, 1997)

introducirlo a presión en las cavidades de un molde donde se enfría a una temperatura apta para que las piezas adquieran la forma de las cavidades del molde. El proceso puede dividirse en dos fases:

La primera es la fusión del material⁶ y la segunda es la inyección en el molde⁷. En la ilustración 3 se presenta del proceso de inyección.



Ilustración 3. Proceso de Inyección de plástico

Fuente: Tecnología del Plástico (2012)

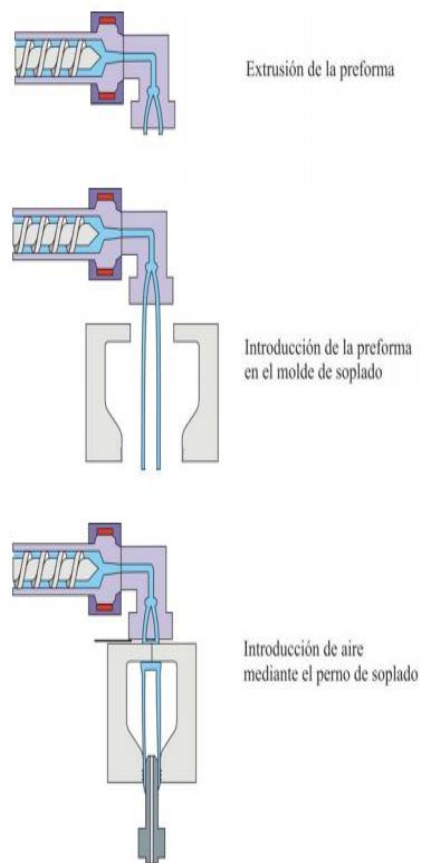
6.5.2 Proceso de Extrusión- Soplado

En el proceso de extrusión, la extrusora transforma el material granulado en una masa fundida homogénea, el cabezal adosado a ella desvía la masa hasta la dirección vertical, para después hacerla pasar por una boquilla que la convierte en una preforma tubular. Esta preforma queda

⁶ El material se calienta y funde en el cilindro de calefacción al mismo que circula hasta la parte anterior de este debido al movimiento rotatorio del tornillo de plastificación que se encuentra al interior del cilindro

⁷ Se inyecta el material fundido y el molde se mantiene cerrado el tiempo que sea suficiente para que el material se enfríe a una temperatura tal que la pieza pueda ser extraída sin que sufra deformaciones

pendiendo hasta abajo. Una vez que la preforma tiene la longitud suficiente, el molde se cierra entorno a ella. Seguidamente el molde se desplaza hacia la unidad de soplado donde el cabezal de soplado penetra dentro del molde y dentro de la preforma, de modo que el cabezal da forma a la región del cuello del cuerpo hueco y al mismo tiempo le insufla aire. Esto origina una presión que obliga al material a estamparse contra las paredes del molde, adoptando la forma deseada. El molde debe permitir la evacuación de la pieza y la cavidad. La pieza se enfría en el molde de donde es extraída una vez que ha adquirido la consistencia adecuada. (Beltrán & Marcilla, 2012)



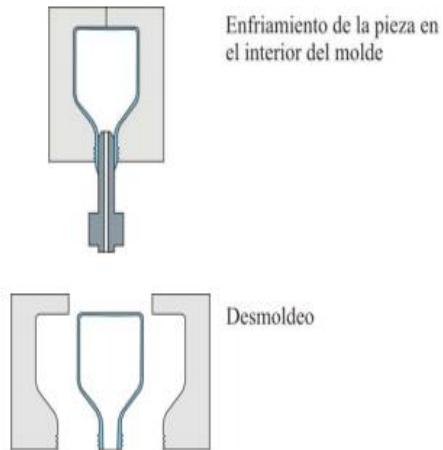


Ilustración 4. Proceso de Extrusión - soplado

Fuente: (Beltrán & Marcilla, 2012)

6.5.3 Proceso de Inyección - Soplado

El proceso de inyección-soplado al igual que en el de extrusión se genera una preforma que luego es soplada y se forma la pieza hueca. Consiste en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e introducirlo a presión en las cavidades de un molde donde se enfría a una temperatura apta para que las piezas no se deformen. El material se calienta y funde en el cilindro de calefacción al mismo que circula hasta la parte anterior de este debido al movimiento rotatorio del tornillo de plastificación que se encuentra al interior del cilindro. Luego el material fundido sale por la boquilla de inyección hacia el molde, Seguidamente el molde se desplaza hacia la unidad de soplado donde el cabezal de soplado penetra dentro del molde y dentro de la preforma, de modo que el cabezal da forma a la región del cuello del cuerpo hueco y al mismo tiempo le insufla aire. Esto origina una presión que obliga al material a estamparse contra las paredes del molde, adoptando la forma deseada. (Beltrán & Marcilla, 2012)

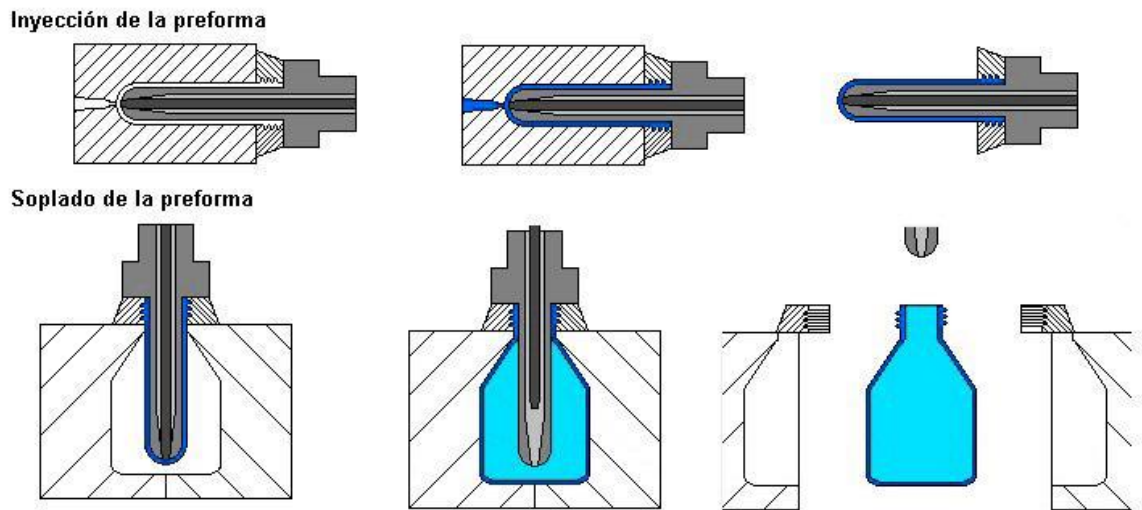


Ilustración 5. Proceso de Inyección- Soplado

Fuente: Libro tecnología del plástico (2012)

6.5.4 Sistemas de Coladas de Moldes de Inyección

En la industria del moldeo por inyección, todas las piezas de plástico comienzan por un molde. Existen dos tipos de sistemas de moldeo: El de colada fría y el de colada caliente. Una colada es, literalmente, el camino que debe recorrer el plástico fundido para poder llenar la cavidad del molde y formar la pieza; en otras palabras, es el canal que guía a la resina hacia la cavidad del molde con la forma de la pieza que se formará una vez que se enfríe y expulse del molde.

- **Sistema de Colada Fría**

Una colada fría es toda la “araña” de ramas, bebedero y puntos de inyección que se enfrían junto con las piezas en cada tiro. Cuando el plástico tiene que ser inyectado en el molde, tiene que ser a través del bebedero⁸ y posteriormente el plástico se mueve por la colada antes de entrar finalmente en la cavidad del molde a través del punto de inyección. Es importante tener en cuenta, que independientemente de que el molde sea de dos o tres placas, la colada siempre se mueve y recicla. Esto ayuda a reducir los residuos de plástico, pero hace que el tiempo de ciclo aumente.

- **Sistema de Colada Caliente/ Semicaliente**

Una colada caliente es un sistema dentro del molde que mantiene la resina caliente para que se alimente material directo a las cavidades sin necesidad de enfriar o solidificar la colada. En este tipo de sistema de moldeo, hay dos placas que se calientan junto con un múltiple. Este sistema dirige el plástico fundido a boquillas especiales, que conducen a las cavidades. El sistema de colada caliente puede ser calentado interna o externamente. (polimeros, 2017)

⁸ Canal cónico inyectado desde la punta de la unidad de inyección como una unidad a parte del molde

6.6 Construcción de Moldes para Transformación de Plástico

Las técnicas avanzadas de Fabricación Aditiva (Additive Manufacturing, AM) están siendo desarrolladas para diversos sectores, con arquitectura cada vez más controlada. Estas técnicas combinan diseño asistido por ordenador (Computer Aided Design, CAD), con herramientas de fabricación asistida por ordenador (Computer Aided Manufacturing, CAM) para producir estructuras tridimensionales capa a capa en un número cada vez más amplio de materiales para el desarrollo de productos con geometrías complejas y personalizadas. Esto se hace de una forma mucho más rápida y económica que por procesos convencionales, en muchos casos inviables de producir por otras técnicas en un solo paso. (Valerga, 2018)

6.6.1 Diseño y Programación de Moldes

El sector de diseño y fabricación de moldes para inyección de piezas de plástico se caracteriza por la necesidad de utilizar tecnologías avanzadas de producción como son control numérico, máquinas herramientas de 3/5 ejes, electroerosión, inspección tridimensional, sistemas CAX, diseño de prototipo rápido, etc. Al mismo tiempo en el desarrollo de su trabajo precisa del contacto permanente con el resto de empresas que se encuentran implicadas en el proceso de producción de la pieza, el cliente, proveedor de materiales, transformador, ingenierías de producto, etc. (Ríos, y otros, 1999).

6.6.2 Máquinas CNC

El mecanizado es un proceso mediante el cual se fabrican piezas con la ayuda de computadoras que controlan las máquinas y la herramienta. Gracias al Control Numérico por Computadora (CNC) se ha automatizado el proceso de fabricación de las piezas, ya que permite utilizar un conjunto de instrucciones para controlar el mecanizado mediante un programa contando con la mínima intervención humana.

Las máquinas de CNC más comunes son las fresadoras, los tornos y las rectificadoras. Por lo general, este tipo de máquinas se utilizan para hacer cortes con gran detalle en piezas simétricas, como el caso de los conos y los cilindros. Se utilizan con mucha frecuencia en la industria metal-mecánica.

El diseño de una pieza o artículo de plástico es un proceso de gran complejidad en el que el diseñador, además de conocer los requerimientos funcionales de la pieza, debe conocer y estar familiarizado con las propiedades de los materiales plásticos, el proceso de transformación, así como las condiciones a que estará sometida la pieza durante su vida útil. (Gordillo, Sánchez, & Martínez, 1997).

6.7 Estandarización

“Hay dos razones fundamentales por las que miles de grandes empresas ya han implementado la estandarización de procesos en el seno de su organización: el tiempo y el dinero o, mejor dicho, el ahorro de tiempo

de trabajo y el ahorro de recursos económicos propios y ajenos" (Kyocera, 2017). La estandarización supone una organización del trabajo, la generación de un nuevo método que se considera el más óptimo para realizar una actividad y trasladar esa forma de realizar las labores a las personas interesadas.

La estandarización de procesos disminuye la variabilidad en los resultados, calidad y ejecución de los procesos, determina directrices claras y pasos a seguir para la optimización de los recursos y eficiencia generada por la realización de la tarea.

"Definir y adoptar estándares en las organizaciones es una fase que supone la comprensión de su filosofía y de su modelo de gestión, y se fundamenta en la racionalización de sus procesos y en la consolidación de sus metodologías" (Urrego, 1996)

Según la norma ISO 9001⁹ los pasos para lograr la estandarización son:

- Definir el método actual a estandarizar,
- Realizar el análisis del método actual comparando con el estándar o la norma establecida a implementar,
- Identificar las diferencias y realizar los ajustes al método, incluyendo la utilización de registros de control,
- Ensayar o probar el nuevo método,
- Documentar el método,
- Desplegarlo al personal y
- Aplicarlo.

⁹ La norma ISO 9001 elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización, determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad

(Tafolla, 2000) define que la estandarización no es un proceso nuevo, ha existido desde hace mucho tiempo y constituye un excelente método para controlar los costos de materiales de procesos. En los últimos años se ha incrementado la necesidad de las empresas de estandarizar sus procesos, con el fin de poder ofrecerles a los clientes productos con calidad, oportunidad y valor agregado que permitan ser elegidas por encima de sus competidores.

Según (Martínez & Cegarra, 2014) la estandarización de procesos se puede considerar como vital porque un proceso que mantiene las mismas condiciones produce los mismos resultados, dentro de las ventajas se encuentran las siguientes:

- Se puede predecir el resultado del trabajo
- Se puede garantizar homogeneidad en la gestión y operación de los procesos.
- Facilita el aprendizaje dentro de la organización
- Potencia habilidades como medir, comparar y mejorar el desempeño.
- Facilita asignación de responsabilidades y trabajo en equipo.
- Mejora la eficacia de la organización

6.8 Mejora Continua

La mejora continua tiene su origen en Japón, en la filosofía de trabajo Kaizen, que se basa en el precepto de que "Hoy mejor que ayer, y mañana mejor que hoy". Aunque ya se había utilizado antes el concepto de la

mejora continua, fue la marca japonesa Toyota quien popularizó el término y terminó por convertirlo en toda una filosofía de empresa. La mejora continua debe ser uno de los pilares básicos de una empresa, una obligación y un objetivo. La búsqueda y el afán por seguir mejorando es la única manera de conseguir alcanzar la máxima calidad y la excelencia. Es el primer paso para alcanzar la calidad total. (directivos, 2016)

Una empresa “es perfecta” cuando la mejora continua no es algo puntual, sino que es parte del día a día, que forma parte de su cultura organizacional. Visto así, la perfección está asociada a una actitud: hacer las cosas mejor todos los días, de manera continua. (Molina, 2016)

6.8.1 Ciclo PHVA

El ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar) es una de las herramientas de mejoramiento continuo más utilizadas en las empresas en la actualidad porque permite evidenciar mejoras durante el tiempo.

Según la norma ISO 9001:2015 el ciclo PHVA consta de:

Planificar:

- Establecer los objetivos del sistema y sus procesos.
- Establecer los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- Identificar y abordar los riesgos y las oportunidades.

Esto es porque el Sistema de Gestión de Calidad tiene que planificarse teniendo en cuenta el contexto de la empresa, las necesidades y las expectativas de las partes interesadas, así como todos los requisitos del cliente.

Hacer:

Implementar lo planificado. La empresa tiene que determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, la implementación, el mantenimiento y la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad. La empresa tiene que considerar:

- Las capacidades y limitaciones de los recursos internos existentes.
- Necesidades de los proveedores externos.

Para la ejecución de lo planeado se debe tener en cuenta todos los recursos necesarios para llevar a cabo la estrategia planeada, además de un seguimiento a cada actividad para observar su comportamiento durante el tiempo.

Verificar:

Es necesario realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas e informar sobre los resultados. Se encuentra en el capítulo 9 (de la Norma ISO 9001:2015) Evaluación del desempeño y nos dice que la empresa debe determinar:

- Qué necesita seguimiento y medición.
- Los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación necesarios para asegurar resultados válidos.
- Cuándo se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición.
- Cuándo se deben analizar y evaluar los resultados del seguimiento y la medición

Actuar:

Es necesario tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario. El capítulo 10 (de la Norma ISO 9001:2015) Mejora, indica que la empresa tiene que determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implantar cualquier acción que sea necesaria para cumplir con los requisitos del cliente. Deben incluir:

- Mejorar los productos y servicios para cumplir los requisitos, así como considerar las necesidades y expectativas futuras.
- Corregir, prevenir o reducir los efectos no deseados.
- Mejorar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

7. Metodología

7.1. Fase 1: Diagnóstico inicial

Con el fin de identificar con claridad el proceso de la fabricación de moldes, en la ilustración 6 se presenta el diagrama de flujo

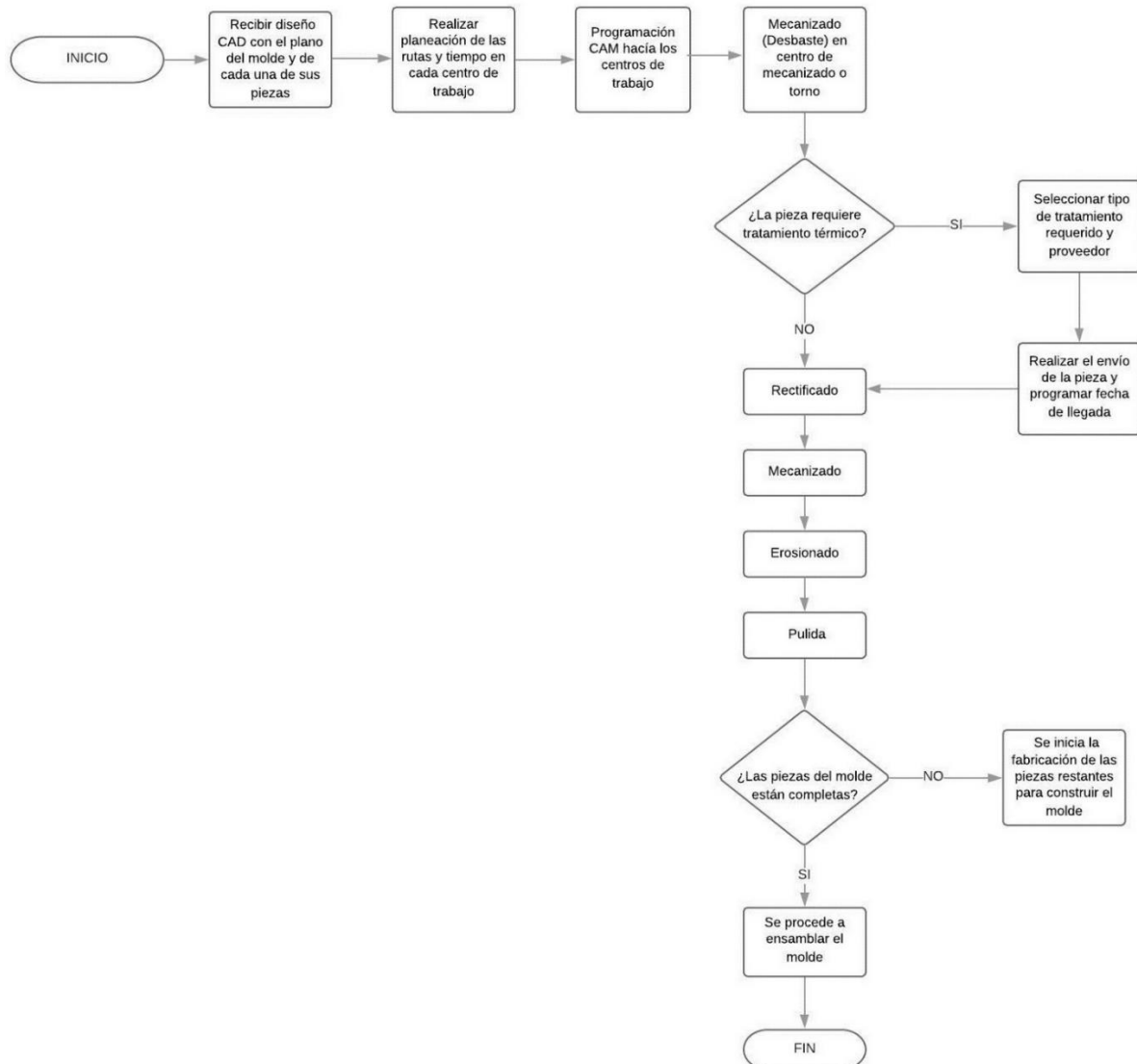


Ilustración 6. Diagrama de Flujo Fabricación de Moldes

En la ilustración 6 se puede evidenciar la importancia de planeación de actividades hacia los centros de trabajo, debido a que es el inicio del proceso y una falla allí ocasionaría una falla en la fabricación y un desecho inminente lo que genera la necesidad de mejorar este proceso.

7.2. Fase 2: Identificación de los Tipos de Moldes

En la actualidad SIMEX cuenta con un total de 737 moldes distribuidos de la siguiente manera:

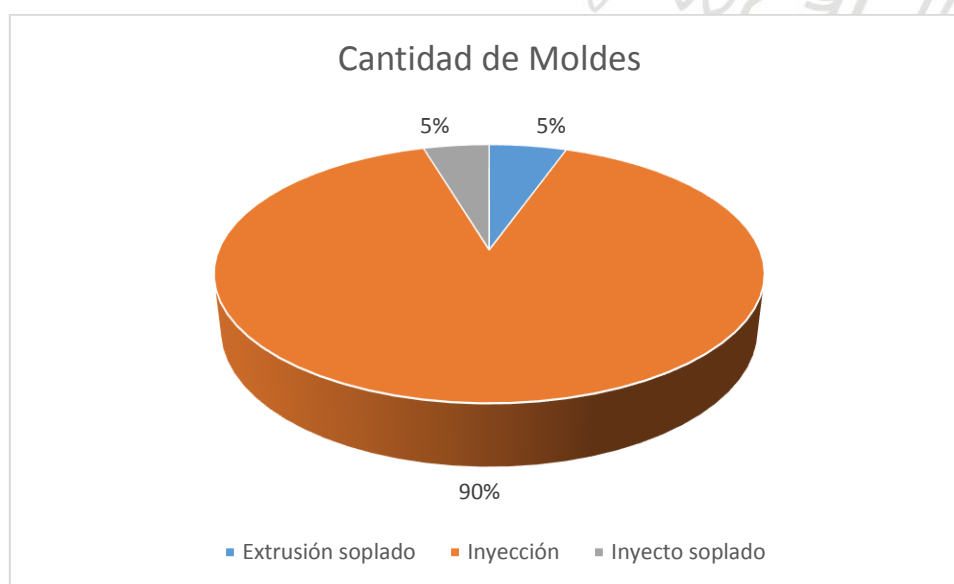


Ilustración 7. Total de moldes en SIMEX

Fuente: Base de datos de SIMEX S.A.S

De la gráfica de la ilustración 7 se puede observar que el 90% de los moldes actualmente en SIMEX son del proceso de inyección, por lo cual se decidió realizar la clasificación y generación de rutas de trabajo para este grupo abarcando la mayoría de los moldes.

De estos datos se consolidó una base de datos únicamente con los moldes de inyección fabricados en SIMEX entre los años 2015 y 2018, obteniendo una base de datos de 103 moldes con datos actualizados y confiables para generar una clasificación.

7.3. Fase 3: Análisis de Estructura del Molde

En la estructura del molde se comenzó a consolidar una lista de chequeo en la cual se analizaron las posibles variaciones entre cada molde, características de sus componentes y se definieron como aspectos claves los siguientes:

- Apertura del molde: 2 o 3 placas
- Número de Cavidades: Número de artículos producidos en cada ciclo de inyección.
- Tipo de Hembra: Completa o Patines.
- Tipo de Macho: Completo o Colapsible.
- Tipo de Colada: Caliente, Semicaliente o fría.
- Punto de inyección: Externo o interno.
- Mecanismo de Expulsión de artículos: Placa, Buje, Botadores o desenrosque.

7.4. Fase 4: Análisis de Partes del Molde y Funcionalidad

Después de identificar los aspectos claves y variables entre cada tipo de molde, se agrupó la información y se ingresó en cada plano de ensamble del molde para proceder a llenar una lista de chequeo en la cual se generó

una información para cada molde siguiendo la estructura de cada uno de estos. Con esta información se analizó la forma más adecuada de clasificar los moldes, ubicándolos en cada grupo de la manera más eficiente posible, los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resumen Identificación de moldes

		Variable	Cantidad	%
ESTRUCTURA	Apertura	2 placas	31	30,10%
		3 placas	72	69,90%
	cavidades	4 cavidades	15	14,56%
		6 cavidades	2	1,94%
		8 cavidades	65	63,11%
		16 cavidades	18	17,48%
		24 cavidades	2	1,94%
		32 cavidades	1	0,97%
	Hembra	Completa	54	52,43%
		Patines	49	47,57%
	Macho	Completo	98	95,15%
		Colapsible	5	4,85%
	Colada	Caliente	6	5,83%
		Semicaliente	9	8,74%
Fria		88	85,44%	
FUNCIONALIDAD	Pto. Inyección	Externo	80	77,67%
		Interno	23	22,33%
	Expulsión	Placa 1 etapa	50	48,54%
		Placa 2 etapa	11	10,68%
		Buje 1 etapa	15	14,56%
		Buje 2 etapas	7	6,80%
		Botador 1 etapa	10	9,71%
		Botador 2 etapas	8	7,77%
		Desenrosque simple	1	0,97%
		Desenrosque sincronico	1	0,97%

Fuente: Elaboración propia

7.5. Fase 5: Agrupación de Moldes

Analizando la información obtenida y la cantidad de datos se procede a realizar una agrupación según los puntos en común obtenidos

de la tabla, para lo cual se analizan el número de cavidades como un factor fundamental, debido a que se presentan similitud en tamaño y en la fabricación de la versión del molde. En la ilustración 8 se muestra un diagrama de Pareto que muestra la distribución según el número de cavidades.

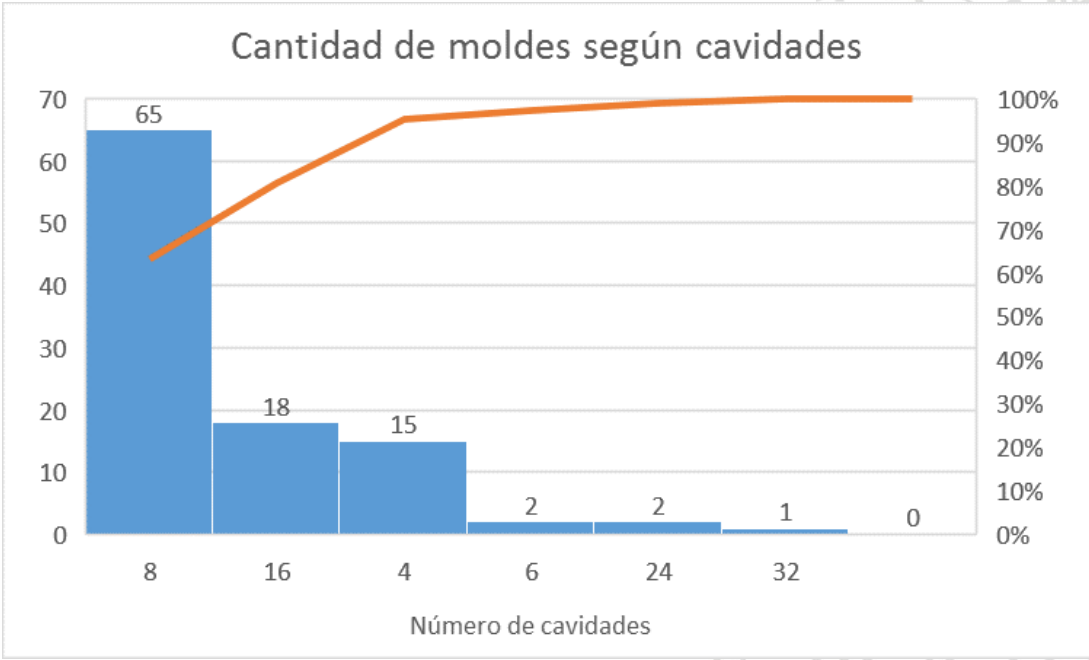


Ilustración 8. Pareto Número de Cavidades

Fuente: Elaboración propia

Tomando como referencia el diagrama de la ilustración 8, se procede a realizar la agrupación de los moldes según el número de cavidades teniendo como prioridad los moldes de 8, 16 y 4 cavidades, se creó un grupo para los tipos de productos que han sido fabricados típicamente con un número diferente de cavidades a las ya anteriormente mencionadas. En la tabla 8 se muestra un resumen de la agrupación realizada.

Tabla 8. Agrupación de moldes

Grupo	Cavidades	Subgrupos	Total moldes
A	8	18	65
B	16	8	18
C	4	6	15
D	24,6,32	3	5
Total		35	103

Fuente: Elaboración propia

Con base en los datos de la tabla 8 se puede evidenciar una reducción notable en esa clasificación de moldes, y si se extendió al total de moldes activos dentro de la empresa sumando los moldes fabricados en el extranjero, para obtener un total de 245 moldes que cumplen con las condiciones para quedar agrupados en una de estas categorías. En la ilustración 9 se muestra un diagrama que permite observar la reducción en el número de moldes con la clasificación.

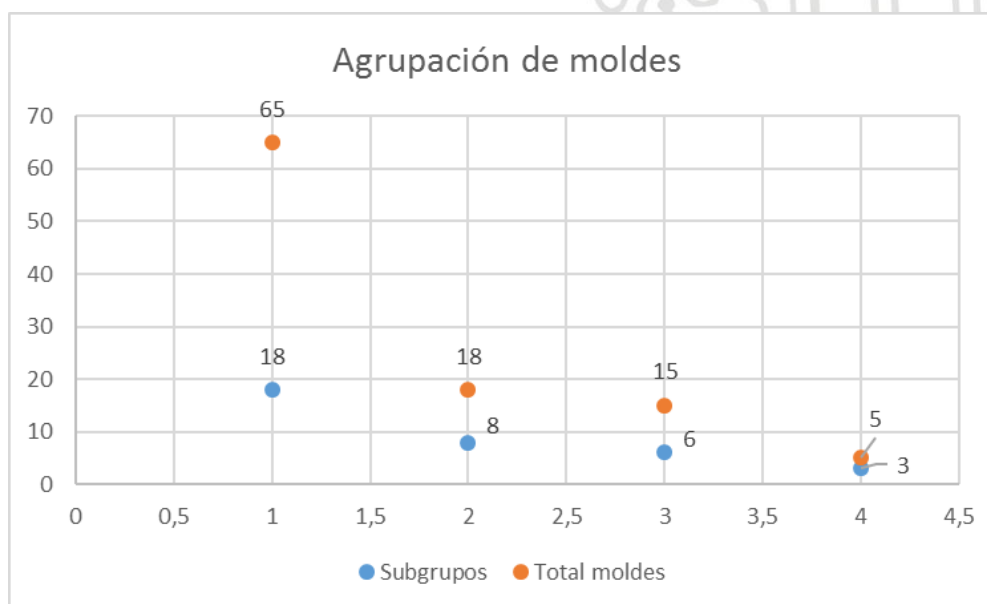


Ilustración 9. Dispersión de Agrupación de Moldes

Fuente: Elaboración propia

7.6. Fase 6: Revisión de Rutas de Trabajo

Para cada clasificación se revisaron las rutas de trabajo de los moldes más recientes fabricados por SIMEX, con base en esto se revisó con el jefe del taller de fabricación y se ajustó la planeación, consolidando una ruta de trabajo actualizada, con tiempos, dimensiones e instrucciones precisas para cada pieza. Se analizaron las diferencias en el tiempo planeado y tiempo ejecutado de los moldes, con el fin de calcular la variación entre la planeación de moldes en cada categoría. En la tabla 9 se muestra el total de horas planeadas, total de horas ejecutadas y la diferencia entre estos para cada grupo.

Tabla 9. Diferencia de Tiempo Planeado y Tiempo Ejecutado

Grupo	Tiempo planeado	Tiempo ejecutado	Diferencia
A	36369,0	32143,9	4225,1
B	16917,6	14308,2	2609,4
C	12279,2	9797,1	2482,2
D	6477,2	6077,9	399,3

Fuente: Reportes tiempos software ERP

En la revisión de las rutas de trabajo se encontró mucha variabilidad entre la planeación y ejecución de los trabajos, lo que demuestra mucha dispersión de tiempos y operaciones requeridas para cada clasificación. En la ilustración 10 se muestra la tendencia de los datos para cada grupo de la clasificación.

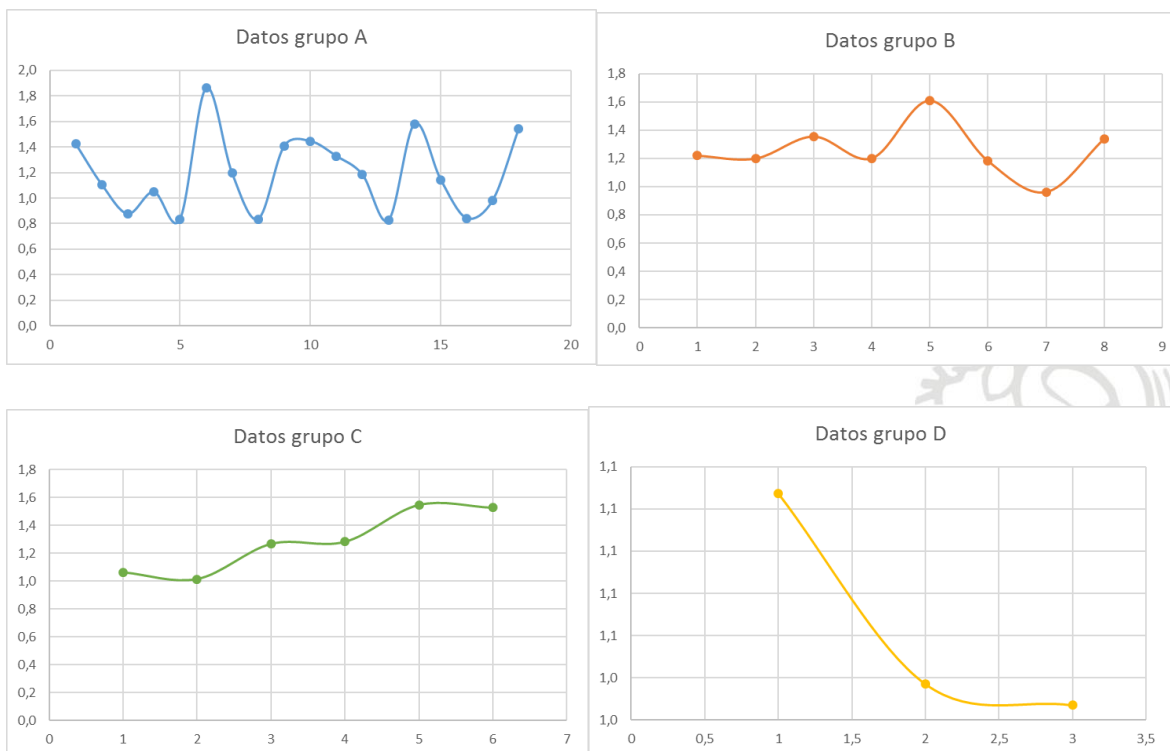


Ilustración 10. Dispersión de programación

Fuente: Reportes de tiempo Software ERP

7.7. Fase 7: Estandarización de Rutas de Trabajo

Para generar la estandarización se actualizaron los tiempos y los centros de trabajo requeridos para cada pieza, con esto se pretende conformar una ruta de trabajo ideal para cada clasificación. En total se generaron 35 plantillas estándar que agrupaban un total de 103 moldes, 56 portamoldes y 86 versiones para un total de 245 trabajos registrados en el taller de fabricación entre los años 2015 y 2018.

Con la generación de las plantillas estándar se realizó un ajuste en el tiempo de programación para evitar errores en los cálculos de costos en la fabricación de un molde, para esto es vital la precisión en el tiempo estimado y el ejecutado en cada trabajo, se propuso un indicador que permite medir la precisión entre estos.

$$\text{Precisión en la planeación} = \frac{\text{Tiempo planeado}}{\text{Tiempo ejecutado}}$$

Ecuación 1. Indicador precisión en la planeación

Con este indicador se pretende medir cada una de las rutas estándar empleadas y evidenciar la variabilidad para realizar un ajuste más óptimo a la ruta hasta que el tiempo esté lo más ajustado posible al real. La desviación estándar permitida en este proceso es de $\pm 0,2$.

La estandarización de rutas de trabajo sugiere una implementación de la mejora continua en las organizaciones, por lo tanto, la aplicación del ciclo PHVA es una herramienta fundamental para que se genere una estandarización óptima de las rutas de trabajo. El ciclo planteado para este proceso se evidencia en la ilustración 11.



Ilustración 11. Ciclo PHVA

Fuente: Elaboración propia

8. Resultados y Análisis

8.1 Mejoras Evidenciadas

La agrupación de moldes y la estandarización de rutas de trabajo permitió que en la empresa SIMEX S.A.S se lograra agrupar 245 moldes activos desde el año 2015, en 3 grupos que componen 35 clasificaciones, con esto se logró asociar por características de estructura y funcionalidad, permitiendo que se logre expandir a los 737 moldes totales de la empresa. Debido al crecimiento proyectado y a la variedad de productos se ha incrementado la fabricación de moldes en los últimos años, lo que permite que cada nuevo molde en fabricación pueda ser clasificado y así mantener el orden de la información.

Por medio de la estandarización de rutas se estimó el tiempo de duración en la fabricación del molde, con lo cual se permite tener datos claros acerca de los costos asociados a la construcción de cada tipo de molde y la disminución en la variabilidad de resultados. Cuando se conoce el tiempo y el costo asociado a la fabricación de un molde se puede predecir con mayor exactitud el margen de ganancia pronosticado para un proyecto nuevo y permite evaluar si efectivamente es viable su construcción desde el punto de vista financiero.

Las rutas estándar lograron reducir el tiempo de planeación de actividades en el software ERP, impactando no solo el tiempo sino también los costos asociados al proceso. En la tabla 10 se muestra un resumen de la reducción del tiempo empleado para este proceso realizando una

estimación con los mismos niveles de producción en el taller que en el año 2018.

Tabla 10. Reducción de Tiempo y Costos de Planeación

Reducción de tiempo y costos de planeación						
Mes	Horas			costos		
	Antes	Ahora	Reducción	Antes	Ahora	Reducción
Enero	306,08	197,43	108,65	\$ 12.120.768	\$ 7.818.129	\$ 4.302.638
Febrero	261,89	239,27	22,62	\$ 10.370.844	\$ 9.475.024	\$ 895.820
Marzo	269,40	184,68	84,72	\$ 10.668.317	\$ 7.313.380	\$ 3.354.937
Abril	304,58	208,80	95,78	\$ 21.061.415	\$ 14.438.090	\$ 6.623.325
Mayo	301,47	206,66	94,80	\$ 11.938.164	\$ 8.183.890	\$ 3.754.275
Junio	182,70	125,25	57,45	\$ 12.116.904	\$ 8.306.420	\$ 3.810.484
Julio	186,94	128,15	58,79	\$ 7.402.996	\$ 5.074.926	\$ 2.328.070
Agosto	330,44	226,52	103,91	\$ 13.085.295	\$ 8.970.275	\$ 4.115.021
Septiembre	284,96	195,35	89,61	\$ 11.284.567	\$ 7.735.833	\$ 3.548.733
Octubre	329,02	225,55	103,47	\$ 13.029.273	\$ 8.931.870	\$ 4.097.403
Noviembre	305,98	209,76	96,22	\$ 7.234.928	\$ 4.959.712	\$ 2.275.216
Diciembre	206,55	141,59	64,95	\$ 8.179.309	\$ 5.607.107	\$ 2.572.202
Total	3.270,02	2.289,01	981,01	\$ 138.492.781	\$ 96.814.656	\$ 41.678.125

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos en la tabla 10 se puede evidenciar un pronóstico de reducción de 981,01 horas en un año, lo que equivale a \$41.678.125 que se ahorran con la implementación de las rutas estándar de trabajo.

La generación de rutas de trabajo permite rediseñar las operaciones del área de fabricación, donde se pretende que el tiempo que se deja de utilizar en la planeación se pueda aprovechar para hacer seguimiento al desarrollo de las actividades y mejoramiento de la planeación realizada,

garantizando la calidad del artículo plástico procesado posteriormente en el molde. En la ilustración 12 se muestra la diferencia en el tiempo con respecto al proceso anterior y con la estandarización de las rutas de trabajo.

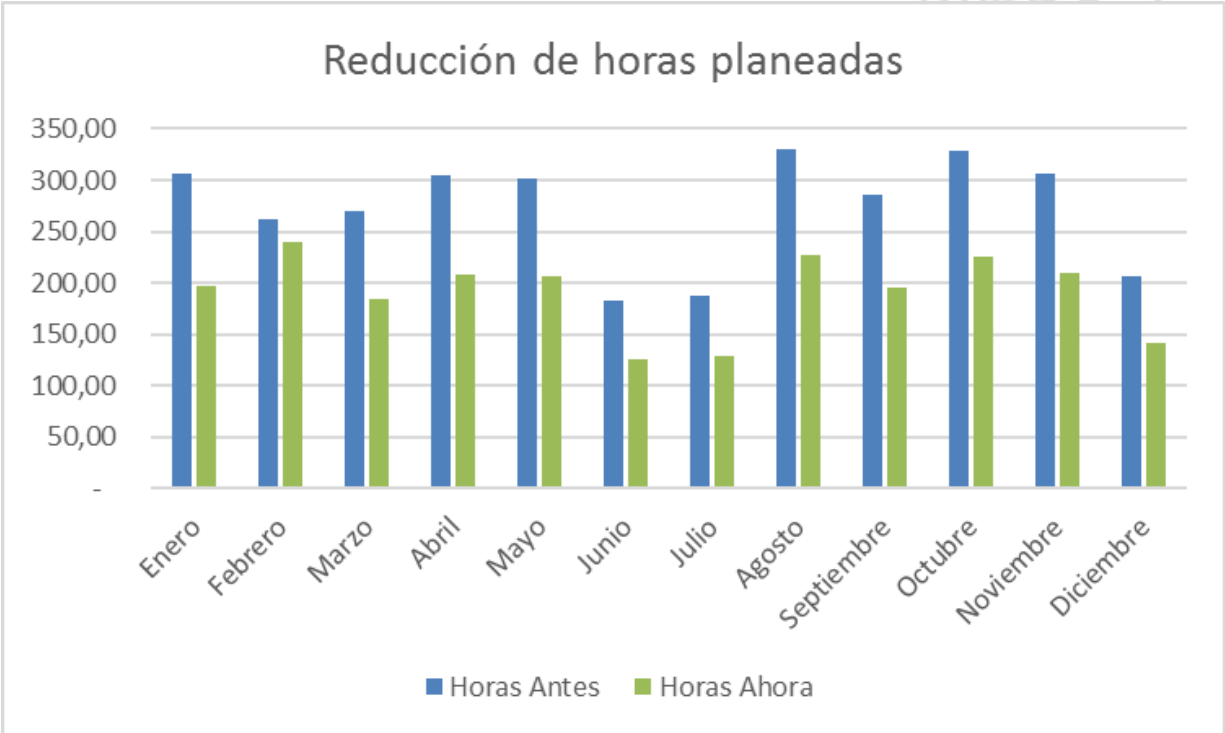


Ilustración 12.Reducción de horas planeadas

Fuente: Elaboración propia

Como el tiempo de programación de actividades en el software ERP tiene costos asociados al programador y a la herramienta de programación, con la reducción del tiempo se evidenciaron disminuciones en los costos generados por el proceso como se muestra en la ilustración 13. La ilustración 14 muestra los costos del proceso a lo largo de un año, se pretende que con el ajuste deseado a las rutas estándar de trabajo se pueden observar mejores resultados y mejorar la productividad del área.

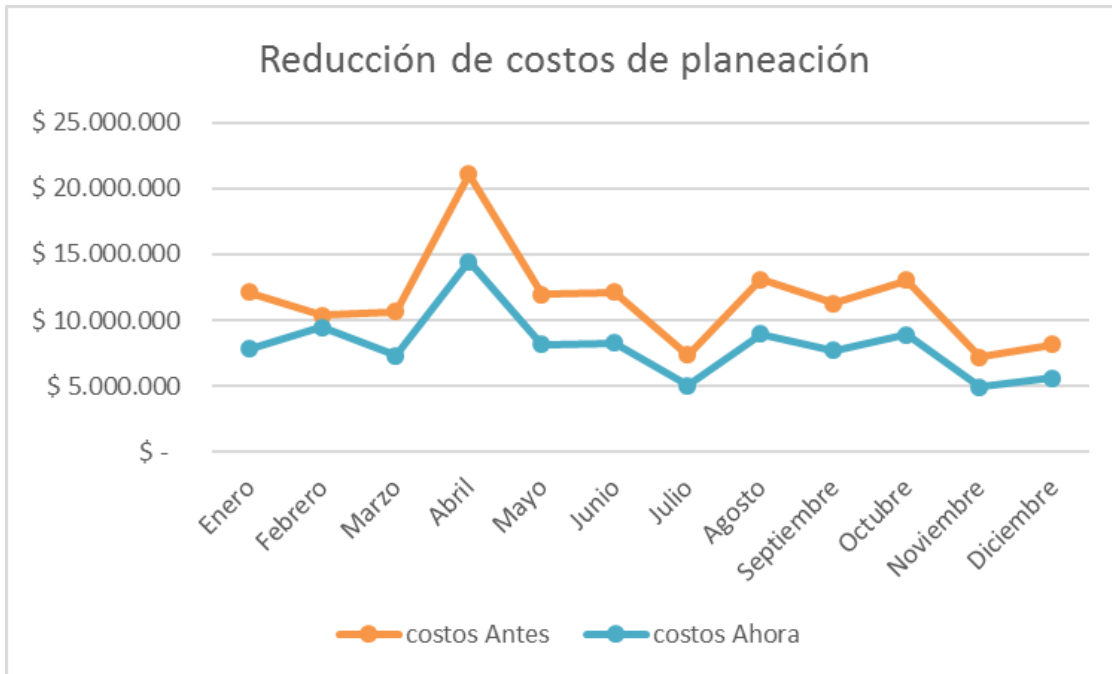


Ilustración 13. Reducción en costos de planeación

Fuente: Elaboración propia

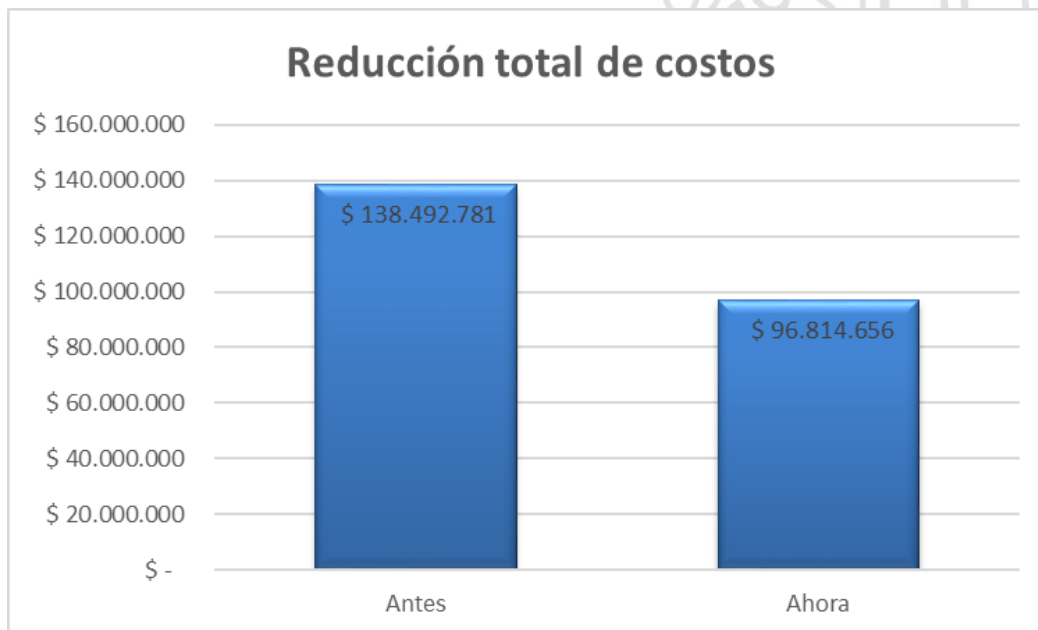


Ilustración 14. Costos anuales antes y después

Fuente: Elaboración propia

Uno de los objetivos principales de las empresas es mejorar sus procesos, disminuir los costos y mantener la misma eficacia en los resultados. Es por esto, que las rutas estándar de trabajo permitieron implementar metodologías de mejoramiento continuo, como el ciclo PHVA, realizando un proceso de optimización en cuanto a la precisión, el tiempo, las operaciones empleadas y los parámetros de trabajo específicos de cada clasificación de moldes. Por lo tanto, cuando se utiliza una ruta de trabajo se pretende analizar la retroalimentación y realizar ajustes en cuanto a la precisión en la planeación de actividades y el tiempo empleado. En la tabla 11 se muestran las mejoras tempranas evidenciadas en el proceso calculadas con el indicador propuesto en la ecuación 1.

Tabla 11. Precisión en la planeación

Grupo	Tiempo Ejecutado	Tiempo planeado	Diferencia	Antes	Ahora
A	2462,7	2279,0	183,7	85%	93%
B	1912,2	1728,54	183,7	81%	90%
C	2449,3	2140,7	308,6	76%	87%
D	2172,5	1974,9	197,7	79%	91%

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos en la tabla 11 se puede identificar una mejoría en el ajuste de la ruta de trabajo estándar, pero igualmente se presenta mucha diferencia entre las horas planeadas y ejecutadas, lo que permite por medio de implementación de la metodología PHVA seguir realizando ajustes y perfeccionando el proceso.

8.2 Propuesta de Mejora Posteriores a la Estandarización de Rutas de Trabajo

El proceso de fabricación de moldes es de estricta precisión y requiere de muchas operaciones para formar todas las piezas, generando la necesidad de seguir mejorando los demás procesos del taller de fabricación de moldes, identificando las operaciones que consumen un mayor tiempo y enfocarse en comenzar a optimizar dichas operaciones. En la ilustración 15 se muestra el tiempo de ejecución de actividades empleado para la fabricación de un molde.

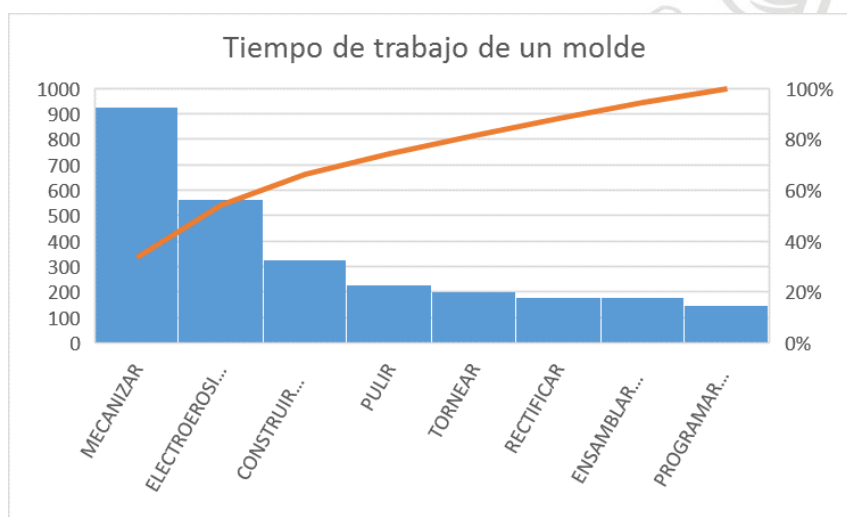


Ilustración 15. Tiempos de fabricación de moldes

Fuente: Reportes de tiempos de fabricación

De la ilustración 15 se puede observar que los procesos de mecanizado y electroerosión son los que registran un mayor tiempo en la fabricación de un molde, por lo tanto, se proponen herramientas como SMED y análisis de métodos y tiempos, con el fin de eliminar los tiempos de

preparación de máquinas CNC y mejorar los métodos de trabajo empleados, logrando reducir el tiempo de ejecución y por ende los costos, sin afectar la calidad de las piezas.

8.3. Lecciones Aprendidas del Proyecto

La ejecución de una propuesta de mejoramiento en un proceso conlleva a la interrelación y acompañamiento por parte del personal que está a cargo de los procesos y demás áreas que puedan ver afectadas otras sus actividades.

En el desarrollo del proyecto se tuvo una comunicación permanente con las demás áreas pertenecientes a moldes (Construcción de moldes, mantenimiento de moldes), para intentar consolidar una clasificación global para toda la empresa en cuanto a los moldes existentes, pero como cada área en específico estaba buscando una clasificación que se acomodará a sus necesidades, se pudieron evidenciar las dificultades para intercomunicar áreas al buscar cada una un objetivo distinto en cada tarea. El hecho de cada persona quiera que su proceso sobresalga de entre los demás y se obtengan resultados individuales por encima del bienestar colectivo de la empresa impide que se invierta el tiempo y el trabajo requerido en la ejecución de los proyectos y actividades de mejora.

Desarrollar un proyecto en medio de las labores del día a día y de las necesidades del área al que se está apoyando requiere mucho compromiso, responsabilidad y orientación al logro de los objetivos comunes del área, buscando así no solo sacar adelante el proyecto sino brindar

recomendaciones de mejora que beneficien a la empresa y facilitar la ejecución de los procesos, analizando la forma como se toman decisiones y se afrontan las adversidades.

La formación integral recibida por parte de la universidad, permitió incursionar en otras áreas de conocimiento que brinda la empresa, generando un intercambio de información que facilitó la ejecución del proyecto, suministrando información necesaria y facilitando la comprensión de los procesos y del entorno organizacional en el mercado, comprendiendo la exigencia del mercado y la necesidad del grupo empresarial SIMEX de seguir siendo reconocido en el sector cosmético y aseo personal.

La organización en la actualidad se encuentra alineado entorno al logro de la Mega planteada en la planeación estratégica, logrando que las áreas de la empresa trabajen entorno al logro de esta, dando mucha importancia y oportunidades de mejora al área de moldes que por temas financieros de la empresa tiene mucha importancia.

El tiempo fue uno de los factores determinantes para que se lograra en un 100% el logro de los objetivos planteados, viéndose afectado por cambios imprevistos en el cronograma y la necesidad de obtener autorizaciones e información de otras áreas generaron que se diera un retraso en la ejecución del proyecto, y al final se inicia el proceso de mejora en el taller de fabricación de moldes.

9. Conclusiones

- Con la estandarización de rutas de trabajo se logró reducir el tiempo en la planeación de actividades en el software ERP. Se estimó una reducción en el tiempo siguiendo la tendencia de los últimos años en fabricación de moldes y se llegó a la conclusión de que el tiempo estimado de reducción es de 981 horas totales con respecto al año anterior como se muestra en la ilustración 16.

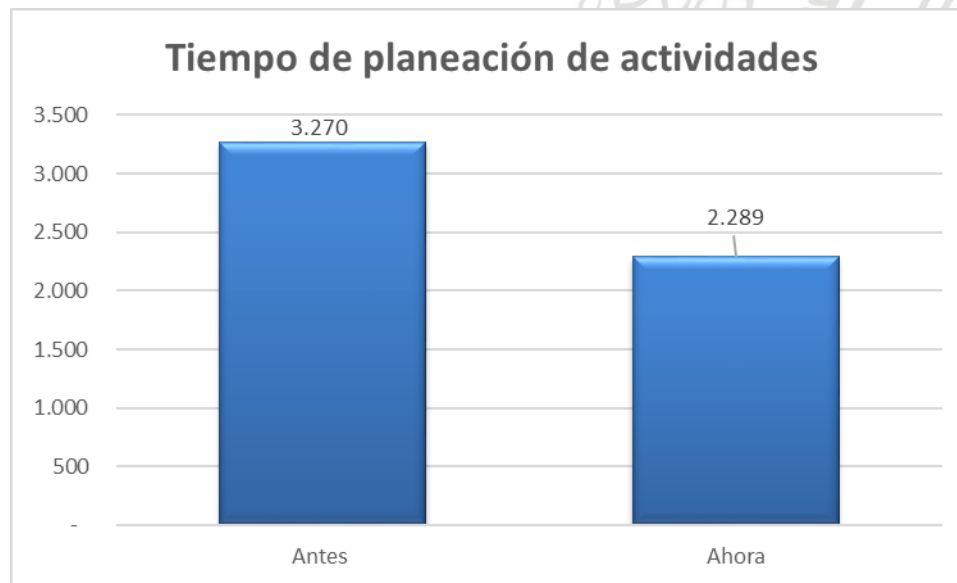


Ilustración 16. Reducción Tiempo planeación

Fuente: Elaboración propia

- Se identificaron los tipos de moldes fabricados en Simex en los últimos 3 años, se identificaron los moldes correspondientes a los procesos de inyección, inyector soplado y extrusión soplado

como se muestra en la ilustración 17, de la cual se pudo obtener que el 90% de los moldes fabricados en la empresa corresponden al proceso de inyección.

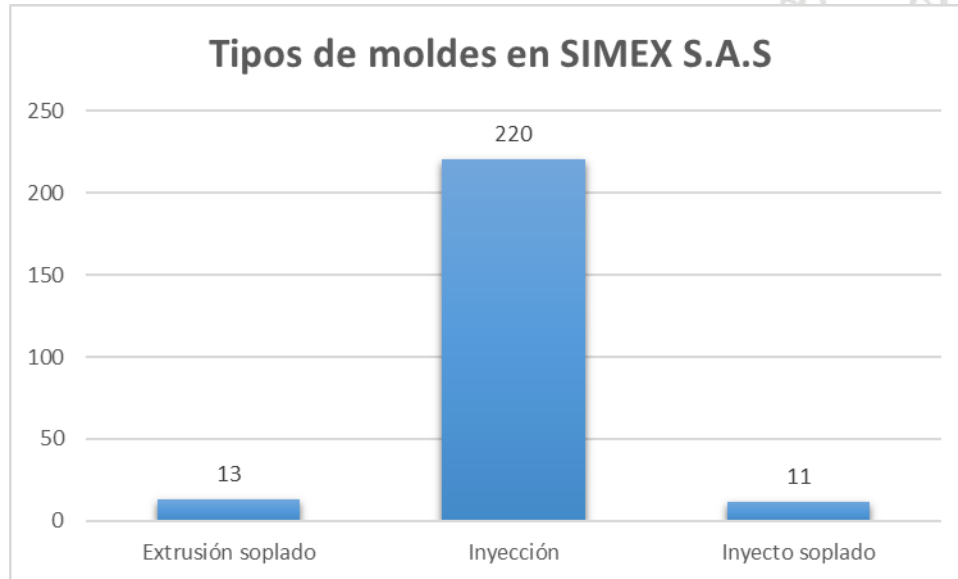


Ilustración 17. Tipos de moldes en SIMEX S.A.S

Fuente: Elaboración propia

- Se clasificaron los moldes del proceso de inyección según su estructura y funcionalidad, agrupando por características similares y consolidando la información relacionada según el número de cavidades, siendo los moldes de 8, 16 y 4 cavidades los de mayor cantidad. Se obtuvieron 4 grupos principales y 35 subgrupos donde se clasificaron los moldes.

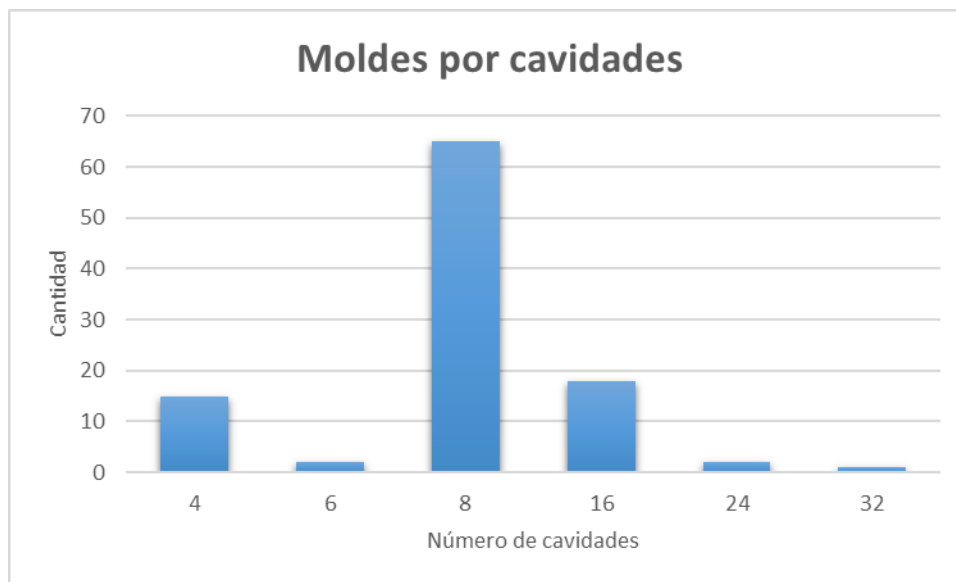


Ilustración 18. Clasificación de moldes

Fuente: Elaboración propia

- Se generaron 35 rutas estándar de trabajo, de las cuáles se revisaron y se aprobaron hasta la fecha de entrega del informe un total de 5 de ellas, abarcando un total de 40 moldes de los 103 revisados. Cabe señalar que el objetivo planteado inicialmente no se cumplió por completo debido a que el proyecto se desarrolló en 4 meses y el tiempo estimado para completarlo es de 6 meses.
- Se seleccionó la librería digital en el software ERP donde se cargarán las rutas estándar de trabajo, se obtuvo la plantilla y se acordó con el área de sistemas la carga de cada una de estas rutas. A la fecha no se ha cargado ninguna plantilla en el software, pero ya se tienen en las plantillas con los ajustes de tiempo designados. En la ilustración 19 se muestra un ejemplo de la plantilla establecida para los moldes.

002080- Tap esm esika 6 en 1 2019								
Subensamble	Parte	Nombre	Operación	Operaciones	Tiempo planeado	Tiempo ejecutado	Comentarios	Estándar
			20	T-ENSAMBLAR MOLDE	0	130,5		150
1	8094318-21	FONDO TP ESM ESIKA 6 EN 1 2019	10	T-PROGRAMAR CNC	3	4,5		3
			20	T-TORNEAR	10	9,67		8
			30	T-TEMPLAR	0	0		0
			40	T-RECTIFICAR	6	6		8
			50	T-TORNEAR	13	17,5		16
			60	T-MECANIZAR	25	41,66		35
			70	T-ELECTROEROSIONAR	50	58,75		60
			80	T-PULIR	15	13		10

Ilustración 19. Plantilla de estandarización de rutas de trabajo

Fuente: Elaboración propia

- Se presentó la situación actual con la propuesta de mejora y los resultados obtenidos no solo en la reducción de tiempo, sino también en la reducción de costos asociados a la planeación de actividades en software ERP. En la ilustración 20 se muestra un ahorro generado por año en el proceso.

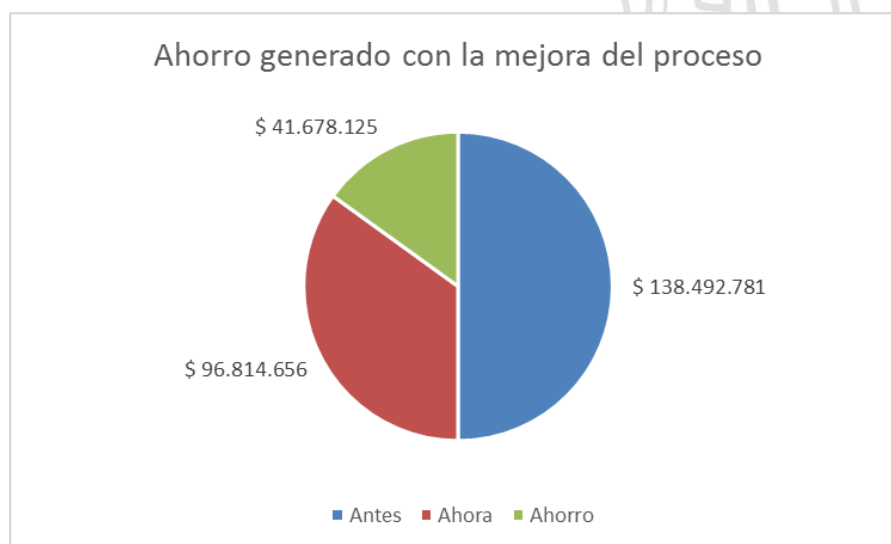


Ilustración 20. Ahorro generado con el proyecto

Fuente: Elaboración propia

- Durante el desarrollo de la práctica se realizaron propuestas de mejora relacionadas con el manejo y registro de información, los medios empleados para almacenarlos y la necesidad de hacerlo de la forma más sencilla posible, además de iniciar un proceso de mejoramiento continuo en el cuál se debe revisar la precisión en las rutas estándar empleadas.
- Estandarizar las operaciones es un proceso que todas las empresas deben seguir, si es que quieren un orden y control en sus negocios. Estandarizar es un arte, porque hay que tener un conocimiento total de la empresa. Se deben conocer las actividades mínimas de los procesos. Muchos consideran la estandarización como una herramienta que les da una ventaja competitiva, ya que en cualquier lado que vendan sus productos o servicios, estos serán siempre los mismos.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, J. C., & Ospina, R. P. (2017). El Moldeo en el Proceso de Inyección para el Logro de Objetivos Empresariales. *Universidad Externado de Colombia*, 157-168.
- Alvarez, M. L. (1997). El ABC de los plásticos. *Universidad Iberoamericana*.
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2012). Principales Técnicas de Transformación de plásticos. *Tecnología de polímeros*, 86-100.
- Benavente, R. (1997). Polímeros amorfos, semicristalinos, polímeros. CSIC. *Madrid* , 49-63.
- Demicheli, M. (1996). Plásticos Biodegradables a partir de fuentes renovables. *IPTS*.
- directivos, R. (2016). Mejora continua: ¿por qué es tan importante? *EAE Business School*.
- Europe, P. (2015). Cómo se fabrica el plástico. *PlasticsEurope.org*.
- Ferrándiz, S., Arrieta, M. P., & López, J. (2013). Análisis del comportamiento de procesos térmicos en materiales plásticos. Uso de modelos matemáticos en prácticas de laboratorio de una ingeniería. *Universidad Politecnica de Valencia*.
- Garcia, S. (2009). Referencias historicas y evolución de los plásticos. *Revista Iberoamericana de polímeros*.
- Kyocera. (2017). La estandarización de procesos, una ventaja competitiva. *Kyocera Document solutions*.
- López, J. S., Ramírez, J. E., Cervantes, F. J., Camarillo, K., Louvier, J. F., & Hernández, C. (2018). Reducción del tiempo de ciclo en un molde

de inyección de plástico implementando sistemas de enfriamiento con sección transversal circular y rectangular. *Tecnologico nacional de Mexico* .

Márquez, D. G. (2013). Mejora de los tiempos de fabricación de moldes utilizando herramientas de Lean Manufacturing para cumplir con la promesa de entregar al área de producción de la compañía PCP plásticos. *Pontificia Universidad Javeriana*.

Martin, J. (2002). Tecnología de la programación: El CAD/CAM. *Interempresas.Net*.

Martínez, A., & Cegarra, J. M. (2014). Gestión por procesos de negocio: Organización horizontal. *ISBN*.

molina, A. (2018). Portamoldes: Base Esencial En Tu Proceso De Inyección De Plástico. *PRIVARSA*.

Molina, G. (2016). Mejora continua en las empresas. Etapas y áreas funcionales. *Gestionar*.

Perdomo, G. A. (2002). Plásticos y medio ambiente. *Revista Iberoamericana polímeros*.

Pérez, J. G. (2007). Relación estructura-propiedades en placas y láminas de polipropileno y copolímeros en bloque etileno-propileno obtenidas por diferentes procesos de transformación. *Universidad politécnica de catalunya*.

Pérez, J. P. (2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior*, 6-9.

polimeros, T. e. (2017). Colada fría-Colada caliente. *Todoenpolimeros.com*.

Romero, J. M. (2014). Transformación de materiales termoplásticos. *UF0726*.

Tafolla, H. (2000). Estandarización y globalización. *ITAM*.

Urrego, G. (1996). El contexto de la estandarización. *Repositorio UdeA*, 106-108.

Valerga, A. P. (2018). Análisis del proceso de modelado por deposición fundida (FDM) con poliácido láctico (PLA). *Universidad de Cadiz*.

