

Propuesta de mejoramiento de la línea de producción de piezas en aluminio inyectado en la empresa High Lights S.A.¹

RESUMEN

Gracias a la visión de crecimiento y a la buena calidad de sus productos, High Lights S.A. incursionó en los mercados internacionales⁴ y para poder ser más competitiva y mantenerse en el mercado con un mejor servicio al cliente, tuvo que desarrollar estrategias de mejoramiento que le permitieran maximizar su capacidad productiva, logrado en el incremento o acumulación de mayores recursos productivos⁵ (factores de producción) y la mayor eficiencia en su uso. La mejora en la línea de producción de piezas de aluminio inyectado, se llevó a cabo con la organización de los procesos, utilización de modelos matemáticos para la producción y el programa de mantenimiento preventivo, elementos que permitieron mostrar a la alta gerencia los indicadores de mejora con la obtención de mayor utilidad y una disminución de los costos fijos de fabricación para la empresa.

Palabras clave: línea de inyección de aluminio, planeación de la producción, modelo matemático de ampliación de capacidad, puntos críticos de control.

Introducción

Las presiones económicas derivadas de la globalización, conllevan a crear estrategias para combatir las fluctuaciones imperantes en el mercado, generando una competitividad basada en la satisfacción del cliente e incrementar la rentabilidad. El proceso de apertura e internacionalización de la economía ha hecho más evidente la necesidad de ajustar las actividades productivas a las características y requerimientos de la demanda del mercado mundial.

Autores

Nelson Alfonso Campo Valencia²

Edwin Daniel López Rodríguez³

Director

Robinson Pacheco García

1 Proyecto curricular de Tecnología Industrial. El trabajo de grado recibió mención meritoria

2 Ingeniero de producción, correo electrónico: nelcali@hotmail.com

3 Ingeniero de producción, correo electrónico: edlopezdaniel@gmail.com

4 Países como Ecuador, Venezuela, Estados Unidos, Costa Rica, Panamá y Alemania. Fuente: Gerencia Comercial High Lights S.A.

5 Los recursos productivos comprenden el trabajo (esfuerzo y tiempo de las personas empleadas) y los medios de producción (maquinaria, equipos, herramientas, construcciones e inventarios de materias primas) existentes.

Los empresarios y ejecutivos del comercio nacional e internacional, buscando estar presentes y para mantenerse en los mercados mundiales, en el crecimiento económico y en el desarrollo de las economías domésticas y comerciales, han dirigido sus esfuerzos al estudio e investigación de modelos de producción que permitan a las empresas ofrecer oportunidades viables de desarrollo. Para la empresa High Lights S.A. fue determinante tener en cuenta que la mejora de sus líneas de producción, generaría mayores beneficios en cuanto al costo y la calidad del producto.

El 70% de la fabricación de luminarias depende del proceso de inyección de aluminio, donde la gran mayoría de productos contienen partes en aluminio inyectado. Por esta razón, se debe mejorar la línea de producción para poder eliminar los problemas de reproceso e incumplimiento de la producción que resultan ser los más costosos de la fábrica.

En primer lugar, el presente documento realiza una breve reseña del estado del arte de la empresa teniendo en cuenta las generalidades de la misma, su direccionamiento estratégico, la identificación y caracterización de los productos más significativos. La segunda parte se refiere a la metodología que el grupo de trabajo llevó a cabo para mejorar la línea de producción, de tal manera, permitir a High Lights S.A. avanzar en la dirección de los procesos, definiendo el alcance, la misión, elaborando los diagramas de flujo, mejorando la eficiencia y la adaptabilidad del proceso respecto a la línea de inyección de piezas de aluminio. En una tercera parte se plantea la propuesta de mejoramiento, de tal manera que con el diagnóstico actual del proceso se establezca la distribución en planta de la línea de aluminio inyectado; la verificación de la metodología llevada a cabo para la línea; la verificación de la situación de la capacidad productiva. Se efectúa el análisis de medición y control poniendo en práctica un sistema que permita el mejoramiento progresivo (el proceso), desarrollando mediciones y estableciendo sistemas de retroalimentación.

En el plan estratégico de High Lights S.A. se desarrolla la posibilidad de ampliar la capacidad productiva con estrategias de producción, como la utilización de modelos matemáticos para la producción y de los aplicativos Win QSB y GAMS. Con los resultados se realizó el análisis de capacidades para suplir las necesidades del mercado y así prestar un mejor servicio al cliente con la obtención de una máxima utilidad.

En cuarto lugar se determinan las variables para controlar el proceso de producción, identificando los puntos críticos del proceso, la cuantificación de las variables que lo afectan, seguimiento y control de estas variables mediante indicadores y la evaluación de los resultados. Finalmente, se establecen algunas alternativas de solución para fortalecer la línea de producción; se da respuesta a preguntas claves en torno a las características del proceso en este tipo de productos, en el cual el trabajo mejorado identifica: quién, cuándo, dónde, cómo y por qué usarse como un estándar. Esta situación posibilita establecer comparaciones entre el proceso actual y el proceso a mejorar.

El objetivo general del proyecto fue llevar a cabo un estudio que conduzca a una propuesta de fortalecimiento de la línea de producción de piezas en aluminio inyectado para la empresa High Lights S.A., de tal forma que se puedan minimizar los tiempos de producción y la reducción del costo de manufactura de los productos, teniendo en cuenta la tecnología existente. Además, se propuso realizar el diagnóstico actual del proceso, el flujo de materiales y capacidad productiva para la línea de aluminio inyectado; implementar una metodología que describa los procesos y procedimientos para la línea de inyección; y utilizar un modelo matemático para planear la producción analizando la capacidad productiva en las cinco estaciones de trabajo donde se elaboran las piezas de aluminio inyectado, entre otros.

1. Descripción del producto

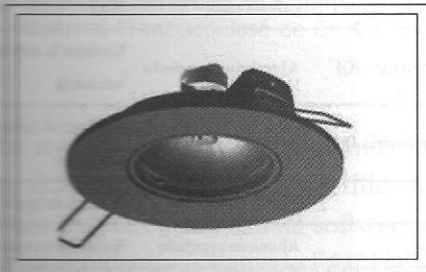
1.1 Identificación y caracterización del producto

Los sistemas de iluminación producidos por High Lights S.A. están compuestos por luminarias de tipo comercial e industrial. La empresa dentro de sus proyectos de innovación requiere productos optimizados, tomando inicialmente los de mayor rotación y así atender los requerimientos de sus clientes logrando un mayor impacto. Las características de estos productos son las siguientes:

1.1.1 Características físicas externas

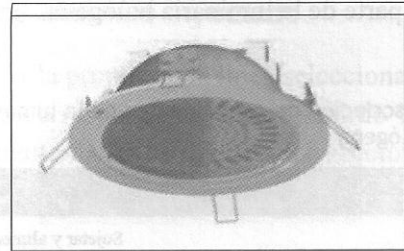
Los productos seleccionados hacen parte del sistema de luminarias halógenas y luminarias HQI⁶, los cuales llevan su nombre debido al tipo de bombillo con el cual se realiza la instalación (figura 1 y 2).

Figura 1. Luminaria halógena



Fuente: Departamento de diseño High Lights S.A.

Figura 2. Luminaria HQI

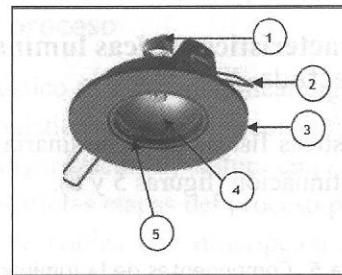


Fuente: Departamento de diseño High Lights S.A.

1.1.2 Características físicas de la luminaria halógena⁷ inyectada

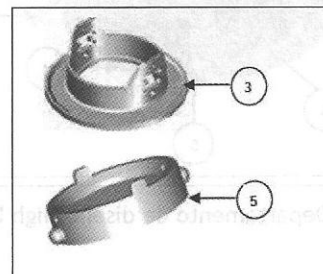
Las características físicas de la luminaria halógena se indican a continuación (figuras 3 y 4).

Figura 3. Componentes de la luminaria halógena



Fuente: Departamento de diseño High Lights S.A.

Figura 4. Piezas en aluminio de la luminaria halógena



Fuente: Departamento de diseño High Lights S.A.

⁶ Significación tomada según el tipo de bombillas del fabricante alemán OSRAM. Catálogo general de iluminación Osram 2007 para Sur América.

⁷ La lámpara halógena es una variante de la lámpara incandescente, en la que el vidrio se sustituye por un compuesto de cuarzo, que soporta mucho mejor el calor (lo que permite lámparas de tamaño mucho menor, para potencias altas) y el filamento y los gases se encuentran en equilibrio químico, mejorando el rendimiento del filamento y aumentando su vida útil. La lámpara halógena tiene un rendimiento un poco mejor que la incandescente: 18...22 lm/W y una vida útil más larga: 1.500 horas. http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_halogenas/af_halogenas_1.htm - 25k

ARTÍCULOS

En la tabla 1 se describen cada uno de los componentes que hacen parte de la luminaria halógena.

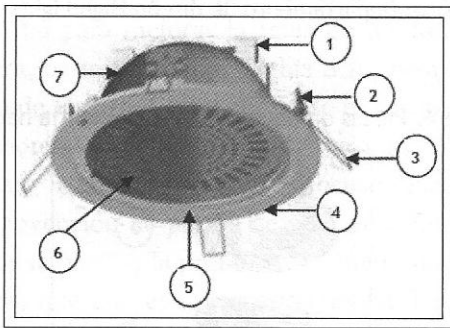
Tabla 1. Descripción de componentes de la luminaria halógena

Nº	Pieza	Material	Función
1	Porta lámpara	Porcelana	Sujetar y alimentar el bombillo
2	Resorte lateral	Alambre galvanizado	Sujetar la luminaria en Dry wall
3	Base luminaria halógena	<i>Aluminio inyectado</i>	Sostiene los componentes
4	Bombillo	-	Fuente de iluminación
5	Anillo bala halógena	<i>Aluminio inyectado</i>	Permite el movimiento (bombillo)

1.1.3 Características físicas luminaria HQI⁸ inyectada

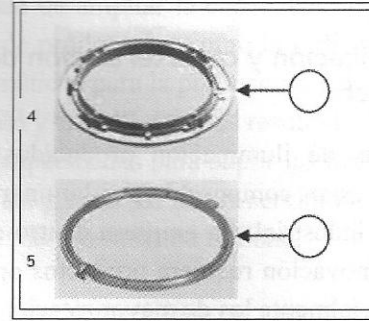
Las características físicas de la luminaria halógena se indican a continuación (figuras 5 y 6).

Figura 5. Componentes de la luminaria HQI



Fuente: Departamento de diseño High Lights S.A.

Figura 6. Piezas en aluminio de la luminaria HQI



Fuente: Departamento de diseño High Lights S.A.

En la tabla 2 se describen cada uno de los componentes que hacen parte de la luminaria HQI.

Tabla 2. Descripción de componentes de la luminaria HQI

Nº	Pieza	Material	Función
1	Porta lámpara	Porcelana	Sujetar y alimentar el bombillo
2	Porta resorte	Lámina Coll Rolled	Sostener resorte lateral
3	Resorte lateral	Alambre galvanizado	Sujetar la luminaria en Dry Wall
4	Base luminaria HQI	Aluminio inyectado	Sostiene la estructura - luminaria
5	Anillo luminaria HQI	Aluminio inyectado	Sostiene el vidrio de la luminaria
6	Vidrio	Vidrio templado	Protege de rayos ultravioleta
	Reflector	Aluminio repujado	Refleja los rayos de luz

2. Diagnóstico general

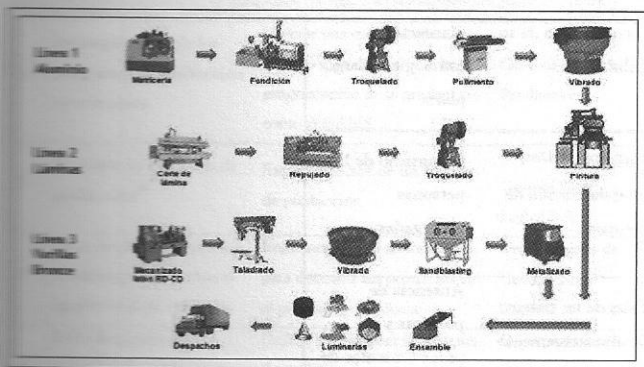
Para poder realizar un progreso en la línea de producción es necesario realizar un análisis y descripción de la situación de la empresa.

8 Bala de 70-150/250w, aro en aluminio inyectado, reflector, vidrio retráctil templado, opalizado o serigrafado. En: www.instrumelectda.com/dulux.html - 13k

2.1 Diagnóstico actual del proceso

High Lights S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de sistemas de iluminación y cielo rasos. Dentro del proceso productivo se realizan operaciones como: mecanizado de bronce; mecanizado de placas de acero; corte de láminas en aluminio y Coll Rolled; fundición de aluminio, troquelado; pintura electrostática y recubrimientos electrolíticos. Los procesos de producción se pueden clasificar en tres líneas, las cuales se diferencian por el tipo de material a procesar (figura 7).

Figura 7. Líneas de producción en High Lights S.A.



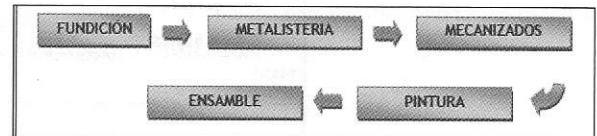
Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Entre estos materiales se tiene: aluminio inyectado, láminas en aluminio-Coll Rolled y varillas de bronce lamin. Actualmente se cuenta con un software de la empresa Sistemas Productivos llamado FACTORY⁹ con el cual se lleva a cabo el control de las diferentes secciones. Para llevar un control en la asignación de costos de la empresa, se han agrupado algunos procesos para determinar cuáles son las secciones que conforman el área productiva de la empresa.

2.1.1 Distribución en planta de la línea de aluminio inyectado

Para realizar la propuesta la línea seleccionada de mejoramiento corresponde a la de aluminio inyectado. En la siguiente figura se muestra las secciones que la conforman.

Figura 8. Etapas línea de inyección en High Lights S.A.



Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2.1.2 Identificación de los puntos críticos del proceso

Con el diagnóstico se logró identificar algunos problemas de tipo logístico relacionados con el flujo de materiales, clima organizacional, cultura empresarial, entre otros, en las distintas etapas del proceso productivo. A continuación se realiza una descripción detallada de cada uno (tabla 3).

⁹ Software diseñado por la empresa Sistemas Productivos, para empresas del sector manufacturero. Herramienta de administración desarrollada usando una serie de módulos de propiedad de sistemas productivos, con manejo limitado de claves de usuario y utilización económica del 100% en todos los módulos que permite celeridad en el tiempo de procesamiento de la información. En: <http://www.factoryvisual.com/principal.asp>

Tabla 3. Puntos críticos del proceso

Problema	Causa inmediata	Causa anterior	Fuente del problema
Ausencia de Políticas	No existe directriz unificada por parte del nivel directivo	Rápido crecimiento de la empresa en ventas, producción, pero no en sistema administrativo	Ausencia de un sistema de planeación estratégica a largo plazo
Incumplimiento de los programas de producción a corto plazo	Ausencia de planeación de la producción	Se cambia frecuentemente la programación de producción	Empirismo por parte de la persona encargada
Falta de indicadores de seguimiento	No se han definido indicadores	Falta de conocimiento de su utilidad	Ausencia de un sistema de planeación estratégica a largo plazo
Falta control y seguimiento de ineficiencias de tiempo	Falta de indicadores específicos	Falta de estandarización de tiempos	Empirismo de las personas encargadas
Desorden en el almacenamiento	Organización de espacios de la planta	Falta de un sistema de almacenamiento estandarizado	Ausencia de políticas y procedimientos de almacenamiento
Inadecuado movimiento de materiales en proceso	No se han asignado los recursos para la compra de un sistema de transporte	Fallas en el sistema de transporte interno	Falta de un sistema de transporte estandarizado
Inadecuado manejo de inventarios y de material en proceso	Falta de procedimientos para almacenamiento y flujo de materiales	Falta de un sistema de control de inventarios integrado	Ausencia de procesos y procedimientos
Inadecuado manejo de inventarios de almacén	Localización, codificación y disponibilidad de espacio	Distribución de planta y falta de procedimientos de entrada - salida	Ausencia de procesos y procedimientos
No se asumen responsabilidades en los diferentes cargos	Falta de delegación de funciones y responsabilidades	Falta de manual de funciones e implementación	Falta de un sistema de aseguramiento de calidad
Incremento en los costos de producción	Aumento en los tiempos de producción	Inadecuado registro de las minutas de trabajo	Los operarios no tienen claridad en el registro de la minuta

Fuente: Departamento de gestión High Lights S.A.

3. Propuesta de mejoramiento

3.1 Alternativas de solución para mejorar la línea de producción

En primer lugar, para dar a conocer las alternativas de solución se indica cuáles son los aspectos a mejorar que afectan directamente la línea de producción de piezas en aluminio inyectado. En la tabla 4 se retoma los puntos críticos del proceso.

Tabla 4. Alternativas de solución para mejorar la línea de producción

Nº	Aspecto a mejorar	Alternativa de solución	Responsable
1	Incumplimiento de los programas de producción a corto plazo	Utilizar una metodología o un modelo matemático para la programación de la producción como el GAMS	Gerente de Producción
2	Aumento en los costos de producción ¹⁰	Estandarización de los tiempos de producción	Departamento de Gestión High Lights S.A.
3	Falta de conocimiento del producto por el personal operativo de la empresa	Implementar una metodología para describir los productos en el proceso de producción	Departamento de Gestión High Lights S.A.
4	Falta de seguimiento y control en las diferentes etapas de la línea	Definir y establecer un sistema de medición de gestión (SIMEG)	Departamento de Gestión High Lights S.A.
5	Inadecuado movimiento de materiales en proceso	Establecer el flujo de materiales y mejorar el sistema de almacenamiento	Departamento de Gestión High Lights S.A.

Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

3.1.1. Metodología para cumplir con los programas de producción a corto plazo

Los incumplimientos en High Lights S.A se hacen frecuentes debido a la ausencia de un programa de producción fuerte que permita cumplir con los compromisos adquiridos con los clientes y que facilite la realización de una programación orientado a obtener la máxima utilidad posible. Para esto se ha implementado un mo-

delo matemático para proyectar la producción con estrategia de procesos y planificación de capacidad.

3.1.2. Estandarización de tiempos de producción

Para ejecutar los cálculos de capacidad de producción se realizó la estandarización de los tiempos de producción basados en el estudio de la ingeniería de métodos, tiempos y movimientos.

3.1.3. Implementación de un modelo matemático para proyectar la producción con estrategia de procesos y planificación de la capacidad

3.1.3.1. Generalidades del modelo

Determinar la capacidad de los procesos para la empresa High Lights S.A., es una decisión que afecta el costo fijo y establece la posibilidad de satisfacer la demanda. Además, determinar el tamaño de las instalaciones es fundamental para alcanzar altos niveles de utilización¹¹; la mayoría de las organizaciones utilizan sus instalaciones a un ritmo inferior al de su capacidad. Esto se debe a que han descubierto que pueden trabajar de modo más eficiente cuando sus recursos no se fuerzan al límite; en lugar de esto, esperan trabajar al 92% de la capacidad proyectada¹². Además, la capacidad efectiva es la que espera alcanzar una empresa según sus actuales limitaciones operativas, es a menudo menor que la capacidad proyectada, ya que la instalación pudo haber sido diseñada para una primera versión del producto o para una combinación de productos diferente de la que se está produciendo actualmente.

10 El incremento en los costos se debe al aumento del tiempo de producción (horas hombre).

11 Heizer, J., Render, B. (2001). Dirección de la producción: decisiones estratégicas. 6° edición. Madrid: Prentice Hall, p.265.

12 Máxima producción teórica de un sistema en un período determinado, es decir, el máximo número de unidades producidas en un tiempo específico.

3.1.3. Programa Win QSB¹³ y Programa GAMS¹⁴

El desarrollo del modelo matemático utilizó el programa GAMS, que es un lenguaje de programación que estructura el modelado, análisis y resolución de diversos problemas de optimización. Inicialmente, el manejo y comprensión de sus estructuras requiere de cierto esfuerzo, una vez entendidas se dispone de una herramienta muy versátil capaz de resolver problemas de programación matemática; pero, a pesar de ser una magnífica herramienta, existen limitaciones impuestas por el estado del arte existente en programación matemática. GAMS es un lenguaje de modelización, y la ventaja que presenta es que junto al módulo de modelización (base) incorpora diferentes *solver* (algoritmos de resolución de problemas) tanto de programación lineal, como no lineal y entera.

3.1.3.3. Pronósticos de la demanda

Los pronósticos para presupuestar la demanda futura se obtuvieron mediante el software WinQSB. Para los cuatro productos, el pronóstico que arrojó el mejor coeficiente de correlación (R^2), y el menor error medio porcentual absoluto (MAPE), fue el Algoritmo Multiplicativo Holt-Winters¹⁵ (Holt Winters Multiplicative Algorithm). El resultado se muestra en las figuras 9 y 10.

Figura 9. Pronósticos de la demanda producto 1-4

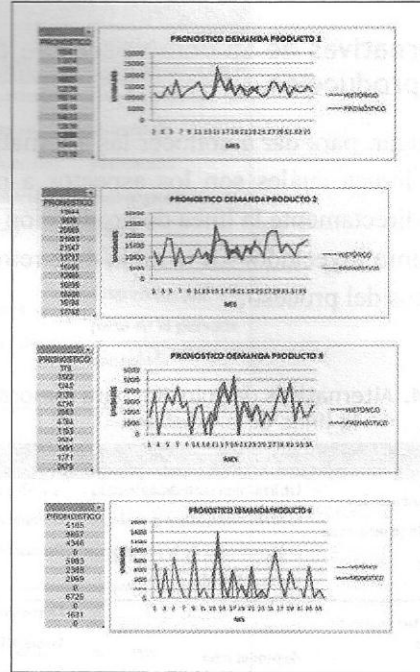


Figura 10. Pronósticos porcentuales de la demanda

PRONÓSTICO PORCENTUAL DE LA DEMANDA								
Periodo	P 1	%	P 2	%	P 3	%	P 4	%
Enero	10.581	6,4%	13.844	7,3%	775	2,7%	5.105	13,5%
Febrero	11.374	6,9%	9.838	5,2%	1.922	6,6%	9.657	25,6%
Marzo	16.998	10,4%	20.665	10,9%	1.242	4,3%	4.346	11,5%
Abril	16.925	10,3%	21.883	11,6%	3.139	10,8%	0	0,0%
Mayo	12.239	7,5%	21.547	11,6%	4.238	14,6%	5.883	15,6%
Junio	16.514	10,1%	11.717	6,2%	2.853	9,8%	2.389	6,3%
Julio	10.610	6,5%	16.595	8,3%	4.784	16,5%	2.069	5,5%
Agosto	14.533	8,9%	13.865	7,3%	1.153	4,0%	0	0,0%
Septiembre	12.838	7,8%	10.599	5,6%	3.024	10,4%	6.725	17,8%
Octubre	12.888	7,9%	15.400	8,2%	1.491	5,1%	0	0,0%
Noviembre	15.456	9,4%	16.184	8,6%	1.771	6,1%	1.631	4,3%
Diciembre	13.110	8,0%	17.742	9,4%	2.679	9,2%	0	0,0%
TOTALES	164.066	100%	183.879	100%	29.079	100%	37.805	100%

DEMANDA PRONOSTICADA Y PORCENTAJE		
Producto	Demanda Pronosticada	Porcentaje
1	164.066	39,08%
2	186.879	44,99%
3	29.079	6,93%
4	37.805	9,00%
TOTALES	419.829	100%

Fuente: Departamento de gestión High Lights S.A.
Cálculos: grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- 13 WinQSB es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema.
- 14 General Algebraic Modeling System, que plantea un lenguaje de modelización con un entorno que define, analiza y resuelve problemas de optimización, además permite poder escribir en un editor la formulación matemática del problema y posteriormente aplicarle una serie de programas de resolución.
- 15 Las constantes de suavización tienen valores comprendidos entre 0 y 1 y se determinan por simulación, calculando el error que genera el pronóstico con cada valor de las constantes. Esto quiere decir que para seleccionar el mejor método de suavización, basta con calcular el error del pronóstico, por ejemplo la Desviación Absoluta Media DAM, y elegir el método que arroja el menor error.

3.1.3.4 Modelo integral para la planeación de la producción

El dinamismo que debe afrontar High Lights S.A., en un mundo cada vez más competitivo, hace de la planeación una de las herramientas más eficaces hoy día. La economía exige de sus participantes una mejor utilización y racionalización de sus recursos en pro de mantenerse o crecer. Dicha racionalización empieza desde el seno de la misma empresa, organizando la producción y el trabajo a priori, es decir, “planeando”.

La planeación recoge varias de las herramientas utilizadas para aumentar la capacidad de la empresa, y por eso recibe el nombre de modelo integral. En este modelo se asocia:

- Optimización de las cantidades a producir.
- Ampliación de la capacidad con un segundo turno.
- Ampliación de la capacidad con un tercer turno.
- Ampliación de la capacidad con horas extras diurnas.
- Ampliación de la capacidad con horas extras nocturnas.

La mixtura de las anteriores alternativas posibilitará a la empresa encontrar la mejor combinación que le permita determinar cuándo y cuánto producir para optimizar la producción (tabla 5). A simple vista, parecerá lógico descartar ciertas alternativas de producción por las cuantías de sus costos, como es el caso de plantear la producción con primer turno y tercer turno únicamente, ya que se conoce que el costo fijo del tercer turno es mayor al del segundo turno y parecería una decisión irracional activar el tercer turno en vez del segundo, se debe tener en cuenta que el modelo actual es pequeño y en la vida real los escenarios son más complejos, y esta información no está a la mano. Por lo anterior, el grupo de analistas optó por dejar abiertas ese tipo de alter-

nativas, pues un modelo matemático bien programado decidirá qué es conveniente.

Tabla 5. Diferentes alternativas para la programación de la producción

1er. TURNO	1er. TURNO	1er. TURNO	1er. TURNO	1er. TURNO	1er. TURNO	1er. TURNO
	EXT. DIURNAS	2° TURNO	2° TURNO	2° TURNO	EXT. DIURNAS	
			EXT. NOCTURNAS	2er. TURNO	3er. TURNO	3er. TURNO

Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

3.1.4 Establecimiento de indicadores de gestión

La ausencia de un sistema de monitoreo, seguimiento y evaluación frente a sus objetivos y metas estratégicas, previamente mencionado en el diagnóstico general de la empresa, limita a la empresa a tener un control sobre las diferentes áreas.

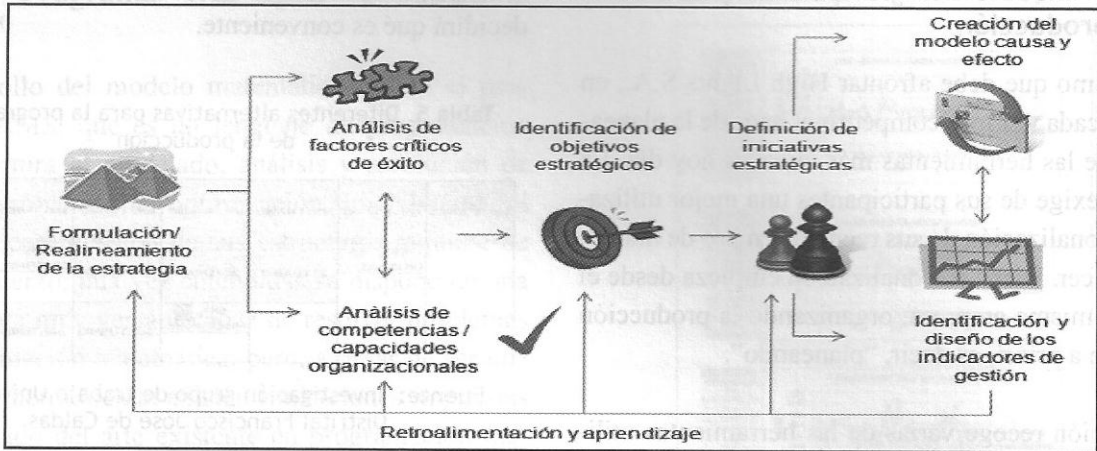
El SIMEG¹⁶ es una herramienta que permite identificar la situación actual de la empresa, con lo cual, se pueden tomar las medidas del caso con un tiempo de respuesta corto. Este sistema requiere una retroalimentación permanente para realizar el mejoramiento continuo a nivel organizacional.

Para el desarrollo de este trabajo se ha optado por dar los lineamientos, y así generar y aplicar un sistema integrado de medición de gestión (SIMEG), donde la empresa debe seguir un proceso con los ajustes necesarios, como se ilustra en la figura 11. Se inicia con la formulación estratégica y tiene su etapa final en el diseño de indicadores, lo cual debe retroalimentar con base en el aprendizaje que se genere en el sistema¹⁷.

16 Sistema de gerencia basado en un conjunto de indicadores de gestión, derivados de la planeación estratégica y de los planes de negocios, que dan una visión concisa e integral del negocio. Es una expresión cuantitativa que permite medir el comportamiento o desempeño de una determinada variable de negocio, y que al ser comparada con una referencia, permite identificar desviaciones sobre las cuales tomar acciones correctivas. En: www.apice.org.co/MemoriasXVIcursocreditoeducativo/Humberto%20Serna-UANDES-Colombia.ppt

17 Ibid., p. 170.

Figura 11. Etapas básicas para el diseño del SIMEG



Fuente: basado en, Serna Gómez, Humberto. Índices de gestión, 2ª Edición. Bogotá: 3R Editores. 2005, p. 170

3.1.5 Establecimiento del flujo de materiales

Teniendo en cuenta las falencias existentes relacionadas con el orden en las diferentes secciones de la línea, se plantea una propuesta de solución con el fin de reducir los inventarios en tránsito y dar un adecuado manejo al flujo de las piezas en aluminio inyectado.

Actualmente, las piezas se almacenan en cajas de cartón, lo cual resulta poco práctico debido a que se deterioran fácilmente y tienen corta vida útil, dificultando el almacenaje e incrementando los costos. Por ello, se propone comprar contenedores de madera de fácil manejo, que permitan ser transportados por una grúa y a su vez almacenados aprovechando la altura de los espacios.

En la figura 12 se puede observar cómo actualmente se están almacenando las piezas. Esto obstaculiza el flujo de material en los pasillos y genera desorden.

Figura 12. Pronósticos porcentuales de la demanda



Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En la figura 13 se muestra la opción de utilizar un contenedor de madera con una estiba y un gato hidráulico para realizar el movimiento del material de aluminio inyectado en las diferentes etapas del proceso.

Figura 13. Alternativa de almacenamiento de piezas



Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

El resultado esperado al implementar este sistema es lograr el mayor aprovechamiento del espacio, disminuir el esfuerzo de los operarios, tener un mejor control de los inventarios en tránsito, disminuir el costo por compra de cajas de cartón y la contribución al orden en las diferentes secciones de la línea de producción.

Para los procesos de fundición, troquelado, vibrado y pintura, se debe colocar sistemas reguladores de existencias, que aporten pequeñas cantidades de materiales y se almacenen al lado de las estaciones de trabajo, antes y después de las operaciones. Como se manejan piezas pequeñas, es necesario contar con los contenedores de madera, próximos a la línea de producción. Estos sistemas buscarán lo siguiente¹⁸:

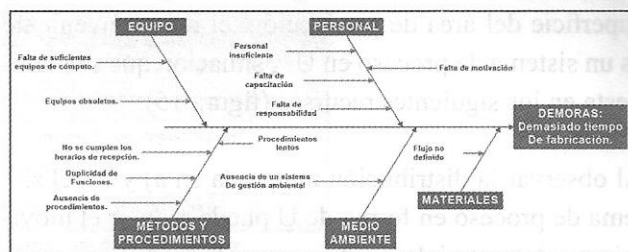
- Reducir al mínimo la superficie del piso ocupado.
- Asegurarse de que los contenedores sean de fácil manutención, transporte y reemplazos.
- Elegir el diseño adecuado de los contenedores que permita su fácil ubicación y la realización del mínimo esfuerzo para llenarlos y vaciarlos.
- Almacenar de manera sistemática los elementos y así poder determinar las existencias disponibles.

En la sección de ensamble se propone realizar una redistribución de las mesas de trabajo con el fin de mejorar la línea de producción.

3.1.6 Reducción de las demoras en la línea de producción de piezas en aluminio

En el diagrama de causa-efecto mostrado en la figura 14, al analizar cada uno de los procesos que hacen parte de la línea de producción en aluminio inyectado, el grupo de trabajo determinó algunas de las situaciones que se presentan con mayor frecuencia y que provocan que el proceso se demore, ocasionando ineficiencia en la línea.

Figura 14. Diagrama causa-efecto



Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Posteriormente, el grupo de trabajo, utilizando la técnica de lluvia de ideas, identificó las acciones que podrían realizarse a fin de disminuir o mejorar los problemas detectados.

- Facultar de autoridad y responsabilidad a puestos intermedios.
- Perfeccionar el sistema de cómputo.
- Capacitar al personal en aspectos legales, políticos e interrelacionales del proceso.
- Motivar e incentivar al personal.
- Mejorar los procesos críticos o áreas de oportunidad.
- Capacitar para evitar la resistencia al cambio.
- Balancear cargas de trabajo.
- Modificar políticas relacionadas con los problemas detectados.
- Ampliar horarios.
- Reasignar personal.

3.1.7 Impacto de la distribución en ensamble sobre el trabajo, los productos y los materiales¹⁹

El propósito principal de una buena distribución física de la línea de producción consiste en reducir o eliminar

18 HIBA. Op. cit., p. 101.

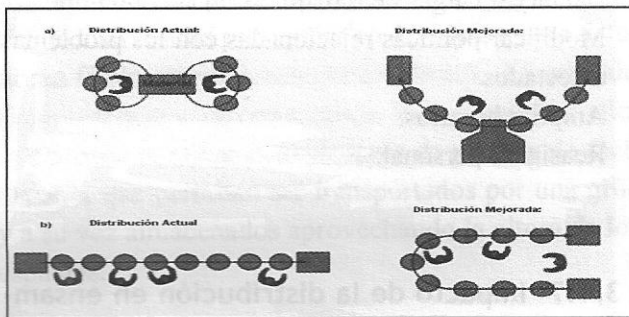
19 Ibid., pp. 109-110.

retrocesos en el proceso. De acuerdo con el tamaño y superficie del área de producción, el más conveniente es un sistema de proceso en U²⁰, situación que se manifiesta en los siguientes recursos (figura 15).

Al observar la distribución mejorada en a) y b), el sistema de proceso en forma de U puede reducir el movimiento de materiales y de personal; también permite disminuir los requerimientos de espacio, mejorar la comunicación, reducir el número de operarios y facilitar la inspección.

En la distribución actual de a), los operarios se encuentran en pequeñas áreas cerradas, no aumentan la producción sin un tercer operario; en la distribución mejorada de a) los operarios se ayudan entre sí, probablemente podría agregarse un tercer operario. En la distribución actual de b) las líneas rectas dificultan el balanceo de las tareas porque quizá los operarios no puedan dividir las tareas de manera equitativa; en la distribución mejorada de b), con el sistema de proceso en forma de U, existe mejor acceso para los operarios y el número de operarios se reduce de cuatro a tres.

Figura 15. Distribución en U recomendada para la línea de ensamble



Fuente: NIEBEL. Op. cit., pp. 208-210.

Los requerimientos de producción en sistemas de trabajo en forma de U incluyen los siguientes parámetros:

- Identificar familias de productos, a menudo utilizando códigos de tecnología de grupos o equivalentes.
- Alto nivel de capacitación y flexibilidad por parte de los empleados.
- Personal de apoyo o empleados imaginativos y flexibles para establecer las cédulas de trabajo iniciales.
- Pruebas Poka-Yoke²¹ en cada estación de trabajo.

Los sistemas de trabajo y las líneas de ensamble a veces se organizan en forma de U. Las instalaciones en forma de U tienen por lo menos cinco ventajas comparadas con las líneas rectas:

- Como las tareas pueden agruparse, la inspección a menudo es inmediata.
- Se necesitan menos operarios.
- Los operarios pueden abarcar más áreas de trabajo.
- El área de trabajo puede balancearse en forma más eficiente.
- Mejora de la comunicación.

4. Tablas comparativas

En la tabla 6 se resume cada una de las características a mejorar en la línea de producción como resultado de las alternativas de avance, propuestas a la gerencia de producción.

20 Este sistema de producción se utiliza cuando no existe mucho espacio en la planta. Requiere de un diseño cuidadoso de las líneas de trabajo y de los sistemas de transporte entre los puestos de trabajo. En: L. Tawfik, A.M. Chauvel (2002). Administración de la producción. México: Editorial McGraw-Hill, p. 87.

21 Un Sistema Poka-Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas; la segunda, si ocurren anomalías, puede generar retroalimentación y acciones correctivas. Los efectos de este método para reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea en el inicio de la línea, auto chequeo o chequeo continuo. En: Hayes, R.H. (1982). ¿Por qué funcionan las fábricas japonesas? Harvard Deusto Business Review, p. 115.

Tabla 6. Comparativo del resultado de las alternativas de solución

Antes	Después
Procesos con escasos registros, sin medición y sin estándares	Estandarización de los procesos con datos estadísticos cualitativos y cuantitativos
Escasa capacitación de los operarios que intervienen en el proceso	Mejora continua con capacitación permanente
Procesos sin normas aplicativas	Normalización de los procesos
Ausencia de procedimientos para ejecutar los procesos y para elaborar los productos	Documentación de los procesos y procedimientos. (Diagramas de flujo, instructivos)
Productos manufacturados sin una organización lógica	Control del proceso de una manera organizada
Producción afectada por la diversidad de órdenes de producción	Ejecución de órdenes puntuales de producción con una secuencia lógica
Procesos rutinarios y repetitivos	Incremento de la productividad con la eliminación de procesos repetitivos

Inexistencia de controles e indicadores de gestión	Establecimiento de indicadores y medición de resultados actuales
Trabajos totalmente individualizados	Formación de grupos de trabajo de alto desempeño donde el supervisor se convierte en un líder asesor-formador
Operarios sin motivación y estímulos	Incentivos grupales para lograr metas de calidad del proceso y del producto, eficiencia y flexibilidad
Poca comunicación entre la gerencia y los operarios	Diálogo constante entre la gerencia y los operarios

Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Para la empresa High Lights S.A. es totalmente nuevo el manejo de indicadores exclusivos para la línea de producción de piezas en aluminio inyectado, por lo tanto, se presentó a la Gerencia el desarrollo de los indicadores propuestos en el ítem 3.1.4, y de esta forma tener un histórico de información que facilite llevar a cabo las tablas comparativas para el proceso, donde se involucre a los actores activos de la gestión administrativa e implique al igual, el establecimiento de parámetros de comparación con otras empresas de la competencia.

5. Evaluación de desempeño de la propuesta de mejoramiento vs sistema actual

La siguiente es una evaluación del comportamiento de la propuesta y su comparación entre sí. Para esta evaluación, el grupo de trabajo elaboró una lista de criterios o beneficios, de tal forma, que se pudieran contrastar con los posibles costos de implementación cuyos criterios son:

Costos: los costos que generan la implementación de la propuesta buscan no sólo el cumplimiento de la demanda presupuestada, sino que High Lights S.A. minimice los costos de producción y los tiempos de manufactu-

ración de los productos para la línea de inyección en aluminio. Los costos tenidos en cuenta son:

- **Costos fijos:** son aquellos en los que se incurrirá en cada pedido, independientemente del número de unidades y de materias primas solicitadas. Entre estos se encuentran los costos de importación, alquileres, amortizaciones o depreciaciones, seguros, impuestos fijos, servicios públicos, sueldos y cargas sociales de encargados, supervisores y gerentes.
- **Costos variables:** aparte de los costos unitarios que cobran los proveedores por cada unidad de materia prima, se contemplaron todos los costos que dependen de la cantidad o el peso de las materias primas pedidas, como mano de obra directa, materias primas directas, materiales e insumos directos, impuestos específicos, embalajes, etiquetas y comisiones sobre ventas.

La tabla 7 presenta el comparativo de la propuesta contra la del sistema actual; el valor correspondiente a los costos variables fue suministrado por el Departamento de Costos de la empresa con datos exclusivos aplicados a línea de producción en aluminio inyectado.

Tabla 7. Comparativo de las variables para el sistema actual y el mejorado

COSTOS FIJOS TOTALES	Propuesta de Mejoramiento	Sistema Actual	Porcentaje de Disminución
Costo fijo de la Planta (Línea de Inyección)	114.660.000,0	147.000.000,0	28,2
Costo fijo Segundo Turno	15.953.640,0	19.622.977,0	23
Costo fijo Tercer Turno	2.107.816,0	2.634.770,0	25
Costo fijo Extra Diurno	2.625.111,0	3.587.891,0	27
Costo fijo Extra Nocturno	1.163.285,0	1.465.739,0	26
Costo de Contratación	750.000,0	1.500.000,0	-
Costo de Mantener Inventarios	4.217.414,0	5.693.509,0	35
Costos Fijos Totales	141.577.266,0	181.504.886,0	28,1
Costos Variables Totales	111.456.652,0	125.685.356,0	12,7
Total de Costos	253.134.118,0	307.190.242,0	21,3
Horas hombre año	25.593,0	31.991,3	25
Operarios/año	13,0	16,0	23

Fuente: Departamento de Costos High Lights S.A.

Cálculos: grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Los costos totales de la planta para la línea de producción se minimizan aproximadamente el 22%, debido a las nuevas metodologías de trabajo y a la estandarización de los tiempos de producción; esto permite la reducción de la mano de obra.

De acuerdo a cada turno de trabajo, los costos fijos de producción muestran una rebaja significativa del 28% entre la propuesta de mejoramiento y la del sistema actual; vale destacar, por su valor representativo, el costo de mantener los inventarios que arroja el modelo matemático propuesto, pues con respecto al del sistema actual se presenta una disminución del 35%.

En resumen, se muestra el comparativo generado entre la propuesta de mejoramiento y el sistema actual correspondiente a los tiempos totales estandarizados del proceso, minimización de los costos de producción y de utilización de operarios. En la tabla 8 se muestra la evaluación de cada uno de los criterios para el sistema actual y el propuesto, teniendo factores con valores cualitativos y cuantitativos.

Tabla 8. Evaluación de criterios de sistema actual y propuesto

Factor	Sistema actual	Propuesta mejoramiento
Costos totales	307190242	253134118
Cubrimiento	80,0%	100,0%
Facilidades de implementación	Existe la metodología del empirismo, que gracias a la experticia de los operarios se lleva a cabo la producción en la línea	Para la aplicación del modelo matemático se genera una formulación compleja. Los demás aspectos a mejorar, la estandarización de los tiempos, mejora continua con capacitación permanente, procesos documentados, control del producto y del proceso, eliminación de procesos repetitivos, establecimiento de indicadores de gestión
Mantenimiento y modificaciones a la propuesta	Las decisiones se toman de acuerdo al empirismo y experiencia de los operadores, lo que no permite ajustes basados en datos, si no en la experticia, aunque es importante, conforme crece la dimensión de la empresa y aumenta la demanda, se sale del manejo actual y este debe ser estructurado	El modelo matemático permite optimizar la línea de producción al 100%, es decir, buscar lo mejor de lo mejor. La organización de los sistemas de trabajo, la documentación de los procesos, estandarización de los tiempos de producción y los indicadores de gestión estarán siempre sujetos a cambios de acuerdo a las decisiones tácticas y estratégicas de la empresa, convirtiéndose en una propuesta bastante flexible

Fuente: investigación grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En reunión con la asistencia de producción de la empresa, se presentó a la Gerencia la ponderación de los factores a evaluar, los cuales fueron justificados de acuerdo a las necesidades de la línea de producción (tabla 9).

Tabla 9. Ponderación de los factores evaluados

FACTOR	POND	
	ERAD	JUSTIFICACIÓN
Costos totales	35%	Sin duda alguna los costos para cualquier empresa son un factor decisivo, es la variable de mayor importancia a minimizar, y de esta forma aumentar la utilidad de la empresa.
Cubrimiento	30%	Para High Lights S.A., como se pudo evidenciar en los objetivos, es muy importante ofrecer un buen nivel de servicio al cliente, que se llevará a cabo cumpliendo en totalidad con la demanda; esta situación la hace más competitiva por el tipo de productos en el mercado
Facilidades de implementación	15%	Implementar una nueva propuesta implica para el caso de High Lights S.A., una inversión menor, pero si mayor dedicación a la capacitación para la utilización del modelo matemático; como también la sensibilización para las nuevas metodologías de trabajo, estandarización de los tiempos de producción y la aplicación de los indicadores de gestión. Una vez implementada la propuesta, puede ser usada tantas veces sea necesaria, por esto es el factor de menor peso
Mantenimiento y modificaciones a la propuesta	20%	High Lights S.A. debe buscar continuamente actividades que le permitan generar el mejoramiento de los procesos. Esto incluye la aplicación de otros escenarios de mejora, tales como: implementación de un sistema de gestión de calidad; programas de mantenimiento preventivo-correctivo; un buen manejo de inventarios que se ajusten de una mejor forma a las necesidades de la empresa y sean flexibles de tal manera que se atienda rápidamente las fluctuaciones del mercado

Fuente: Gerencia de Producción High Lights S.A., grupo de trabajo Universidad Distrital Francisco José de Caldas

6. Conclusiones

- Desarrollar un plan de implementación con nuevas alternativas, entre otras, determinar los estándares de tiempo para las operaciones de inyectado, diseñar métodos de trabajo y planear la producción con ampliación de la capacidad productiva. Este el paso más importante para optimizar procesos, pues se sigue de

acuerdo con una secuencia lógica de actividades que conducen al logro del objetivo planteado. La metodología debe ser conocida y aceptada por todas las personas de la empresa y en especial por las que hacen parte de la línea de producción, debido a que la obtención de resultados positivos depende de las personas que participan en el proceso, esperando más de aquellas que plantean la propuesta de mejoramiento.

La identificación de los problemas se llevó a cabo con la recolección de la información; de esta manera se tuvo un punto de partida confiable que permitió encontrar las fallas de un sistema determinado. El diagnóstico para la recopilación de la información sirvió a establecer la situación actual de la empresa y detectar los problemas a ser eliminados, desarrollando un mejor entorno de trabajo para los empleados de la línea de producción en aluminio inyectado.

La estandarización de los procesos y procedimientos del manejo de los materiales fue una herramienta que facilitó la ejecución de las operaciones en las diferentes etapas del proceso productivo. Por ejemplo, con la estandarización de los tiempos de cada uno de los cinco procesos, se logró minimizar los tiempos de producción de la maquinaria y la inproductividad de los operarios.

La utilización del modelo matemático para la planeación de la producción permitió optimizar el tiempo de operación para el proceso de fundición, troquelado, vibrado, pintura y ensamble, de tal manera que se incrementara la productividad, cumpliendo con la demanda presupuestada, libre de demoras innecesarias, presentando una distribución de materiales en las diversas fases del proceso que disminuye e incluso elimina los sub-inventarios de materiales.

Determinar las variables que permitieron llevar a cabo una propuesta para el control del proceso condujo a establecer un sistema de medición de gestión (SIMEG) con el fin de controlar las variables de los puntos críticos en las diferentes etapas del proceso de la línea de producción en estudio.

Al implementar la propuesta de alternativas de solución de los problemas de la línea, se puede contribuir a mejorar el ambiente y clima organizacional, teniendo en cuenta la participación activa de los operarios en el proceso. Con la eliminación de actividades innecesarias y la organización metodológica del proceso, se puede cambiar la actitud de los operarios hacia el desarrollo del trabajo, encontrando un lugar limpio, organizado y agradable para laborar.

- Conocer el tiempo total de fabricación de cada uno de los productos generó valor agregado tanto para el cálculo de los costos de procesamiento como de las fechas de entrega a los clientes internos y externos del producto terminado.
- En la mejora de un proceso no se requieren grandes inversiones en tecnología. High Lights S.A. es un ejemplo de esto; con la implementación de alternativas de bajo costo se pueden lograr beneficios y ahorros de tiempo y dinero para la empresa.

Referencias

- [1] Hayes, R.H. (1982). *Por qué funcionan las fábricas japonesas*. Barcelona: Harvard Deusto Business Review. pp. 122-128.
- [2] Heizer, J., Render, B. (2001). *Dirección de la producción: decisiones estratégicas*, 6ª edición. Madrid: Prentice Hall.
- [3] ____ (2001). *Dirección de la Producción: Decisiones Tácticas*, 6ª edición. Madrid: Prentice Hall.
- [4] Hitoshi, Kume (1992). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Bogotá: Editorial Norma.
- [5] Montgomery, Douglas (2006). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Limusa Wiley.
- [6] Narasimhan, Sim; Mcleavey, Dennis; Billington, Peter (2005). *Planeación de la producción y control de inventarios*, 2ª Edición. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
- [7] Niebel, Benjamín (2006). *Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos*. México: Alfaomega.
- [8] Prawda, Juan (2004). *Métodos y modelos de investigación de operaciones I: modelos determinísticos*. México: Limusa.
- [9] Taha, Hamdy (2004). *Investigación de operaciones*, 7ª edición. México: Prentice Hall.