

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES



Bogotá – Colombia / PBX: (571) 3 257500 / Calle 74 no. 14 – 14

e- mail: info@usa.edu.co

**VALIDACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA INDUPLAS S.A.**

**JENNY ALEXANDRA GALLO GALLO
WILLIAM FERNANDO PATARROYO OSTOS**

**UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES
BOGOTÁ D.C.**

2016

**VALIDACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA INDUPLAS S.A.**

**JENNY ALEXANDRA GALLO GALLO
WILLIAM FERNANDO PATARROYO OSTOS**

DIRECTOR
ING. GERMAN HUERTAS

**UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA
ESCUELA DE POSTGRADOS
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES
BOGOTÁ D.C.**

2016

AUTORES DE LA INVESTIGACIÓN:

--

Este proyecto de grado ha sido aprobado para optar al título de Magister en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES**. En constancia firman:

DIRECTOR DEL PROYECTO
JURADO
DIRECTOR DE LAS ESPECIALIZACIONES
COORDINADOR DE PROYECTOS DE GRADO.

Bogotá, D.C., 31 de marzo de 2016

RESUMEN

Durante la historia moderna, las industrias en busca de la simplificación de sus procesos productivos han venido en busca de ciertos parámetros mínimos que han permitido desarrollar diferentes tipos de estrategias y técnicas para el control de su organización y con esto, han logrado involucrarse en la complejidad de los mercados actuales, la continua innovación y las exigencias, cada vez mayores y específicas, de los consumidores.

El aspecto descrito justifica el interés de formalizar un modelo de gestión de la producción que beneficie a la empresa **INDUPLAS S.A.** con el cual se fortalecerá o reinventará el sistema de producción actual.

Al diseñar un modelo de gestión de la producción, se busca fortalecer el proceso productivo con el fin optimizar sus niveles de competitividad frente al mercado actual y así mismo ir en busca de nuevos mercados.

Para abordar el tema, se realizó un diagnóstico inicial que evidencia la situación actual de la empresa con relación al sistema productivo de la compañía. Partiendo del diagnóstico se generaron las estrategias para fortalecer y direccionar el sistema productivo para así un incremento en la productividad de la compañía.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
2.1 CUELLOS DE BOTELLA.....	11
2.2 HORIZONTES DE PLANEACIÓN	11
2.3 ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS.....	11
3. PROCESOS CRÍTICOS.....	12
3.1 . MONTAJE DE MOLDE Y ALISTAMIENTO DE MAQUINA.....	13
3.2 . LIBERACIÓN DEL PRODUCTO POR PARTE DE CALIDAD	14
3.3 . ALMACENAMIENTO	15
4. IMPACTO DEL PROYECTO	16
5. OBJETIVOS.....	17
5.1. OBJETIVO GENERAL	17
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
6. ALCANCE	18
7. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	19
7.1. DEPENDIENTES.....	19
7.2. INDEPENDIENTES	19
7.2.1 Tangibles.....	19
7.2.2 Intangibles.....	19
7.2.3 Estratégicas	19
8. HIPÓTESIS	20
9. MARCO TEÓRICO.....	21
9.1 MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	22
9.1.1 Polietileno de alta densidad.....	22
9.1.2 PVC.....	22
9.1.3 Polipropileno.....	23
9.2 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN	24
9.2.1 Consideraciones comerciales y otros.....	24
9.2.2 variables de decisión	24
9.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	25
9.3.1 Consideraciones del plan maestro de producción.....	25

10.	MARCO CONTEXTUAL	26
10.1	EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO	26
10.2	ENTORNO INTERNACIONAL.....	26
10.3	ENTORNO NACIONAL (COLOMBIA)	27
11.	MARCO SITUACIONAL.....	29
12.	VALIDACIÓN MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	30
12.1.	OBJETIVO GENERAL.....	30
12.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
12.3	ALCANCE	30
12.5	METODOLOGÍA	30
12.6	MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	31
12.7	PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN	32
12.7.1	Calculo inventario de seguridad.....	32
12.7.2	Calculo plan agregado de producción	35
12.7.3	Formulas plan agregado de producción	39
12.8	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN ENERO.....	43
12.9	INDICADORES DE GESTIÓN.....	47
12.10	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA VALIDACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	48
12.11	ANÁLISIS DE INDICADORES.....	52
12.11.1	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LAS MAQUINAS	52
12.11.2	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA.....	53
12.11.4	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA	54
12.11.5	PORCENTAJE DAÑOS DE MAQUINA.....	56
13	CONCLUSIONES.....	57
14	RECOMENDACIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA	60

INTRODUCCIÓN

Las empresas con el fin de liderar el mercado propio de su actividad y estar en continuo desarrollo con la tecnología, se encuentran en la búsqueda y dominio de la información que involucre sus actividades y les permita crecer como organización. Es por esto que la alta competencia que existe en el mercado ocasiona que las empresas requieran de actualización en sus sistemas de información para el sostenimiento de sus recursos, procesos y procedimientos que mantienen y elevan sus hitos de calidad.

Hoy por hoy los nuevos modelos de gestión de la producción son herramientas eficaces que grandes compañías utilizan para el control de sus procesos, del personal y su entorno. Es por esto, que al no dominar la información referente a su compañía, las PYMES, establecidas en un mercado globalizado, no podrán sostenerse ante la incursión de competencia extranjera e identificarse como compañías competitivas en el mercado.

Las mismas condiciones del entorno de las organizaciones, logran e imponen desafíos que requieren de cambios constantes, con el fin de adaptarse al futuro. Gracias a la globalización el círculo empresarial ha tomado medidas para la mejora de sus sistemas productivos permitiéndole a las compañías alcanzar los objetivos que se trazan en cuanto a productividad se trata.

El presente trabajo tiene como fin diseñar un modelo de gestión de la producción que le va a permitir a **INDUPLAS S.A.** implementar estrategias para que sus productos y marca: 1) Permanezcan en el mercado, 2) Aseguren una calidad integral, 3) Aumenten la competitividad y productividad generando nuevas oportunidades de negocio sin dejar a un lado su objetivo principal que es la satisfacción del cliente, obteniendo un mayor beneficio económico.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

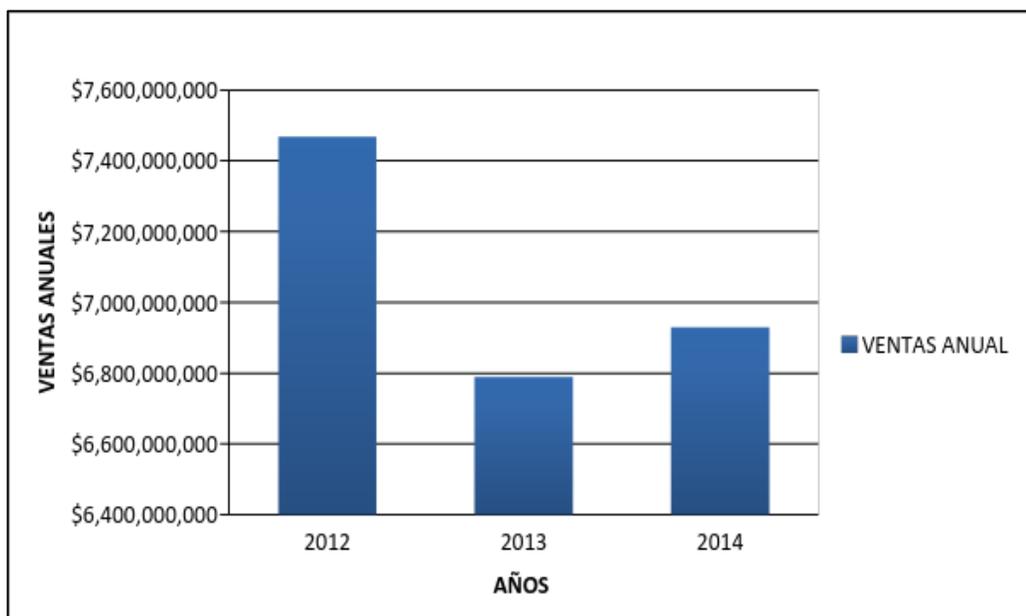
Actualmente la palabra productividad y más en Colombia donde la economía se ha visto afectada por la entrada de productos provenientes de china, el generar estrategias que reduzcan la introducción de estos se han hecho una prioridad en la industria también como una búsqueda constante de ser competitivos en calidad y precios generando un modelo adecuado frente a los mercados emergentes que enfocando a la mejora de la productividad de las compañías puede llegar a ser una solución a la desventaja que se tiene hoy por hoy.

Así que ¿El diseño de un modelo de gestión de la producción permitirá incrementar la productividad y la competitividad en INDUPLAS S.A.?

2. JUSTIFICACIÓN

INDUPLAS S.A. Es una empresa del sector de plásticos con 30 años de experiencia en la producción de envases por medio de los procesos de inyección y soplado, en el año 2014 sus ventas van en aumento como se ve en la Figura 1 con compras de materia prima alrededor de 60 toneladas/mes, su producción presenta tiempos ociosos, cuellos de botella y disminución de la productividad.

Figura 1 Relación de ventas anuales INDUPLAS S.A.,



Fuente: Datos empresa

Con problemas asociados a la producción y ligados a la demanda del mercado este proyecto tiene como fin diseñar un modelo de gestión de la producción que permita cumplir con la demanda minimizando los problemas causados por el cambio en los modelos de producción y permita optimizar las líneas de proceso; algunos de estos aspectos que están impactando la productividad de INDUPLAS S.A. son:

2.1 CUELLOS DE BOTELLA

Existen restricción de capacidad ya que el sistema actual no tiene la capacidad de responder a los cambios repentinos en la demanda y los tiempos de alistamiento se hacen muy largos, ya que pueden llegar a ser de dos a seis horas, generando altos niveles de inventario del producto en proceso y materias primas.

2.2 HORIZONTES DE PLANEACIÓN

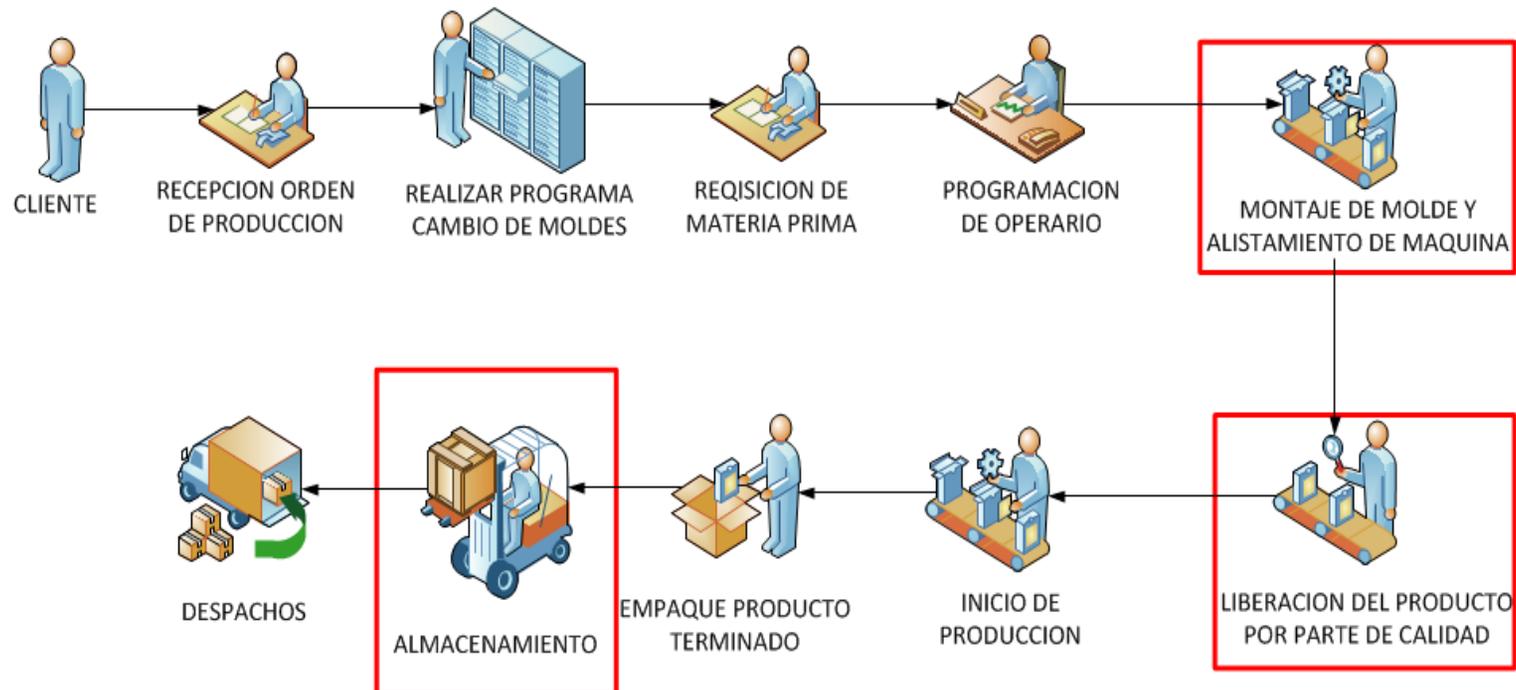
No hay pronósticos de demanda o claridad de la cantidad de los niveles de producción en los periodos para los que se van a determinar los niveles de fuerza de trabajo y los niveles de inventario, por consiguiente no se tiene la claridad en los costos de inventario y los niveles de inventario requeridos

2.3 ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

Debido a que no se tiene un pronóstico de la demanda, no existe una base para el control de abastecimientos de inventarios y niveles de distribución, actualmente la motivación de mantener bastante nivel de inventario se hace por estimación ya que se espera que aumente la demanda y el valor del artículo es más barato en grandes cantidades.

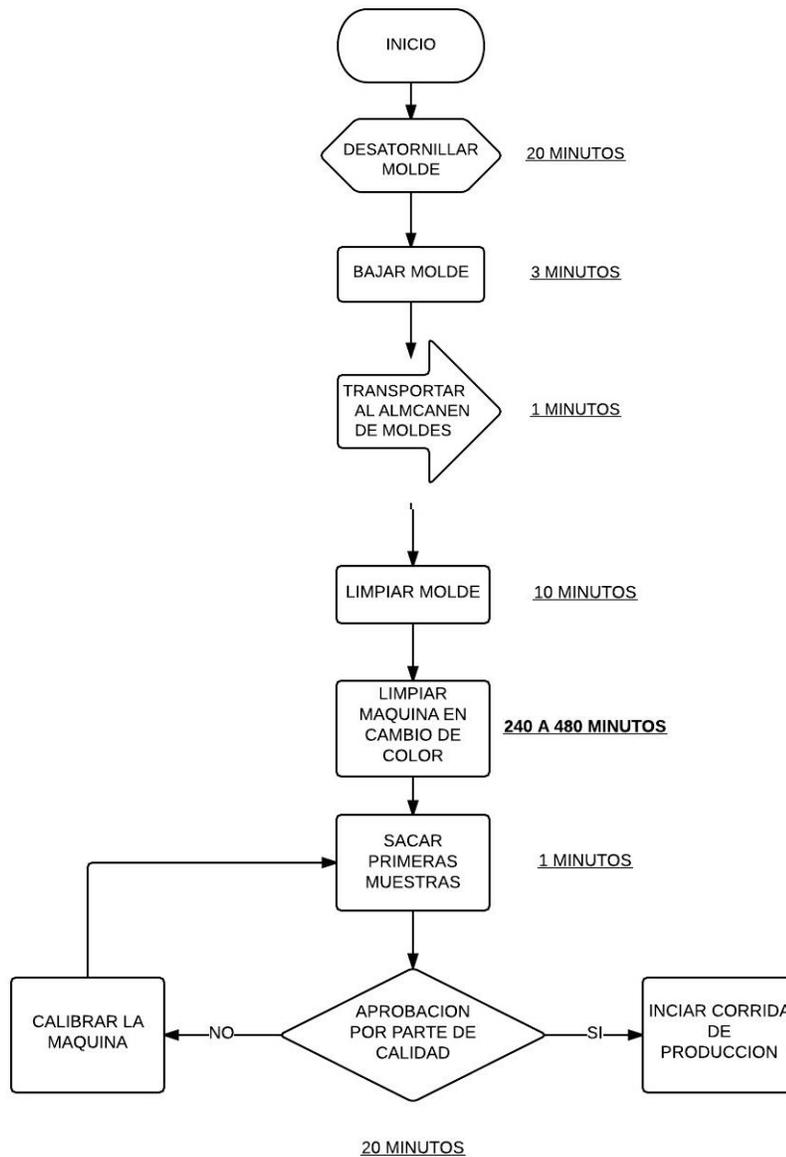
3. PROCESOS CRÍTICOS

Figura 2 Procesos críticos línea de soplado INDUPLAS S.A.



3.1. MONTAJE DE MOLDE Y ALISTAMIENTO DE MAQUINA

Ilustración 1 Montaje de moldes y alistamiento de maquina



Fuente: Datos empresa

Como se observa en la Ilustración 1 el proceso de desmonte y montaje de moldes en una maquina puede tardar de cuatro a ocho horas, cuatro horas cuando el color pasa de blanco a café o negro y ocho horas cuando el color pasa de café o negro a blanco haciendo que la maquina llegue a estar casi un turno completo detenida.

3.2. LIBERACIÓN DEL PRODUCTO POR PARTE DE CALIDAD

Dentro del proceso de liberación del producto con aprobación del departamento de calidad se hacen las siguientes tres pruebas que deciden el inicio de la corrida de producción.

- Toma de medidas: En la prueba de toma de medidas se determina si los envases tienen las medidas adecuadas para la disposición final en la fábrica del cliente; se verifica la altura, diámetro de la boquilla y espesor de la pieza.
- Prueba de impacto: En la prueba de impacto se llena el envase con agua y se deja caer a una altura de 1.20 a 3 mt. de altura, para validar su resistencia en transporte y almacenamiento en la disposición final en la fábrica y venta por parte del cliente.
- Prueba de fuga: En la prueba de fuga se pone el envase en una cámara de vacío con azul de metileno para verificar que no se le filtre un agente externo o se salga el producto en la disposición final en la fábrica y venta por parte del cliente.

Este proceso es crítico ya que si calidad no libera el producto las piezas que ya se hayan procesado deben ser molidas para posteriormente reintegrarlo al proceso, lo cual incurre en tiempo ocioso del operario esperando a que calibre y limpie la maquina el mecánico de la planta.

3.3. ALMACENAMIENTO

Almacenar el producto se considera crítico ya que se almacenan altos niveles de producto terminado llegando a ser cerca de 1000 referencias almacenadas esperando a ser despachadas por decisión del cliente o disponibilidad en el transporte lo que hace que INDUPLAS S.A. almacene producto terminado y producto en proceso cerca de un mes en promedio.

4. IMPACTO DEL PROYECTO

Con la validación del modelo de gestión de la producción se espera un incremento en la productividad de INDUPLAS S.A., permitiendo a la compañía ser más competitiva frente al mercado global con nuevas oportunidades de negocio y nuevos mercados, ya que al ser un mercado tan competido se necesita que la producción sea eficiente y eficaz para una mayor rentabilidad.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Validar el modelo de gestión de la producción optimizando las líneas de proceso incrementando la productividad y la competitividad.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar el modelo de gestión de la producción que permita evidenciar la funcionalidad del mismo.
- Evaluar la efectividad del modelo de gestión de la producción de acuerdo a las variaciones en la demanda del mercado, control de costos y volúmenes de fabricación en la línea de soplado.
- Analizar la optimización del proceso de producción por medio de indicadores de gestión que demuestren la disminución de tiempos ociosos y los tiempos de alistamiento para cada máquina en la línea de soplado.
- Analizar los resultados obtenidos de los indicadores de gestión con el fin de validar la efectividad del modelo.

6. ALCANCE

Validar el modelo de gestión de la producción para la empresa INDUPLAS S.A. en el proceso de soplado optimizando la producción con la reducción de los tiempos de alistamiento y reprocesos en la línea, aumentando el nivel de servicio y la disminución significativa de los niveles de inventario del producto terminado.

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

7.1. DEPENDIENTES

- Productividad
- Competitividad
- Producción

7.2. INDEPENDIENTES

7.2.1 Tangibles

- Materia prima
- Producto no conforme
- Producto conforme

7.2.2 Intangibles

- Mano de obra
- Energía

7.2.3 Estratégicas

- Pronostico

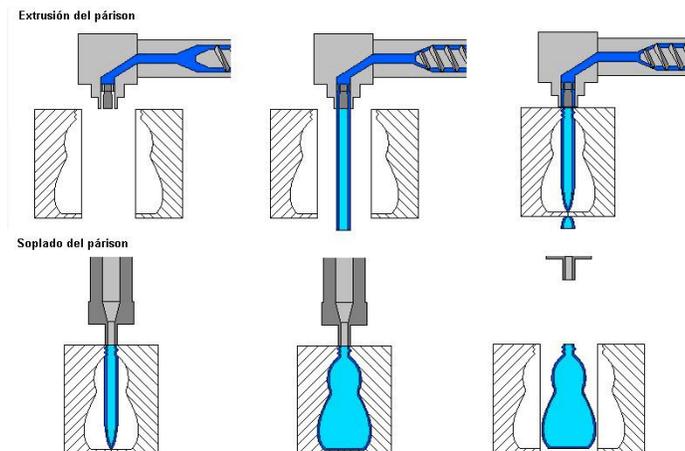
8. HIPÓTESIS

Con la implementación de un modelo de gestión de la producción en INDUPLAS S.A. para la línea de soplado se optimizara el proceso de producción reduciendo los tiempos de alistamiento, reprocesos en las líneas y productos no conformes; incrementando así la productividad y el nivel de servicio.

9. MARCO TEÓRICO

Moldeo de polímeros a través de extrusión soplado, ¹un proceso de soplado es el cual donde la preforma es una manga tubular, conformada por extrusión, llamada párison, el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética debido al pinzamiento que ejercen las partes del molde al cerrarse, posteriormente se sopla, se deja enfriar y se expulsa la pieza como se ve en la Ilustración 2. Con este proceso se pueden obtener contenedores de hasta 10.000 litros de capacidad sin embargo no se consiguen tolerancias demasiado estrechas. Se puede controlar el espesor del tubo extruido si se requiere con un equipo auxiliar de boquilla variable. También se puede realizar la extrusión de forma discontinua para determinadas formas de trabajo, para ello se utiliza un equipo auxiliar denominado acumulador que dosifica la carga de polímero en una cámara

Ilustración 2 Proceso de soplado



¹Universidad nacional autónoma de México, (2012, 15 de marzo). Conformado de materiales plásticos, Recuperado el 21 de mayo de 2015 de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/

9.1 MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Los materiales que INDUPLAS S.A. utiliza en el proceso de soplado para la elaboración de envases para el sector farmacéutico, veterinario y cosmético son los siguientes:

9.1.1 Polietileno de alta densidad

²Es un polímero sintético, termoplástico miembro de las poliolefinas obtenido a partir de una reacción conocida con el nombre de polimerización del Polietileno elaborado a partir de etano, un componente del gas natural. El Polietileno de alta densidad es semicristalino (70 – 80%), incoloro, inodoro, no tóxico, lácteo y se puede encontrar en todas las tonalidades transparentes y opacas.

El Polietileno de alta densidad tiene una densidad como se observa en la tabla siguiente de 0.941 – 0.965 g/cm³; presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaco y de aspecto ceroso: la transmitancia de este plástico es de cero a cuarenta por ciento, dependiendo del espesor.

9.1.2 PVC

³PVC es la denominación por la cual se conoce el policloruro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono, es un

² Universidad de San Carlos de Guatemala, (2005, Septiembre), Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD), Recuperado el 21 de mayo de 2015 de <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/>

³ Definición de (2008, Enero), Definición PVC, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://definicion.de/pvc/>

buen aislante y por eso se utiliza para la protección de cables eléctricos, tanto en hogares como oficinas e incluso en el ámbito industrial; es inerte y estable, razón por la cual se usa mucho en productos que tienen como prioridad la higiene, como ser las bolsas para sangre y hemoderivados, las tuberías para transportar agua potable y los catéteres

9.1.3 Polipropileno

⁴ Es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión; es el material plástico de menor peso específico (0,9 g/cm³), lo que implica que se requiere de una menor cantidad para la obtención de un producto terminado, evita el traspaso de humedad por lo cual puede ser utilizado para la protección de diversos alimentos también es un plástico muy duro y resistente con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura más elevada de los 150°C.

⁵ Es muy resistente a los golpes aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. También resiste muy bien los productos corrosivos.

⁴ Petroquim (2008, Marzo) Que es el polipropileno, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/>

⁵ Quiminet (2006, Enero 12) Historia del polipropileno, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://www.quiminet.com/articulos/todo-acerca-del-polipropileno-4455.htm>

9.2 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

La planeación es un proceso que tiene como objetivo principal determinar una estrategia de forma anticipada que permita satisfacer unos requerimientos de producción optimizando los recursos con los que se cuenta.

La planeación agregada permite la toma de decisiones a nivel táctico ya que le brinda una visión más amplia al empresario acerca del estado de sus recursos y capacidad productiva para la correcta toma de decisiones abordando no solo aspectos productivos como la cantidad a producir, los niveles de inventario óptimos sino que también considera la fuerza laboral y los costos en los que se incurre en un horizonte de planeación a mediano plazo para la optimización del proceso productivo.

9.2.1 Consideraciones comerciales y otros

- Tiempos y términos de entrega
- Nivel de servicio
- Curvas de aprendizaje
- Tasas de producción

9.2.2 variables de decisión

- Nivel de fuerza laboral: interna y externa
- Nivel de producción
- Horas de trabajo: normales y extras
- Niveles y políticas de inventario.

9.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

El plan maestro de producción es una metodología para la toma de decisiones de tipo operativo ya que tiene en consideración los artículos y cantidades a fabricar en el siguiente periodo de planificación, determina que se debe hacer y cuando se debe hacer centrándose en productos específicos estableciendo el volumen final de cada producto que se va a terminar en un periodo dentro del horizonte de planeación y va ligado directamente al plan agregado de producción ya que toma como base las determinaciones de este como los costos, la fuerza laboral y los niveles de inventario.

9.3.1 Consideraciones del plan maestro de producción

- Pedidos de los clientes
- Pronósticos de la demanda
- Productos finales que hay que fabricar
- Plazos de entrega
- Niveles de inventario.

10. MARCO CONTEXTUAL

10.1 EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO

INDUPLAS S.A.; es una Compañía Colombiana, cuyo objeto principal lo constituye la fabricación, transformación, manufacturación, ensamble y circulación de toda clase de bienes de la industria de los Plásticos, mediante los procesos de Inyección, Soplado e Inyector soplado, productos dirigidos hacia los mercados nacionales e internacionales para compañías de los sectores veterinarios, cosméticos, farmacéuticos e industria en general.

Cuenta con una experiencia de más de 30 años, con el respaldo y confiabilidad que tienen sus productos con altos parámetros de calidad, utilizando un recurso humano calificado y capacitado.

10.2 ENTORNO INTERNACIONAL

⁶El consumo de plástico en el mundo ha crecido rápidamente en el mundo. Asia reportó en el 2010 que su consumo era alrededor de US\$ 160 millones, Norte América US\$ 152 millones, Europa Occidental US\$ 142 millones y centro y sur América tan solo un consumo de US\$ 22 millones. Esto da un panorama amplio de las necesidades de consumo que las grandes potencias económicas demandan y las nuevas oportunidades de negocio para las empresas de Colombia.⁷ Los productos elaborados por materiales plásticos se han incrementado en las últimas décadas debido a la diversificación de utilidades que la sociedad de consumo le ha dado en el mundo, en 1950 el consumo de productos de plásticos era alrededor

⁶ Ambiente Plástico, (2012, 3 de enero). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ambienteplastico.com/>

⁷ Mónica Conde, (2012, 3 de enero). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ptq.pemex.com/>

de 1.5 millones de toneladas, 52 años después el consumo se había incrementado a 200 millones de toneladas y al 2012 se estima que el consumo gira alrededor de las 256 millones de toneladas.

⁸La producción mundial del plástico en el 2012 se distribuye de la siguiente forma: la unión Europea cerca del 25% (61MTon), NAFTA 23% (58,8MTon), China 15% (38,4MTon), Latinoamérica 4% (10,2MTon), etc. (AMBIENTE PLÁSTICO c..., 2012). Por lo cual, se observa el predominio de producción de China, como nación y principal fuente para las importaciones del todo el mundo. ⁹El consumo global por envases de productos plásticos se subdivide de la siguiente forma: Para segmentos de alimentos US\$ 280 millones (42%), segmento industrial US\$ 125 millones (19%), Bebidas US\$ 98 millones (15%), Higiene personal US\$ 32 millones (5%), Cosméticos US\$ 22 millones (3%) y otros US\$ 110 millones (16%). Lo cual suma US\$ 667 millones (100%) consumidas en el mundo.

10.3 ENTORNO NACIONAL (COLOMBIA)

Según el informe emitido en el año 2012 por PROCOLOMBIA, ¹⁰en Colombia, durante el año 2010 la producción de productos plásticos se encontraba alrededor de un 14,9% en envases y empaques plásticos, con la posibilidad de exportar a mercados internacionales en un 10%. Manteniendo la tendencia de la producción de envases y empaques plásticos en el 2011, Colombia importó en envases, tapas etc. de plástico por US\$ 14,8 Millones desde Estados Unidos y del resto del mundo US\$ 140,6 millones. Mientras que en exportaciones fueron US\$37 millones hacia los Estados Unidos y US\$ 148,8 millones al resto del mundo.

⁸ Mónica Conde, (2012, 3 de enero). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ptq.pemex.com/>

⁹ Pira Internacional Ltda., (2012, 5 de marzo). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ambienteplastico.com/>

¹⁰ Procolombia, (2012, 7 de agosto). Aprovechamiento del TLC Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.procolombia.co/>

Pero hay que recalcar que aunque la industria colombiana de manera general mantuvo indicadores positivos, los subsectores que han impactado negativamente al crecimiento de la producción real fueron: Otros productos ¹¹químicos -5,5%, productos químicos básicos y fibras sintéticas -6,5%. Refinación de petróleo -6,5%, productos plásticos -5,6%; entre otros. Estos subsectores manufactureros restaron -2,4 puntos porcentuales al crecimiento industrial durante el primer semestre de 2012.

¹²El sector de plásticos en los últimos años ha tenido cambios significativos, en el 2009 en consecuencia de la crisis financiera mundial el subsector tan solo tuvo un crecimiento del 3,4%, además de que era la menor actividad económica del país, disminuyendo sus exportaciones a -18,2%. En el 2010 creció un 9,5% y el 2011 un 7,3% debido a un satisfactorio comportamiento de la demanda final interna y al incremento de las exportaciones de un 3,2% en el 2010 a un 14,6% en el 2011. Sin embargo, en el primer semestre del 2013, el crecimiento se redujo a -5,6% en su producción y en cuanto a sus ventas reales un -4,1%. Este des-aceleramiento es debido a la baja demanda y la caída de las exportaciones (-1,7%). No obstante, se está afectando el empleo de este subsector.

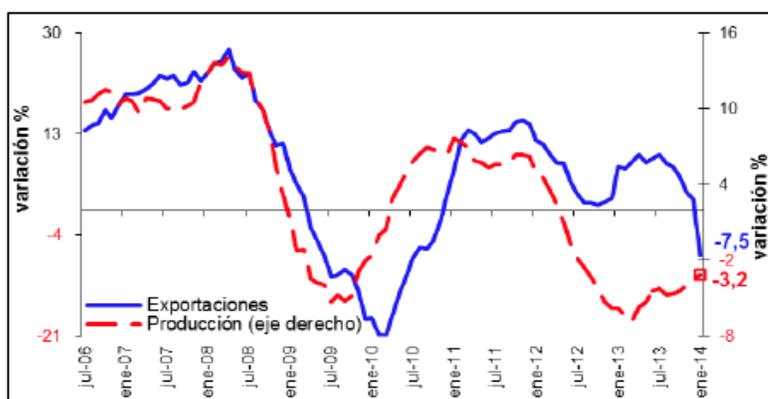
¹¹ Ministerio de industria y comercio, (2012, 15 de diciembre). Informe de industria y comercio Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.mincit.gov.co/>

¹² Ministerio de industria y comercio, (2012, 15 de diciembre). Informe de industria y comercio Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.mincit.gov.co/>

11. MARCO SITUACIONAL

El sector del plásticos en Colombia ha tenido variaciones relevantes en la producción y exportación de productos elaborados de plásticos como se ve en la figura 1 a pesar de que viene en crecimiento durante los últimos años con una variación del 2.1% positivo respecto al año 2013 manteniéndose en descenso en la producción real de la industria.

Figura 3 Variación porcentual exportaciones Vs producción 2006-2014



Fuente: Departamento administrativo nacional de estadística (DANE)

En Colombia las principales importaciones de materias primas de plástico son polietileno de densidad mayor o igual a 0,94 con el 14% de participación, seguido por polímeros tereftalato de etileno (12%), copolímeros de etileno con otras olefinas (11%), entre otras materias primas; en cuanto a las importaciones de manufacturas de plástico, se destacaron las demás manufacturas de plástico (24%), preformas (13%), vajillas y artículos para el servicio de mesa o de cocina (11%); tapones, tapas, dispositivos de cierre (10%), entre otros, que en 2012 registraron 202.440 miles de dólares.¹³

¹³ Centro virtual de negocios, (2014, 27 de enero). Variación en importación y exportación del sector de plásticos Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.centrovirtualdenegocios.com/>

12. VALIDACIÓN MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

12.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad del modelo de gestión de la producción de acuerdo a las variaciones en la demanda del mercado, control de costos y volúmenes de fabricación en la línea de soplado.

12.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir indicadores aplicados al modelo de gestión de la producción
- Evaluar el índice de productividad de las máquinas, mano de obra y materia prima
- Evaluar el porcentaje de unidades defectuosas y daños de las máquinas.

12.3 ALCANCE

Validar el modelo de gestión de la producción en la maquina S10 y S11 del proceso de producción en la línea de soplado.

12.5 METODOLOGÍA

- Programar las máquinas de acuerdo al plan maestro de producción en las maquinas S10 y S11 en el orden y días definidos.
- Recolectar los datos de las variables de los indicadores.
- Calcular los indicadores definidos para la validación del modelo

12.6 MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Del análisis por referencia realizado en el diseño del modelo de gestión de la producción se tomaron las referencias descritas en la Tabla la cual contiene los códigos y los nombres de los productos, que se usaron para el cálculo y análisis del pronóstico para la validación del modelo.

Tabla 1 Referencias de producción constante

CODIGO	REFERENCIA
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL

Fuente: Datos empresa

12.7 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

12.7.1 Calculo inventario de seguridad

1. Nivel de servicio objetivo:

90%

2. Disponibilidad de inventario:

$$1 - \text{Nivel de servicio} = 10\%$$

3. Tiempo entre pedidos de materia prima:

30 días

4. Tiempo de espera:

Tiempo entre pedidos de materia prima * Disponibilidad de inventario = 3 días

5. Suma tiempo entre pedidos de materia prima y tiempo de espera:

33 días

6. Desviación estándar suma tiempo entre pedidos de materia prima y tiempo de espera:

$$\sqrt{33 \text{ Días}} = 5.7445$$

7. Multiplicación entre el tiempo entre pedidos y la desviación estándar:

$$33 \text{ dias} * 5.7445 \text{ dias} = 189.57$$

8. Calculamos la función de perdida estándar, es decir lo que se dejaría de vender por el tiempo que demora la materia prima en llegar a la planta

$$\frac{\text{Suma tiempo entre pedidos de materia prima y tiempo de espera}}{\text{Multiplicación entre el tiempo entre pedidos y la desviación estándar}} = 0.1740$$

9. Revisamos la tabla de la normal el valor de 0.174 lo cual la variable Z nos da un valor de 0.94
10. Multiplicamos la función de perdida estándar por la variable z para determinar el porcentaje de stock de seguridad.

$$0.1740 * 0.94 = 0.1636\% \text{ de stock de seguridad}$$

11. Tomamos el pronóstico para el año 2015 y 2016 de cada referencia descrito en la Tabla 1 y lo multiplicamos por el porcentaje de stock de seguridad, en la Tabla 2 podemos ver la cantidad de stock requerido para cada referencia en cada mes.

Tabla 1 Pronostico referencia Vs. Mes

AÑO	2015			2016						
	MES DE PRODUCCION									
REFERENCIA	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
IND0208	4691	4171	4744	4971	5642	4681	2955	5278	4341	3533
IND0248	2425	2692	1887	1618	2128	2278	4063	1272	642	1328
IND0193	8290	5999	4852	2596	8183	3788	5484	5147	2788	4292
IND0192	21865	20586	18601	12746	21207	15217	20196	9697	14894	22865
IND0184	14837	10302	10121	5844	12113	13916	20610	14674	17192	7702
VLL0322	10084	4420	3785	7120	7315	11147	16287	21023	22121	19798
IND0191	1182	2828	1456	2559	3322	1854	772	1607	1675	2227
IND0187	8536	11009	3713	4275	5306	3080	5728	7121	4951	5777

Fuente: Datos empresa

Tabla 2 Pronostico * Nivel de stock de seguridad

MES	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
IND0208	767.7	682.5	776.3	813.4	923.3	765.9	483.6	863.6	710.3	578.1
IND0248	396.8	440.5	308.8	264.7	348.3	372.8	664.8	208.1	105.0	217.3
IND0193	1356.5	981.6	794.0	424.7	1338.9	619.9	897.3	842.3	456.3	702.2
IND0192	3577.8	3368.6	3043.8	2085.6	3470.2	2490.0	3304.7	1586.7	2437.2	3741.4
IND0184	2427.9	1685.8	1656.1	956.3	1982.1	2277.1	3372.4	2401.2	2813.2	1260.3
VLL0322	1650.1	723.3	619.4	1165.1	1196.9	1823.9	2665.1	3440.0	3619.7	3239.6
IND0191	193.5	462.8	238.3	418.8	543.6	303.3	126.4	263.0	274.1	364.4
IND0187	1396.7	1801.5	607.6	699.5	868.2	504.0	937.3	1165.2	810.1	945.4

Fuente: Datos empresa

12.7.2 Calculo plan agregado de producción

Partiendo del pronóstico de las referencias seleccionadas tomamos la siguiente información para realizar el plan agregado de producción desde el mes de octubre de 2015 al mes de julio de 2016; en la Tabla 3 tenemos el pronóstico de las referencias seleccionadas, en la Tabla 4 tenemos el inventario inicial con el que se cuenta al iniciar el mes de octubre y en la Tabla 5 tenemos cuantas unidades se fabrican cada hora por cada una de las referencias.

Tabla 3 Pronostico por referencia en el horizonte de planeación

AÑO	2015			2016						
	MES DE PRODUCCIÓN									
REFERENCIA	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	mayo	junio	julio
IND0208	4691	4171	4744	4971	5642	4681	2955	5278	4341	3533
IND0248	2425	2692	1887	1618	2128	2278	4063	1272	642	1328
IND0193	8290	5999	4852	2596	8183	3788	5484	5147	2788	4292
IND0192	21865	20586	18601	12746	21207	15217	20196	9697	14894	22865
IND0184	14837	10302	10121	5844	12113	13916	20610	14674	17192	7702
VLL0322	10084	4420	3785	7120	7315	11147	16287	21023	22121	19798
IND0191	1182	2828	1456	2559	3322	1854	772	1607	1675	2227
IND0187	8536	11009	3713	4275	5306	3080	5728	7121	4951	5777

Fuente: Datos empresa

Tabla 4 Inventario inicial mes de octubre

REFERENCIA	IND0208	IND0248	IND0193	IND0192	IND0184	VLL0322	IND0191	IND0187
UNIDADES	405	678	1354	4304	3066	1192	165	3814

Fuente: Datos empresa

Tabla 5 Productividad: Unidades fabricadas por hora

REFERENCIA	IND0208	IND0248	IND0193	IND0192	IND0184	VLL0322	IND0191	IND0187
UNIDAD/HORA	45	83	83	91	91	114	91	100

Fuente: Datos empresa

Supuestos del modelo

1. Mano de obra

7 días a la semana con 3 turnos de 8 horas cada uno

2. Costos

Mano de obra hora normal	\$	2,685	Pesos/Hora
Mano de obra hora extra	\$	3,624	Pesos/Hora
Costo de mantenimiento de inventario	\$	154	Pesos/Unidad

3. Inventario al final de cada mes

MES	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
IND0208	363	320	456	357	566	200	284	580	131	447
IND0248	0	440	0	265	84	289	376	0	105	112
IND0193	3	979	0	425	914	0	897	0	456	246
IND0192	0	3369	0	2086	1385	1105	2199	0	2437	1304
IND0184	0	1686	0	956	1026	1251	2121	280	2533	0
VLL0322	458	265	354	811	386	1438	1227	2213	1407	1833
IND0191	28	434	0	419	125	179	0	263	11	353
IND0187	0	1801	0	699	169	335	602	563	247	698
TOTAL	852	9295	811	6017	4654	4797	7707	3898	7328	4994

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

MES	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Demanda estimada por mes	71911	62007	49161	41728	65216	55960	76095	65819	68604	67521
Inventario inicial	14978	852	9295	811	6017	4654	4797	7707	3898	7328
Dias disponibles de produccion	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Produccion requerida	68700	71302	47911	47746	69870	60463	83750	68882	75932	71243
Horas de produccion requeridas	823.48	716.77	588.60	498.84	769.50	646.19	837.75	735.72	752.35	738.03
Horas disponibles de mano de obra por turno	240	720	720	720	720	720	720	720	720	720
Horas disponibles de mano de obra al dia	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
Dias de produccion requerida en la maquina 1	17.16	14.93	12.26	10.39	16.03	13.46	17.45	15.33	15.67	15.38
Dias de produccion requerida en la maquina 2	17.16	14.93	12.26	10.39	16.03	13.46	17.45	15.33	15.67	15.38
Operarios requeridos en la maquina 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Operarios requeridos en la maquina 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Stock de seguridad	11767	10146	8044	6828	10672	9157	12452	10770	11226	11049
Inventario Final	852	9295	811	6017	4654	4797	7707	3898	7328	4994
Costo de hora normal mano de obra	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685
Costo mano de obra al mes	\$ 4,422,106	\$ 3,849,048	\$ 3,160,762	\$ 2,678,770	\$ 4,132,205	\$ 3,470,057	\$ 4,498,700	\$ 3,950,800	\$ 4,040,104	\$ 3,963,208
Costo mantenimiento de inventario mes	\$ 131,180	\$ 1,431,373	\$ 124,860	\$ 926,674	\$ 716,739	\$ 738,754	\$ 1,186,841	\$ 600,345	\$ 1,128,443	\$ 769,083
Costo total	\$ 4,553,286	\$ 5,280,421	\$ 3,285,622	\$ 3,605,443	\$ 4,848,943	\$ 4,208,810	\$ 5,685,541	\$ 4,551,145	\$ 5,168,547	\$ 4,732,291

12.7.3 Formulas plan agregado de producción

1. Demanda estimada por mes

$$\sum_{ij=0}^n Pij$$

P = Pronostico de demanda de las referencias en cada mes

i = Referencia

j = Mes

2. Inventario inicial

$$\sum_{ij=0}^n Iij$$

I = Inventario al iniciar el periodo

i = Referencia

j = Mes

3. Días disponibles de producción

30 días

4. Producción requerida

$$\sum_{ij=0}^n P_{ij} - \sum_{ij=0}^n I_{ij} + \sum_{ij=0}^n S_{ij}$$

S = Stock de seguridad calculado

i = Referencia

j = Mes

5. Horas de producción requeridas

$$\sum_{ij=0}^n \frac{P}{T}$$

T = Unidades producidas por hora de cada referencia

i = Referencia

j = Mes

6. Horas disponibles de mano de obra por turno

*Dias disponibles de producción * 8 horas*

7. Horas disponibles de mano de obra al día

*(Dias disponibles de producción * 8 horas) * 6 Operarios*

8. Días de producción requerida en la maquina 1 y maquina 2

$$\frac{\sum_{ij=0}^n \frac{P}{T}}{24} / 2 \text{ Maquinas}$$

9. Operarios requeridos en la maquina 1 y maquina 2

6 operarios, 1 en cada máquina por turno

10. Stock de seguridad

$$\sum_{ij=0}^n S_{ij}$$

S = Stock de seguridad calculado

i = Referencia

j = Mes

11. Inventario Final

$$\sum_{ij=0}^n IF_{ij}$$

IF = Inventario al finalizar el periodo

i = Referencia

j = Mes

12. Costo de hora normal mano de obra.

\$ 2.685 Pesos colombianos

13. Costo mano de obra al mes

*(Costo de la hora * 8hora * 6operario) * (Dias de produccion requerida)*

14. Costo mantenimiento de inventario

$$\sum_{ij=0}^n IFij * Costo de mantener el inventario$$

15. Costo total mes

Costo mano de obra al mes + Costo mantenimiento de inventario mes

12.8 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN ENERO

De acuerdo al plan agregado de producción calculado anteriormente a continuación tomamos la información del pronóstico, las órdenes de compra generadas por el cliente de cada referencia y el inventario disponible para el mes de enero en la Tabla 6.

Tabla 6 Datos iniciales mes de Enero

REFERENCIAS	Pronostico	Pedidos clientes	Stock de seguridad	Inventara disponible
IND0208	4971	3958	813.4	456.5
IND0248	1618	1600	264.7	0.00
IND0193	2596	2056	424.7	0.00
IND0192	12746	11895	2085.6	0.00
IND0184	5844	5648	956.3	0.00
VLL0322	7120	6987	1165.1	354.28
IND0191	2559	2204	418.8	0.00
IND0187	4275	3982	699.5	0.00

Fuente: Datos empresa

Tabla 7 Horizonte de planeación / Tamaño de lote por referencia

BARRERA TIEMPO DE PLANEACIÓN		30 DÍAS
TAMAÑO LOTE DIARIO		FECHA DE ENTREGA
IND0208	1100	6
IND0248	2000	9
IND0193	2000	15
IND0192	2200	17
IND0184	2200	11
VLL0322	2736	20
IND0191	2200	9
IND0187	2400	12

Fuente: Datos empresa

Se estimó en la Tabla 8 la frecuencia y cantidades de los pedidos para analizar la capacidad de la planta y determinar en qué momento INDUPLAS S.A. puede recibir las órdenes de producción sin afectar su nivel de servicio y aprovechar al máximo la mano de obra con la que cuenta.

Se programó la maquina S1 y S2 de acuerdo al tiempo más corto de operación para cada referencia de la siguiente forma

Secuenciación de trabajos	Tiempo de procesamiento del pedido
IND0208	4.34
IND0248	0.93
IND0193	1.24
IND0192	6.35
IND0184	3.00
VLL0322	2.98
IND0191	1.19
IND0187	1.95

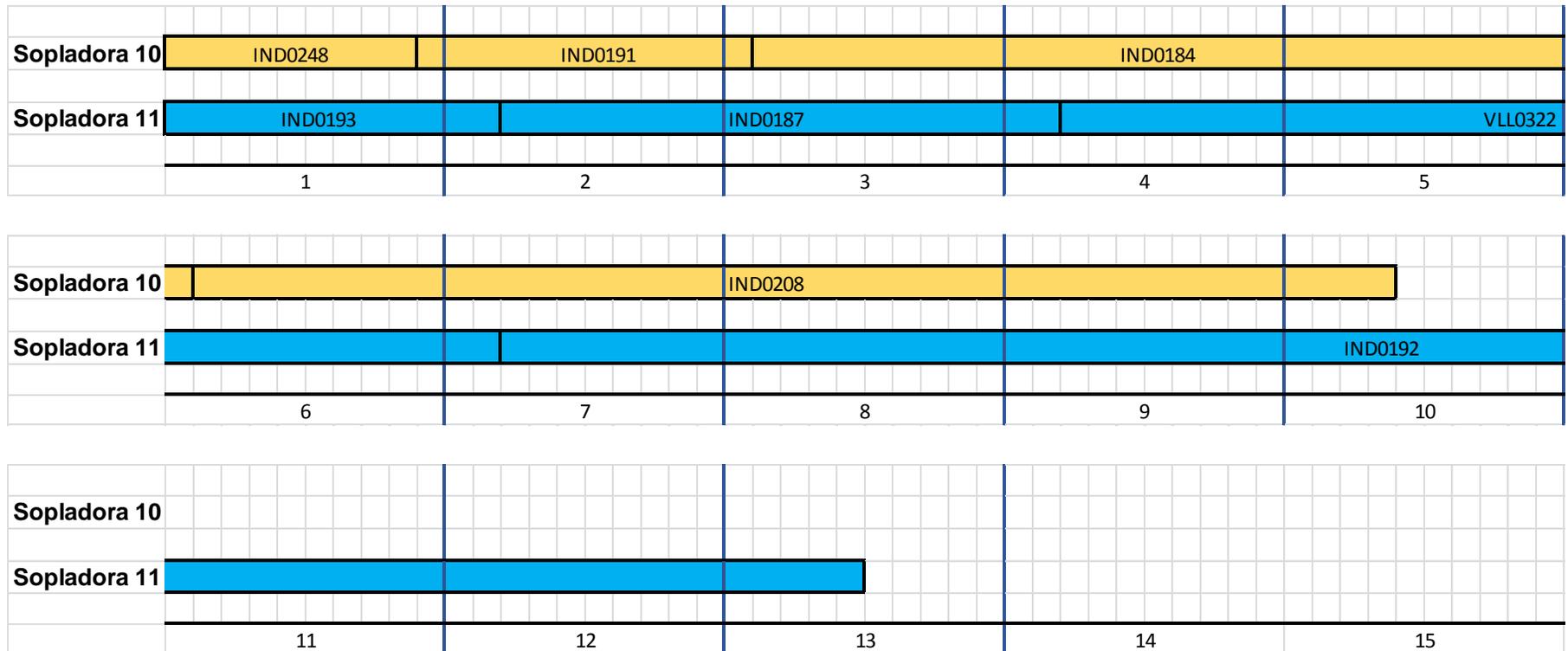
A continuación se va a identificar la maquina por color, ya que inicialmente se programó la maquina con la siguiente secuencia sin embargo para reducir los tiempos ociosos a medida que la maquina está quedando libre se programa el siguiente lote.

maquina 1	IND0248	IND0191	IND0184	IND0208
maquina 2	IND0193	IND0187	VLL0322	IND0192

Tabla 8 Plan maestro de producción

	REFERENCIA	DÍAS																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DEMANDA PRONOSTICADA	IND0208	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	
	IND0248	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
	IND0193	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	
	IND0192	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	494	
	IND0184	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	227	
	VLL0322	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	
	IND0191	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
	IND0187	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	
PEDIDOS CLIENTES	IND0208						3958																								
	IND0248									1600																					
	IND0193															2056															
	IND0192																	11895													
	IND0184											5648																			
	VLL0322																														
	IND0191										2204														6987						
	IND0187														3982																
INVENTARIO AL FINAL DEL PERIODO	IND0208											357																			
	IND0248	400																													
	IND0193		425																												
	IND0192													2086																	
	IND0184						956																								
	VLL0322								811																						
	IND0191			419																											
	IND0187																														
PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	IND0208										4315																				
	IND0248	2000																													
	IND0193		2481																												
	IND0192													13981																	
	IND0184						6604.3																								
	VLL0322								7797.8																						
	IND0191			2622.8																											
	IND0187																														

Ilustración 3 Secuenciación de trabajos en la Sopladora 1 y la Sopladora 2



12.9 INDICADORES DE GESTIÓN

OBJETIVO	META	PERIODICIDAD	UNIDAD	RESPONSABLE	FORMULA
Determinar qué tan productiva es la máquina de acuerdo al plan maestro de producción	PRODUCTIVIDAD MAQUINA >100 UNIDADES	MESUAL	UNIDADES/HORA	INGENIERO DE PRODUCCION	$PRODUCTIVIDAD\ MAQUINA = \frac{\text{Numero unidades producidas}}{\text{Horas maquina utilizada}}$
Determinar qué tan productivo está siendo el operario de acuerdo con la producción programada y así evaluar la productividad del operario en los turnos de trabajo	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA >50 UNIDADES	MESUAL	UNIDADES/HORA	INGENIERO DE PRODUCCION	$PRODUCTIVIDAD\ M.O. = \frac{\text{Precio de venta unitario} * \text{Nivel de produccion}}{\text{Costo hora M.O.} * \text{Numero horas empleadas}}$
Medir el uso de la materia prima por producto e identificar los desperdicios que están generando un sobre costo.	PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA >50	MESUAL	EFFECTIVIDAD USO DE MATERIA PRIMA	INGENIERO DE PRODUCCION	$PRODUCTIVIDAD\ M.PRIMA = \frac{\text{Precio de ventas unitario} * \text{Unidades producidas}}{\text{Costo total materia prima en el mes}} * 100$
Controlar la cantidad de unidades defectuosas en un lote de producción y generar acciones correctivas.	UNIDADES DEFECTUOSAS = 0%	MESUAL	PORCENTAJE DE UNIDADES DEFECTUOSAS	INGENIERO DE PRODUCCION	$UNIDADES\ DEFECTUOSAS = \frac{\text{Unidades defectuosas}}{\text{Total unidades producidas}} * 100$
Determinar el porcentaje de tiempo que permanece detenida la máquina por daños	DAÑO DE MAQUINAS <2%	MESUAL	PROCENTAJE DE DAÑOS EN LAS MAQUINA HORAS/MES	INGENIERO DE PRODUCCION	$PARADAS\ DE\ MAQUINAS = \frac{\text{Tiempo de la maquina en reparacion}}{\text{Tiempo total de produccion}} * 100$

12.10 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA VALIDACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Se realizó la validación del modelo de gestión de la producción durante el mes de enero hasta el día 20 de enero, recalcando los datos necesarios para la validación de la Tabla 9 a la Tabla 12

Tabla 9 Unidades producidas Vs. Mes

CODIGO PRODUCTO	NOMBRE PRODUCTO	UNIDADES/MES			
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	16,080	-	-	13,981
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	3,132	2,007	1,008	4,771
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	5,020	6,020	-	2,481
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	15,840	3,080	17,380	6,604
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	576	21,672	18,792	8,152
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	8,000	10,050	3,785	1,865
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	4,000	4,020	2,980	2,623
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	4,464	3,600	13,032	4,681

Fuente: Datos empresa

En la Tabla 10 se plasman los datos recolectados corresponden a las unidades fabricadas en las corridas de producción de cada mes desde el mes de octubre hasta el mes de enero.

Tabla 10 Unidades defectuosas

CODIGO PRODUCTO	NOMBRE PRODUCTO	UNIDADES DEFECTUOSAS			
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	1,225	-	-	87
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	466	212	122	50
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	456	207	-	205
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	535	299	1,759	100
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	220	2,372	1,242	200
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	200	150	200	92
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	114	246	415	109
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	257	215	679	162

Fuente: Datos empresa

En la Tabla 10 se puede observar que los datos corresponden a las unidades defectuosas por producto durante las corridas de producción realizadas mes a

mes desde octubre hasta enero debido a la revisión por parte de calidad o fallas en las máquinas.

Tabla 11 Nivel de producción

PRECIO DE VENTA UNITARIO	
IND0192	\$ 1,600
IND0208	\$ 5,446
IND0193	\$ 2,785
IND0184	\$ 848
VLL0322	\$ 992
IND0248	\$ 2,785
IND0191	\$ 2,785
IND0187	\$ 1,273

Fuente: Datos empresa

Los datos de la Tabla 12 corresponden al precio de venta por unidad de cada uno de los productos de acuerdo a la información suministrada por la compañía.

Tabla 12 Horas maquina

PRECIO DE VENTA UNITARIO		HORAS MAQUINA			
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	\$ 1,600	267	-	-	158
IND0208	\$ 5,446	124	124	124	112
IND0193	\$ 2,785	98	98	98	33
IND0184	\$ 848	194	194	194	75
VLL0322	\$ 992	26	26	26	76
IND0248	\$ 2,785	110	110	110	25
IND0191	\$ 2,785	51	51	51	34
IND0187	\$ 1,273	74	74	74	52

Fuente: Datos empresa

En la Tabla 12 esta consignada la información de las horas maquina utilizadas en las corridas de producción, esta información fue tomada para cada producto de acuerdo a su tamaño y tiempo que tarda en salir una unidad.

Tabla 13 Recurso en pesos utilizado

RECURSO UTILIZADO			
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
\$ 405,940,000	\$ 423,331,000	\$ 349,811,000	\$ 148,000,000

Fuente: Datos empresa

El recurso utilizado corresponde al total de dinero que la compañía utiliza al mes para realizar toda su operación, estos datos son suministrados por el área contable de la empresa.

Tabla 14 Costo total materia prima mensual

COSTO TOTAL MATERIA PRIMA			
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
\$ 177,204,000	\$ 198,955,000	\$ 124,149,000	\$ 54,557,000

Fuente: Datos empresa

Los datos de la Tabla 14 corresponden al costo que se obtiene después de la compra de materia prima en la compañía, estos datos son suministrados por la parte contable de la empresa

Tabla 15 Ingreso mensual por ventas

VENTAS			
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
\$ 529,035,000	\$ 548,816,000	\$ 445,852,674	\$ 204,600,000

Fuente: Datos empresa

Los datos de la Tabla 15 corresponden al total en pesos vendidos mes a mes en la compañía.

Tabla 16 Costo hora mano de obra

COSTO HORA DE MANO DE OBRA			
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,685	\$ 2,873

Fuente: Datos empresa

El costo de la mano de obra por mes está consignado en la tabla, estos valores corresponde al costo bruto de la mano de obra, para este costo no se tuvieron en cuenta los parafiscales debido a que la compañía no proporcionó la información suficiente como el riesgo en el que están los operarios en la ARL para su cálculo, se estima que este costo incremente en aproximadamente un 50% más de su valor.

Tabla 17 Número de horas maquina parada

HORAS DE MAQUINA PARADA			
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
6	0	0	2.5
5	8	3	2
8	6	0	0.5
3	4	6	1
2	6.5	3	2.5
4	5	5	1
5	5	4	1
9	3	2	2

Fuente: Datos empresa

La Tabla 17 corresponde a las horas en que la maquina estuvo parada ya sea por fallas mecánicas o defectos en el producto, esta información se toma de los datos llevados en el área de producción de la compañía.

12.11 ANÁLISIS DE INDICADORES

12.11.1 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LAS MAQUINAS

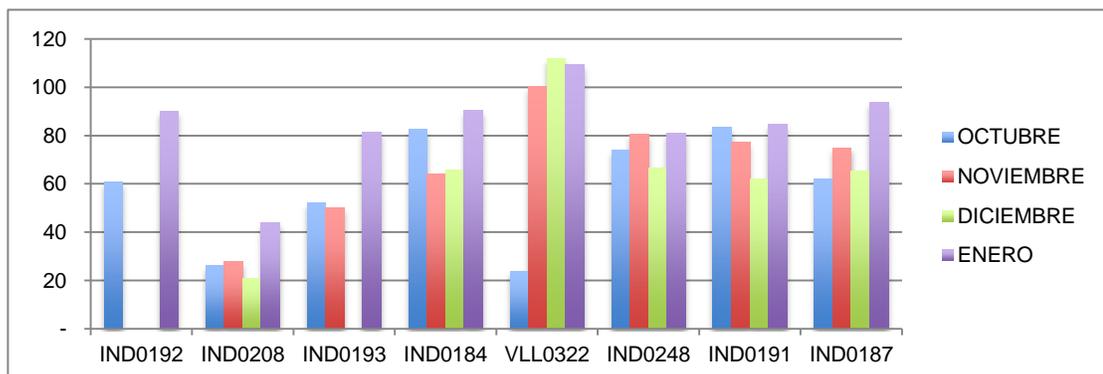
Se puede evidenciar que el resultado del indicador de productividad de las maquinas es positivo ya que vemos un aumento del índice con respecto a los meses anteriores en la mayoría de productos, teniendo en cuenta que en el producto VLL0322 el indicador se comportó muy similar con respecto al mes anterior en general no superan la meta propuesta pero mejoran significativamente como se puede observar en la Tabla 18, en la Ilustración 4 se puede evidenciar la mejora en el mes de enero respecto a los meses anteriores de todas las referencias.

Tabla 18 Índice de productividad de las maquinas

		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	61	-	-	90
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	26	28	21	44
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	52	50	-	81
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	83	64	66	90
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	24	100	112	109
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	74	80	66	81
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	83	77	62	85
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	62	75	65	94

Fuente: Datos empresa

Ilustración 4 Índice comparativo de la productividad de las maquinas



12.11.2 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

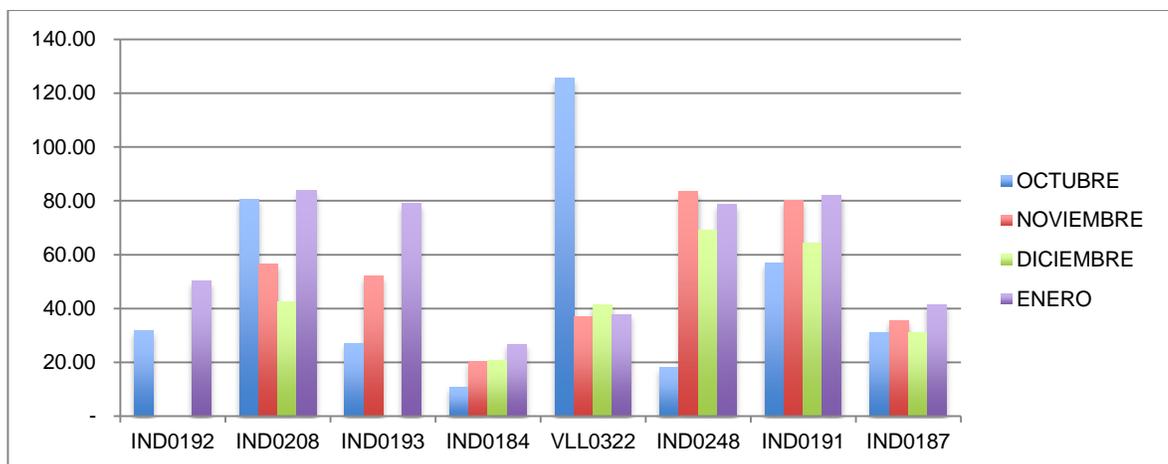
El indicador de la mano de obra permite evidenciar un resultado bastante favorable ya que en la mayoría de productos se obtuvo una mayor cantidad de unidades producidas por hora respecto a la mano en alguna referencias, se evidencio que se produjeron más unidades en el mes de octubre pero con un alto porcentaje de unidades defectuosas observar en la Tabla 19, en la Ilustración 5 se puede evidenciar la mejora en el mes de enero respecto a los meses anteriores de todas las referencias

Tabla 19 Índice de productividad de mano de obra

INDICE DE PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	31,56	-	-	50,07
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	80,64	56,54	42,59	83,74
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	26,81	52,04	-	78,85
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	10,86	20,27	20,79	26,70
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	125,49	37,07	41,33	37,78
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	17,91	83,39	68,88	78,60
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	56,68	80,19	64,40	82,02
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	30,82	35,56	30,89	41,48

Fuente: Datos empresa

Ilustración 5 Índice comparativo de productividad de mano de obra



12.11.4 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA

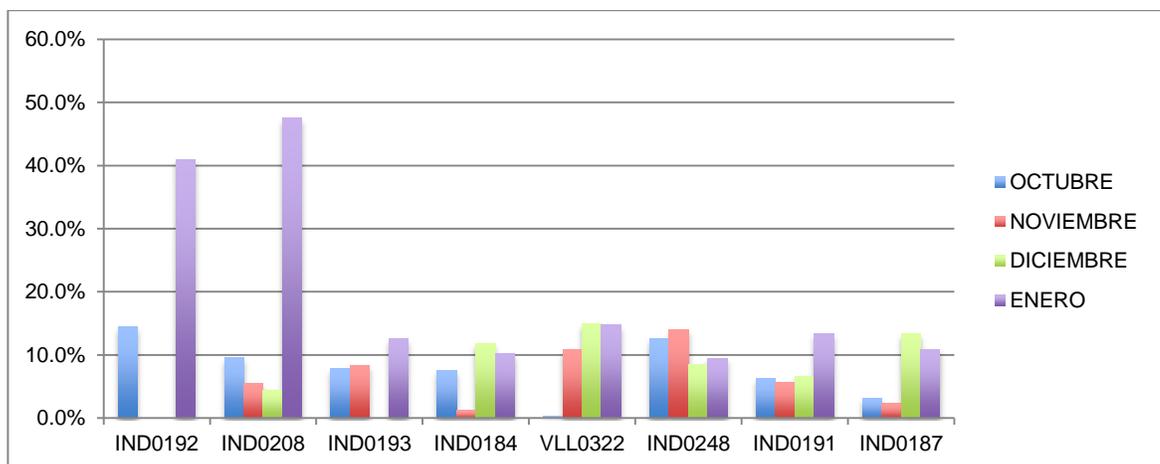
El índice de materia prima con respecto a los meses anteriores, permite evidenciar que en el mes de enero el aprovechamiento de materia prima se ha incrementado respecto a los meses anteriores y desperdicios se han reducido ya que este era un punto importante a tratar por los altos costos que esto generaba para la compañía como se puede observar en la Tabla 20, en la Ilustración 6 se puede evidenciar la mejora en el mes de enero respecto a los meses anteriores de todas las referencias

Tabla 20 Índice productividad de materia prima

INDICE DE PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	14,5%	0,0%	0,0%	41,0%
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	9,6%	5,5%	4,4%	47,6%
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	7,9%	8,4%	0,0%	12,7%
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	7,6%	1,3%	11,9%	10,3%
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	0,3%	10,8%	15,0%	14,8%
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	12,6%	14,1%	8,5%	9,5%
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	6,3%	5,6%	6,7%	13,4%
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	3,2%	2,3%	13,4%	10,9%

Fuente: Datos empresa

Ilustración 6 Índice comparativo productividad de materia prima



12.11.5 PORCENTAJE UNIDADES DEFECTUOSAS

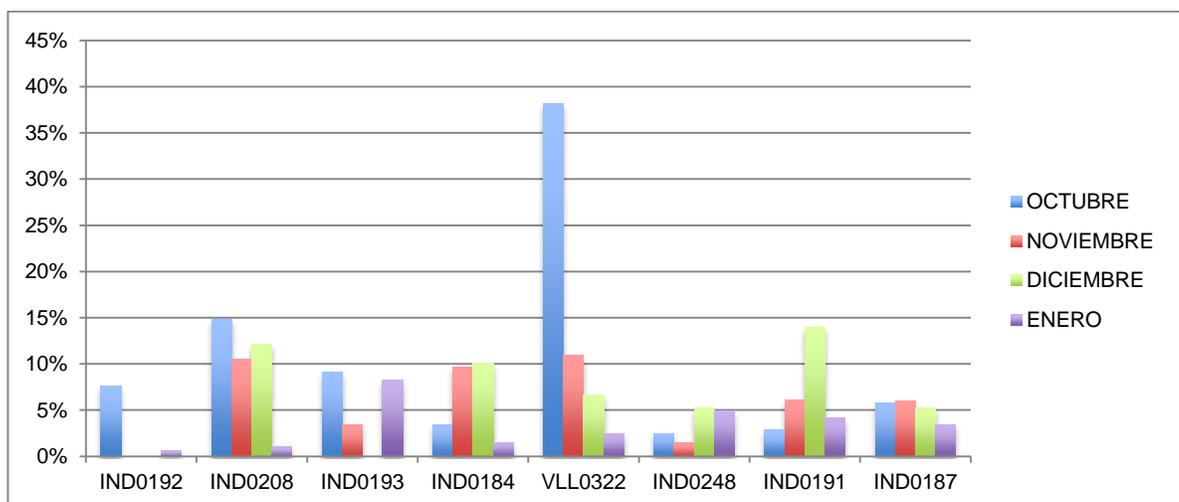
Las unidades defectuosas se redujeron significativamente ya que al implementar el modelo se reducen los desperdicios por purga y contaminados, por lo tanto el indicador arroja un resultado positivo a la implementación del modelo, como se puede observar en la Tabla 20Tabla 20, en la Ilustración 7 se puede evidenciar la mejora en el mes de enero respecto a los meses anteriores de todas las referencias

Tabla 21 Porcentaje de unidades defectuosas

		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	8%	0%	0%	1%
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	15%	11%	12%	1%
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	9%	3%	0%	8%
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	3%	10%	10%	2%
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	38%	11%	7%	2%
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	3%	1%	5%	5%
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	3%	6%	14%	4%
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	6%	6%	5%	3%

Fuente: Datos empresa

Ilustración 7 Porcentaje de unidades defectuosas



12.11.5 PORCENTAJE DAÑOS DE MAQUINA

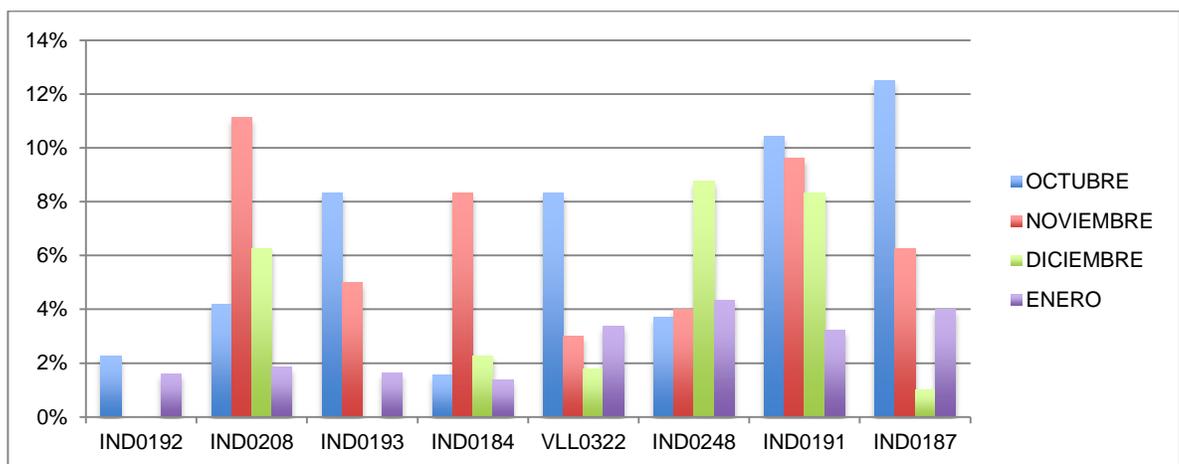
El porcentaje de daños en las maquinas aunque siguen siendo altos se redujeron, ya que al implementar el modelo, permite que los procedimientos de limpieza de la máquina que con llevan a desarmes de la misma, se minimicen al máximo evitando daño de piezas u otros elementos, como se puede observar en la Tabla 212, en la Ilustración 8 se puede evidenciar la mejora en el mes de enero respecto a los meses anteriores de todas las referencias

Tabla 212 Porcentaje daños de maquina

		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
IND0192	ENVASE RECTAG.DE 2.000 ml. PE NAT. Lote	2%	0%	0%	2%
IND0208	ENVASE RECT. DE 10 LTS.TAPA SEG. PE NAT.LOTE	4%	11%	6%	2%
IND0193	ENVASE RECTANGULAR DE 4.000cc PE NAT. Lote No.	8%	5%	0%	2%
IND0184	ENV. RECT. 500 CUELLO 28 PE BLANCO IMP DANISCO	2%	8%	2%	1%
VLL0322	ENVASE PLASTICO DE 1 lts. PE BLANCO	8%	3%	2%	3%
IND0248	ENV. RECT.DE 4.000 ML. C/ MIRILLA PE BLANCO LOTE	4%	4%	9%	4%
IND0191	ENVASE 4 lts. TAPA SEG. PE NATURAL	10%	10%	8%	3%
IND0187	ENVASE RECTANGULAR DE "1.000" ml. PE NATURAL	13%	6%	1%	4%

Fuente: Datos empresa

Ilustración 8 Porcentaje daños de maquina



13 CONCLUSIONES

Al inicio de la investigación **INDUPLAS S.A.** contaba con un diseño de un modelo de gestión de la producción aun no implementado. Con la realización de este proyecto se logra implementar el modelo dentro de la compañía programando así 2 máquinas en la línea de soplado.

De esta forma, las conclusiones principales del proyecto se presentan a continuación:

- Con el pronóstico de la demanda se programan las máquinas de acuerdo al modelo, generando así un plan maestro de producción que permitió un óptimo uso de los recursos.
- Se crean indicadores de gestión que permiten dar a conocer que tan efectivo ha sido el modelo con respecto a meses anteriores obteniendo como resultado una mejora en la productividad.
- Se evidencia la disminución de unidades defectuosas con respecto a meses anteriores lo cual indica una disminución en sobrecostos que afectan directamente a la compañía.
- A través de las recomendaciones del mantenimiento de las maquinas se obtuvo una disminución en los tiempos de paradas por acciones correctivas, reduciendo los retrasos en la entrega de los productos incrementado así la productividad de la línea.
- Con la implementación del modelo se evidencia un incremento en la productividad general de la compañía respecto a las ventas vs. el recurso utilizado, esto debido a que los desperdicios de tiempo se redujeron incurriendo en la reducción de costos.
- La mano de obra es ahora más productiva, esto se debe a que es posible procesar más unidades en un mismo lapso de tiempo, ya que el

desperdicio por unidades no conformes se reduce sustancialmente con la implementación del modelo.

- Se identificaron y mitigaron los principales aspectos productivos que generan algún sobrecosto a la compañía, lo que permitió incluir aspectos que se deben trabajar con el fin de reducir este fenómeno.

14 RECOMENDACIONES

Es muy importante continuar con el uso del modelo ya que la compañía se verá beneficiada a un mediano plazo con la reducción de costos, de igual manera el modelo permitirá tener un mayor control sobre la producción de la compañía y junto con los indicadores de gestión creados serán una herramienta perfecta para la mejora continua de los procesos productivos, siendo así mucho más competitivos frente a un mercado globalizado.

Se recomienda al departamento de calidad realizar revisiones periódicas con una toma de muestras de una hora ya que se tiene más controlado el proceso de producción y se reduciría así los niveles de piezas defectuosas ya que actualmente se determina como no conforme el lote producido en casi un turno completo lo cual incurre en desperdicio de mano recursos como mano de obra y materia prima.

Se evidencio una reducción en porcentaje de daños en las maquinas debido a que se programaron las maquinas con referencias del mismo color, se recomienda secuenciar las máquinas de acuerdo al color ya que debido los cambios de tono las piezas se deterioran más rápido generando mantenimientos correctivos constantes y prolongados.

Se recomienda la implementación del plan maestro de producción ya que la productividad de la mano de obra y de las maquinas es más nivelada y mejor aprovechada con los operarios y volúmenes de materia prima necesarios para el cumplimiento del nivel de servicio deseado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Universidad nacional autónoma de México, (2012, 15 de marzo). Conformado de materiales plásticos, Recuperado el 21 de mayo de 2015 de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/
2. Universidad de San Carlos de Guatemala, (2005, Septiembre), Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD), Recuperado el 21 de mayo de 2015 de <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/>
3. Ambiente Plástico, (2012, 3 de enero). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ambienteplastico.com/>
4. Centro virtual de negocios, (2014, 27 de enero). Variación en importación y exportación del sector de plásticos Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.centrovirtualdenegocios.com/>
5. Definición de (2008, Enero), Definición PVC, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://definicion.de/pvc/>
6. Escuela técnica superior de ingenieros industriales (2006, septiembre), Polietileno de baja densidad, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/content.htm>
7. Ministerio de industria y comercio, (2012, 15 de diciembre). Informe de industria y comercio Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.mincit.gov.co/>
8. Ministerio de industria y comercio, (2012, 15 de diciembre). Informe de industria y comercio Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.mincit.gov.co/>
9. Mónica Conde, (2012, 3 de enero). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ptq.pemex.com/>

10. Petroquim (2008, Marzo) Que es el polipropileno, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/>
11. Pira Internacional Ltda., (2012, 5 de marzo). El consumo de plástico en el mundo, Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.ambienteplastico.com/>
12. Procolombia, (2012, 7de agosto). Aprovechamiento del TLC Recuperado el 10 de mayo de 2015 de <http://www.procolombia.co/>
13. Quiminet (2006, Enero 12) Historia del polipropileno, Recuperado el 29 de mayo de 2015 <http://www.quiminet.com/articulos/todo-acerca-del-polipropileno-4455.htm>
14. Testo, (Articulo 0560 0810). Termómetro dual testo 810, Recuperado el 17 de enero de 2016 de <http://www.testo.com.ar/>