

Identificación de Desperdicios y Mejoramiento del Proceso de Fabricación de Piezas de Muñecas de Plastisol.

Lisette Apupalo⁽¹⁾

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción⁽¹⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)⁽¹⁾
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador⁽¹⁾
lapupalo@espol.edu ; lapupalo@hotmail.com⁽¹⁾

Kléber Barcia⁽²⁾

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción⁽²⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)⁽²⁾
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador⁽²⁾
Kbarcia@espol.edu.ec⁽²⁾

Resumen

La empresa XY es una de las empresas ecuatorianas más importante dentro del área andina, dedicada a la elaboración de artículos plásticos para el hogar, línea de calzado de lona y PVC (tipo tenis), además del área de juguetería y viniles, con una trayectoria de casi cincuenta años. La presente tesis se enfoca dentro del área de juguetes, específicamente en el proceso de rotomoldeo, el objetivo principal de este estudio es mejorar el proceso de fabricación de piezas de muñecas de plastisol, usando la técnica IDEF0 “Integration Definition for Function Modeling” y la mejora continua. Con la metodología IDEF0 y la metodología de Producción Esbelta, se realiza la identificación de los principales desperdicios en el proceso productivo, de acuerdo a los desperdicios críticos encontrados, se procede a eliminarlos mediante la selección de las técnicas de mejoras, que mejor se adapten al proceso en estudio. Finalmente se realiza un análisis costo-beneficio para determinar la rentabilidad y viabilidad del estudio, y llegar de esta forma a las conclusiones y recomendaciones.

Palabra claves: PVC, IDEF0, 5'S, producción esbelta.

Abstract

The company XY is one of Ecuadorian companies further important in the area Andean., dedicated to the elaboration of plastic goods for the home, line of footwear of canvas and PVC (tipe tennis), in addition to the area of toyshop and vinyls, with a trajectory of almost fifty years. The work's focus is on the area of toys, specifically rotomoldeo's process, the principal objective of this study is to improve plastisol's process of manufacture of pieces of dolls, using the technical IDEF0 “Integration Definition for Function Modeling” and the continuous improvement. With the methodology IDEF0 and Lean Production's methodology, the principal pickings are identified in the productive process, according to the critical pickings found, accomplishes itself, one proceeds to eliminate them by means of the selection of techniques of improvements, that better adjusted to the process. Finally makes an analysis of cost to determine the profitability and viability of study, and make the conclusions and recommendations.

Key words: PVC, IDEF0, 5'S, lean production.

1. Introducción

La Industria del plástico engloba la existencia de una cadena productiva que va desde las resinas hasta el plástico, propiamente dicho. Los términos resinas y plásticos suelen usarse en sentido amplio. No obstante, el término “resina” se aplica específicamente a los polímeros, los cuales son usados como materia prima en la obtención de artículos moldeados; mientras que “plástico” significa el producto final el cual puede contener además, plastificantes, pigmentos, estabilizadores, entre otros [1] [2].

En Ecuador el sector plástico es uno de los sectores más dinámicos de la economía ecuatoriana, no sólo como transformadores de resinas en productos terminados sino como parte vital de otras cadenas productivas [3].

La presente tesis se desarrolla en una de las empresas ecuatorianas exitosas del país, la empresa XY se caracteriza por ser los únicos en la fabricación de artículos plásticos para el hogar, en la línea de calzado de lona y PVC (tipo tenis); además en juguetería y viniles.

Este estudio se enfoca dentro del área de juguetes, específicamente en el proceso de rotomoldeo, que consiste en elaboración de piezas de muñecas de plastisol, el cual presenta algunos defectos como: contaminación de la materia prima (plastisol), produciendo piezas defectuosas con manchas, falta de tiempo de cocción de las piezas produciéndose piezas muy blandas, las cuales son rechazadas; piezas que requieren ser reprocesadas, dichos problemas incrementan los costos de la empresa.

Con la aplicación de la metodología (IDEF0) “Integration Definition for Function Modeling”, y el desarrollo de entrevistas de acuerdo a la metodología de Producción Esbelta, se realiza la identificación de los principales desperdicios en el proceso productivo y con las propuestas de mejoras, se espera obtener una reducción del porcentaje de desperdicios por defectos en las piezas de muñecas de plastisol, establecer un mejor método en el proceso de horneado y elaboración de la materia prima, para así ofrecer al mercado productos competitivos y de mejor calidad, que se verán reflejados en los ingresos de la empresa.

2. Objetivo General.

Proponer mejoras en el proceso de fabricación de piezas de muñecas de plastisol, mediante la identificación de desperdicios usando la metodología (IDEF0) “Integration Definition for Function Modeling”.

3. Metodología (IDEF0)

La metodología IDEF0 es una técnica de modelación concebida para representar de manera estructurada y jerárquica las actividades que conforman un sistema o empresa, y los objetos o datos que soportan la interacción de esas actividades [4].

Los elementos gráficos utilizados para la construcción de los diagramas IDEF0 son cuadros y flechas. La semántica de utilización de estos elementos gráficos es la siguiente:

Las actividades que se representan con un cuadro.

Las entradas que se representa con una flecha entrando por el lado izquierdo de la actividad.

Las salidas que son representadas con una flecha saliendo del lado derecho de la actividad.

Los controles que se representan con una flecha entrando por la parte superior.

Los mecanismos que son representados con una flecha entrando por la parte inferior.

En la figura 1 se muestran los elementos de un diagrama de acuerdo a la metodología IDEF0.

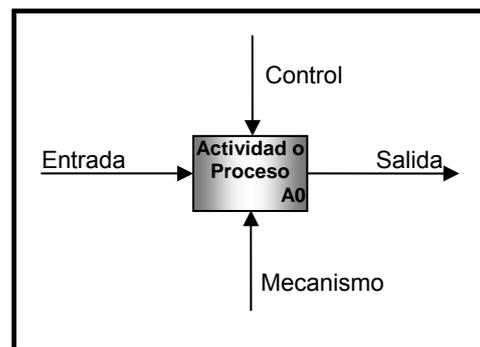


Figura 1. Elementos de un diagrama típico de IDEF0

Cada diagrama de la metodología IDEF0 representa una actividad necesaria para la tarea, en un grado de detalle específico. Las actividades se subdividen en diagramas que siguen en niveles inferiores hasta un grado de detalle necesario. Las flechas representan la relación entre las cajas. No dan informaciones del desarrollo temporal o la sucesión, pero describen los datos necesarios y las informaciones creadas por las actividades [5] [6].

Una de las principales ventajas de esta metodología, es que permite incorporar en el flujo los datos que entran y salen de las actividades, así como las reglas del negocio y los actores, todo en la misma vista.

4. Situación Actual.

El proceso de estudio se refiere al proceso de elaboración de piezas de muñecas de plastisol, el cual inicia desde el área de mezcla, donde se elabora la materia prima que consiste en plastisol y el área de hornos, donde se producen las piezas de las muñecas

mediante el proceso de moldeo rotacional, para un mejor entendimiento a continuación se especifican los dos procesos anteriormente mencionados en la figura 2.

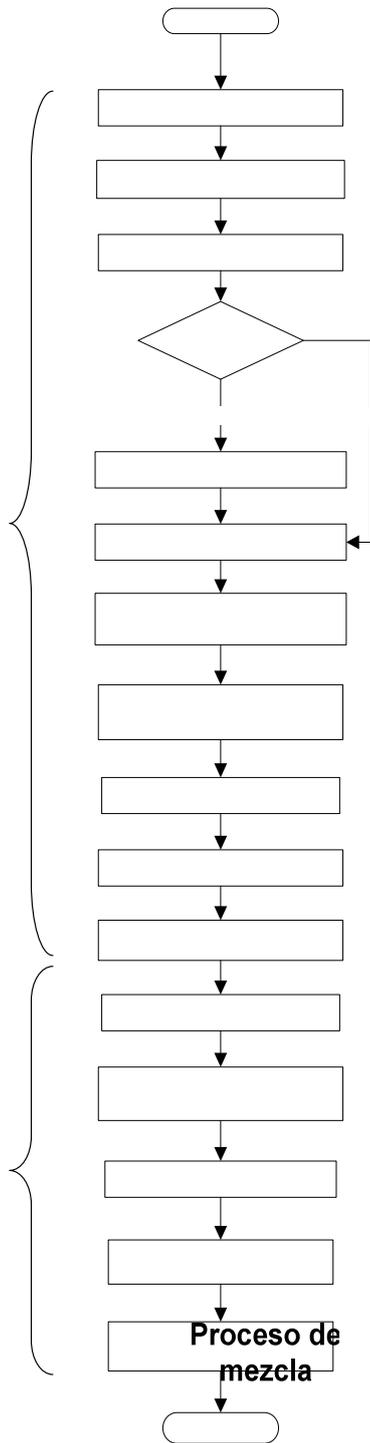


Figura 2. Proceso de elaboración de plastisol

A continuación en la figura 3, se detalla y desglosan las actividades involucradas en el proceso de horneado de piezas de muñecas de plastisol.

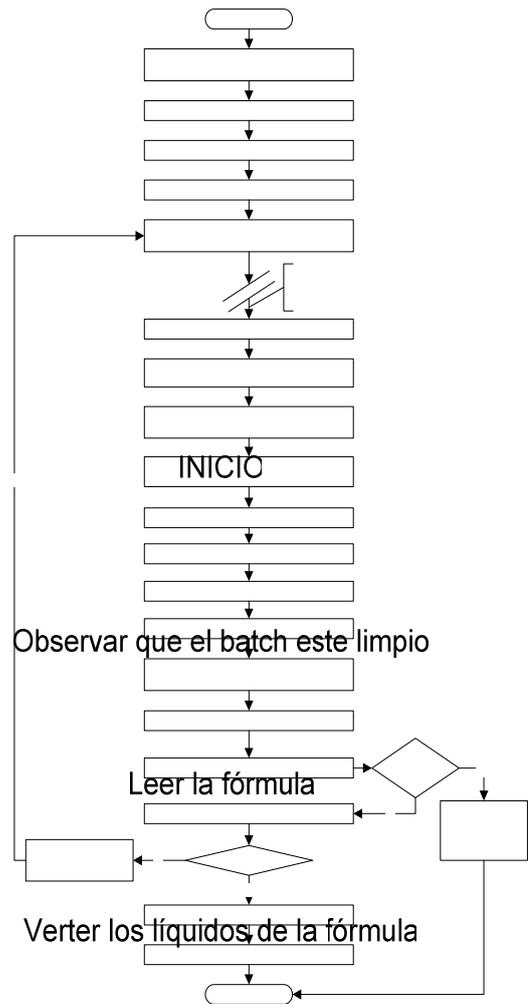


Figura 3. Proceso de horneado de piezas de muñecas de plastisol

4.1. Aplicación de la técnica IDEF0

La metodología IDEF0, se comienza determinando los ICOM'S del proceso por medio del diagrama A-0, los cuales constituyen de forma general las entradas, salidas, controles y mecanismos que regulan y controlan el proceso. En la figura 4 se muestra el diagrama A-0.

Una vez definido el diagrama A-0, se continúa desglosando y detallando cada área involucrada, es decir el área de mezcla y el área de hornos, del proceso productivo en estudio, hasta lograr identificar y detectar los problemas que se puedan presentar los problemas o desperdicios del proceso.

A continuación en la tabal 1 se resumen cada uno de los diagramas usados de acuerdo a al metodología IDEF0, para detectar los problemas existentes en le proceso y los problemas encontrados, tanto del área de mezcla como el área de hornos.

Fijar el temporizador
aproximadamente 15 min y encender
la máquina

Agregar los sólidos poco a poco

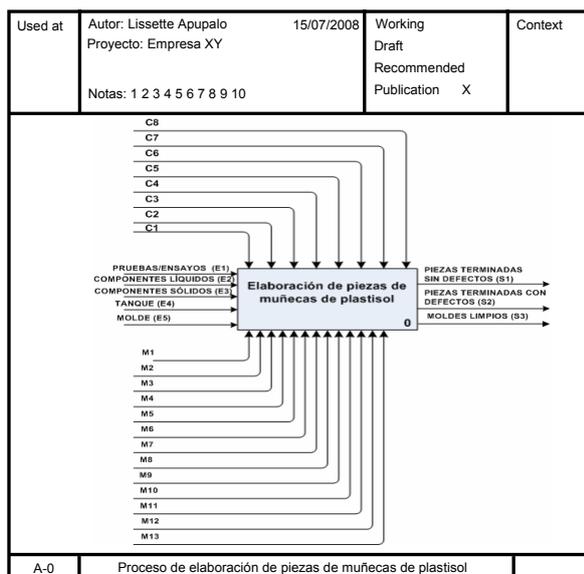


Figura 4. Diagrama A-0

Tabla 1. Identificación de problemas

Área	Diagrama IDEF0	Problema
Mezcla	Diagrama A12 - "Adición de componentes líquidos en el batch"	Uso de recipiente de medición no adecuado.
	Diagrama A124 - "Agregación de plastificante"	Uso de recipiente de medición no adecuado.
	Diagrama A15 - "Plastisol cernido"	Presencia de partículas en plastisol, por recipiente de almacenamiento no adecuado.
Hornos	Diagrama 122 - "Calibración del dosificador"	Mala calibración, inyección en mayor o menor cantidad de plastisol requerido por pieza / Piezas con peso no adecuado / Piezas con burbujas de aire.
	Diagrama A31 - "Moldes cerrados con tapas-moldes"	Contaminación de plastisol en moldes por falta de limpieza de tapas-moldes
	Diagrama A32 - "Tapas-moldes aseguradas"	Desperdicio de plastisol, porque las tapas-moldes o quedan completamente aseguradas.
	Diagrama A64 - "Piezas retiradas"	Marcas en piezas retiradas y manchas de óxido.
	Diagrama A66 - "Revisión de piezas terminadas"	Piezas con peso no adecuado, piezas con manchas y piezas con marcas o hinchazón por falta de cocción.

5. Identificación de desperdicios del proceso.

Luego de identificar algunos problemas en el proceso por medio de la técnica IDEF0, se aplica la metodología de producción esbelta; que consiste en realizar entrevistas a los supervisores de cada área del proceso de elaboración de piezas de plastisol y luego de analizar las respuestas de la entrevista, obtener problemas similares a los anteriormente mencionados y descubrir problemas adicionales existente en el proceso.

Una vez de realizar las entrevistas, a los trabajadores del proceso de producción, se procede a identificar los desperdicios del proceso, para lo cual se realiza un resumen con la información obtenida en las

entrevistas, y se especifica el tipo de desperdicio que concuerde con la respuesta.

En la tabla 2 y 3 respectivamente se detallan los desperdicios detectados en cada área.

Tabla 2. Porcentajes de presencia de desperdicios en el área de mezcla

DESPERDICIO	TOTAL	%
CULTURA		
Recurso Humano	3	30,00
Proceso	0	0,00
Espera	0	0,00
Defecto	1	50,00
PROCESO		
Proceso	4	66,67
Espera	3	50,00
Defecto	0	0,00
Recursos Naturales	0	0,00
Movimiento	0	0,00
Sobre-producción	0	0,00
TECNOLOGIA		
Proceso	3	75,00
Espera	2	20,00
Inventario	0	0,00

Tabla 3. Porcentajes de presencia de desperdicios en el área de hornos

DESPERDICIO	TOTAL	%
CULTURA		
Recurso Humano	2	20,00
Proceso	2	100,00
Espera	1	16,67
Defecto	2	100,00
PROCESO		
Proceso	4	66,67
Espera	1	16,67
Defecto	1	50,00
Recursos Naturales	0	0,00
Movimiento	0	0,00
Sobre-producción	0	0,00
TECNOLOGIA		
Proceso	2	50,00
Espera	3	30,00
Inventario	0	0,00

6. Propuestas de mejoras

Al identificar los desperdicios críticos en el proceso de producción de elaboración de piezas de muñecas de plastisol, se procede a seleccionar las mejores técnicas, que contribuyan a disminuir o eliminar los desperdicios encontrados, tanto del área de mezcla como del área de hornos. Para ello se clasifican los desperdicios

identificados como alta prioridad y de baja prioridad y para cada desperdicio se escoge las técnicas lean.

6.1. Selección de técnicas de mejora

Para escoger las técnicas de mejora a implementarse, primero se unifican los desperdicios de alta prioridad y técnicas lean a aplicarse para cada desperdicio tanto en el área de mezcla como en el área de hornos.

Tabla 4. Resumen de selección de técnicas lean área mezcla-hornos.

ÁREA	CAUSAS DE DESPERDICIO	DESPERDICIO IDENTIFICADO	MEJOR TÉCNICA LEAN
ALTA PRIORIDAD			
MEZCLA	Entrenamiento inapropiado y poca habilidad	CULTURA-Defecto	Trabajo en equipo/ Entrenamiento cruzado
	Mala distribución de trabajo. Material espera para ser procesado.	PROCESO-Espera	Trabajo en equipo/ Entrenamiento cruzado
HORNO	No tengo opinión en las decisiones del proceso	CULTURA-Proceso	Trabajo en equipo/ Entrenamiento Cruzado
	Entrenamiento inapropiado y poca habilidad	CULTURA-Defecto	Trabajo en equipo/ Entrenamiento Cruzado
HORNOS	Existen productos defectuosos por manchas, no se cocinan bien, burbujas de aire. Movimiento del producto requiere de personal.	PROCESO-Proceso	Técnica 5's/ Estudio de tiempos y movimientos
HORNOS	No se cumple con la meta de producción propuesta al día	PROCESO-Defecto	Manufactura celular / Técnica 5's
HORNOS	No se están usando técnicas para mejorar el proceso. Uso de diferentes políticas de trabajo.	TECNOLOGÍA-Proceso	Trabajo en equipo/ Estandarización de políticas de trabajo.
MEZCLA	Uso de diferentes políticas de trabajo. No se están usando técnicas para mejorar el proceso	TECNOLOGÍA-Proceso	Estandarización de políticas de trabajo/ Entrenamiento cruzado
MEZCLA	Existen productos defectuosos por tonos, por vacíos, dureza (burbujas de aire). Movimiento del producto requiere personal.	PROCESO-Proceso	Calidad en la fuente

Luego se elabora una matriz, para determinar el porcentaje de participación de cada técnica, y así las tres técnicas escogidas para la implementación, son las mostradas a continuación en la tabla 5.

6.2. Propuesta de mejora

Tabla 5. Priorización técnicas lean área de mezcla – hornos

TÉCNICAS ESBELTAS	PROBLEMAS RESUELTOS	%	% ACUM
Trabajo en grupo y entrenamiento cruzado	6	42,86	42,86
Técnica 5s	2	14,29	57,14
Estandarización de políticas	2	14,29	71,43
Manufactura celular	1	7,14	85,71
Estudio de tiempos y de movimientos	1	7,14	92,86
Calidad en la fuente	1	7,14	100,00
	14	100,00	

TRABAJO EN GRUPO Y ENTRENAMIENTO CRUZADO

La primera herramienta lean en implementarse de acuerdo a la tabla 4, consiste en TRABAJO EN GRUPO Y ENTRENAMIENTO CRUZADO, esta herramienta se implementará en las dos áreas, es decir en el área de mezcla y áreas de hornos.

Para la implementación de esta herramienta, se seguirán tres puntos básicos que son:

1. Selección y contratación del facilitador.
2. Revisar y definir temas para la capacitación.
3. Definir la nómina de personal y el cronograma de capacitación.

Los temas que se sugieren para la capacitación son:

Tabla 6. Temas propuestos para capacitación de personal.

TEMAS	TIPO	DURACIÓN	ÁREA
Valores Éticos	Teórica Y Práctica	2 h	Mezcla / Hornos
Trabajo en Equipo	Teórica y Práctica	2 h	Mezcla / Hornos
Qué es el P.V.C y sus aplicaciones	Teórica y Práctica	2 h	Mezcla
Propiedades físicas y químicas de componentes del plastisol	Teórica y Práctica	2 h	Mezcla
Formulación del plastisol	Teórica y Práctica	2 h	Mezcla
Seguridad industrial	Teórica y Práctica	2 h	Mezcla / Hornos
Proceso de Mezcla y desairado	Teórica y Práctica	2h	Mezcla
Ergonomía	Teórica y Práctica	2 h	Hornos
Manipulación y mantenimiento del dosificador	Teórica y Práctica	2 h	Hornos
Proceso de rotomoldeo	Teórica y Práctica	2 h	Hornos
Funcionamiento interno de hornos	Teórica	2 h	Hornos

TÉCNICA 5'S ÁREA DE HORNO

La siguiente herramienta esbelta en implementarse consiste en la técnica 5's, y los pasos a seguir para la correcta implementación de esta técnica esbelta son:

1. Definición de responsables

Este paso consiste en definir las personas responsables del proceso de implementación y las funciones que deben cumplir. El experto será quien se desempeñe como Coordinador, y el equipo de trabajo, será el encargado de realizar las diferentes actividades para implantar la técnica 5's en el área de hornos.

2. Capacitación y difusión sobre la técnica 5's.

Para iniciar la implementación de la técnica 5's, se preparará una campaña denominada el "Día de la Gran Limpieza". En este punto el Departamento de Recursos Humanos deberá establecer el cronograma de capacitación y promover la campaña 5's entre los operarios por medio de anuncios publicados en la cartelera del área de trabajo. La capacitación estará constituida de las siguientes fases:

Documentación: Consiste en un folleto con la definición de las 5's, significado y uso de cada "s".

Capacitación: Se realizarán talleres teóricos y prácticos de cada "s", de acuerdo a lo planificado con el departamento de Recursos Humanos.

3. Implantación de técnica 5's en el área de hornos.

El primer paso para la implementación de la técnica 5's, es determinar el área de trabajo a ser mejorada, por medio de la creación de un mapa del área de trabajo y una fotografía indicando la situación inicial, antes de la implementación de las 5's. Luego se continúa con la implementación de cada "s".

Aplicación de primera s – Clasificar

Para la implementación de la primera s, primero se procede a identificar los elementos innecesarios del área de trabajo. Una vez identificados los elementos innecesarios, se les asigna una tarjeta roja para definir: si se los retira del lugar de trabajo, se los transfiere a un lugar diferente, o se los elimina. En la figura 5 se muestra el formato de tarjeta roja a usarse.

TARJETA ROJA	
Fecha: _____	Nº Tarjeta _____
Nombre del elemento: _____	
Cantidad: _____	
Razón por ser innecesario: _____ _____	
Área de procedencia: _____	
Plan de acción sugerido para su eliminación:	
Mantener el elemento en igual sitio	<input type="checkbox"/>
Mover el elemento a una nueva ubicación dentro del área de trabajo.	<input type="checkbox"/>
Almacenar el elemento fuera del área de trabajo.	<input type="checkbox"/>
Eliminar el elemento.	<input type="checkbox"/>
Observación: _____ _____	

Figura 5. Formato de tarjetas rojas

Aplicación de segunda s – Ordenar

Luego que los objetos innecesarios fueron segregados y desechados, el siguiente paso consiste en ordenar los necesarios, de forma que se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.

El procedimiento que se plantea para implementar la segunda "s" es el siguiente:

1. Decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.
2. Acomodar las cosas de tal forma que se facilite el colocar etiquetas visibles.
3. Definir un nombre ó código para cada clase de artículo.
4. Elaborar los letreros ó indicadores
5. Por último se aplica la estrategia de pintura, que se aplica en los suelos, pasillos y paredes. En esta área, se sugiere pintar el piso, para indicar toda el área que rodea la máquina de producción (hornos) con líneas amarillas y el área donde se colocarán los desperdicios con líneas rojas.

Aplicación de tercera s – Limpiar

Los pasos a seguir para aplicar la tercera "s" son:

Paso 1. Campaña o jornada de limpieza.

Paso 2. Listas de chequeo para implementación de limpieza. Una vez realizado la limpieza general del área de trabajo, cada operador deberá revisar los equipos o maquinarias designados por el Coordinador, de acuerdo al mapa 5s y con la ayuda de una lista de chequeo, donde se especifican las actividades básicas de limpieza de cada equipo.

Paso 3. Preparar elementos para la limpieza. En este punto se aplica la segunda "s", orden, a los elementos de limpieza, que consiste en almacenar los elementos de limpieza en lugares fáciles de encontrar y devolver.

Para terminar con esta técnica, y conservar un lugar de trabajo limpio y organizado, se sugiere retirar el óxido de algunas piezas y partes del horno y pintarlo, además de pintar los tanques de plastisol de un color estándar, debido a que en la actualidad todos presentan diferentes colores, con esto se creará un mejor aspecto del área de trabajo y aumentará la vida útil de los equipos

Aplicación cuarta s- Estandarizar

Esta etapa consiste en conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "s".

Para implantar estandarización en el lugar de trabajo, se requieren de tres pasos básicos que son:

1. Asignar trabajos y responsabilidades.
2. Integrar las 3s en los trabajos regulares.
3. Chequear el nivel de mantenimiento de las 3s.

Aplicación quinta s- Mantener

La quinta "s", disciplina, no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, Orden, limpieza y estandarización.

Los cinco pilares a seguir para mantener las cinco "s" son:

1. Uso de ayudas visuales.
2. Correcciones
3. 15 lecciones par crear disciplina.
4. Promoción global de la empresa.
5. Herramientas de promoción 5s.

4. Auditorias del sistema

Luego de implantar las 5s, se deben planificar las auditorias, que consiste en realizar inspecciones en las áreas de trabajo para observar la efectividad de la Técnica 5'S y promover el cumplimiento de los compromisos y estándares establecidos.

5. Mantenimiento y mejora

Una vez realizadas las correcciones por medio de las auditorias, se debe realizar el correcto mantenimiento de las 5s implantadas en el lugar de trabajo, respetando los estándares establecidos y definidos por cada ese, y aplicando mejoramiento continuo.

ESTANDARIZACIÓN DE POLÍTICAS DE TRABAJO

La siguiente herramienta en implementarse consiste, en estandarizar las políticas de trabajo en cada área, debido a que el personal de ambas áreas, actualmente no consideran que son importantes trabajar todos bajo

las mismas políticas, e incluso algunos trabajadores no diferencian las políticas de trabajo de los valores de la empresa. En la figura 6 y 7 respectivamente, se muestran las políticas para cada área.

EMPRESA XY	POLÍTICAS DE TRABAJO ÁREA DE MEZCLA	Fecha: 01/01/09 Revisión: 01 Hoja: 1 de 1
<ol style="list-style-type: none"> Todos los operadores deberán ser tratados con igualdad y respeto. Será responsabilidad de cada operador, mantener en orden su lugar de trabajo. Cualquier miembro del área de trabajo tendrá igual oportunidad de opinar acerca del proceder diario de trabajo. El supervisor de producción será responsable de la correcta operación de los trabajadores bajo su cargo. En caso de ocurrir algún imprevisto en el proceso, todos los trabajadores tendrán derecho a sugerir y proponer mejoras. Los operadores deberán cumplir con el horario establecido de almuerzo, cualquier novedad deberá ser comunicada a tiempo al supervisor de área. El supervisor de producción deberá comunicar a tiempo los cambios que existan en el proceso. Los operarios que van hacer uso de la mezcladora y desairadota, deberán estar correctamente equipados. Una vez finalizada la jornada de trabajo será responsabilidad del operador, dejar apagados los equipos usados. El departamento de Recursos Humanos, deberá planificar capacitaciones continuas a todo el personal del área. En caso de incumplir con los objetivos de la empresa, el empleado será sancionado. 		

Figura 6. Políticas de trabajo área de mezcla.

EMPRESA XY	POLÍTICAS DE TRABAJO ÁREA DE HORNOS	Fecha: 01/01/09 Revisión: 01 Hoja: 1 de 1
<ol style="list-style-type: none"> Todos los operadores deberán ser tratados con igualdad y respeto. Cualquier miembro del área de trabajo tendrá igual oportunidad de opinar acerca del proceder diario de trabajo. Cada grupo de trabajo será responsable de la correcta manipulación y mantenimiento de las herramientas de trabajo. El grupo de trabajo por cada horno, deberá mantener su lugar de trabajo limpio y organizado. Todo el personal del área de hornos deberá usar el correcto equipo de protección contra las altas temperaturas y ruido. En caso de ocurrir fallas con la maquinaria, los operarios deberán comunicar directamente al supervisor del área. Se deberá respetar el horario de almuerzo establecido para los trabajadores. Será responsabilidad del supervisor de área, garantizar el correcto funcionamiento de su área. No se deberá realizar el incorrecto uso de los equipos y herramientas de trabajo. El departamento de Recursos Humanos, deberá planificar capacitaciones continuas a todo el personal del área. En caso de incumplir con los objetivos de la empresa, el empleado será sancionado. 		

Figura 7. Políticas de trabajo área de hornos.

Finalmente se detalla en la figura 8, el cronograma de implementación de las técnicas propuestas.

6.3. Medición de indicadores

Luego de establecer las propuestas de mejoras en el proceso de fabricación de piezas de plastisol, se debe medir el posible impacto que estas técnicas incurrirían en el proceso, y así determinar cuales expectativas pueden ser logradas. En la tabla 7, se muestran el impacto después de las mejoras.

TÉCNICAS/ ACTIVIDADES	MESES											
	ENERO			FEBRERO			MARZO					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ENTRENAMIENTO CRUZADO Y TRABAJO EN EQUIPO												
Revisión de temas												
Capacitaciones												
TÉCNICA SS												
Capacitación y difusión de técnica												
Implantación y capacitación primera "S"												
Implantación y capacitación segunda "S"												
Implantación y capacitación tercera "S"												
Implantación y capacitación cuarta y quinta "S"												
Resultados												
ESTÁNDARIZACIÓN DE POLÍTICAS DE TRABAJO												
Difusión políticas												

Figura 8. Cronograma general técnicas de mejoras

Tabla 7. Impacto después de mejoras.

Medidas	Actual	Expectativas	Después de las mejoras	Impacto
PRODUCCION				
Cabezas de muñeca	191 unidades/turno	240 unidades/turno	240 unidades/turno	√
Juegos de extremidades	184 juegos/turno	240 juegos/turno	240 juegos/turno	√
CALIDAD				
Cabezas de muñeca	4,09 % desperdicio/turno	1 % desperdicio/turno	1 % desperdicio/turno	√
Juegos de extremidades	2,45 % desperdicio/turno	1 % desperdicio/turno	1 % desperdicio/turno	√
TIEMPO DE CICLO				
Cabezas de muñeca	10,15 minutos/cabeza	9,5 minutos/cabeza	10,25 minutos/cabeza	x
Brazos de muñeca	8,86 minutos/brazo	8,50 minutos/brazo	8,86 minutos/brazo	x
Piernas de muñeca	9 minutos/pierna	8,50 minutos/pierna	9 minutos/pierna	x

6.4. Análisis costo beneficio

En el análisis costo beneficio, se describe el costo total, para la implementación de cada técnica mostrado en la tabla 8, y luego de definir el monto de inversión, se calcula el tiempo la utilidad, para establecer el tiempo de recuperación de dicha inversión.

7. Resultados

Se determinaron los desperdicios de alta y baja prioridad, tanto en el área de mezcla como en el área de hornos, y una vez identificados los desperdicios, se establecieron las propuestas de mejoras para disminuir los desperdicios detectados en el proceso de fabricación de piezas de plastisol

Finalmente se calculó el monto de inversión requerido para la implementación de las tres técnicas, el cual fue de \$ 8647.76, el mismo que se espera recuperar aproximadamente en cinco meses.

Tabla 8. Costo total implementación técnicas propuestas

DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS	ENERO				COSTO /MES	FEBRERO				COSTO /MES	MARZO				COSTO /MES	COSTO FINAL
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		
Costo técnica (Trabajo en equipo-entrenamiento cruzado)																
Costo de capacitación de personal					401,78											401,78
Costo Facilitador					1760,00											1760,00
Costo de Papelería					40,00											40,00
Costo personal RRHH					28,13											28,13
Costo técnica 5's																
Costo de capacitación del personal										178,88						178,88
Costo implementación del personal										217,22						217,22
Costo de Implementación										458,70						458,70
Costo Facilitador										3500,00					1750,00	5250,00
Costo mano de obra pintor										220,00						220,00
Costo técnica (Estandarización de políticas)																
Costo tiempo invertido difusión políticas personal															88,06	88,06
Costo de Papelería															5,00	5,00
TOTAL					2229,90					4574,80					1838,06	8647,76

8. Conclusiones

- Se logró proponer mejoras en el proceso de fabricación de piezas de plastisol, utilizando la metodología IDEF0 y la técnica de producción esbelta.
- Se realizó el levantamiento de información e identificación de las diversas actividades desarrolladas en el proceso de fabricación de piezas de plastisol.
- Se pudo modelar cada actividad involucrada en el proceso gráficamente, por medio de la metodología IDEF0 y se logró identificar cada uno de los problemas existentes tanto en el área de mezcla como en el de hornos.
- Se elaboraron los instrumentos de entrevistas, de acuerdo a la metodología de producción esbelta y se logró clasificar los desperdicios existentes en el proceso en cada área involucrada.
- Se determinó e identificó los desperdicios críticos del proceso de fabricación de piezas de plastisol tanto del área de mezcla como del área de hornos.
- Se establecieron indicadores y se determinaron las propuestas de mejoras en el área de mezcla y de hornos, de los cuales se espera mejorar: el indicador de producción y el indicador de calidad
- Se calculó el monto de inversión requerido para la implementación de las tres técnicas escogidas y se determinó que dicha inversión se recuperará en aproximadamente 5 meses, lo cual se puede considerar como ACEPTABLE.

9. Recomendaciones

- Se recomienda complementar las técnicas propuestas en el proceso de producción de muñecas de plastisol, con un estudio de tiempos, para optimizar las actividades desarrolladas por los operadores, disminuir los tiempos de ciclo, y proponer políticas ergonómicas para mejorar el proceso.

- Se recomienda adquirir nuevos equipos de trabajo para los operarios del área de mezcla y hornos, como mandiles, cofias, guantes, para obtener mejores beneficios en el proceso.
- Se sugiere en caso de implementar las propuestas de mejoras planteadas, aplicar la técnica 5's en todos los centros de trabajo del área de hornos, para obtener mejores beneficios en el proceso productivo.

10. Agradecimientos

Se agradece la colaboración y constante asesoramiento del Dr. Kléber Barcia y al Ing. Juan Calvo por las facilidades brindadas para el desarrollo de este trabajo.

11. Referencias Bibliográficas

- _____. "Diagnóstico de la Aplicación del Valor de Uso en Industrias Productoras de Envases y Empaques Plásticos del Área Metropolitana de Caracas y el Estado Miranda para el Período 1998-2000", Visión gerencial, VOL 1, Artículo 5, Junio, 2008.
- CONDE, M. "La Cadena del Plástico en Brasil", www.ambienteplastico.com, Junio, 2008.
- _____. "La Industria Plástica en el Ecuador" Artículo de ASEPLAS-Asociación Ecuatoriana de Plásticos, Junio, 2008.
- _____. "IDEF", www.pdca.es/pruebas/idef.html, Junio, 2008.
- _____. "IDEF Family of Methods a Structure Approach to Enterprise Modeling and Analysis", www.idef.com, Junio, 2008.
- _____. "Resumen Metodología IDEF0", www.aqa.es/doc/ MetodologiaIDEF/Resumen.pdf, Julio, 2008.

