

**MEJORAMIENTO EN EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS DE LA UNIDAD DE  
NEGOCIO DE HOGAR DE LA EMPRESA XYZ**

**ANYELA VIVIANA ESTEVEZ HOYOS  
DIANA CAROLINA MOLINA CRUZ**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRIA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2012**

**MEJORAMIENTO EN EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS DE LA UNIDAD DE  
NEGOCIO DE HOGAR DE LA EMPRESA XYZ**

**ANYELA VIVIANA ESTEVEZ HOYOS  
DIANA CAROLINA MOLINA CRUZ**

**Trabajo de grado como uno de los requisitos parciales para optar al título de  
Magíster en Ingeniería Industrial**

**Asesor:  
Andrés Felipe Osorio Muriel  
Magíster en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRIA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2012**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente de la Monografía

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Santiago de Cali,

de 2012

## CONTENIDO

pág.

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>1. ELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>22</b>
<b>4. ASPECTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>23</b>
4.1 MARCO LÓGICO.....	23
4.2 ETAPAS DEL PROYECTO.....	26
<b>5. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>28</b>
5.1 ANTECEDENTES .....	28
<b>5.2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>30</b>
5.2.1 Planeación de la demanda. ....	30
5.2.2 Pronósticos .....	31
5.2.3 Aspectos importantes en la selección de un sistema de administración de inventarios....	35
5.2.4 Sistemas de control de inventarios. ....	39
5.2.5 Sistemas de fabricación.....	41
5.2.6 Design Thinking. ....	44
5.2.7 Poka-yoke. ....	49
5.2.8 Referencias de empresas.....	52
<b>6. DESARROLLO Y RESULTADOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>55</b>
6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	55
<b>6.2 ANÁLISIS DE CAUSAS DEL PROBLEMA .....</b>	<b>56</b>
6.2.1 Priorización de Causas y definición de herramientas para la propuesta. ....	57
<b>6.3 MODELO DE PRONÓSTICO DE VENTAS Y PLANEACIÓN DE LA DEMANDA.....</b>	<b>58</b>

<b>6.4 MODELO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.....</b>	<b>70</b>
<b>6.5 CONTROL POR PESO Y CÓDIGO DE BARRAS PARA FALTANTES.....</b>	<b>75</b>
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>95</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo a clasificación ABC .....	36
Tabla 2. Tipos de sistemas para la planeación, control de producción y administración de inventarios.....	38

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Marco lógico.....	23
Cuadro 2. Comparación entre los sistemas de revisión continua y periódica .....	39
Cuadro 3. Descripción de los Sistemas de control de inventarios .....	40
Cuadro 4. Preguntas Claves para la implementación de Poka- Yokes.....	52
Cuadro 5. Selección de Causas y Herramientas de solución .....	58
Cuadro 6. Clasificación ABC de los productos .....	60
Cuadro 7. Resultados pronósticos producto terminado .....	63
Cuadro 8. Política de Inventarios de Producto Terminado.....	64
Cuadro 9. Resultado de pronosticos materia prima .....	66
Cuadro 10. Política de Inventario de Materia Primas Tipo A .....	67
Cuadro 11. Política de Inventarios de Materias Primas tipo B y C.....	68
Cuadro 12. Comparativo Inventario promedio semanal real vs inventario promedio propuesto.....	69
Cuadro 13. Plan de calidad proceso productivo: línea hogar.....	80
Cuadro 14. Validación de las propuestas del proyecto y propuestas de mitigación de barreras.....	92
Cuadro 15. Plan de implementación .....	94

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Fill Rate año 2010.....	13
Figura 2. Fill Rate año 2011.....	13
Figura 3. Productos que presentan incumplimientos .....	14
Figura 4. Tipos de Reclamos .....	15
Figura 5. Productos con mayor número de reclamos por faltantes.....	16
Figura 6. Participación de partes faltantes en los productos.....	16
Figura 7. Mapa de procesos de la empresa XYZ.....	18
Figura 8. Sistema de pronósticos.....	31
Figura 9. Ciclo de vida de productos.....	37
Figura 10. Modelo de Design thinking.....	45
Figura 11. Descripción del flujo del proceso para artículos de la UEN Hogar.....	55
Figura 12. Árbol de Causas .....	56
Figura 13. Metodología del modelo “Design Thinking” adaptado a las necesidades de la empresa XYZ .....	72
Figura 14. Participación de partes faltantes en los productos.....	75
Figura 15. Sistema de control de faltantes propuesto en la línea RTA .....	77
Figura 16. Sistema de control de faltantes en kits de accesorios propuesto .....	79



## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Priorización de Causas.....	101
Anexo B. Modelo de pronósticos para materiales.....	102
Anexo C. Políticas de inventarios de materiales.....	103
Anexo D. Comparación del inventario real de materias primas vs inventario sugerido por políticas de inventario propuestas (período marzo 2011 a marzo 2012).....	105

## GLOSARIO

**AGLOMERADO:** material, masa compacta formada por polvo o pequeños fragmentos de diversas sustancias (virutas, aserrín). Se pegan o aglutinan mediante productos capaces de darles cohesión (ej. resina sintética), siendo prensados dentro de moldes adecuados, hasta conseguir un producto compacto y de un grosor determinado. Son materiales estables y de consistencia uniforme y tienen superficies lisas.

**CANTEADO:** proceso en la industria del procesamiento del aglomerado donde se coloca una cinta de diferentes materiales en los bordes de las superficies para proteger al material de la humedad y darle mayor estética.

**DIAGRAMA DE PARETO:** el diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

**RTA (READY TO ASSEMBLY):** muebles en que su diseño ha sido desarrollado para que estén listos para que cualquier persona los pueda ensamblar.

**POKAYOKE:** los Poka-Yoke son sistemas, dispositivos o herramientas a "prueba de errores", que permiten controlar las tareas repetitivas o acciones que dependen

de la vigilancia o la memoria del trabajador, ayudan a liberar tiempo para realizar actividades más creativas y que agreguen valor a los procesos.

## INTRODUCCIÓN

La tendencia del mercado del mueble, con la evolución de la construcción de vivienda y los espacios cada vez más reducidos, ha migrado a productos que sean flexibles, pequeños, económicos y funcionales dentro del hogar; lo cual llevó a la empresa XYZ a explorar una oportunidad de negocio en el segmento de muebles para el hogar y así ampliar su portafolio de productos.

En el afán de incursionar y lograr posicionamiento en el mercado objetivo, la empresa encuentra dificultades en cumplir con la promesa de entrega pactada con sus clientes, generando insatisfacción, altos costos y riesgos en la sostenibilidad de la línea de negocio.

Teniendo en cuenta lo anterior, nuestra investigación pretende analizar los factores críticos que están afectando la entrega oportuna del producto a los clientes del segmento hogar y así generar propuestas de mejora a través de herramientas de ingeniería industrial que permitan, a esta unidad de negocio, ser atractiva en el mercado y rentable para la organización; partiendo de un marco teórico basado en sistemas de fabricación bajo esquemas híbridos Make to Stock – Make to Order como alternativa y punto de partida, en la búsqueda de mejorar el nivel de servicio con los clientes mediante políticas claras de inventarios, tanto de materias primas como de producto terminado; además, fortaleciendo el proceso de diseño y desarrollo de productos con alternativas modernas e innovadoras como "Design Thinking" y apalancando el tema de calidad con herramientas "Pokayoke y Jidoka", creando así, un proceso holístico y fortaleciendo la cadena con el fin de cumplir los objetivos planteados para esta tesis y generar resultados prácticos, aplicables y sostenibles para la compañía.

## 1. ELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

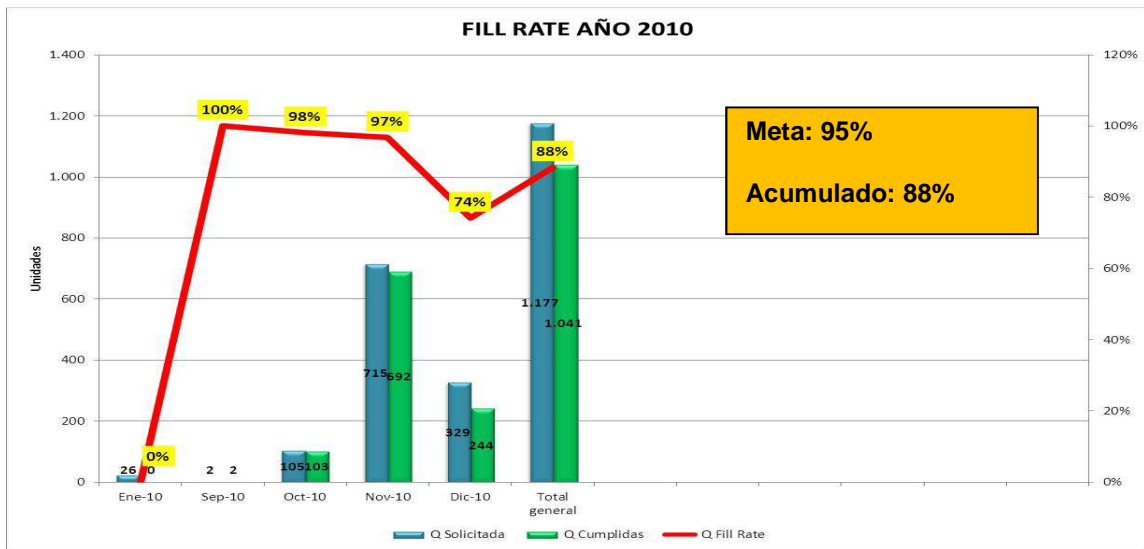
### **Planteamiento del problema.**

¿Qué factores inciden en el incumplimiento de entregas a los clientes, en la Unidad de negocio de muebles para el hogar de la empresa XYZ?

**Descripción de problema.** En el 2010 la empresa inició con la toma de registros para construir el indicador de cumplimiento de entregas de las unidades vendidas (Fill Rate) de la línea RTA; el resultado a diciembre del 2010 fue del 88% con una meta de nivel de servicio del 95% y en el año 2011 el indicador estuvo en el 83%, con estos resultados los clientes no están satisfechos, teniendo en cuenta que para este tipo de negocio es fundamental el cumplimiento de los tiempos de entrega.

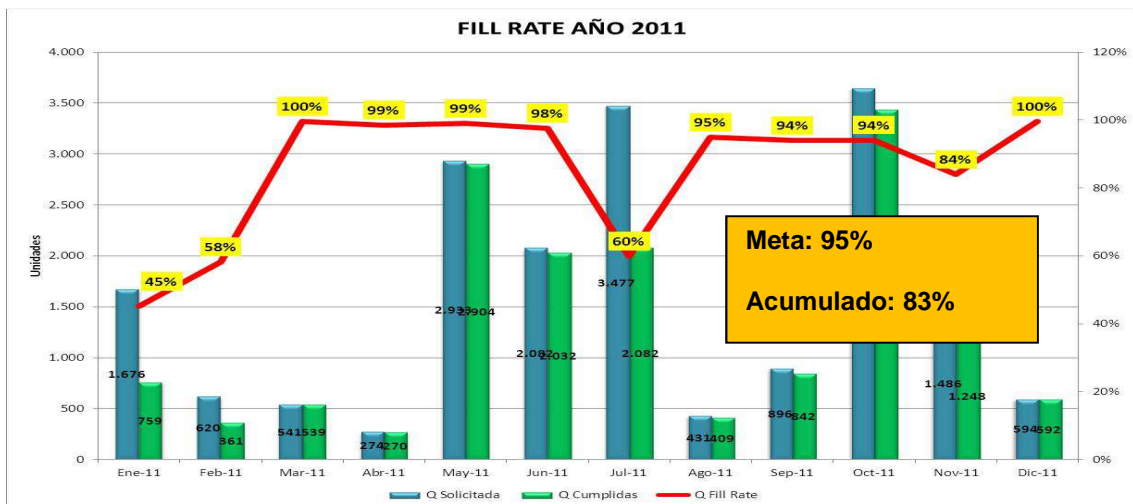
El potencial de mejora es grande, con una brecha que representa el 12%.

Figura 1. Fill Rate año 2010



Fuente: construcción propia.

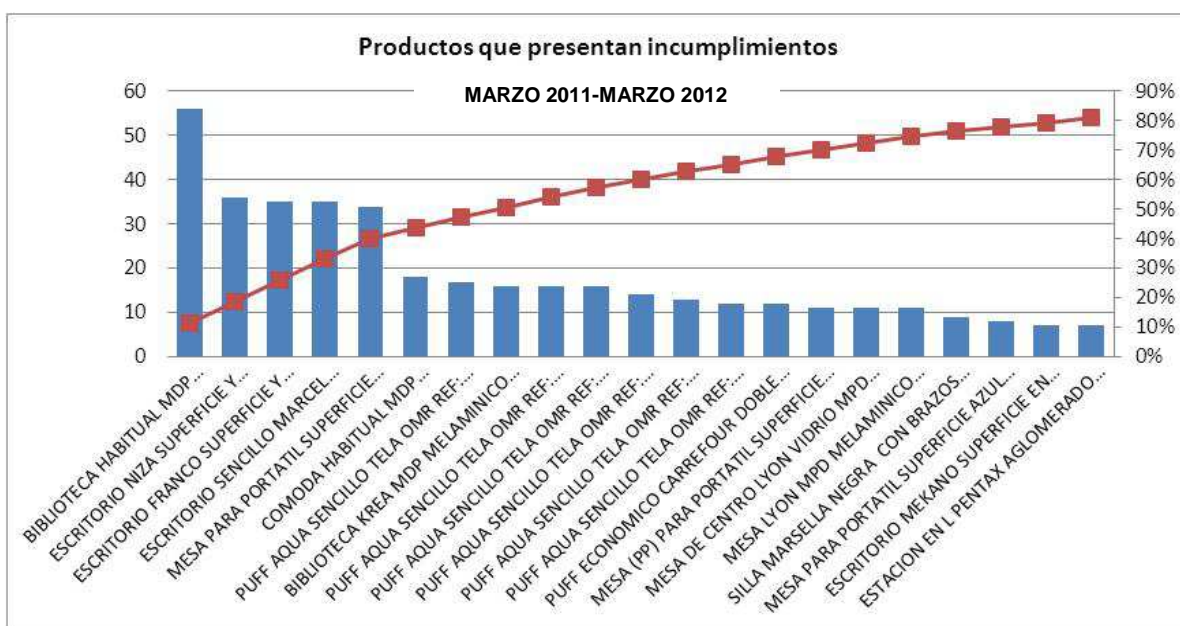
Figura 2. Fill Rate año 2011



Fuente: construcción propia.

Dentro del portafolio de productos de la línea hogar se encuentran 196 referencias dentro de las cuales y de acuerdo a la información recolectada en los indicadores de servicio, el incumplimiento se concentra en 21 de ellas representando el 11% del total del portafolio; los productos representativos en incumplimientos se presentan a continuación:

Figura 3. Productos que presentan incumplimientos



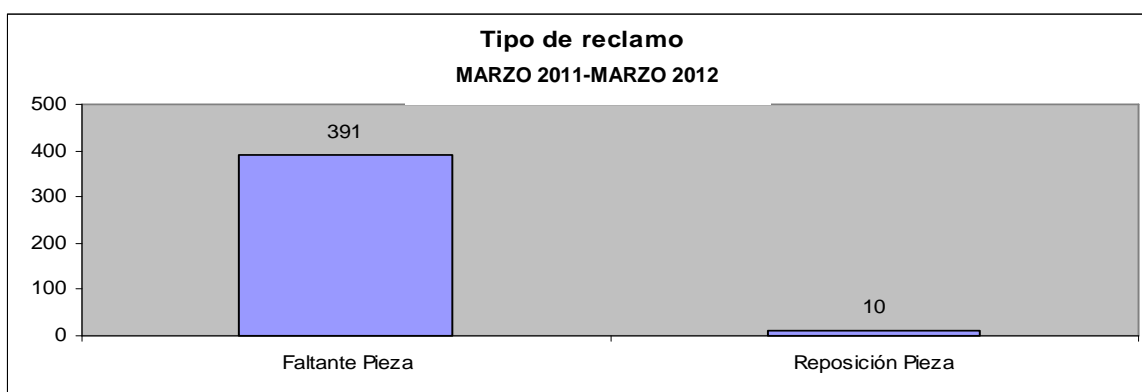
Fuente: construcción propia

El incumplimiento de pedidos ha generado excesos en costos de horas extras en el afán de cumplir la meta de nivel de servicio planteada para la unidad de negocio, sin embargo, estos excesos, no han contribuido a disminuir la inconformidad de los clientes que se acentúa por problemas calidad y tiempos de respuesta largos.

Al revisar la información de los reclamos de los clientes entre los meses de marzo del 2011 y marzo del 2012, encontramos que el 3% de los productos despachados está presentando problemas de calidad con 401 reclamos recibidos, siendo los

faltantes de piezas el principal defecto reportado. Teniendo en cuenta que se define como faltante de pieza la ausencia de una de las partes que conforman el mueble y reposición de pieza como partes que llegan averiadas al cliente.

Figura 4. Tipos de Reclamos

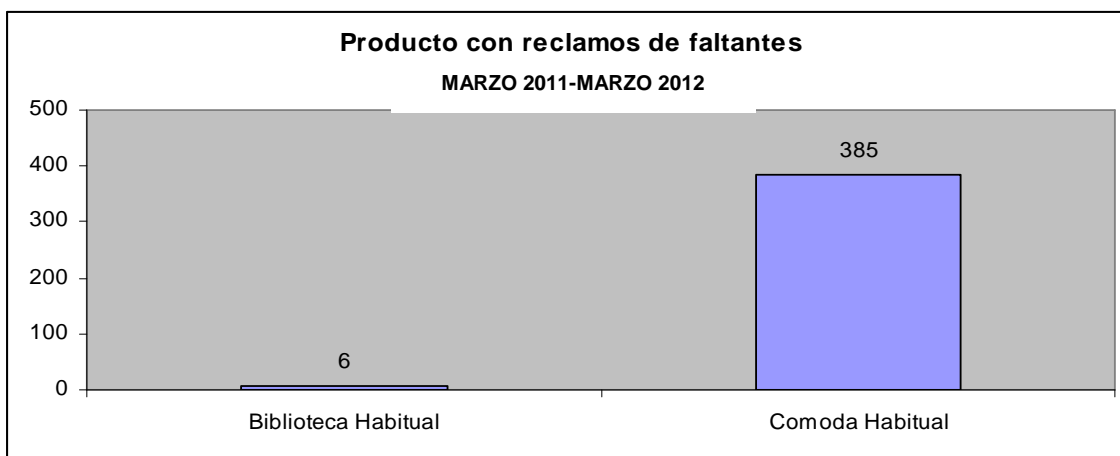


Fuente: construcción propia.

De acuerdo a lo anterior y con el fin de evidenciar cuales son los productos que presentan mayor cantidad de reclamos por faltante de piezas en el periodo de tiempo de Marzo de 2011 a Marzo de 2012, encontramos que la cómoda es el producto que mayor número de faltante de piezas reporta como se evidencia en la siguiente gráfica:



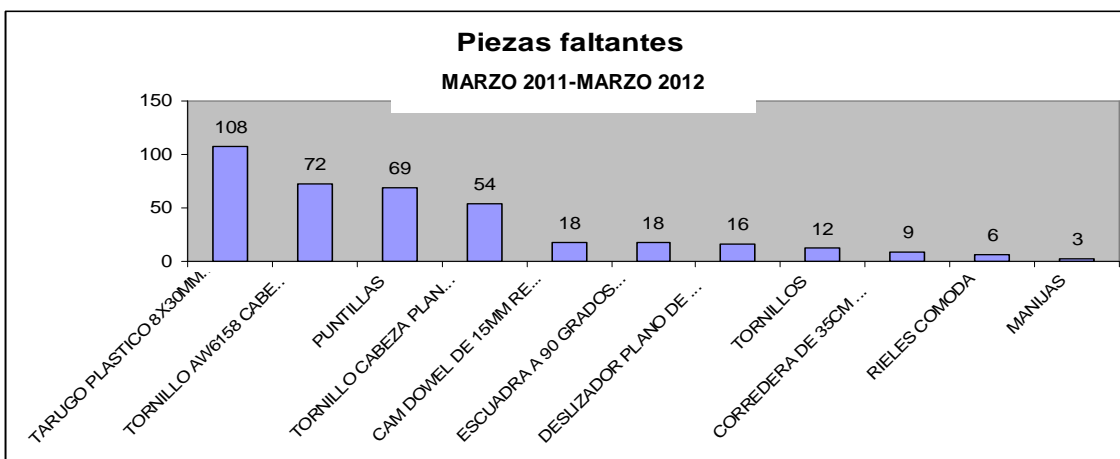
Figura 5. Productos con mayor número de reclamos por faltantes



Fuente: construcción propia.

De acuerdo al análisis realizado, los tarugos, tornillos AW6158 y puntillas son las partes que se están reportando como faltantes en los productos como se evidencia en la siguiente gráfica:

Figura 6. Participación de partes faltantes en los productos



Fuente: construcción propia.

Las labores de empaque de piezas en el producto final, se realiza manualmente.

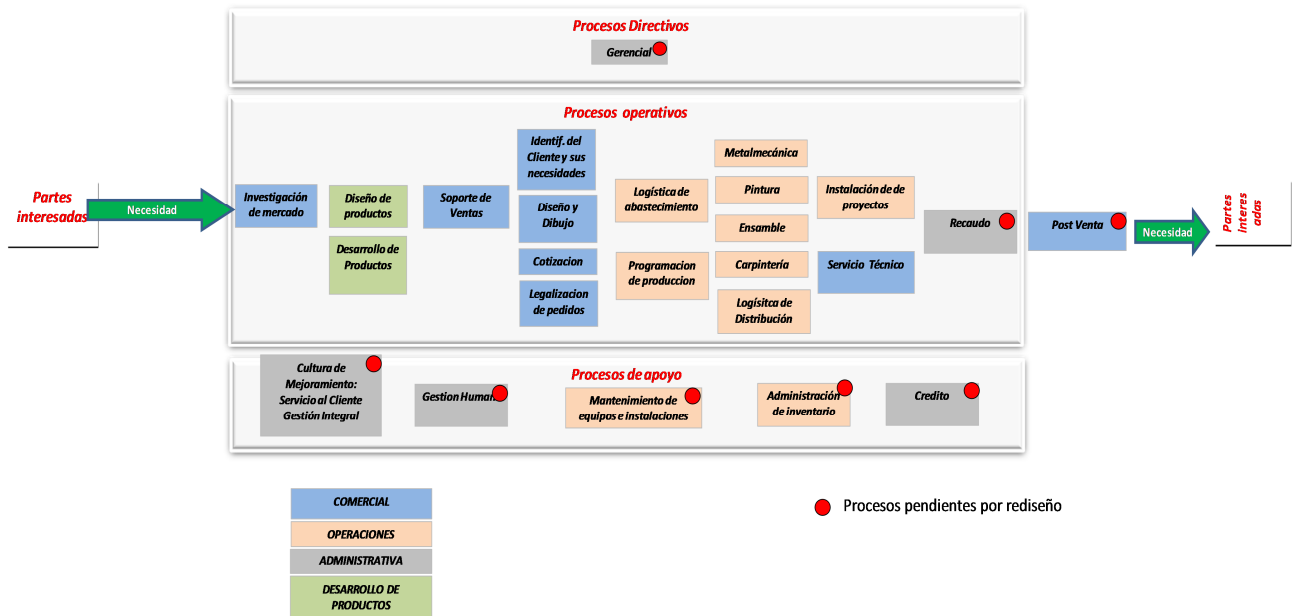
Otro tema identificado que está asociado al problema de incumplimiento, es la variabilidad en la demanda de los productos, debido a la incursión en un nicho de mercado nuevo para compañía y el incremento de los daños de equipo ocasionados por la baja curva de aprendizaje de los operarios en los equipos nuevos.

**Contexto.** La empresa XYZ se dedica al diseño, fabricación, distribución e instalación de muebles para oficina, su mercado ha estado muy concentrado en el amoblamiento de grandes empresas como multinacionales, bancos o entidades gubernamentales. En el 2010 decide incursionar en el segmento de mercado de las Pymes y de muebles para el Hogar, por encontrar un mercado con alto potencial y como estrategia para contrarrestar la disminución de ingresos cuando el país afronta crisis económicas que afectan fuertemente el sector de la construcción y la compra de mobiliario por las empresas.

El sistema de fabricación actual de la compañía es Make to order y se ha evidenciado que este sistema no se adapta a la necesidad de los tiempos de entrega cortos que exigen los clientes (grandes superficies) en la unidad de negocio de muebles para el hogar, en este trabajo pretendemos identificar las causas en el incumplimiento al cliente y definir propuestas de mejora.

Es importante conocer la interacción de los procesos de la compañía para lograr una mejor comprensión del funcionamiento de la empresa tal como se ilustra en la imagen.

Figura 7. Mapa de procesos de la empresa XYZ



Fuente: Manual integral de la empresa XYZ

**Importancia.** El tema de tiempos de entrega ha sido ampliamente estudiado, especialmente por la industria japonesa, donde se puede evidenciar que sin importar la compañía, ni su objeto social, estas deben desarrollar elementos de planeación y control que incluya:

- Planeación de la demanda
- Programa maestro de producción
- Planes de capacidad (índices de flujo)
- Controles de capacidad (medidas de la producción real)
- Planes de secuencia (secuencia para ejecutar el plan maestro)

- Controles de secuencia (“Técnicas para garantizar que todas las secuencias reales se alcancen”<sup>1</sup>).

Esto con el fin de simplificar el proceso y lograr controlar la información y las actividades dentro del mismo.

El tiempo de entrega, es una variable compleja de administrar porque integra los tiempos desde el proveedor, pasando por manufactura hasta la entrega al cliente; por esta razón, es necesario identificar los cuellos de botella de la cadena, programar producción de acuerdo a un buen plan maestro, planificar las compras teniendo datos confiables, contar con un modelo que permita ajustarse a la realidad de la demanda, tener estandarizados los procesos y desarrollar proveedores, para lograr el objetivo principal de las empresas que es dar un buen servicio al cliente.

En la sociedad de hoy, el tiempo es quizás la fuente de ventaja competitiva más importante, los clientes demandan una respuesta rápida, tiempos de espera cortos y consistencia en el desempeño, muchas empresas como Dell, Wal-Mart, FedEx, Procter & Gamble entre otras, saben utilizar el tiempo como un arma competitiva para crear y entregar bienes y servicios superiores, reduciendo tiempos de flujo de modo que se mejore la respuesta al cliente y las entregas se hagan más rápidas y frecuentes, tal como lo menciona Collier<sup>2</sup>.

Las ventas de muebles para el hogar en Colombia están concentradas en las tiendas especializadas y las grandes superficies tales como “Sodimac Homecenter (22 Tiendas), Easy (4 Tiendas en Bogotá y con proyecciones de apertura de 12 en todo el país), Hiper Centro Corona (14 puntos de ventas), Tugó (4 tiendas), Almacenes Éxito (299 puntos de venta), Makro (11 tiendas), Alkosto (11 tiendas) y Almacenes la 14 (19 tiendas)”<sup>3</sup>.

La tendencia de las importaciones de muebles para el hogar que distribuyen estas grandes superficies y almacenes de cadena, que en su mayoría son provenientes

---

<sup>1</sup> MATHER, Hal. *Manufactura Competitiva*. México: Ventura Ediciones, 1989. p. 75.

<sup>2</sup> *Ibíd.*, p. 47.

<sup>3</sup> HERNANDEZ, Diana. Sector mueble e iluminación. [en línea]. Texinfo 1 ed. [Valencia, España]: Infurma, Feb. 2012 [citado 06 feb., 2012]. Disponible en Internet: [http://www.infurma.es/envios/2012/agr0803/SECTOR\\_MUEBLE\\_E\\_ILUMINACION\\_COLOMBIA.pdf](http://www.infurma.es/envios/2012/agr0803/SECTOR_MUEBLE_E_ILUMINACION_COLOMBIA.pdf)

de China, está mostrando una disminución por su baja calidad, incremento de precios y carencia de buenas marcas.

Esta es una buena oportunidad para las empresas del sector de muebles en Colombia, pero requiere de esfuerzos en la mejora de los procesos logísticos y de abastecimiento que se adapten a las exigencias en tiempos de entrega y calidad que hacen estas grandes superficies.

Además de lo anterior, la empresa XYZ ha visualizado una oportunidad de crecimiento en el segmento de muebles para el hogar, por las tendencias del mercado antes expuestas; por esta razón los esfuerzos administrativos y operativos están en función de lograr que la unidad de negocio logre obtener el nivel de servicio planteado inicialmente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Generar una propuesta de mejora en los procesos de la unidad de negocio de muebles para el hogar para cumplir con los tiempos de entrega al cliente.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del proceso para identificar las causas de incumplimiento.
- Desarrollar una estrategia de la estimación de la demanda.
- Desarrollar una estrategia de control del proceso y producto a través de herramientas como Design Thinking, pokayoke y Jidoka.

### **3. ALCANCE**

En esta investigación se identificarán las oportunidades de mejora en el proceso de operación de la línea de muebles para el hogar y se elaborará una propuesta que le permita a la empresa XYZ, cumplir con la entrega oportuna de los productos al cliente, considerando herramientas de ingeniería industrial.

## 4. ASPECTO METODOLÓGICO

### 4.1 MARCO LÓGICO

Cuadro 1. Marco lógico

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<b>FIN</b>	Contribuir al cumplimiento de entrega de producto a los clientes de la unidad de negocio de muebles para el hogar	* Propuesta aceptada por la empresa	Respuesta de aceptación de la propuesta	
<b>PROPOSITO</b>	Propuesta de mejora en los procesos de la unidad de negocio de muebles para el hogar para cumplir con los tiempos de entrega a los clientes	*Cumplimiento al cronograma del proyecto	* Entregables de cada etapa del cronograma	Cumplimiento de los compromisos del cronograma
<b>COMPONENTE 1</b>	1. Realizar un diagnóstico del proceso para identificar las causas de incumplimiento.	* Priorización de causas de incumplimiento	* Informe	Profundización en el análisis de las causas



JERARQUÍA DE OBJETIVOS	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<b>ACTIVIDADES 1</b>	1A. Recolección de información de la demanda de los productos para el hogar, procesos de planeación de la producción, abastecimiento, revisión de indicadores de proceso y gestión.	* ¿Se recolectó la información?	* Indicadores de la demanda, pronósticos, lead time de proveedores y lotes mínimos de materias primas.	Información confiable.
	1B. Recolección de información del proceso de producción		* Recorrido por la línea y entrevistas.	
<b>COMPONENTE 2</b>	2. Desarrollar una estrategia de la estimación de la demanda.	* Simulación del modelo, realizado, ¿si o no?	* Informe	Datos confiables para el modelo.
<b>ACTIVIDADES 2</b>	2A. Clasificación de los productos en ABC	* Pareto de los productos por unidades vendidas, realizado ¿si o no?	* Informe	
	2B. Identificar el mejor modelo de pronóstico de la demanda y definir política de inventarios.	* % Errores de cada modelo	*Modelo de cada pronostico	
	2C. Definir un modelo para la planeación de las materias primas de la línea.	*Simulación del modelo realizada, ¿si o no?	* Informe	

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<b>COMPONENTE 3</b>	3. Desarrollar una estrategia de control del proceso a través de herramientas pokayoke.	* Informe de propuesta, ¿si o no?	* Informe	
<b>ACTIVIDADES 3</b>	3A Generar propuesta para la validación de productos nuevos antes de un tiraje en producción	*Propuestas, ¿si o no?	* Informe	Aceptación de tiempos de desarrollo por parte de mercadeo.
	3B Proponer pokayokes para reducir faltantes			
	3C.. Elaborar plan de calidad para la línea de producción			

Fuente: construcción propia.

## 4.2 ETAPAS DEL PROYECTO

La metodología que se llevará a cabo para el desarrollo y ejecución del presente proyecto tendrá las siguientes fases:

Fase 1. Recolección de la información:

- Recolección de la información relacionada con los indicadores de oportunidad o cumplimiento de entregas.
- Entrevistas con colaboradores de la empresa con respecto al comportamiento del mercado y metodología de pronósticos y planeación de la demanda.
- Identificación de procedimientos, controles de calidad y ejecución de los mismos.
- Identificación del flujo de información y tiempos de procesos a lo largo de la cadena operativa y logística.

Fase 2. Diagnóstico e identificación de causas de incumplimiento:

- Elaboración del árbol de causas.
- Priorización de causas.
- Identificación de propuestas de solución.

### Fase 3. Desarrollo de las propuestas de solución:

- Identificación de herramientas.
- Investigación de uso de herramientas definidas.
- Documentación de la propuesta.

## 5. MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 ANTECEDENTES

Los muebles RTA nacen en Alemania después de la segunda guerra mundial luego del caos y la destrucción donde fue necesario replantear los móviles de vida.

“Sin duda el éxito de los muebles RTA, obedece a una serie de características que los hacen perfectos para el consumidor actual: representan ahorro en tiempo pues el comprador no debe esperar meses para tener su mueble, puede llevárselo inmediatamente, son económicos y no requieren de personal preparado para armado en casa”.<sup>4</sup>

La gran aceptación de estos productos en el mercado, el elevado número de importaciones que inició en los años 60`s, entre otras variables, llevó a que el mercado Nacional iniciara sus exploraciones en este sector a partir del año de 1994 arriesgándose a cambiar la mentalidad del consumidor nacional y a ponerse a la par con los sistemas internacionales de producción.

El mercado nacional debió enfrentar el cambio de pasar de una distribución en los talleres de carpintería, a las vitrinas de las grandes cadenas, hipermercados y centros especializados de decoración, lo que obligó a los fabricantes debido a un gran número de competidores a incorporar innovadores diseños, diferentes líneas de productos y precios competitivos.

A pesar de no tener un gran número de estudios, este dinámico sector ha generado expectativa y creación de gran número de empresas como MODUKIT, la cual es mencionada en la tesis **“PROYECTO DE GRADO CENTRO DE COMPUTO”**<sup>5</sup> en donde ya se podían visualizar diferentes oportunidades de mejora especialmente en la integración del área de diseño con el resto de procesos de la compañía y la necesidad de tener procedimientos estandarizados de prototipos con el fin de mejorar los niveles de servicio y no entorpecer la producción. Esta compañía maneja el sistema “just in time” para centros de cómputo de acuerdo a lo mencionado por el autor con inventarios promedio de un mes, lo que a nuestro parecer va en contravía con el modelo justo a tiempo y ratifica la importancia de nuestra investigación con el fin de ampliar el concepto de niveles de inventarios de acuerdo a la evolución del mercado de muebles RTA, además de esto, generar

---

<sup>4</sup> Revista M&M el mueble y la madera, Numero 29, Septiembre-Noviembre 2000. RTA Éxito y Expansión. Una industria que conquistó el mercado Nacional, pag. 17.

<sup>5</sup> Proyecto de Grado Centro de Computo. Felipe Duque Aragon, Universidad Icesi Mayo 2003.

propuestas innovadoras y flexibles en la metodología de diseño de este tipo de muebles.

La evolución y crecimiento de este sector, no solo se ha logrado en Colombia, si no en países como Ecuador en donde empresas como Madeval, mencionada en la tesis **“Propuesta de Aplicación de un Sistema de Producción Híbrido Push-Pull para Piezas de Módulos de Cocinas Madeval”**<sup>6</sup>, han explorado alternativas de modelos de pronósticos e inventarios, realizando validaciones y contemplando los datos históricos de la compañía con el fin de proponer metodologías más acertadas en la administración de la cadena. Además de esto, en la tesis mencionada, se empieza a evidenciar la necesidad de las empresas de migrar a un sistema híbrido de producción teniendo en cuenta la variabilidad de los productos RTA con un adecuado análisis del mercado.

Otros estudios y tesis con mayor énfasis operativo como es el caso de **“Diseño, construcción y prueba de sistemas de ensamble para mobiliario modular”** nos muestran la importancia e impacto que tienen los prototipos y preseries en el producto final y la importancia de tener metodologías y procedimientos estandarizados que le permitan a la compañía ofrecer productos de calidad, innovadores diseños y con precios competitivos.

Empresas como Colgate Palmolive utilizan un sistema integrado de operación basados en dos estrategias:

“Programa de inventarios administrado por los proveedores para reducir inventarios del canal y ciclos.

Proceso de planeación corporativa de la cadena de suministro con sus proveedores y clientes, para administrar la demanda promocional mejorar los pronósticos y sincronizar las actividades a lo largo de la cadena”<sup>7</sup>.

Lo anterior ilustra cómo la empresa Colgate da a sus clientes y proveedores información clave con el fin de optimizar la planeación de la demanda, obteniendo como resultado un nivel de servicio óptimo y logrando la satisfacción de los clientes.

---

<sup>6</sup> Propuesta de aplicación de un sistema de producción híbrido Push-Pull para piezas de módulos de cocina Madeval. Ramon E. Burneo Donoso, W.Gonzalo Vasconez Gaibor Universidad San Francisco de Quito. Mayo 2010.

<sup>7</sup> COLLIER, David y EVANS, James. Administración de operaciones bienes, servicios y cadena de valor. México: Cengage Learning Editores, 2009. p. 43.

## 5.2 MARCO TEÓRICO

### 5.2.1 Planeación de la demanda.

Un buen sistema de planeación de las ventas, programación de la producción y control de la manufactura, son puntos claves para lograr sincronizar las operaciones y lograr cumplir con los compromisos de entrega al cliente.

Los objetivos principales de un sistema de planeación y control de la manufactura son: administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, de los equipos y responder a los requerimientos oportunamente, utilizando la capacidad de los proveedores, la interna y la de los clientes, e incluyendo actividades secundarias que involucran la obtención de información acerca de las necesidades del mercado y la retroalimentación, con respecto a las fechas de entrega y estatus de pedidos o productos.

Tal como lo menciona VOLLMANN en su teoría acerca de la planeación y control de la producción<sup>8</sup>, tanto para la empresa XYZ como para cualquier empresa es importante contemplar los horizontes de tiempo para realizar la planeación; esto porque el comportamiento del mercado es diferente según el sector y clientes objetivo. En el caso del sector de muebles RTA y específicamente en el mercado de muebles para el hogar, el corto y mediano plazo juegan el papel más importante dentro la planeación, especialmente por la etapa de iniciación y crecimiento en la que se encuentra la línea hogar, pues empatar la oferta y la demanda en términos tanto de volumen como de mezcla de productos es una tarea compleja teniendo en cuenta los constantes cambios en el portafolio y la negociación con las grandes superficies que obligan a la compañía a tener un modelo que les permita ser flexibles teniendo en cuenta la complejidad de sus procesos de producción y de apoyo. La ventaja competitiva que podría tener la empresa XYZ en la planeación a corto y mediano plazo, es que comparte en un 90% los recursos, especialmente los materiales con otras líneas del negocio, lo que le permite negociaciones confiables y un stock compartido y flexible si este tiene un manejo adecuado.

El largo plazo, es un objetivo que debe empezar a asumir la empresa XYZ con la obtención de datos históricos confiables que le permitan a la compañía planear sus recursos incluyendo tecnología, localidades geográficas, recurso humano, de manera más eficiente y acertada cuando los productos de la línea hogar estén posicionados en el mercado y así cumplir con las demandas futuras.

---

<sup>8</sup> VOLLMANN, Thomas; BERRY, William; WHYBARKD, Clay y JACOBS, Robert. Planeación y control de la producción. 5ª ed. México: McGraw-Hill, 2005. p. 187.

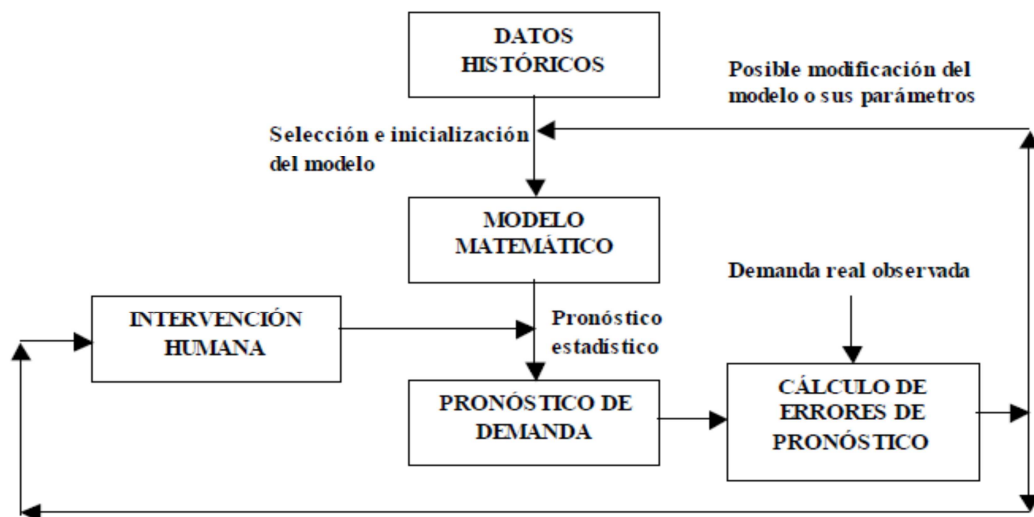
El reto de la compañía, es desarrollar un sistema de control y planeación de manufactura ajustado a sus necesidades, y lograr así tiempos de entrega muy cortos, niveles de inventario controlados, producción eficiente en lotes de tamaños adecuados y productividad laboral.

### 5.2.2 Pronósticos

El sistema de pronósticos es fundamental para el cumplimiento de los objetivos de la organización y para el mejoramiento de su competitividad porque de no tomar las decisiones correctas, se puede caer en extremos como el deficiente servicio al cliente, el exceso de inventarios o peor aún, ambos factores en forma simultánea cuando se cuenta con inventarios desbalanceados.

El sistema de pronóstico se debe intervenir de acuerdo a la experiencia y el conocimiento del mercado por parte de la organización, lo cual refina la información suministrada por el sistema especialmente para los ítems clase A, que son los más importantes y requieren un continuo seguimiento. En la siguiente figura se muestra cómo funciona un sistema de pronósticos.

Figura 8. Sistema de pronósticos



Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 43. Fuente adaptada de Silver et al. (1998) p.75.



- **Modelos de pronósticos:**

- **Promedio Móvil:** según Vidal, el modelo de promedio móvil es el siguiente:

$$X_t = b + \epsilon_t$$

Donde:

$X_t$  = Valor real u observación de la demanda en el período.

$b$  = Una constante que representa el proceso de demanda uniforme que se lleva a cabo.

$\epsilon_t$  = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza  $\sigma_{\epsilon}^2 > 0$  desconocida. Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar<sup>9</sup>.

Este modelo es utilizado cuando la demanda de un producto no fluctúa repentinamente y no presenta características de estacionalidad.

- **Suavización exponencial simple:** el modelo de suavización exponencial simple permite reaccionar más rápidamente que un modelo de promedio móvil a un cambio en el patrón de demanda.

Aquí se trata de nuevo de estimar el parámetro  $b$  para posteriormente definir un inventario de seguridad adecuado que responda a las variaciones aleatorias representadas por el término, ya que esta parte no se puede pronosticar. La ecuación básica de la suavización exponencial aplica un peso

$\alpha$  a la última observación de demanda y un peso  $(1 - \alpha)$  al pronóstico anterior, mediante el siguiente operador:

$$S_T = \alpha x_t + (1 - \alpha) S_{T-1}$$

Donde:

---

<sup>9</sup> VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 43.

$S_T$  = Pronóstico realizado al final del período  $T$ , o sea la estimación del parámetro  $b$  al final del período  $T$ .

$S_{T-1}$  = Pronóstico anterior, es decir, la estimación del parámetro  $b$  realizada al final del período  $T - 1$ .

$X_T$  = Demanda real observada al final del período actual  $T$ .  $T \times$

$\alpha$  = Constante de suavización (Inicialmente definida en el intervalo  $0 \leq \alpha \leq 1$ )<sup>10</sup>.

Este modelo se utiliza para patrones de demanda perpetua estable o uniforme, generalmente para ítems de más relevancia y mayor participación en volúmenes de venta como los tipos B.

- **Suavización exponencial doble:** el sistema de pronósticos de suavización exponencial doble tiene en cuenta la posible tendencia (creciente o decreciente) de la demanda, ya que el modelo subyacente que considera es el siguiente:

$$X_t = b_1 + b_2 t + \varepsilon_t$$

Donde:

$X_t$  = Valor real u observación de la demanda en el período  $t$ .

$b_1$  = Una constante que representa la componente constante de la demanda;  
1 b

$b_2$  = Una constante que representa la componente de tendencia de la demanda (creciente o decreciente, de acuerdo con su signo);

$\varepsilon_t$  = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza  $> 0$  desconocida.

Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar<sup>11</sup>.

Este método es utilizado frecuentemente para los ítems más relevantes que representan el mayor porcentaje de volumen de ventas y requieren esfuerzos adicionales en monitoreo del inventario.

---

<sup>10</sup> Ibid., p. 68.

<sup>11</sup> Ibid., p. 78.

### - Modelo multiplicativo de Winter:

El modelo más comúnmente utilizado en demanda estacional es el modelo multiplicativo de Winters, el cual se caracteriza mediante la siguiente expresión:

$$X_t = (b_1 + b_2 t) c_t + \varepsilon_t$$

Donde

$b_1$ ,  $b_2$ , y  $\varepsilon_t$  representan una constante, la tendencia y la variación aleatoria, respectivamente, y  $c_t$  es un *factor estacional multiplicativo*. Este modelo es aplicable en patrones de demanda estacional cuya amplitud puede depender del nivel de la serie, o sea del tiempo<sup>12</sup>.

Para nuestro proyecto, nos basaremos en los modelos de pronósticos definidos por Vidal, teniendo en cuenta la importancia de analizar los datos históricos de la demanda, que nos ayudan a predecir las ventas futuras y anticiparnos ante cualquier reacción del mercado.

Con el claro objetivo de recolectar datos confiables, la empresa XYZ debe incursionar en el camino de estudiar el comportamiento de la demanda de los productos de la línea hogar; esto con el fin de identificar el modelo de pronósticos adecuado que le permita junto con un modelo de planeación y las áreas de apoyo cumplir la meta de servicio trazada. Esto solo lo podrá lograr a través de monitoreo constante de la demanda que le permitirá identificar el comportamiento de cada uno de los productos y ajustando cada vez más su ERP a las necesidades reales de la compañía y de los clientes, ya que es claro que la tendencia es administrar los inventarios bajo una visualización transparente y compartida con clientes y proveedores; esto hace parte de la necesidad de formar empresas competitivas capaces de reaccionar ante un mercado no solamente local sino global con grandes expectativas en calidad precio y confiabilidad.

---

<sup>12</sup> Ibid., p. 92.

### 5.2.3 Aspectos importantes en la selección de un sistema de administración de inventarios

- **Clasificación de Inventario ABC:** la clasificación ABC, es utilizada para el control de inventarios y se trata de clasificar los productos en tipo A, B o C, según un criterio y un porcentaje establecido.

Se pueden clasificar los productos por valor de inventario, por valor de venta o por valor de consumo, por cantidad consumida ó el criterio que se desee. Lo que se trata es que los productos tipo A sean los más importantes según el criterio seleccionado, los tipo B los intermedios y los tipo C los menos importantes. La clasificación ABC se utiliza para definir parámetros de control de inventario o de tratamiento de los materiales, ya que se debe prestar más atención a los materiales tipo A que a los tipos C<sup>13</sup>.

Con lo anteriormente expuesto, la clasificación ABC es una fuente importante de identificación para definir el modelo de sistema de pronósticos y políticas de inventario para las empresas; además, genera visibilidad de la rotación de los productos y se convierte en una herramienta indispensable para la toma de decisiones.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia la conexión entre modelos de planeación, sistema de pronósticos y clasificación ABC como herramientas fundamentales y estratégicas para cualquier compañía y en cualquier etapa de sus productos en el mercado, pues de no ser constantemente estudiadas y evaluadas, la empresa no tendría fundamentos para tomar decisiones preventivas en el tema de planeación ni para reaccionar ante cualquier inconveniente propio del comportamiento del mercado; además es importante identificar los focos y puntos de críticos de concentración y no desgastar recursos en productos y procesos que no agregan valor y que no están alineados con las estrategias corporativas. Es un error entonces visualizar estas herramientas de manera aislada pues nos ofrecerían datos pero no nos permitirían visualizarlos estratégicamente.

---

<sup>13</sup> BUFFA ELWOOD, Spencer. Administración de la producción y de las Operaciones. México: Limusa, 1992. p. 195.

En la siguiente tabla, se evidencia de acuerdo a la clase de cada ítem, las políticas y métodos de control que podrían ser implementadas:

Tabla 1. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo a clasificación ABC

CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ítems clase A (los más importantes)</li> <li>• Relativamente pocos ítems</li> <li>• El mayor porcentaje del volumen de ventas (en \$)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control estricto con supervisión personal</li> <li>• Comunicación directa con la administración y los proveedores</li> <li>• Aproximación a Justo a Tiempo y stock balanceado</li> <li>• Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo frecuente o continuo</li> <li>• Registros precisos</li> <li>• Pronósticos con suavización exponencial doble</li> <li>• Políticas basadas en el nivel de servicio al cliente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ítems clase B</li> <li>• Ítems importantes</li> <li>• Volumen de ventas (en \$) considerable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control clásico de inventarios</li> <li>• Administración por excepción</li> <li>• Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de control computarizado clásico</li> <li>• Pronósticos con suavización exponencial simple</li> <li>• Reporte por excepciones</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ítems clase C</li> <li>• Muchos ítems</li> <li>• Bajo volumen de ventas (en \$), pocos movimientos o ítems de muy bajo valor unitario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión mínima</li> <li>• Pedidos bajo orden</li> <li>• Tamaños de orden grandes</li> <li>• Políticas de cero o de alto inventario de seguridad</li> <li>• Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de control simple</li> <li>• Promedio móvil (aceptar el pronóstico)</li> <li>• Evitar agotados y exceso de inventario</li> <li>• Larga frecuencia de órdenes</li> <li>• Sistema automático</li> </ul>

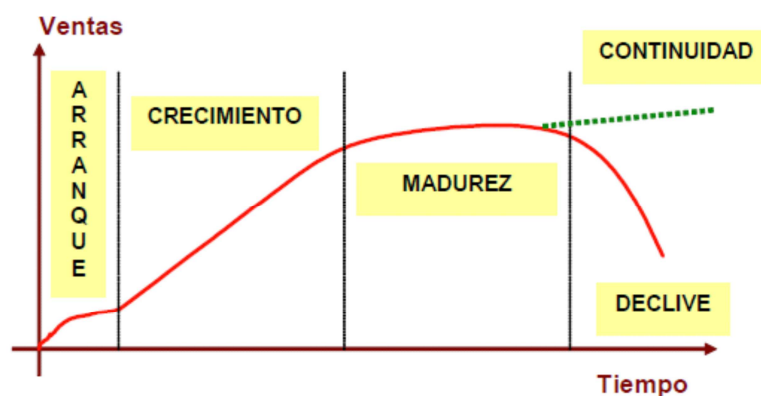
Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 55.

- **Ciclo de vida del producto:** el ciclo de vida de los productos es uno de los aspectos más importantes para determinar un sistema de administración de inventario, puesto que no es lo mismo el control del inventario de un producto cuando está en su fase de arranque o introducción al mercado, que cuando está en su fase de madurez; por ejemplo, “en la fase de introducción debe garantizarse un inventario adecuado en lugares claves que responda a la demanda creciente del producto; en la fase de madurez puede optimizarse el control del inventario, dejando solo aquellos lugares claves y racionalizando los niveles de existencias”.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> VIDAL, Op. cit., pp. 13-14.

Este aspecto será un punto relevante en la propuesta planteada a la empresa XYZ debido a que los productos se encuentran en la fase de introducción y crecimiento en la cual la empresa debe ser estratégica para impulsar el producto en el mercado sin tener excesos de inventario y utilizando las herramientas expuestas anteriormente para tomar decisiones oportunas y tener claros los focos de atención.

Figura 9. Ciclo de vida de productos



Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 14.

La importancia de monitorear el ciclo de vida del producto, es evidenciar su evolución dentro de la clasificación ABC; además de tener en cuenta, como lo señala Vidal, que para un producto en la fase de crecimiento o declive, puede establecerse un método de suavización exponencial doble, por la variabilidad en la demanda que pueda presentarse y para productos en su fase de madurez, se pueden utilizar métodos menos sofisticados como promedio móvil o suavización exponencial simple.

- **Sistema productivo:** otros de los aspectos importantes en la decisión del sistema de inventarios es el sistema y proceso productivo, pues según su complejidad y características particulares impactara de manera diferente un sistema de planeación, por ende afectara el nivel de servicio. En el caso de la empresa XYZ, la línea hogar presenta cambios en el sistema productivo frente a las otras líneas de negocio, pues en un gran porcentaje su portafolio es producido

bajo el modelo Make to Order, y en la búsqueda de incursionar en el mercado este aspecto no se le ha dado la importancia suficiente cuando se están negociando los acuerdos de servicio con los clientes. Vidal nos ilustra en una tabla resumen de acuerdo al sector y sistema de fabricación los focos en los cuales las compañías deben fijar su atención.

Tabla 2. Tipos de sistemas para la planeación, control de producción y administración de inventarios

SISTEMA	NATURALEZA DEL PROCESO PRODUCTIVO	PRINCIPAL ÉNFASIS DEL SISTEMA
Trabajo por órdenes ("job shop")	Bajo volumen de fabricación	Flexibilidad para atender una gran cantidad de órdenes diferentes
Tamaño óptimo de pedido (EOQ), punto de reorden	Sistemas nó-productivos	Reducción de los costos de inventario, manteniendo el nivel de servicio al cliente
EOQ en sistemas multi-etapas, punto de reorden	Distribución; Sistemas gobernados por capacidad	Alta utilización de la capacidad disponible a costo razonable
Material Requirements Planning (MRP)	Producción por lotes, bajo volumen, ensambles	Coordinación efectiva de materiales
Just in Time (JIT)	Alto volumen repetitivo	Minimización de alistamientos ("setups") e inventarios, con alta calidad

MEZCLA DE PRODUCTOS PROCESO	Por orden	Bajo volumen; muchos productos	Alto volumen; algunos productos	Muy alto volumen; proceso continuo
	Flujo discontinuo; por orden	Ind. Aeroespacial Impresora comercial		
Menos discontinuo; por lotes		Maquinaria industrial Confecciones		
Flujo gobernado por el operario			Drogas y químicos Productos electrónicos	
Flujo gobernado por la máquina			Industria automotriz Productos de acero	
Flujo continuo y altamente automatizado				Papel Azúcar Cerveza Petróleo

Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 15.



Para efectos de nuestra investigación, esta información es de gran utilidad pues la compañía está incursionando con la línea de muebles para el hogar en un mercado que requiere tiempos de entrega cortos y gran flexibilidad para generar cambios, lo cual impacta directamente la planeación de recursos y exige constante monitoreo de la demanda con el fin de tener los niveles propios de inventarios

#### 5.2.4 Sistemas de control de inventarios.

Existen diversos tipos de sistemas probabilísticos de control de inventarios donde las empresas deciden dependiendo de la demanda del mercado, los costos para mantener los inventarios y la promesa de servicio al cliente, entre una política de revisión continua o periódica.

En el siguiente cuadro se ilustran algunos puntos a tener en cuenta.

Cuadro 2. Comparación entre los sistemas de revisión continua y periódica

REVISIÓN CONTINUA	REVISIÓN PERIÓDICA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy difícil en la práctica coordinar diversos ítems en forma simultánea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite coordinar diversos ítems en forma simultánea, lográndose así economías de escala significativas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La carga laboral es poco predecible, ya que no se sabe exactamente el instante en que debe ordenarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede predecir la carga laboral con anticipación a la realización de un pedido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La revisión es más costosa que en el sistema periódico, especialmente para ítems de alto movimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La revisión es menos costosa que en la revisión continua, ya que es menos frecuente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy bajo, pero el riesgo de información sobre pérdidas y daños es mayor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy alto, pero existe menos riesgo de falta de información sobre pérdidas y daños.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un menor inventario de seguridad que el sistema de revisión periódica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un mayor inventario de seguridad que el sistema de revisión continua.</li> </ul>

Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 179.



- **Revisión continua:** en este sistema se supervisa el nivel de inventario en todo momento; sin embargo, en la práctica se realiza cada vez que ocurre una transacción (despacho, recepción, demanda).
- **Revisión Periódica:** el nivel del inventario se consulta cada **R** unidades de tiempo.

Cuadro 3. Descripción de los Sistemas de control de inventarios

Sistema	Revisión	Descripción
s, Q	Sistema de revisión continua	Cada vez que el inventario es igual o menor al punto de reorden (s) se ordena una cantidad fija (Q).
s, S	Sistema de revisión continua	cada vez que el inventario efectivo cae al punto de reorden (s) o por debajo de él, se ordena una cantidad tal que se incremente el inventario efectivo hasta el nivel de inventario máximo (S). Este sistema se denomina usualmente un sistema min-max, ya que normalmente el nivel de inventario efectivo permanece entre un valor máximo S y un valor mínimo s,
R, S	Sistema de revisión periódico	cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al valor máximo S.
R, s, S	Sistema combinado	Es la combinación de los sistemas (s, S) y (R, S) y podría considerarse como un sistema híbrido. Consiste en que cada R unidades de tiempo, se revisa el inventario efectivo. Si éste es menor o igual que el punto de reorden s, entonces se emite un pedido por una cantidad tal que el inventario efectivo se recupere hasta un nivel máximo S. Si el nivel de inventario efectivo es mayor que s, no se ordena cantidad alguna hasta la próxima revisión que tendrá lugar en R unidades de tiempo.

Fuente: construcción propia.

Adicional a lo mencionado anteriormente, para tener una alta confiabilidad de los inventarios, se deben alinear varios aspectos partiendo de la confiabilidad de la información y de esta forma tener claridad de las necesidades reales del proceso y de los clientes; de no ser así, se trabaja de manera desconectada en pro de un nivel de inventarios y no de un nivel servicio.

Para la empresa XYZ es indispensable además de estudiar la demanda y el comportamiento del mercado, explorar las necesidades de su sistema de fabricación, esto con el fin de determinar los recursos y definir un modelo de planeación y control de inventarios acorde a la demanda.

Con las políticas de los sistemas de control de inventarios las compañías cuentan con un punto de partida para la gestión en los procesos de abastecimiento y programación de la producción, garantizando disponibilidad de los productos.

Para generar un modelo de planeación adecuado y ajustado a las necesidades de la compañía según las expectativas de los clientes, un sistema de pronósticos confiable y una clasificación ABC ajustada a la demanda real, las empresas deben contar con grupos multidisciplinarios que apoyados en la tecnología sean capaces de cumplir con el nivel de servicio trazado de acuerdo a la estrategia de la empresa, cada una de ellas de acuerdo al sector y mercado objetivo cuenta con un nivel de complejidad para responder oportunamente a sus clientes, pero la evolución y las exigencias de los consumidores han llevado a que estos niveles de complejidad se conviertan en oportunidades de mejora en las que se deben trabajar con objetivos claros, es aquí donde la empresa XYZ debe focalizar sus esfuerzos.

### **5.2.5 Sistemas de fabricación.**

El tema de los sistemas de fabricación, se ha venido estudiando por varios autores, cuando algunos artículos fueron publicados acerca de este tema durante los años 1960, 1970 y 1980; siendo uno de los más relevantes el de Williams en 1984. En el artículo, Williams consideró un entorno multi-item con capacidad limitada y momentos significativos de cambio, demanda estocástica, y los tiempos de procesamiento. Williams asume que “los ítems de baja demanda son MTO y los ítems de alta demanda son MTS; ordenándose con base al incremento de la demanda”<sup>15</sup>.

La decisión de implementar un sistema de fabricación, debe tomarse teniendo en cuenta aspectos como tiempos de alistamiento, capacidad instalada, tiempos de procesamiento, cuellos de botella, volúmenes y sobre todo considerar la misión y estrategia de la compañía; otro aspecto muy importante es el grado de influencia que tienen los clientes sobre el diseño y desarrollo de los productos, pues este será un factor determinante para elegir un sistema de fabricación adecuado.

En el caso de la empresa XYZ su sistema de fabricación siempre ha sido Make to Order, pues su segmento de mercado así lo permitía, pero cuando la compañía decide apostar a la línea hogar, se encuentra con diversos cambios y dificultades desde su modelo de abastecimiento, hasta su modelo de fabricación y logística de entregas, impactando directamente en la respuesta a los clientes y asumiendo

---

<sup>15</sup> RAJAGOPALAN, S. Make to order or Make to Stock: Model and application. En: Management Science. Febrero, 2002, vol. 48, No. 2, p. 241-256.

costos elevados de ineficientes decisiones respecto a inventarios, instalaciones, puntos de almacenamiento intermedio y eficiencia global de la cadena debido a la poca claridad del sistema de fabricación bajo el cual deben producirse los productos de la línea hogar.

Los gerentes deben determinar en otras palabras, qué productos(o componentes de productos) se harán bajo make to stock, y cuáles bajo make to order; para productos o componentes que se fabrican por stock se deben determinar estrategias apropiadas de inventario y para aquellos productos que se fabrican bajo pedido, se deben determinar tiempos de desarrollo con el cliente; además, si los productos o componentes utilizan recursos comunes de producción, se deben generar estrategias de funcionamiento que repercutirán en el rendimiento global del sistema<sup>16</sup>.

Tal como lo menciona Kaminsky, para tomar decisiones respecto al modelo de fabricación debe existir un estudio previo del mercado, ciclo de vida del producto, comportamiento de la cadena de abastecimiento, participación de cada producto en el portafolio, lo cual complementara la promesa de servicio según los requerimientos y expectativas de los clientes, factor determinante en el diseño del modelo de abastecimiento de cualquier compañía y consideración que la empresa XYZ tomo después de pactar la promesa de servicio.

Con el fin de estudiar mas ampliamente el punto de sistemas de fabricación, a continuación se definen los mas importantes

- **Make to Stock (MTS):** el ambiente MTS, es un ambiente en el que la empresa produce de forma continua artículos para los cuales no existe una demanda explícita por parte de algún cliente. Como su nombre lo indica en el sistema "Make to Stock" (hecho para almacenar), los productos no necesitan una orden especial para fabricarse y su planeación se basa en pronósticos de demanda, generalmente elaborados partiendo de estadística; es decir, con base en el comportamiento histórico se pronostica cuál será la demanda de los siguientes períodos. La asertividad del pronóstico de ventas adquiere una vital importancia, pues cuanto mayor sea ésta, mayor será la probabilidad de satisfacer adecuadamente la demanda real, sin incurrir en faltantes ni en capital de trabajo ocioso por inventarios excesivos.

- **Make to order (MTO):** MTO representa un escenario de una empresa de manufactura que produce determinado artículo sólo bajo pedido. Con este sistema

---

<sup>16</sup> KAMINSKY, Philip M. y KAYA, Onur MTO-MTS Production Systems in Supply Chains. En: NSF Design. 2006, p. 103-105.

de fabricación, las empresas logran reducir sustancialmente los inventarios con todos los costos asociados a estos, pero deben desarrollar un sistema de reacción casi inmediato cuando llega la orden de un cliente, incurriendo en costos de fletes adicionales, bajo poder de negociación con los proveedores por lotes pequeños de pedidos.

- **Assembly to order (ATO):** los productos que están en esta categoría, se caracterizan por estar previamente diseñados y algunas de sus partes semi-procesadas, no son ensambladas (al menos no todas) hasta que el cliente define las últimas características del producto.
- **Engineer to Order (ETO):** el supuesto básico de ETO, es que el proceso es único e irrepetible, en el que el cliente define prácticamente todas las características del producto (incluido su diseño más básico).

Las empresas que utilizan el sistema Make to Stock (MTS), deben ser capaces de estimar la demanda para determinar cuánto producir y cuánto almacenar, debido a que estos sistemas se basan en gran medida en previsiones que en muchos casos no son muy precisas; por el contrario, en el sistema Make to order las empresas producen según la demanda real de los clientes en lugar de pronósticos, eliminados inventarios, pero incrementando tiempos de entrega, convirtiéndose esto en pérdida de competitividad.

La decisión de utilizar una estrategia Make to stock o una estrategia Make to order para un determinado producto, depende en gran medida de las características de la cadena; en efecto, en una cadena de suministro, usar una estrategia MTS para algunos productos o componentes y una estrategia de MTO para otros, puede ser mucho más eficaz que utilizar uno u otro sistema exclusivamente. Debido a esto, las empresas están comenzando a emplear un enfoque híbrido, un sistema combinado MTO-MTS como estrategia, manteniendo inventarios de algunos componentes y produciendo otros bajo pedido, apuntándole a plazos de cortos y confiables de entrega para sus clientes y seguir así siendo competitivos en el mercado<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> KAMINSKY, Op. cit., p. 103.

La opción de un sistema híbrido, además de ser una tendencia global, es una alternativa que para efectos de nuestro estudio toma relevancia por varios motivos:

- Flexibilidad en las diferentes líneas de negocio.
- Planeación y programación de la producción más ajustada a las necesidades de los clientes.
- Niveles de inventarios acordes a la demanda.
- Optimización general de la cadena.

Es importante destacar, que no es necesario seguir un modelo específico de fabricación como lo afirma Kaminsky, en la búsqueda de eficiencia y pensando estratégicamente como compañía y no como unidad de negocio para obtener como resultado tiempos de respuesta competitivos y garantizando la flexibilidad y los parámetros de calidad del mercado actual.

#### **5.2.6 Design Thinking.**

Es una metodología de innovación basada en cómo las personas se enfrentan a un mundo en el que se necesitan resolver problemas desordenados y desestructurados que no tienen fácil solución, en donde la creatividad y el trabajo multidisciplinario son pilares para lograr los objetivos.

IDEO, es una de las empresas más innovadoras del mundo, que en conjunto con la Universidad de Stanford, han desarrollado esta metodología de pensamiento del diseño.

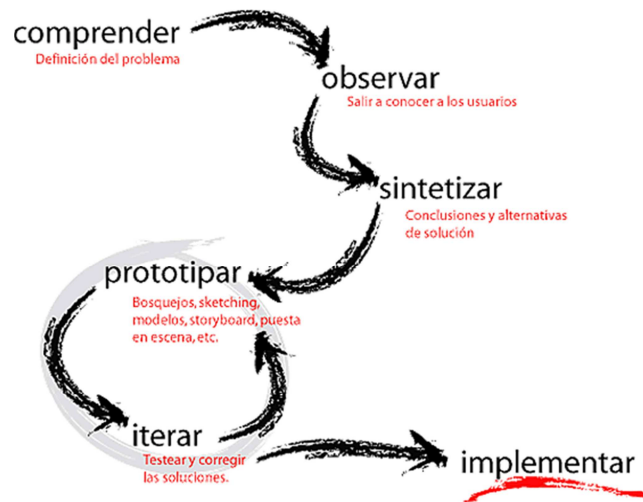
En pocas palabras, el “design thinking” es un lente a través del cual se pueden observar los retos y solucionar los problemas. Tim Brown, director ejecutivo de IDEO, define el “design thinking” como “un enfoque que utiliza la sensibilidad del diseñador y sus métodos de resolución de problemas para satisfacer las necesidades de las personas de un modo tecnológicamente factible y comercialmente viable. En otras palabras, el “design thinking” es una innovación centrada en la persona”<sup>18</sup>.

El modelo descrito por design thinking se fundamenta en los siguientes pilares:

---

<sup>18</sup> STEINBECK, Reinhold. El “design thinking” como estrategia de creatividad en la distancia. En: Comunicar. 2011, vol. 19, No. 37, p. 28-29.

Figura 10. Modelo de Design thinking



Fuente: STEINBECK, Reinhold. El “design thinking” como estrategia de creatividad en la distancia. En: Comunicar. 2011, vol. 19, No. 37, p. 28.

La metodología busca involucrar en un equipo multidisciplinario las ideas de los actores de la cadena para lograr un desarrollo de producto efectivo; es un punto de vista diferente al tradicional, en donde el departamento de diseño e ingeniería solo entregaban especificaciones a los procesos operativos y estos debían lidiar con múltiples inconvenientes, tanto de calidad en el producto, como de productividad en los equipos de trabajo, para poder fabricar lo que los diseñadores e ingenieros solicitaban, sumándole la presión de cumplir entregas a clientes.

Este método tradicional lo que genera son altos costos en los procesos operativos y clientes inconformes, bien sea por la calidad de los productos o expectativas diferentes en la satisfacción de las necesidades.

Design Thinking nos enseña a trabajar en equipo y a estructurar un pensamiento más sistémico dentro de la organización buscando mitigar los riesgos en la cadena de valor.

Este modelo más que una metodología para diseñar productos, es una metodología para diseñar soluciones frente a los requerimientos y expectativas de los clientes, en donde intervienen los actores de la cadena involucrados en esta

etapa, teniendo en cuenta así, todos los aspectos importantes del proceso partiendo de la creatividad y la naturaleza de cada operación y obteniendo resultados de mayor eficiencia, reduciendo el margen de error y las brechas que tal vez los departamentos de Ingeniería y Diseño no alcanzan a cerrar y que actualmente se evidencian y salen a flote en la ejecución y fabricación de los productos.

A continuación explicamos de qué se trata cada paso de acuerdo a Tim Brown en el artículo Design Thinking de Harvard Business Review.

#### 1. Comprender:

- Decidir qué problema se está tratando de resolver.
- Ponerse de acuerdo sobre quién es la audiencia o el cliente.
- Dar prioridad al proyecto en términos de urgencia.
- Determinar los factores claves de éxito del proyecto.

#### 2. Observar:

- Revisar antecedentes de la oportunidad de mejora e identificar obstáculos.
- Recopilar ejemplos de otros intentos por resolver el mismo problema.
- Lograr empatía con los usuarios, el diseñador debe ser capaz de imaginar el mundo desde distintas perspectivas, incluidas las de colegas, clientes y usuarios finales (actuales o futuros) para descubrir necesidades explícitas o latentes.

#### 3. Sintetizar:

- Crear un usuario típico para el cual se está diseñando una solución o un producto.

- Identificar las necesidades y motivaciones de los usuarios finales.
- Generar tantas ideas como sea posible para atender las necesidades identificadas.
- Iniciar la sesión de lluvia de ideas.

#### 4. Prototipar:

- Combinar, ampliar y refinar ideas.
- Realizar pruebas de las ideas más prometedoras.
- Buscar retroalimentación de un grupo diverso de personas, incluya sus usuarios finales.
- Presentar una selección de ideas para el cliente.

#### 5. Iterar:

- Aprender a partir de las reacciones de los usuarios a los distintos prototipos.
- Validar especificaciones y requerimientos del producto.
- Validar procesos operativos y flujos de información que se involucran con el producto.
- Validar el cumplimiento de las expectativas de las partes interesadas.

#### 6. Implementar:

- Lanzamiento del producto.



- Recoger la retroalimentación de los consumidores.
- Determinar si la solución cumplió sus objetivos.
- Discutir lo que se podría mejorar.
- Medir el éxito, recopilar datos.
- Estandarización del proceso.

Empresas como P&G (Procter & Gamble), de marcas tan emblemáticas como Ariel, Camay, Pampers y Pantene, están desarrollando un proceso radical para colocar el diseño en el centro de su estrategia organizacional. Su CEO (Chief Executive Officer) dijo en una reciente entrevista: Quiero que P&G se transforme en la empresa número uno en productos con diseño. Para ello necesitamos que el diseño sea parte de nuestra estrategia. Necesitamos que sea parte de nuestro proceso de innovación.

Una distinción importante es que estamos hablando de Design Thinking y no solo de Diseño, visto como el diseño del producto. Se trata de la aplicación de una disciplina que tiene que ver con entender la conducta humana respecto del producto para luego llegar al desarrollo del mismo.

Estamos en un mundo donde ya nada es constante y los negocios tienen que ver con como predecimos el futuro. La disciplina del diseño permite enfrentar estos escenarios desde una perspectiva holística aplicada al proceso de toma de decisiones. Es un cambio cultural y un desafío tanto para los diseñadores como para las empresas<sup>19</sup>.

Al estudiar la metodología de diseño y desarrollo de productos actual en la empresa XYZ encontramos creatividad y alta flexibilidad en cada uno de los diseños, pero la falta de información confiable y los tiempos cortos de respuesta que exigen los clientes, han causado que cualquier metodología por robusta o flexible que sea, no esté acorde con sus necesidades, debido a que no se trabaja en grupos multidisciplinarios y no se ha estudiado una metodología más acorde al funcionamiento del negocio, de lo contrario se trabaja como islas independientes en la búsqueda del cumplimiento de cada área y no como se ha mencionado

---

<sup>19</sup> RODRÍGUEZ, Diego. ¿Qué es el Design Thinking? [en línea]. [Valparaíso, Chile]: Foro Alfa, 2010 [consultado 10 feb., 2012] Disponible en Internet: <http://foroalfa.org/articulos/que-es-el-design-thinkin>

anteriormente en la búsqueda de cumplir con un nivel de servicio trazado estratégicamente por la compañía.

El mercado global y las exigencias del mercado obligan a las compañías a renovar e innovar en sus metodologías y propuesta de servicio a los clientes en pro de ser competitivos y brindar factores diferenciadores con alto impacto; para lograr esto, se deben fijar estrategias claras en donde todos los integrantes de una compañía aporten desde su proceso al nivel de servicio y satisfacción de los clientes, es por tales motivos que el modelo “Design Thinking” toma relevancia en nuestro estudio con la iniciativa clara de encontrar la mejor propuesta e integrar a las áreas relacionadas en un modelo que le provea a la empresa flexibilidad, respuesta oportuna y máxima creatividad.

### **5.2.7 Poka-yoke.**

Poka-yoke, es una espectacular herramienta que nació en la industria japonesa por el ingeniero Shingeo Shingo, la cual buscaba lograr la meta de cero defectos y eliminar la inspección en el control de calidad.

Los poka-yoke son sistemas, dispositivos o herramientas a “prueba de errores”, que permiten controlar las tareas repetitivas o acciones que dependen de la vigilancia o la memoria del trabajador, ayudan a liberar tiempo para realizar actividades más creativas y que agreguen valor a los procesos.

Sin duda, todas las compañías, se encuentran en una constante búsqueda de encontrar los focos de ineficiencia por los cuales se incrementan costos, se obstaculizan los procesos y no agregan valor a los clientes; en la búsqueda de estas ineficiencias, herramientas como los Poka-yokes, son capaces de brindar alternativas confiables y eficaces en cualquier proceso, minimizando el margen de error especialmente de actividades que demandan alta concentración y grado confiabilidad.

Para nuestro estudio, es importante destacar este tipo de herramientas que le permitirán a la empresa XYZ solucionar rápidamente fuentes de desperdicio en temas de calidad y lograr la mejora en el indicador de reclamos poco satisfactorio que actualmente presentan. A continuación relacionamos los tipos de Poka Yokes más relevantes según Hirano:

- **Tipos de Poka-yokes**<sup>20</sup>

- Inspección en la fuente para detectar errores en su origen, antes de que causen defectos. Por ejemplo un pin adicional como localizador para prevenir una mala alineación de la pieza de trabajo.

- Inspección 100% utilizando un dispositivo económico de detección tal como un interruptor de límite.

- Acción inmediata de parada por parte de los operarios cuando un error es detectado, tal como un circuito que apaga automáticamente la máquina.

El pokayoke es mejor cuanto más simple, pero existen una gran cantidad de sensores y medidores que pueden apoyar a sus funciones, como son el caso de: sensores de proximidad, sensores de movimiento, visión artificial, testigos de nivel de líquidos, barreras fotoeléctricas, termómetros, medidores de presión, contadores, detectores de vibración.

Considerando esta herramienta como una alternativa de solución confiable, mencionamos algunas ventajas que tendría la empresa XYZ con el mejoramiento y aplicación en sus procesos:

- **Ventajas del Pokayoke:**

- Se minimiza el riesgo de cometer errores y generar defectos.

- El operario puede centrarse en operaciones que añadan valor, en lugar de dedicar esfuerzo a comprobaciones para la prevención de errores o a la subsanación de los mismos.

---

<sup>20</sup> HIRANO, Hiroyuki. Poka yoke Improving product quality by preventing Defects. Portland, Oregon: Productivity Press, 1988. p. 7.

- Implantar un poka-yoke supone mejorar la calidad actuando sobre la fuente del defecto, en lugar de sobre controles posteriores.

- Otro de los objetivos de un poka-yoke es apoyar al trabajador en sus funciones. En el caso en que el dispositivo forme parte del funcionamiento de una máquina, es decir, que sea la máquina la que reaccione o se sirva del dispositivo, estaremos hablando de otro concepto similar: “jidoka” (automatización “con un toque humano”).

- En un mercado el costo de la calidad es parte de la ventaja competitiva, cuesta mucho menos prevenir que se produzcan los defectos desde la primera vez, que detectarlos más tarde a través de la inspección y reprocesar.

- A medida que los trabajadores interiorizan el concepto de cero defectos, estos empiezan a ser parte del proceso de mejora a través de propuestas en el diseño de piezas y procesos.

- Si las máquinas o procesos manuales cuentan con dispositivos a prueba de errores, los trabajadores estarán seguros de que el producto final cumplirá con las especificaciones, eliminando costos de inspección, reprocesos y desperdicios que incrementan los costos de manufactura.

Siendo consistentes con los problemas de calidad encontrados en la empresa XYZ y los cuales están impactando negativamente a los clientes como se evidencio en la gráfica de reclamos (Ver Figura 7), es importante considerar una secuencia de pasos sencillos y flexibles que le permitan a la compañía tener un punto de partida para implementar como lo menciona Manivannan una herramienta como Poka Yoke; a continuación se exponen algunas preguntas claves a tener en cuenta:

Cuadro 4. Preguntas Claves para la implementación de Poka- Yokes

¿Qué pasos o procesos son importantes?	Funciones y requisitos
¿Qué puede fallar?	Errores potenciales
¿Cómo podría afectar la falla al cliente (interno- externo)?	Efecto de la falla
¿Qué tan serio es el efecto de la falla en el cliente?	Severidad (Ranking de 1 a 10, siendo 10 el más severo)
¿Por qué podría ocurrir la falla?	Causa de la falla
¿Cada cuanto podría pasar?	Frecuencia (Ranking de 1 a 10, siendo 10 la más alta probabilidad)
¿Cuáles son los controles actuales del proceso?	Controles actuales en el proceso
¿Cuál es la probabilidad de que el control del proceso detecte el problema?	Detección = Aprueba de errores Ranking de 1 a 10, siendo 1 el más seguro y 10 incertidumbre absoluta
¿Qué podemos hacer para mejorar el proceso?	Acciones recomendadas= Aprueba de errores
¿Cuáles son los riesgos prioritarios?	RPN= Frecuencia x severidad x Eficacia – Detección

Fuente: MANIVANNAN, Subramanian. Lean error-proofing for productivity improvement. En: Forging. Marzo-abril, 2007, vol. 18, No. 2, p. 18-22.

### 5.2.8 Referencias de empresas

- **IKEA:**

Tomando como referencia la empresa IKEA, organización mundial que fabrica muebles RTA (listos para armar), la cual maneja una economía a escala con altos niveles de producción y ventas en cuatro continentes. Algunas de las características más representativas de la compañía, han sido tener el control sobre todo el proceso de producción desde la materia prima hasta la distribución en las tiendas y utilizar tecnología de avanzada para cumplir con la demanda del mercado a nivel mundial<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> ARIAS SCHICKLER, Carlota. Una fábrica de números sorprendentes. En: Revista del mueble y la Madera M&M. 2012, vol. 76, p. 50 -57.

Las ventas de la empresa IKEA están basadas en sus tiendas, ventas por catálogos y página web, esto la ha llevado a trabajar con modelos computarizados basados en el sistema make to stock, para lo cual cuenta con centros de distribución en 16 países que entregan más de 250 millones de metros cúbicos de productos cada año a las 344 tiendas del mundo.

Para los artículos de mayor venta (Clase A) y de grandes volúmenes Ikea cuenta con un moderno edificio de 7 pisos y 200 mts de área que almacena más de 160 mil metros cúbicos de productos, este centro es totalmente automatizado y le permite a la compañía apalancar su estrategia de abastecer todas las tiendas de manera eficiente y oportuna.

Su producción a escala está apalancada por el control total de la cadena, estrategia que los llevó a una integración hacia atrás (fabricación de materias primas) e incluir en su control toda la logística de distribución y almacenamiento para cada tienda.

Ikea, contempla un proceso de desarrollo de productos muy estructurado el cual puede tardar aproximadamente 2 años, proceso fundamentado en validaciones y pruebas de laboratorio que garantizan la calidad y fabricación del producto.

“La empresa con un centro de 8000 metros cuadrados dedicado a la fabricación de prototipos que ascienden anualmente a 2000, categorizados en cuatro departamentos metal, madera, plásticos y tela, su proceso de desarrollo debe cumplir con los objetivos rigurosos de manufactura de la compañía que son: Accesibilidad, mantenimiento, buen diseño y funcionalidad”<sup>22</sup>.

En este centro Ikea garantiza a través de pruebas de durabilidad, resistencia y expectativa de vida de los productos tanto nuevos como de línea la seguridad de los consumidores, la calidad de los productos y que estos puedan ser fabricados en serie, empacados en paquetes planos que tengan un buen diseño y sean fáciles de ensamblar. Este centro está totalmente aislado de las plantas de fabricación con el fin de no entorpecer los pedidos en producción y garantizar que

---

<sup>22</sup> Ibid., p. 54.

los productos nuevos que ingresan al proceso de fabricación tengan todas las validaciones y aprobaciones necesarias antes de salir al mercado.

- **LEGO:** empresa dedicada al diseño y fabricación de juguetes, en donde el producto debe contemplar especificaciones críticas de ensamble, creatividad sin perder la esencia del producto original.

LEGO tiene un riguroso proceso de diseño y desarrollo de productos hasta contar con un centro de conceptos, en donde ponen a prueba sus juguetes nuevos con sus principales consumidores, como lo son los niños, quienes evalúan y ponen a prueba la funcionalidad, el diseño y la calidad del producto.

El empaque de las partes es un proceso fundamental para garantizar que los niños cuenten con las piezas completas para lograr armar el juego, para esto LEGO cuenta con “sistemas de empaque automatizado con máquinas pre clasificadoras, mediante el cual se garantiza la cantidad y el mix de partes por cada caja, las máquinas cuentan el número exacto de piezas empacando más de 50.000 bolsas al día; los paquetes pasan por 6 filtros de peso y si en el último filtro algún paquete no cuenta con el peso adecuado, este se separa manualmente para ser inspeccionado”<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL. Lego [en línea]. [New York, Estados Unidos]: News Corporation, nov. 2012 [consultado 02 nov., 2012]. Disponible en Internet: <http://www.natgeo.tv/us/synopsis/1192-72052>

## 6. DESARROLLO Y RESULTADOS DEL PROYECTO

### 6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Figura 11. Descripción del flujo del proceso para artículos de la UEN Hogar

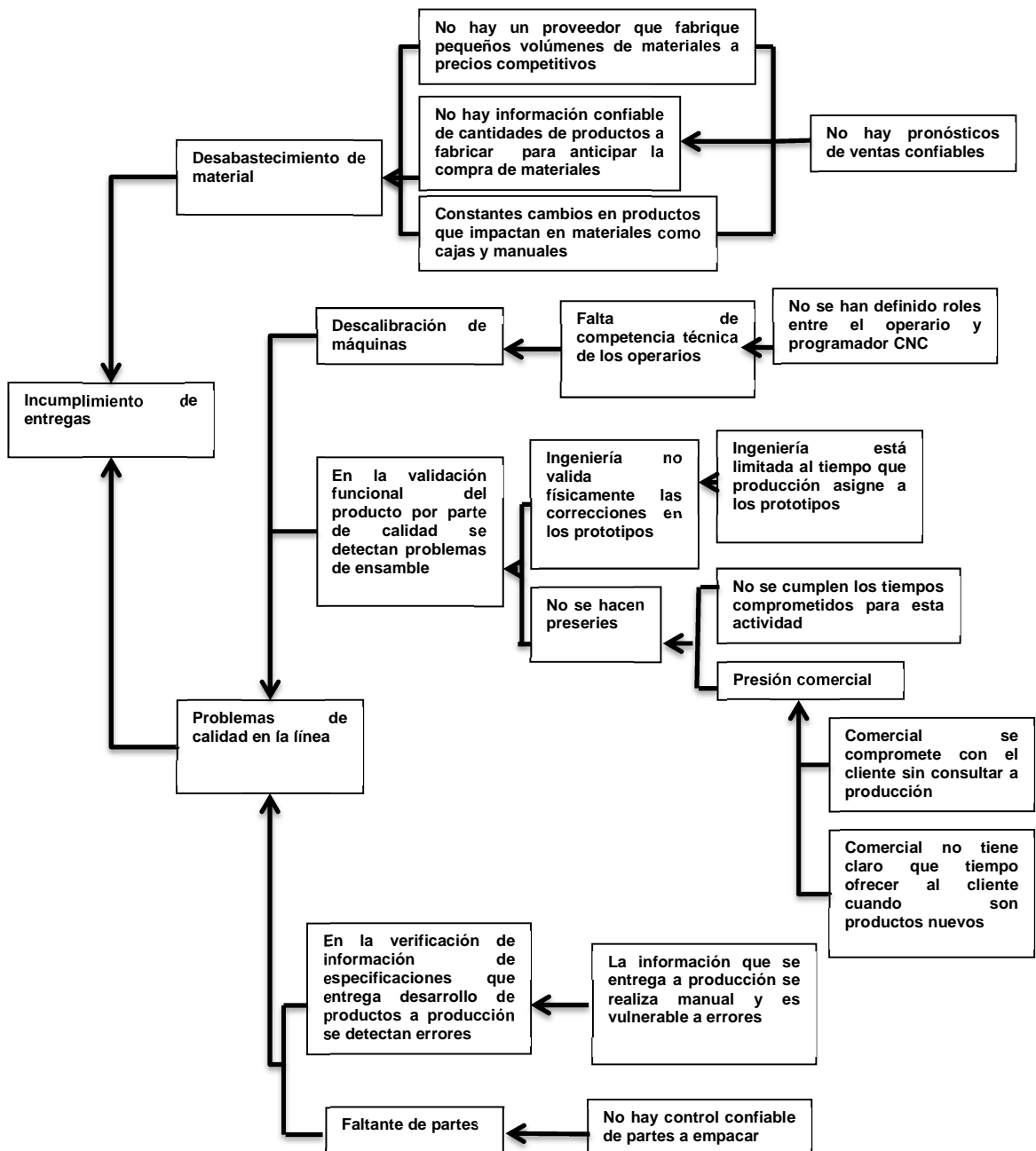


Fuente: construcción propia.



## 6.2 ANÁLISIS DE CAUSAS DEL PROBLEMA

Figura 12. Árbol de Causas



Fuente: construcción propia.

### **6.2.1 Priorización de Causas y definición de herramientas para la propuesta.**

De acuerdo al árbol de causas realizado, para identificar las causas raíces del problema de incumplimiento en las entregas, se realizó una priorización teniendo en cuenta el impacto de la causa y complejidad en la solución.

El criterio seleccionado, fueron las causas de alto Impacto (nivel 3) en la solución del problema y complejidad en la implementación en nivel medio (2) y bajo (1) con el fin de obtener resultados a corto y mediano plazo.

Las causas escogidas a profundizar para solucionar el problema de incumplimiento de acuerdo al criterio explicado anteriormente son las siguientes:

- No hay pronósticos de ventas confiables.
- Constantes cambios en productos que impactan en el abastecimiento de materiales.
- Ingeniería está limitada al tiempo que producción asigne en la fabricación de prototipos para el desarrollo de productos.
- No se cumplen los tiempos comprometidos para las preseries, las cuales son necesarias para validar procesos de fabricación y producto.
- Comercial se compromete con el cliente sin consultar a producción.
- Comercial no tiene claro que tiempo ofrecer al cliente cuando son productos nuevos.
- No hay control confiable de partes a empacar, generando reclamos por faltantes.

Ver Anexo A. Priorización de causas.

De acuerdo a las principales causas nombradas anteriormente, se define trabajar con las siguientes propuestas basadas en herramientas de ingeniería industrial para solucionar el problema en estudio.

Cuadro 5. Selección de Causas y Herramientas de solución

CAUSAS	PROPUESTAS
No hay pronósticos de ventas confiables	Modelo de pronóstico de ventas y planeación de la producción
Constantes cambios en productos que impactan en materiales como cajas y manuales	Modelo de desarrollo de productos nuevos
Ingeniería está limitada al tiempo que producción asigne a los prototipos	
No se cumplen los tiempos comprometidos para las preseries	
Comercial se compromete con el cliente sin consultar a producción	
Comercial no tiene claro que tiempo ofrecer al cliente cuando son productos nuevos	Control de faltantes por peso y código de barras en la línea de empaque
No hay control confiable de partes a empacar	

Fuente: construcción propia

### 6.3 MODELO DE PRONÓSTICO DE VENTAS Y PLANEACIÓN DE LA DEMANDA

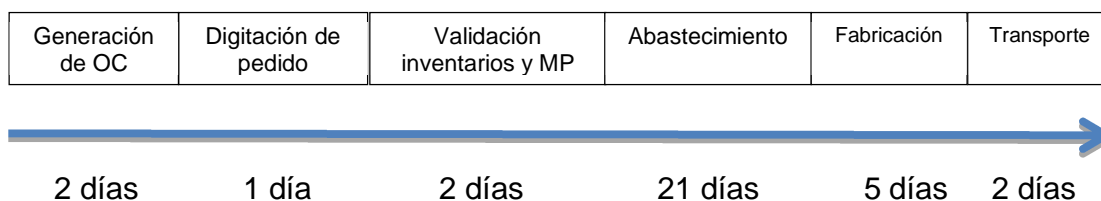
Los muebles tipo RTA, no son productos de alta diferenciación en el mercado, por esta razón la empresa define como estrategia ofrecer productos con diseños

flexibles, innovadores y multifuncionales para el hogar, con el objetivo de diferenciarse de sus competidores. Esta iniciativa genera que los sistemas de planeación y fabricación se deban adaptar a los constantes cambios en el portafolio de productos hasta que la empresa logre un posicionamiento en el mercado que le permita estabilizar dicho portafolio. Los constantes cambios en producto se han convertido en una dificultad en los procesos, para cumplir con el nivel de servicio generando insatisfacción en los clientes.

Para ser flexibles y lograr la disponibilidad de los productos al cliente, es necesario contar con un sistema adecuado de inventarios y con estrategias ágiles y confiables de desarrollo de productos, objetivos que no habían sido visualizados por la empresa, debido a la reciente incursión en el mercado y falta de experiencia en modelos de demanda con inventarios, lo que ha ocasionado que el sistema sea reactivo con incumplimientos al cliente.

De acuerdo al análisis del sistema actual y de la necesidad expresada anteriormente, se podría concluir que la empresa debería implementar un sistema de fabricación make to stock, aunque por la situación actual de incursión en el mercado y la alta variabilidad de la demanda, se propone trabajar con un sistema híbrido en el cual los productos tipo A sean fabricados mediante el sistema make to stock y los B y C con un sistema make to order, complementado con una planeación agregada de materiales que contribuya a reducir el lead time de la cadena permitiendo mejores tiempos de entrega.

El lead time actual es de 33 días, desde que llega una orden de compra del cliente:



Estos tiempos no son competitivos en el mercado; por lo tanto, con la propuesta de este trabajo se pretende reducir el lead time a 12 días para productos B y C y a 7 días para los productos tipo A bajo un sistema híbrido (make to stock – make to order).

A esta propuesta llegamos de la siguiente forma:

Iniciamos con la clasificación ABC de los productos terminados de acuerdo a unidades vendidas a través de la técnica de Pareto.

Cuadro 6. Clasificación ABC de los productos

Código	Producto	Pareto	ABC
22000022062	COMODA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 82X77X41CM (SHHA 080-000)	37%	A
22000021708	BIBLIOTECA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 160X60X25CM (SHES 420-000)	64%	A
22000021609	PUFF ECONOMICO CARREFOUR DOBLE CUEROTEX NEGRO 40X80X40CM (SHES 490-000)	68%	A
22000019287	COMEDOR CRESCENDO	72%	A
22000017338	MESA (PP) PARA PORTATIL SUPERFICIE WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO CON RODACHINA HOGAR MVES010210	76%	A
22000017296	ESCRITORIO FRANCO SUPERFICIE VIDRIO TEMPLADO 5MM COSTADO AGLOMERADO WENGUE FALDA GRIS CLARO 74X100X60CM HOGAR	78%	A
22000022613	PUFF ECONOMICO CARREFOUR DOBLE CUEROTEX CAFE 40X80X40CM (SHES 490-000)	81%	B
22000017294	ESCRITORIO SENCILLO MARCEL SUPERFICIE VIDRIO TEMPLADO 5MM FALDA AGLOMERADO WENGUE 74X100X50CM HOGAR	83%	B
22000024543	CENTRO DE TRABAJO EN L MEKANO	85%	B
22000020521	ESCRITORIO MEKANO SUPERFICIE EN VIDRIO CON PORTATECLADO WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO 74X100X50CM HOGAR	87%	B
22000017298	ESCRITORIO NIZA WENGUE CON ALMACE.	88%	B
22000022709	BIBLIOTECA KREA MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 150X120X50CM (SHME 010-000)	89%	B
22000021580	PUFF ECONOMICO CARREFOUR TELA LAFAYETTE SHES 340-000	90%	B
22000018997	MESA LYON MPD MELAMINICO WENGUE 32X65X50CM (SHSA-010-000)	91%	C
22000019273	BIBLIOTECA SANIN MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 141X47X40CM (SHME 080-000)	92%	C

Código	Producto	Pareto	ABC
22000020523	ARCHIVADOR MEKANO FIJO ESCRITORIO MEKANO WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO 68X28X44CM HOGAR	93%	C
22000016890	SILLA TOULON SIN BRAZOS AZUL CARREFOUR	94%	C
22000026393	BIBLIOTECA PORTI MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 180X60X25 CM (SHME-260-000)	94%	C
22000016883	SILLA LEMANS SIN BRAZOS NEGRA	95%	C
22000016888	SILLA MARSELLA NEGRA CON BRAZOS FIJOS	96%	C
22000020982	CENTRO DE COMPUTO TROYA MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 150X120X50CM (APME 020-000)	96%	C
22000026391	CENTRO DE COMPUTO BARIK MDP MELAMINICO WENGUE 151X120X50 CM (SHME-280-000)	97%	C
22000022712	MESA DE TV MORET CON RODACHINAS MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 45X130X40CM (SHSA 160-000)	97%	C
22000026401	CAMA SENCILLA NIDO MDP MELAMINICO WENGUE 48X201X103 CM (SHHA 240-000)-TKS-LOTE (20)	97%	C
22000019006	ESTACION EN L PENTAX AGLOMERADO FORMICA ZEBRAWOOD PERFILERIA GRIS NOPAL 150X130X74CM (SHME 150-000)	98%	C
22000020981	CENTRO DE ENTRETENIMIENTO LUXURY MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 150X150X50CM (APSA 010-000)	98%	C
22000026388	ESTACION DE TRABAJO EN L MILANO MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 74X158X112 CM (SHME-230-000)	98%	C
22000026392	BIBLIOTECA ESQUINERA CONDE MDP MELAMINICO WENGUE 140X47X40 CM (SHME-250-000)	98%	C
22000019004	ESCRITORIO CRITERIO MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 73X120X87CM (SHME-100-000)	99%	C
22000016546	ESCRITORIO PALERMO AGLOMERADO COLOR WENGUE 74X100X60CM HOGAR	99%	C
22000012034	SILLA VENTO SIN BRAZOS TAPIZADA ESTRUCTURA 4 PATAS PINTURA NEGRA O GRIS ALUMINIO ANGULO INCLINACION 101 GRADOS	99%	C
22000026394	CAMA SEMIDOBLE NOVA MDP MELAMINICO WENGUE 81X190X123 CM (SHHA-220000)	99%	C

Código	Producto	Pareto	ABC
22000022710	BIBLIOTECA PORTO MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 160X60X25CM (SHME 110-000)	99%	C
22000017471	MESA PARA PORTATIL SUPERFICIE VERDE LIMON BASE BLANCA NUEVO DISEÑO HOGAR	99%	C
22000017470	MESA PARA PORTATIL SUPERFICIE FUCSIA BASE BLANCA NUEVO DISEÑO HOGAR	100%	C
22000017334	MESA PARA PORTATIL SUPERFICIE WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO HOGAR	100%	C
22122400020	SILLA FEMME SIN BRAZOS CONCHA GRIS COD.07 ESTRUCTURA 4 PATAS CROMADA	100%	C
22000026390	CENTRO DE COMPUTO ZIGMA MDP MELAMINICO WENGUE 120X120X50 CM (SHME-290-000)	100%	C
22000017472	MESA PARA PORTATIL SUPERFICIE AZUL MARINO BASE BLANCA NUEVO DISEÑO HOGAR	100%	C
22000017473	MESA PARA PORTATIL SUPERFICIE NARANJA BASE BLANCA NUEVO DISEÑO HOGAR	100%	C
22000026389	ESTACION DE TRABAJO EN L KIWI MDP MELAMINICO WENGUE PERFILERIA GRIS NOPAL 74X145X100 CM (SHME-270-000)	100%	C
22122400104	SILLA VENTO SIN BRAZOS CONCHA BURDEOS (VINO) ESTRUCTURA 4 PATAS GRIS ALUMINIO	100%	C
22000017336	MESA PARA PORTATIL SUPERFICIE HAYA PERFILERIA BLANCA HOGAR	100%	C
22000018194	SILLA MARSELLA ESPALDAR VERDE- ASIENTO NEGRO	100%	C

Fuente: construcción propia

Posteriormente realizamos la modelación y selección del mejor sistema de pronósticos para los productos tipo A con datos históricos de 55 semanas de ventas, como lo muestra el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Resultados pronósticos producto terminado

Ítem	Producto	Promedio ponderado		Suavización exponencial Simple			Suavización exponencial doble				Promedio semanal	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Desviación esta. Errores	MAD	Sistema de Pronostico optimo
		MAD	ECM	alpha	MAD	ECM	alpha_2	Beta	MAD	ECM						
1	22000022062 COMODA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 82X77X41CM (SHHA 080-000)	22,4	797,2	0,283	23,7	1035,7	0,14	1,00	24,3	865,6	67,0	43,5	0,65	29,42	22,4	Promedio ponderado
2	22000021708BIBLIOTECA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 160X60X25CM (SHES 420-000)	22,5	762,3	0,519	20,9	685,4	0,11	1,00	22,4	719,1	47,3	35,8	0,76	26,82	20,9	Suavización exponencial Simple
3	22000021609PUFF ECONOMICO CARREFOUR DOBLE CUEROTEX NEGRO 40X80X40CM (SHES 490-000)	4,9	44,0	0,125	4,7	40,0	0,04	1,00	4,9	38,1	7,7	7,5	0,97	6,18	4,7	Suavización exponencial Simple
4	22000019287COMEDOR CRESCENDO	9,5	164,9	0,010	8,7	146,3	0,06	1,00	8,5	168,2	7,9	9,6	1,21	12,97	8,5	Suavización exponencial doble
5	22000017338MESA (PP) PARA PORTATIL SUPERFICIE WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO CON RODACHINA HOGAR MVES010210	2,4	8,8	0,486	2,2	8,3	0,01	0,07	2,1	7,1	5,7	2,9	0,51	2,67	2,1	Suavización exponencial doble
6	22000017296ESCRITORIO FRANCO SUPERFICIE VIDRIO TEMPLADO 5MM COSTADO AGLOMERADO WENGUE FALDA GRIS CLARO 74X100X60CM HOGAR	3,1	14,2	0,446	2,3	9,8	0,01	0,01	2,7	10,9	3,7	3,2	0,86	3,30	2,3	Suavización exponencial Simple

Fuente: construcción propia



- **Definición de políticas de inventarios para los productos Tipo A**

Debido a la variabilidad y a la etapa de crecimiento en el que se encuentran los productos de la línea hogar, es importante contar con un sistema como el de revisión continua (s,Q) que le permita a la empresa monitorear constantemente los movimientos realizados especialmente de los productos clasificados como tipo A, garantizando que los puntos de venta no quedaran desabastecidos y evitando los excesos de inventarios; adicionalmente se facilita la administración de esta clase de productos bajo este sistema de inventarios por estar concentrados en pocas referencias. Con el sistema de revisión continua (s,Q), se pretende que cada vez que el inventario cae al punto de reorden se ordene una cantidad fija Q para mantener el inventario de seguridad como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Política de Inventarios de Producto Terminado

Política	22000022062 COMODA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 82X77X41CM (SHHA 080-000)	22000021708 BIBLIOTECA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 160X60X25CM (SHES 420-000)	22000021609 PUFF ECONOMICO CARREFOUR DOBLE CUEROTEX NEGRO 40X80X40CM (SHES 490-000)	22000019287 COMEDOR CRESCENDO	22000017338 MESA (PP) PARA PORTATIL SUPERFICIE WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO CON RODACHINA HOGAR MVES010210	22000017296 ESCRITORIO FRANCO SUPERFICIE VIDRIO TEMPLADO 5MM COSTADO AGLOMERADO WENGUE FALDA GRIS CLARO 74X100X60CM HOGAR
Demanda promedio semana	67	47	8	8	6	4
Desv. Estándar	43	36	7	10	3	3
Lead Time (T)semanal	2	2	2	2	2	2
Inv. Seguridad (S)	65	65	14	28	7	9
Cantidad fija (Q)	11	12	4	2	3	2
MAD	22,35	22,52	4,92	9,50	2,35	3,10
Punto de reorden (s)	132	113	22	36	13	13
Costo de ordenar (A)	17000	17000	17000	17000	17000	17000
Valor unitario del ítem (v)	90000	60000	68600	382759	84500	112069
Costo de llevar el inventario ( r )	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Fuente: construcción propia

Con esta política de inventario de producto terminado, la empresa puede tener disponibilidad de los productos que más demanda han generado en el mercado y así atender en aproximadamente en 7 días las solicitudes de las tiendas.

Debido a que es un negocio en el cual la empresa está incursionando, existe gran cantidad de referencias que están iniciando su curva de crecimiento y presentan gran variabilidad de unidades vendidas. Por lo tanto, se decidió tener de estas referencias, especialmente las clase B y C, inventarios de materias primas con lo cual se amortiguarían los tiempos de abastecimiento, reduciendo así a 12 días en tiempos de entrega al cliente. Con esta estrategia se minimiza el tiempo de abastecimiento de materias primas, proceso el cual marca el cuello de botella en la cadena.

Para llevar a cabo esta estrategia, se tomaron los datos históricos de consumos de materias primas de las 44 referencias del estudio, teniendo en cuenta los consumos compartidos con las otras unidades de negocio de la compañía, debido a que no se puede separar en el sistema, los consumos sólo de los productos de la línea hogar, porque compras al realizar su labor hace una planeación agregada de los materiales para aprovechar lotes mínimos y negociación por volumen.

Para definir las políticas de inventario de materias primas comunes realizamos los pronósticos de acuerdo a datos históricos y definimos las políticas para las materias primas A, B y C.

Ver Anexo B Modelo de pronósticos para materiales

Cuadro 9. Resultado de pronosticos materia prima

Item	Pormedio ponderado		Suavización exponencial Simple		Suavización exponencial doble				Promedio semanal	Desviación estandar	Coeficiente de variación	Desviación esta. Errores	MAD	Sistema de Pronóstico optimo	
	MAD	ECM	alpha	MAD	ECM	alpha_2	Beta	MAD							ECM
1	609,58	477931,22	0,01	543,02	376089,01	0,08	0,30	611,76	476190,27	476,05	655,47	1,38	613,26	543,02	Suavización exponencial Simple
2	1209,59	1982955,34	0,06	1148,59	1721307,24	0,09	0,30	1252,30	2184006,34	2609,59	1510,52	0,58	1311,99	1148,59	Suavización exponencial Simple
3	570,01	703822,31	0,01	525,60	681916,90	0,01	0,30	654,97	677274,73	568,57	720,78	1,27	825,78	525,60	Suavización exponencial Simple
4	2054,47	7643578,01	0,01	1966,29	7202520,01	0,08	0,30	2190,93	8772481,26	2536,89	3215,39	1,27	2683,75	1966,29	Suavización exponencial Simple
5	2283,59	8976862,25	0,06	2278,35	8120400,90	0,01	0,01	2192,45	7691485,53	6117,73	3385,38	0,55	2773,35	2192,45	Suavización exponencial doble
6	116,76	72355,25	0,01	78,90	66210,57	0,01	0,30	119,69	66126,60	36,57	181,51	4,96	257,31	78,90	Suavización exponencial Simple
7	6720,83	69155413,49	0,30	5937,05	64534859,12	0,10	0,30	6340,99	72474059,41	6509,04	9022,66	1,39	8033,36	5937,05	Suavización exponencial Simple
8	2141,20	6701581,88	0,01	1840,15	5223702,43	0,08	0,30	2151,51	6736440,26	3958,57	2995,94	0,76	2285,54	1840,15	Suavización exponencial Simple
9	954,17	3526875,91	0,01	1023,37	3405555,42	0,01	0,01	1070,28	3343094,92	668,50	1339,66	2,00	1878,00	954,17	Pormedio ponderado
10	4807,77	34522037,19	0,06	4486,01	29424855,09	0,08	0,30	5034,57	36300531,54	11647,36	6139,92	0,53	5424,47	4486,01	Suavización exponencial Simple
11	3127,08	16634975,63	0,01	2859,90	14868991,15	0,09	0,30	3045,64	17442024,51	3025,75	4165,59	1,38	3856,03	2859,90	Suavización exponencial Simple
12	2726,25	14141073,49	0,01	2447,97	11507255,71	0,14	0,30	2907,78	15463062,43	3006,30	3494,35	1,16	3392,23	2447,97	Suavización exponencial Simple

Fuente: construcción propia.

Para definir las políticas, se realizó una clasificación ABC para los materiales de los productos de la línea hogar con los consumos agregados de todas las unidades de negocio de la empresa y de acuerdo a esto se estableció la política de revisión continua (s,Q) para los materiales tipo A, lo que permite que la compañía tenga un constante monitoreo del abastecimiento de estos materiales con cada transacción realizada desde la bodega de materias primas. Para los materiales tipo B y C, se decidió utilizar una política de revisión combinada (R,s,S) teniendo en cuenta la variabilidad en los consumos, estableciendo un mínimo y máximo en el inventario y un periodo de revisión de siete días, lo que le permite a la empresa reaccionar antes los cambios en los consumos de materiales.

Ver Anexo C. Políticas de inventario de materiales

Cuadro 10. Política de Inventario de Materia Primas Tipo A

POLITICA (s,Q) de materiales						
Item	128	161	121	106	129	120
Descripción	MDP MELAMINICO WENGUE TEXTURA MADERA DE 15MM D/D 2150MM X 2440MM	MDP MELAMINICO WENGUE TEXTURA MADERA DE 30MM D/D 2150MM X 2440MM	MDF MELAMINICO WENGUE TEXTURA LISO DE 3MM D/C 1520MM X 2440MM	CORREDERA DE 35CM NEGRO SOHO	MDP MELAMINICO WENGUE TEXTURA MADERA DE 12MM D/D 2150MM X 2440MM	CANTO MADERA LISO WENGUE 19MM ESPESOR 0.45MM C
	22012191	22012758	22011991	22010427	22012192	22011990
Unidad	und	und	und	kg	und	m
Demanda promedio semana	15	14	65	228	2	2610
Desv. Estandar	43	76	102	572	2	3710
Lead Time (T)semanal	21	21	21	10	21	10
Inv. Seguridad (S)	207	274	624	2152	10	20222
Cantidad fija (Q)	5	5	21	161	2	1271
MAD	21,93	29,05	66,22	330,93	1,07	3110,22
Punto de reorden (s)	221	288	689	2379	12	22832
Costo de ordenar (A)	17000	17000	17000	17000	17000	17000
Valor unitario del item (v)	\$ 104.825	\$ 97.071	\$ 23.986	\$ 1.500	\$ 109.092	\$ 275
Costo de llevar el inventario ( r )	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lotes mínimos	285	285	285	1	285	150
<b>Cantidad (Q) ajustado por restricción de proveedor</b>	285	285	285	161	285	1271

Fuente: construcción propia.

Cuadro 11. Política de Inventarios de Materias Primas tipo B y C

<b>POLITICA (R,s,S) de materiales</b>						
<b>Item</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Descripción</b>	ACCES TUERCA 1/4 EXAGONA	ACCES TUERCA 5/16 EXAGONA ZINCADO	ACCES TUERCA 3/16 EXAGONA	TORNILLO 6X1.5/8 CAB AVELL. AW6158 GIMLET W REF.400	TORNILLO CABEZA EXTRAPLA NA 8 X 1 REF: 32Z NEGRO	*CODIGO INACTIVO*TO RNILLO EXAGONAL DE 5/16 X 1/2 ZINCADO
R=7 dias	22000149	22000150	22000153	22000155	22000158	22000162
Unidad	und	und	und	und	und	und
Demanda promedio semana	476	2610	569	2537	6118	37
Desv. Estandar	655	1511	721	3215	3385	182
Lead Time (T)dias	10	10	10	10	10	10
Inv. Seguridad (s) pto reorden	482	699	475	913	964	191
MAD	543,0	1148,6	525,6	1966,3	2192,5	78,9
Nivel máximo de inventario (S)	958	3309	1043	3450	7082	227
Lotes mínimos	1	1	1	1	1	1
<b>Nivel máximo (S) ajustado por restricción de proveedor</b>	958	3309	1043	3450	7082	227

Fuente: construcción propia.

Con este análisis se realizó un comparativo del inventario efectivo de producto terminado y materias primas reales en el período de estudio versus los resultados obtenidos en la propuesta, como se ilustra a continuación:

Cuadro 12. Comparativo Inventario promedio semanal real vs inventario promedio propuesto

Productos tipo A	Inventario promedio semanal real marzo 2011 - marzo 2012 Unid.	Inventario promedio semanal propuesto Unid. (Q/2+inv. De seguridad)
22000022062 COMODA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 82X77X41CM (SHHA 080-000)	62	71
22000021708 BIBLIOTECA HABITUAL MDP MELAMINICO WENGUE 160X60X25CM (SHES 420-000)	50	71
22000021609 PUFF ECONOMICO CARREFOUR DOBLE CUEROTEX NEGRO 40X80X40CM (SHES 490-000)	15	17
22000019287 COMEDOR CRESCENDO	24	29
22000017338 MESA (PP) PARA PORTATIL SUPERFICIE WENGUE PERFILERIA GRIS CLARO CON RODACHINA HOGAR MVES010210	7	9
22000017296 ESCRITORIO FRANCO SUPERFICIE VIDRIO TEMPLADO 5MM COSTADO AGLOMERADO WENGUE FALDA GRIS CLARO 74X100X60CM HOGAR	3	10

Fuente: construcción propia.

Con estos resultados podemos inferir que en el período evaluado el inventario real en unidades de los productos tipo A está por debajo del sugerido por el modelo de acuerdo a la política de inventarios propuesta, lo que nos valida el problema de incumplimiento a los clientes por no tener disponibilidad del producto terminado listo para distribuir. Con el modelo de pronósticos y la política de inventario de producto terminado propuesta existe una base matemática y analítica para mejorar la disponibilidad de productos para el cliente.

Al evaluar los inventarios promedios de las materias primas del modelo versus el inventario promedio real, se identificó que un 15% de los ítems de materias primas presentaron excesos de inventario en unidades reales versus lo definido por la política de inventario de materias primas propuestas y un 84% de los ítems con unidades faltantes del inventario real versus el modelo propuesto de política de inventario de materiales, lo que evidencia la problemática de abastecimiento y la

asertividad del modelo de la propuesta para mejorar la disponibilidad de materias primas.

Etiquetas de fila	Cuenta
EXCESO	15,18%
FALTANTE	84,82%
<b>Total general</b>	<b>100,00%</b>

Ver Anexo D. Comparación del inventario real de materias primas vs inventario sugerido por políticas de inventario propuestas (período marzo 2011 a marzo 2012)

#### **6.4 MODELO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS**

El modelo de desarrollo de productos definido en la empresa XYZ actualmente está fundamentado en el modelo de Renault, el cual contempla diferentes filtros de validación que reducen el riesgo al fracaso de un producto, visto desde la perspectiva de marketing como de fabricación.

La empresa XYZ en su proceso de implementación ha detectado que el modelo es muy complejo y demanda mucho tiempo en sus etapas teniendo en cuenta el tipo de producto desarrollado (automóviles), lo cual no satisface las necesidades de flexibilidad en el negocio de muebles para el hogar, ocasionando retrasos en las entregas de los diferentes productos. El mayor impacto en el modelo se da en las etapas de prototipado, validación del producto en el proceso de fabricación y su funcionalidad de acuerdo a las necesidades del cliente, actualmente estos procesos no cumplen todas sus etapas, generando altos riesgos de calidad en los productos, pérdidas en los procesos y retrasos en las entregas por las siguientes causas :

- Los prototipos se fabrican dentro de la misma línea de producción y estos entran en cola con los pedidos normales de clientes, generando retrasos al no ser prioridad para producción.

- Debido a las largas esperas en la fabricación de prototipos, el tiempo para correcciones y nuevas validaciones es muy corto o incluso nulo.
- Comercial negocia con el cliente tiempos de entrega de productos nuevos como si fueran productos de línea, lo que conlleva a un círculo vicioso de incumplimientos de compromisos entre los procesos internos, viéndose reflejado hasta el cliente.

Las anomalías en producto y proceso se están asumiendo en la línea de producción con los productos que se deben entregar al cliente ocasionando incumplimientos en las entregas.

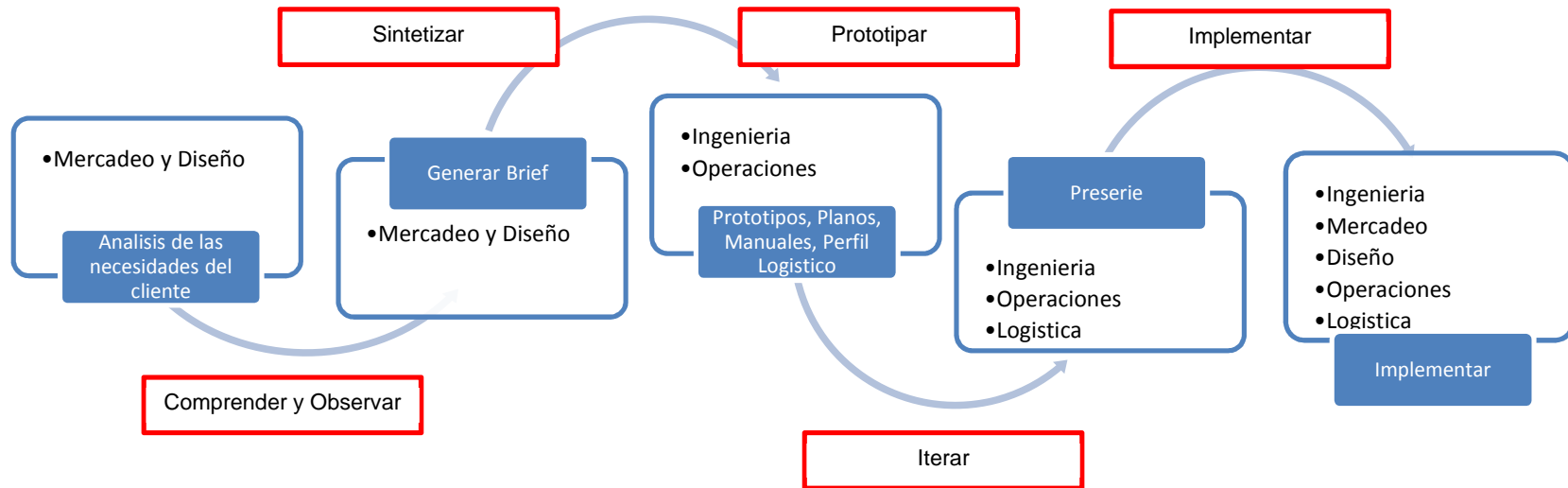
Teniendo en cuenta las variables de flexibilidad y tiempos de entrega requeridos para el desarrollo e implementación de productos y después de investigar diferentes metodologías de solución de problemas en el diseño y desarrollo, se plantea como propuesta la metodología “Design Thinking” con adaptaciones específicas al tipo de producto y procesos de la empresa XYZ. “Design Thinking” metodología desarrollada por la empresa IDEO en asociación con la universidad de Stanford; es un método de innovación a través del cual se observan los retos y solucionan problemas. El “Design Thinking” se concentra en el proceso de diseño más que en el producto final e integra conocimientos técnicos del diseño, las ciencias sociales, la empresa y la ingeniería, formando sólidos equipos multidisciplinarios”<sup>24</sup>. Esta metodología contempla seis pasos, los cuales fueron adaptados de acuerdo a los procesos y necesidades de la empresa XYZ como lo ilustra la siguiente figura:

---

<sup>24</sup> STEINBECK, Op. cit., p. 28.



Figura 13. Metodología del modelo “Design Thinking” adaptado a las necesidades de la empresa XYZ



Fuente: construcción propia.

De esta manera y logrando un grupo multidisciplinario capaz de generar la mejor alternativa de producto que satisfaga las necesidades del cliente, con espacios que agreguen valor y no con “secuencia de pasos”, se logrará cumplir con tiempos factibles y estratégicos para el negocio, sin dejar a un lado la calidad y la flexibilidad de los productos.

Las etapas definidas son las siguientes de acuerdo al modelo propuesto en la figura 13:

- 1. Comprender y Observar:** En esta etapa, participan los procesos de mercadeo y diseño de productos en la cual se analizan las necesidades del mercado, se obtiene información de tendencias, se estudia la competencia y se definen los objetivos que se desean alcanzar con el diseño del producto.
- 2. Sintetizar:** En esta etapa mercadeo y diseño hacen entrega del Brief del producto en el cual se presentan las alternativas de diseño, costo objetivo, segmento de mercado e información técnica requerida por el diseñador. Es la información de entrada para el proceso de desarrollo del producto.
- 3. Prototipar:** En esta etapa intervienen los procesos de desarrollo de productos y Procesos de Operaciones en donde se ponen a prueba las ideas de los ingenieros de desarrollo de forma física realizando pruebas de resistencia, estructura entre otras; además se establecen las primeras versiones de planos donde se definen los detalles técnicos y se muestran las especificaciones de cada parte del producto, es la información con la cual trabaja producción; los manuales de ensamble para el cliente y guías del producto para comercial, el perfil logístico que define los parámetros de abastecimiento, políticas de inventario de materia prima y producto terminado, empaque, almacenamiento y transporte y la elaboración de la estructura del árbol de producto terminado y las rutas de proceso de fabricación incluyendo tiempos de proceso, consumos de materias primas y costos.

Actualmente este proceso es crítico considerando su importancia e impacto en el producto final y en el tiempo de desarrollo, el cual se ve afectado por ser dependiente de la entrega del prototipo por parte de producción, pues este

proceso no le da la importancia necesaria por tener el paradigma de que los prototipos no hacen parte de un pedido de entrega al cliente, por lo tanto planteamos la siguiente estrategia de mejora

- a. Elaboración de prototipos fuera de la línea de producción.

Se propone dotar al taller de desarrollo de producto de máquinas y herramientas similares a las del proceso de producción, entre las cuales se encuentran:

- Sierra circular para corte de aglomerado.
- Ruteadora (Rover).
- Dobladora Durma para piezas metálicas.
- Equipo de soldadura.

Con esta propuesta se eliminan los tiempos de espera en fabricación de prototipos por parte de producción y se cumplirían las pruebas necesarias a los productos para garantizar la calidad y factibilidad de fabricación de estos.

- b. Implementación de Focus Group con clientes finales para identificar mejoras en los atributos del producto, funcionalidad y expectativas del cliente. Aquí se consolidan las especificaciones finales del producto.

**4. Iterar:** En la etapa de iterar intervienen todos los procesos operativos de la compañía desde mercadeo hasta logística de entrega al cliente, con el fin de validar y corregir desviaciones o mejoras propuestas por los diferentes procesos. En esta etapa se hace la simulación de un pedido donde se pone a prueba el desarrollo del producto.

De acuerdo a la información suministrada por todos los procesos los ingenieros de desarrollo realizan los cambios pertinentes para la implementación del producto.

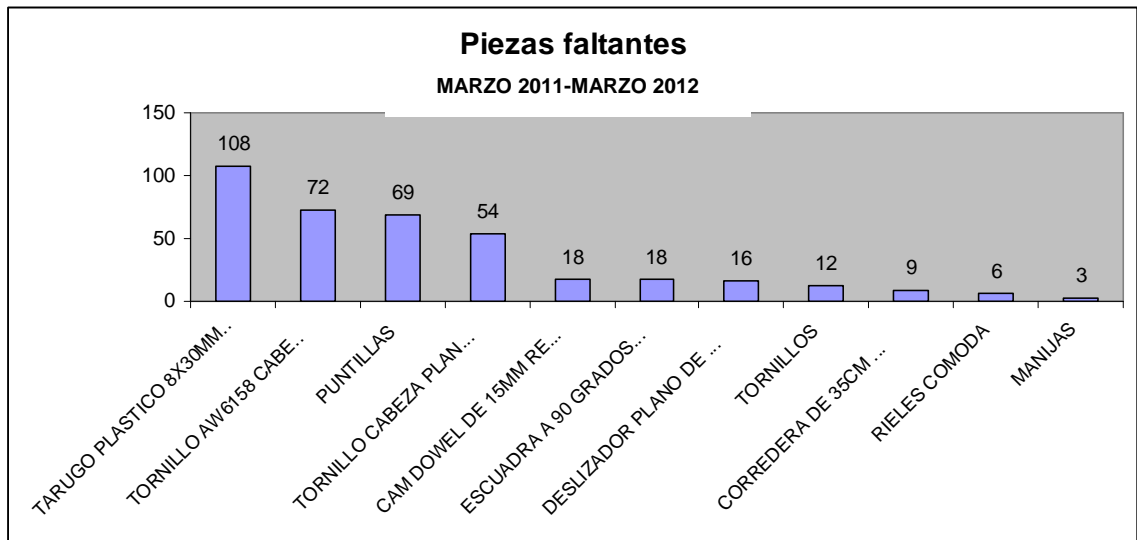
**5. Implementación:** En esta etapa, intervienen todos los procesos de la compañía, en donde se realiza una retroalimentación del comportamiento del producto en sus procesos de fabricación, distribución y en la experiencia que ha tenido el cliente, para la definición de posibles proyectos de mejora en el producto y proceso.

Con la implementación de esta metodología, se espera que la promesa de entrega en el desarrollo de un nuevo producto este dada en 9 meses; información que debe tener clara mercadeo en el momento de hacer una promesa de servicio.

### 6.5 CONTROL POR PESO Y CÓDIGO DE BARRAS PARA FALTANTES

Actualmente para la línea de empaque de los productos no hay un control que garantice las partes completas dentro de cada caja, siendo el proceso manual y vulnerable a errores lo que ha ocasionado los siguientes reclamos por piezas faltantes.

Figura 14. Participación de partes faltantes en los productos



Fuente: construcción propia.

- **Proceso Actual de empaque:**

- Las partes a empacar llegan a la línea de empaque de los procesos de perforado y encolado.

- Las piezas son identificadas con número por un operario colocando un sticker. El operario las identifica de acuerdo al número que está establecido en la tarjeta viajera.

- En la línea de empaque hay tres operarios, los cuales van colocando las partes en cada caja de acuerdo a la distribución del listado de nivel de empaque.

- Este método de empaque es vulnerable a que el operario se equivoque e incurran un faltante de partes dentro de la caja.

- **Sistema propuesto para empaque en la línea RTA:** analizando herramientas de control de proceso como POKA-YOKE, la cual permite identificar los defectos de calidad en la fuente en tiempo real, para evitar reclamos de clientes y haciendo una analogía con el funcionamiento de un supermercado al momento del registro de artículos en una compra, se establece la siguiente propuesta:

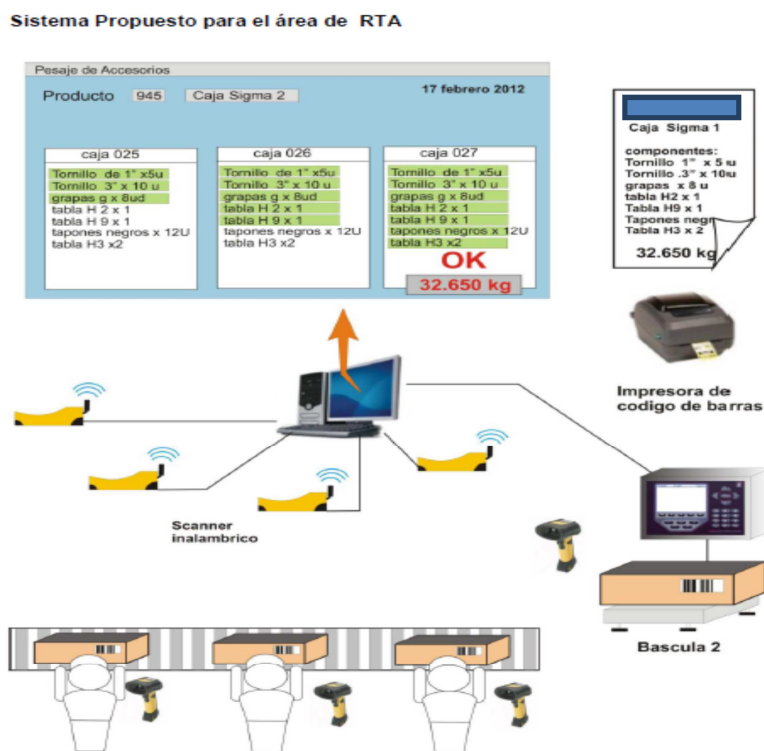
Desarrollo de un software para el control y registro de las diferentes partes de producto, las cuales son identificadas con un sticker y son leídas por varios scanner lectores de códigos de barras, con una verificación final de peso a través de una báscula chequeadora que permite tener un doble filtro, asegurando así que todas las cajas salgan completas de la línea.

El software se compone de una base de datos con la lista de componente y otra base de datos con la lista de los muebles o productos finales con el valor de peso ideal, tolerancias de peso mínimo y máximo permitido, hora y fecha del empaque.

Proceso: El operario debe seleccionar en el software el producto a empacar, luego en pantalla aparece el producto seleccionado con la lista de partes que la componen. El operario inicia el proceso registrando el ID de la caja (las cajas deben estar identificadas con un código de barras (Id único), así como los diferentes partes); y luego, debe registrar con el scanner cada componente que va ingresando a la caja. A medida que se ingresan los componentes en la pantalla del PC, este indica el elemento que ingresó y cuáles faltan. Al final del proceso la caja se ubica en la báscula, donde el software verifica que la caja tenga el peso correspondiente y que se hayan ingresados todas las partes que componen la caja. Si la verificación es correcta, se imprime un sticker con el nombre del producto, la lista de componentes, peso, fecha y hora.

La línea contará con una baliza que indicará cuándo una caja presenta un desfase en su rango de peso definido, esta es una alerta para que el inspector de calidad separe la caja de la línea y sea validada físicamente.

Figura 15. Sistema de control de faltantes propuesto en la línea RTA



Fuente: construcción propia.

- **Proceso actual de empaque de kits:**

- Existe una mesa de empaque paralela a la línea de empaque RTA, donde se empaquetan en una bolsa plástica todas partes pequeñas que sirven para el ensamble final del producto por parte del cliente.

- El operario utiliza una lista de chequeo por producto para realizar el empaque

- Este es un proceso de conteo manual y monótono, lo cual es vulnerable a errores en faltantes.

- Al faltar una pieza de accesorios el cliente final no puede ensamblar el producto generando reclamos.

- **Sistema propuesto para el empaque de Kit de accesorios:** para el empaque del kit de accesorios que debe llevar cada producto se establecerá un sistema similar al anteriormente expuesto, para garantizar que no se presenten faltantes de piezas pequeñas (tornillos, arandelas, tarugos, etc.) que la báscula no alcanza a detectar.

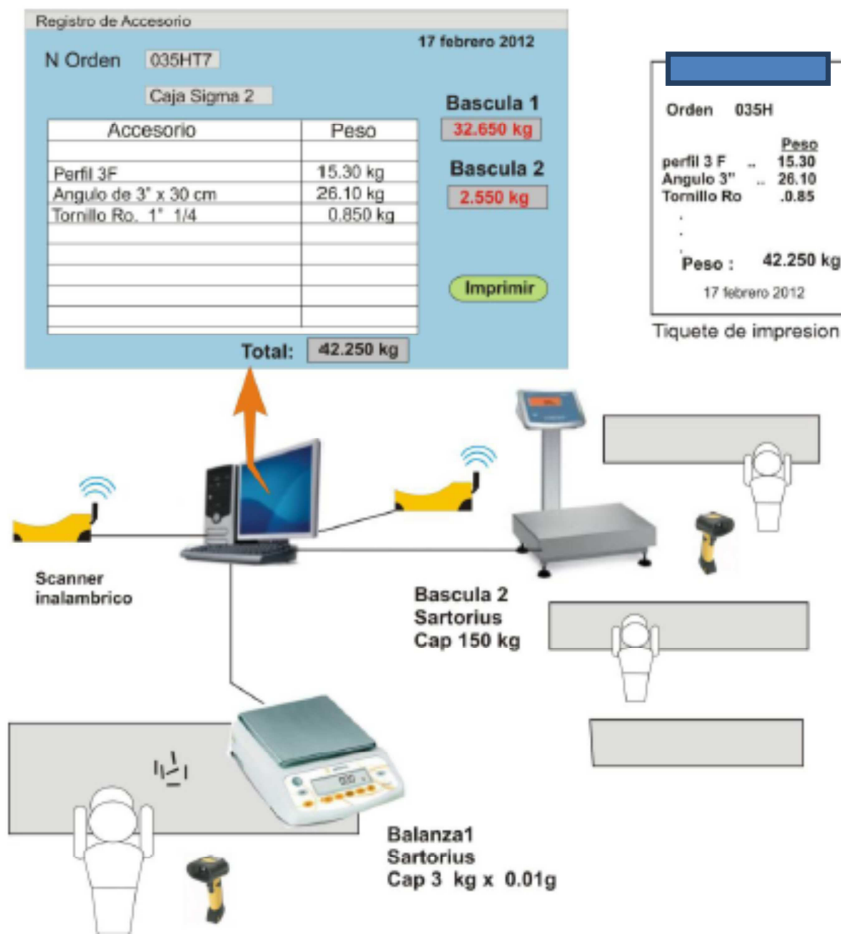
El desarrollo del software para el chequeo y control del pesaje de los diferentes accesorios debe contar con la opción de utilizar dos modos de pesaje: Pesaje Horizontal y pesaje Vertical. El software se compone de una base de datos con la lista de los ítems o accesorios que componen el KIT, captura de los datos y el peso proveniente de la balanza contadora.

Proceso: El operario debe seleccionar el código del KIT con que va a trabajar, luego debe escribir la cantidad de KITS a empacar y finalmente debe seleccionar el modo de pesaje (Horizontal o Vertical). Automáticamente aparece en pantalla el KIT seleccionado con la lista de componentes que lo conforman y un contador de

Kits. El software automáticamente va indicando al operario qué componente debe agregar o empaclar y verifica que el peso y cantidad este dentro de las tolerancias permitidas.

Figura 16. Sistema de control de faltantes en kits de accesorios propuesto

### Sistema Propuesto



Fuente: construcción propia

A continuación se presenta el plan de calidad de la línea de producción RTA, con que se espera reducir en un 90% los reclamos por faltantes de partes dentro de paquetes.



Cuadro 13. Plan de calidad proceso productivo: línea hogar

CÓDIGO: _____	REVISIÓN N°: 0	SOLICITUD N°: _____	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN: _____	ELABORADO POR: _____	APROBADO POR: _____
RTA					

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar	
Enchape	Canteadora	Acabados de las partes de Aglomerado	Embombamiento	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100%	Operario Canteadora	Genera Reclamo del Cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Rayones (profundos y largos)	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100% Dejar registro de las primeras y últimas 4 piezas por lote de cada referencia en la tarjeta viajera	Operario Canteadora	Genera Reclamo del Cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata	
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar		Rechazar
Enchape	Canteadora	Acabados de las partes de Aglomerado	Rayones (poco perceptibles)	B	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100% Dejar registro de las primeras y últimas 4 piezas por lote de cada referencia en la tarjeta viajera	Operario Canteadora	Posible reclamo de cliente	x		Solo si el inspector de calidad en su evaluación lo autoriza.
			Golpes – Despiques	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100% Dejar registro de las primeras y últimas 4 piezas por lote de cada referencia en la tarjeta viajera	Operario Canteadora	Genera Reclamo del Cliente		x	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Tonalidad del foil y del canto Manchas	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Verifique el acabado solicitado en el programa de producción vs el de la materia prima. Compare el acabado del foil y del canto contra el patrón	100%	Operario Canteadora	Genera Reclamo del Cliente		x	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata	
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar		Rechazar
Enchape	Cantadora	Acabados de las partes de Aglomerado	Excesos , faltante o grumos de pegante en el canto	B	Borde de las partes	Atributos	Inspección visual: Observando los bordes de las piezas	100% Dejar registro de las primeras y últimas 4 piezas por lote de cada referencia en la tarjeta viajera	Operario Canteadora	Posible Reclamo del Cliente		x	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Partes sucias	C	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las piezas	100% Dejar registro de las primeras y últimas 4 piezas por lote de cada referencia en la tarjeta viajera	Operario Canteadora	Recomendación del cliente		x	Limpiar las partes
			Canto sin refilar (filos en las esquinas o bordes)	AA	Borde de las partes	Atributos	Observando y tocando suavemente los bordes y esquinas de las piezas	100% Dejar registro de las primeras y últimas 4 piezas por lote de cada referencia en la tarjeta viajera	Operario Canteadora	Lesiones Personales Compromisos Legales Genera Reclamo del Cliente		x	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata	
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar		Rechazar
Maquinado	Taladro	Acabados de las partes de Aglomerado	Embombamiento	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100%	Operario Taladro	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Rayones (profundos y largos)	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100%	Operario Taladro	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Rayones (poco perceptibles)	B	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100%	Operario Taladro	Posible reclamo de cliente	X		Solo si el inspector de calidad en su evaluación lo autoriza.
			Golpes – Despiques	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	100%	Operario Taladro	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Tonalidad del foil y del canto Manchas	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Verifique el acabado solicitado en el programa de producción vs el de la materia prima. Compare el acabado del foil y del canto contra el patrón	100%	Operario Taladro	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar	
Maquinado	Taladro	Acabados de las partes de Aglomerado	Excesos , faltante o grumos de pegante en el canto	B	Borde de las partes	Atributos	Inspección visual: Observando los bordes de las piezas	100%	Operario Taladro	Posible Reclamo del Cliente	x	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Partes sucias	C	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las piezas	100%	Operario Taladro	Recomendación del cliente	x	Limpiar las partes
			Canto sin refilar (filos en las esquinas o bordes)	AA	Borde de las partes	Atributos	Observando y tocando suavemente los bordes y esquinas de las piezas	100%	Operario Taladro	Lesiones Personales Compromisos Legales Genera Reclamo del Cliente	x	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
		Modulación	A	Todas las perforaciones	Dimensional	Inspección dimensional: Medir con el pie de rey las perforaciones de las piezas, comparando de acuerdo a como lo indican los planos.	Muestreo de 4 piezas al inicio y final de cada lote por cada referencia , dejando registro de 3 medidas críticas de acuerdo a plano. Registrar en la tarjeta de trazabilidad	Operario Taladro	Genera reclamo del cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.	

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata	
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar		Rechazar
Empaque	Limpieza y Empaque	Acabados de las partes de Aglomerado	Embombamiento	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario de empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Rayones (profundos y largos)	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Rayones (poco perceptibles)	B	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Posible reclamo de cliente	X		Solo si el inspector de calidad en su evaluación lo autoriza.
			Golpes – Despiques	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las partes por todas sus caras	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata	
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar		Rechazar
Empaque	Limpieza y Empaque	Acabados de las partes de Aglomerado	Tonalidad del foil y del canto Manchas	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Verifique el acabado solicitado en el programa de producción vs el de la materia prima. Compare el acabado del foil y del canto contra el patrón	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Excesos, faltante o grumos de pegante en el canto	B	Borde de las partes	Atributos	Inspección visual: Observando los bordes de las piezas	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Posible Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
			Partes sucias	C	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando las piezas	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Recomendación del cliente		X	Limpiar las partes

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional								Criterios de Decisión		Acción Inmediata
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar	Rechazar	
Empaque	Limpieza y Empaque	Acabados de las partes de Aglomerado	Canto sin refilar (filos en las esquinas o bordes)	AA	Borde de las partes	Atributos	Observando y tocando suavemente los bordes y esquinas de las piezas	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Lesiones Personales Compromisos Legales Genera Reclamo del Cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.	
		Empaque	Limpieza y Empaque	Partes fuera de especificación dimensional	A	Todas las perforaciones	Dimensional	Inspección dimensional: Medir con el flexometro las dimensiones y diagonales de las partes, comparando de acuerdo a como lo indican los planos.	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera reclamo del cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
				Perforaciones fuera de especificación dimensional	A	Todas las perforaciones	Dimensional	Inspección dimensional: Medir con el pie de rey las perforaciones de las piezas, comparando de acuerdo a como lo indican los planos.	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera reclamo del cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.



Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional								Criterios de Decisión		Acción Inmediata
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar	Rechazar	
Empaque	Limpieza y Empaque	Acabados de las partes metálicas	Grumos, escases, manchas o desprendimiento de pintura	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando cada parte	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
		Modulación de partes metálicas	Partes fuera de especificación dimensional	A	Todas	Dimensional	Inspección dimensional: medir con flexómetro o pie de rey, comparando de acuerdo a como se indica en los planos	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.
		Acabados de partes en vidrio	Golpes – Despiques	A	Todas	Atributos	Inspección visual: Observando cada parte de vidrio	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente		X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional								Criterios de Decisión		Acción Inmediata
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar	Rechazar	
Empaque	Limpieza y Empaque	Modulación de partes en vidrio	Partes fuera de especificación dimensional	A	Todas	Dimensional	Inspección dimensional: medir con flexómetro o pie de rey, comparando de acuerdo a como se indica en los planos	Revisar cada lote por muestreo por militar estándar antes de iniciar a empacar	Operario Empaque	Genera Reclamo del Cliente	X	Separar el material e identificar como producto no conforme e informar al coordinador de producción e inspector de calidad.	
Empaque	Limpieza y Empaque	Producto Completo	Faltantes de accesorios	A		Atributos	Inspección por el Sistema de Control por peso	100% cada paquete de kits	Operarios de Empaque e Inspector de Calidad	Genera Reclamo del Cliente	X	Retener, destapar el paquete y contar todas las piezas hasta garantizar el paquete completo	
Empaque	Limpieza y Empaque		Faltante de partes de aglomerado y/o metálicas	A		Atributos	Inspección por el Sistema de Control por peso	100% de caja de producto	Operarios de Empaque e Inspector de Calidad	Genera Reclamo del Cliente	X	Retener, destapar caja y contar todas las piezas hasta garantizar la caja con partes completas	

**Consideraciones:**

El inspector de calidad debe verificar que la información de los entregables de ingeniería sea congruente entre la tarjeta viajera, listado de empaque, lista de chequeo y manual.

El inspector de calidad realizará muestreos en todo el proceso de las características del producto.

El inspector de calidad siempre debe estar presente en el proceso de empaque en la línea monitoreando el sistema de control por peso.

El inspector de calidad, coordinador de calidad y jefe de calidad tienen la autoridad para rechazar o aceptar un defecto.

El coordinador de producción y /o Jefe de producción son responsables de tomar la decisión, si un producto no conforme se puede reprocesar o enviar al desperdicio. Si la pieza es reprocesada el inspector debe evaluarla nuevamente.

Los operarios deben diligenciar completamente la tarjeta viajera por cada lote de producto.

Sup-Proceso	Maquina	Característica de calidad que valora el Cliente	Control Operacional							Criterios de Decisión		Acción Inmediata
			Descripción del Defecto (Qué)	Tipo de Defecto	Zona del Producto (Dónde)	Método de Inspección (Como)	Descripción de la inspección (Como)	Frecuencia de Inspección (Cuando)	Responsable (Quién)	Porqué	Aceptar	
<b>MANEJO DE NO CONFORMES</b>			<p>El operario retiene el producto de acuerdo a lo definido en este plan de calidad e informa al líder del proceso y al inspector de calidad, debe dejar registro en el reporte de no conforme, indicando las causas, trasladándolo al área de no conformes o a la respectiva área para determinar su clasificación y manejo especial por parte de Producción. El registro de no conforme debe hacerse llegar al inspector de calidad para su correspondiente digitación en el indicador y evacuación del material a enviar al desperdicio, por parte del área de calidad</p> <p>NOTA 1: Para mayor información ver el Instructivo de Trabajo IT-80-010 Manejo de Producto No Conforme en Planta. Los productos reparados y/o reprocesados entran de nuevo al proceso y se someten a inspección según el plan de calidad respectivo. Para mayor información con respecto a los métodos de Inspección Ver Instructivo de Trabajo IT-80-004 Definición de Métodos de Inspección Dimensional, Visual y Funcional.</p> <p>NOTA 2: Para mayor información sobre los diferentes tipos de defectos, ver el Formato F-80-052, Matriz de Defectos de Producto No Conforme.</p>									

### **Validación de las propuestas del proyecto.**

Al socializar con las áreas involucradas esta propuesta con el fin de validar su posible implementación, encontramos gran aceptación debido a que son temas que la empresa ha visualizado como oportunidades para mejorar su nivel de servicio en la línea de muebles para el hogar, pero aún no ha logrado aterrizar en un proyecto estructurado. Para sintetizar, definimos dos puntos claves a revisar:

Relevancia de la propuesta y Barreras de Implementación, tal como se ilustra en el siguiente cuadro resumen.

Cuadro 14. Validación de las propuestas del proyecto y propuestas de mitigación de barreras

<b>Modelo de Pronosticos y Planeacion de la Demanda</b>	<b>Modelo de Desarrollo de Nuevos Productos</b>	<b>Control de faltante de piezas en el producto</b>
<p><b>Procesos Involucrados:</b> Planeacion de la demanda, mercadeo y compras.</p>	<p><b>Procesos Involucrados:</b> Ingenieria, Diseño, Mercadeo, Operaciones</p>	<p><b>Procesos involucrados:</b> producción, calidad</p>
<p><b>Relevancia de la Propuesta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Propuesta de alto impacto para mejorar el cumplimiento de entregas.</li> <li>*Punto de partida para estandarizar modelos de inventarios de acuerdo a la evolucion de la demanda.</li> <li>*Modelos que facilitan el monitoreo de productos con baja rotacion para tomar decisiones oportunas que permitan mejorar el capital de trabajo.</li> </ul>	<p><b>Relevancia de la Propuesta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*El modelo contribuye a reducir anomalias en el proceso productivo, generadas por falta de una metodologia confiable de desarrollo de productos ocasionando retrasos en las entregas e ineficiencias.</li> <li>*Estrategia que busca garantizar la calidad del producto y la aceptacion del cliente.</li> <li>*Busca integrar los procesos de la compañía en pro de la satisfaccion del cliente.</li> </ul>	<p><b>Relevancia de la propuesta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Control confiable que garantiza la reducción de reclamos por faltantes de partes</li> <li>* Sistema que permite trazabilidad de los productos empacados en la línea.</li> <li>* Filtros que alarman los problemas de faltantes de partes dentro de cada empaque.</li> </ul>
<p><b>Barreras de Implementación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Alta variabilidad en el portafolio de productos.</li> <li>*Poca habilidad técnica en el manejo de pronósticos y políticas de inventarios del personal de estos procesos.</li> <li>* Variabilidad en los datos históricos de ventas que se reflejan en errores de pronósticos.</li> <li>*No existe una estrategia clara de mercadeo que genere confiabilidad en ventas más estables.</li> </ul>	<p><b>Barreras de Implementación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Cumplimiento de los compromisos de cada proceso para el modelo de desarrollo.</li> <li>*Presión comercial en el tiempo de entrega del desarrollo de un producto.</li> </ul>	<p><b>Barreras de implementación:</b></p> <p>No existen barreras considerables en su implementación, es una solución dentro del alcance presupuestal de la empresa, de impacto alto en la satisfacción del cliente y de rápida implementación.</p>

Propuesta de mitigación de barreras o riesgos en la implementación		
Modelo de Pronósticos y Planeación de la Demanda	Modelo de Desarrollo de Nuevos Productos	
* Realizar un análisis de los productos que mayor aceptación y rotación se ha tenido en el mercado para depurar portafolio y definir un número de productos que permita ir avanzando en la curva del ciclo de producto	* Establecer como proyecto estratégico la implementación del modelo de desarrollo de productos	
* Establecer una estrategia de mercadeo y venta de los productos que pueda garantizar ventas más constantes o que permita identificar estacionalidades, para disminuir incertidumbre en los pronósticos.	* Definir mecanismos de interacción de los procesos que intervienen en el modelo con indicadores y metas que apalanquen el trabajo en equipo entre áreas.	
* Definir un cronograma de entrenamiento y evaluación al personal de mercadeo, planeación y compras en temas de pronósticos y políticas de inventario	* Establecer acuerdos o niveles de servicio internos entre las áreas de desarrollo de productos, operaciones y comercial en el suministro de productos nuevos.	

Fuente: Construcción propia

De acuerdo a esta realimentación por parte de la organización planteamos los siguientes pasos para que esta propuesta pueda ser implementada:

Cuadro 15. Plan de implementación

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
1. Presentar propuesta a Presidencia de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Explicar la problemática actual</li> <li>* Impacto de la problemática en la satisfacción al cliente.</li> <li>* Beneficios de la implementación</li> <li>* Barreras o riesgos en la implementación</li> <li>* Acciones de mitigación de riesgos</li> <li>* Benchmarking de la propuesta planteada en otras empresas con procesos similares</li> <li>* Recursos necesarios para la implementación (presupuesto y recurso humano).</li> <li>* Definición de líder del proyecto</li> </ul>
<b>HITO</b>	<b>Aprobación de recursos y matriculación como proyecto estratégico</b>
2. Identificar estrategias de cambio que faciliten el proceso de implementación.	Identificar posibles resistencia a cambio por parte del personal. Definir acciones para mitigar la resistencia al cambio (Ej: capacitación, reconocimiento)
3. Socialización de la propuesta en las áreas involucradas	Establecer un esquema de trabajo que motive a las áreas involucradas en la implementación del proyecto
4. Definición de cronograma	Cronograma detallado que involucra los pasos a desarrollar, actividades de cambio, entrenamiento, actividades de mitigación de riesgos o barreras y actividades de monitoreo al avance.
<b>HITO</b>	<b>Aprobación de cronograma por presidencia y jefes de áreas involucradas</b>
5. Seguimiento y control	Definir reuniones de avances de cronograma y seguimiento a los resultados con presidencia y jefes de áreas.
<b>HITO</b>	<b>Divulgación de cronograma de reuniones de seguimiento</b>
6. Cierre del proyecto implementado	Presentación de resultados, lecciones aprendidas y recomendaciones de mantenimiento

Fuente: Construcción propia

## 7. CONCLUSIONES

Con el estudio realizado para generar una propuesta de solución a los incumplimientos en las entregas a los clientes de la unidad de negocio de muebles para el hogar, se identificaron tres propuestas de mejora, tales como: el modelo de pronósticos de ventas y planeación de la demanda, modelo de desarrollo de productos y control de faltantes de piezas en el producto.

### Modelo de pronostico de ventas y planeación de la demanda

- De acuerdo al marco teórico de los sistemas de fabricación y estudio de la demanda realizado, se concluye que la unidad de negocio de muebles para el hogar debe implementar un sistema de fabricación híbrido, donde se contemplan productos bajo make to stock y make to order debido a la etapa de incursión y crecimiento en el mercado en la que se encuentra, demostrado a través del análisis de pronósticos y políticas de inventario planteadas para producto terminado y materias primas que permitirán alcanzar el nivel de servicio objetivo.
- Con los modelos de pronósticos y políticas de inventario de producto terminado y materias primas se logra reducir el lead time de entregas de 33 días a 7 días para los productos tipo A y para los productos tipo B y C a 12 días.

### Modelo de desarrollo de productos nuevos

- Uno de los eslabones más importantes de la cadena, es contar con un modelo de diseño y desarrollo de productos adecuado que permita definir y validar el flujo de procesos, especificaciones de calidad del producto, necesidades y expectativas de los clientes que impactan en el nivel de servicio esperado.
- Con el modelo de desarrollo propuesto se espera reducir en 80% los problemas en piso de producción por errores en la definición de especificaciones que se ven reflejados en incumplimiento de los programas de producción, sobre costos por anomalías y reprocesos e insatisfacción del cliente por incumplimientos o problemas de calidad en los productos.
- El modelo estandariza el tiempo de respuesta de desarrollo de un producto nuevo en la unidad de negocio de hogar a 9 meses, garantizando productos



funcionales e instrucciones claras de fabricación e información para toda la cadena de valor.

#### Control de faltante de piezas en el producto

- El uso de tecnología y automatización de procesos es fundamental para asegurar la calidad de productos fabricados, en especial para los temas de faltantes de partes que han llevado a reprocesos en el empaque ocasionando retrasos en la entrega de productos y reclamos del cliente al momento del ensamble del producto en esta línea de negocio.
- Con el sistema de control por peso y código de barras se garantizará que los productos se empaquen completos y no generarán problemas de faltante de partes al momento del ensamble final del producto, porque los controles establecidos alertan faltantes de piezas en la línea de empaque reduciendo los errores humanos que se puedan presentar por desconcentración o trabajo monótono.

## 8. RECOMENDACIONES

- Es importante que la organización monitoree la asertividad de los modelos de pronósticos planteados en este trabajo a través de señales de rastreo, a medida que se obtenga mayor cantidad de datos históricos y que se logre la estabilización de ventas en el mercado que está incursionando.
- La tendencia en países desarrollados en los negocios que abastecen a las grandes superficies, se está direccionando a un modelo de abastecimiento centralizado, en donde la relación entre las cadenas y los proveedores se fortalece hasta tal punto en que el fabricante tienen el control de los inventarios de los almacenes de los puntos de venta, con lo cual posee valiosa información para establecer políticas más asertivas en toda la cadena logística. Se recomienda profundizar en estas practicas y evaluar pilotos con clientes que les interese fortalecer la relación cliente – proveedor.
- De acuerdo a las políticas de abastecimiento definidas en este trabajo se recomienda incluirlas en el módulo de ASCP (Advanced Supply Chain Planning) de Oracle de la compañía, para relacionarlas con los niveles de inventario y así tener información acertada de la cantidad a comprar de acuerdo al juego de inventarios y otras ventajas en la planeación de materiales.
- Es necesario establecer un programa de entrenamiento al personal de mercadeo, planeación de la demanda y compras en la elaboración de pronósticos y políticas de inventario para que los modelos puedan ser implementados y útiles en la compañía.
- Para lograr contar con información real y más balanceada de los consumos, es importante que la organización establezca una captura de datos en línea de los consumos en cada producto, adicional de establecer un procedimiento de solicitud o entrega de materiales al almacén de una forma más nivelada en cantidades y frecuencias; es decir, solicitar los materiales a consumir de acuerdo a los programas de producción y con frecuencias cortas para ver comportamientos reales diariamente, lo que facilita la asertividad de pronósticos de materiales.

- Los acuerdos de servicios para productos nuevos entre el área comercial y los clientes deben nacer de la propuesta y estudio realizado del área de diseño y desarrollo de productos y el tiempo de fabricación por el área de operaciones, con el fin de garantizar el cumplimiento de las etapas del modelo de desarrollo de productos.
- Establecer con el área de gestión humana estrategias prácticas y vivenciales de gestión de cambio que fortalezcan el trabajo en equipo y comunicación entre los procesos para lograr la eficacia del modelo de desarrollo de productos y seguimientos periódicos por la alta gerencia.

## BIBLIOGRAFÍA

ARIAS SCHICKLER, Carlota. Una fábrica de números sorprendentes. En: Revista del mueble y la Madera M&M. 2012, vol. 76, p. 50 -57.

BUFFA ELWOOD, Spencer. Administración de la producción y de las Operaciones. México: Limusa, 1992.

CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México: Prentice Hall, 2006.

COLLIER, David y EVANS, James. Administración de operaciones bienes, servicios y cadena de valor. México: Cengage Learning Editores, 2009.

HERNANDEZ, Diana. Sector mueble e iluminación. [en línea]. Texinfo 1 ed. [Valencia, España]: Infurma, Feb. 2012 [citado 06 feb., 2012]. Disponible en Internet:  
[http://www.infurma.es/envios/2012/agr0803/SECTOR\\_MUEBLE\\_E\\_ILUMINACION\\_COLOMBIA.pdf](http://www.infurma.es/envios/2012/agr0803/SECTOR_MUEBLE_E_ILUMINACION_COLOMBIA.pdf)

HIRANO, Hiroyuki. Poka yoke Improving product quality by preventing Defects. Portland, Oregon: Productivity Press, 1988.

KAMINSKY, Philip M. y KAYA, Onur MTO-MTS Production Systems in Supply Chains. En: NSF Design. 2006, p. 103-105.

MATHER, Hal. Manufactura Competitiva. México: Ventura Ediciones, 1989.

NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL. Lego [en línea]. [New York, Estados Unidos]: News Corporation, nov. 2012 [consultado 02 nov., 2012]. Disponible en Internet: <http://www.natgeo.tv/us/synopsis/1192-72052>

RAJAGOPALAN, S. Make to order or Make to Stock: Model and application. En: Management Science. Febrero, 2002, vol. 48, No. 2, p. 241-256.

RODRÍGUEZ, Diego. ¿Qué es el Design Thinking? [en línea]. [Valparaíso, Chile]: Foro Alfa, 2010 [consultado 10 feb., 2012] Disponible en Internet: <http://foroalfa.org/articulos/que-es-el-design-thinkin>

STEINBECK, Reinhold. El “design thinking” como estrategia de creatividad en la distancia. En: Comunicar. 2011, vol. 19, No. 37, p. 28-29.

VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio. Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali: Comité Editorial Universidad del Valle, 2010.

VOLLMANN, Thomas; BERRY, William; WHYBARKD, Clay y JACOBS, Robert. Planeación y control de la producción. 5ª ed. México: McGraw-Hill, 2005.

### Anexo A. Priorización de Causas

	IMPACTO	COMPLEJIDAD
CAUSAS	1(bajo); 2 (Medio); 3(Alto)	1(Bajo); 2(Medio); 3(Alto)
No hay un proveedor que fabrique pequeños volúmenes de materiales a precios competitivos	3	3
No hay pronósticos de ventas confiables	3	2
Constantes cambios en productos que impactan en materiales como cajas y manuales	3	2
No se han definido roles entre el operario y programador CNC	2	1
Ingeniería está limitada al tiempo que producción asigne a los prototipos	3	2
No se cumplen los tiempos comprometidos para las preseries	3	2
Comercial se compromete con el cliente sin consultar a producción	3	2
Comercial no tiene claro que tiempo ofrecer al cliente cuando son productos nuevos	3	2
La información de especificaciones que se entrega a producción se realiza manual y es vulnerable a errores	3	3
No hay control confiable de partes a empacar	3	2

## Anexo B. Modelo de pronósticos para materiales

Item	Promedio ponderado		Suavización exponencial Simple			Suavización exponencial doble				Promedio semanal	Desviación estandar	Coeficiente de variación	Desviación	MAD	Sistema de Pronóstico óptimo
	MAD	ECM	alpha	MAD	ECM	alpha_2	Beta	MAD	ECM				esta.		
													Errores		
1	609,58	477931,22	0,01	543,02	376089,01	0,08	0,30	611,76	476190,27	476,05	655,47	1,38	613,26	543,02	Suavización exponencial Simple
2	1209,59	1982955,34	0,06	1148,59	1721307,24	0,09	0,30	1252,30	2184006,34	2609,59	1510,52	0,58	1311,99	1148,59	Suavización exponencial Simple
3	570,01	703822,31	0,01	525,60	681916,90	0,01	0,30	654,97	677274,73	568,57	720,78	1,27	825,78	525,60	Suavización exponencial Simple
4	2054,47	7643578,01	0,01	1966,29	7202520,01	0,08	0,30	2190,93	8772481,26	2536,89	3215,39	1,27	2683,75	1966,29	Suavización exponencial Simple
5	2283,59	8976862,25	0,06	2278,35	8120400,90	0,01	0,01	2192,45	7691485,53	6117,73	3385,38	0,55	2773,35	2192,45	Suavización exponencial doble
6	116,76	72355,25	0,01	78,90	66210,57	0,01	0,30	119,69	66126,60	36,57	181,51	4,96	257,31	78,90	Suavización exponencial Simple
7	6720,83	69155413,49	0,30	5937,05	64534859,12	0,10	0,30	6340,99	72474059,41	6509,04	9022,66	1,39	8033,36	5937,05	Suavización exponencial Simple
8	2141,20	6701581,88	0,01	1840,15	5223702,43	0,08	0,30	2151,51	6736440,26	3958,57	2995,94	0,76	2285,54	1840,15	Suavización exponencial Simple
9	954,17	3526875,91	0,01	1023,37	3405555,42	0,01	0,01	1070,28	3343094,92	668,50	1339,66	2,00	1878,00	954,17	Promedio
10	4807,77	34522037,19	0,06	4486,01	29424855,09	0,08	0,30	5034,57	36300531,54	11647,36	6139,92	0,53	5424,47	4486,01	Suavización exponencial Simple
11	3127,08	16634975,63	0,01	2859,90	14868991,15	0,09	0,30	3045,64	17442024,51	3025,75	4165,59	1,38	3856,03	2859,90	Suavización exponencial Simple
12	2726,25	14141073,49	0,01	2447,97	11507255,71	0,14	0,30	2907,78	15463062,43	3006,30	3494,35	1,16	3392,23	2447,97	Suavización exponencial Simple

### Anexo C. Políticas de inventarios de materiales

<b>POLITICA (s,Q) de materiales</b>								
<b>Item</b>	128	161	121	106	129	120	141	45
<b>Descripción</b>	MDP MELAMINICO WENGUE TEXTURA MADERA DE 15MM D/D 2150MM X 2440MM	MELAMINICO WENGUE TEXTURA MADERA DE 30MM D/D 2150MM X 2440MM	MELAMINICO WENGUE TEXTURA LISO DE 3MM D/C 1520MM X 2440MM	CORREDERA DE 35CM NEGRO SOHO	MELAMINICO WENGUE TEXTURA MADERA DE 12MM D/D 2150MM X	CANTO MADERA LISO WENGUE 19MM ESPESOR 0.45MM C	MANIJA ALUMINIO PAPEL MADERA 116MM PERFORACIONES 96MM REF FIMA0350 CON 2 TORNILLOS	VIDRIO TRANSPARENTE TEMPLADO DE 5MM
<b>R=7 dias</b>	22012191	22012758	22011991	22010427	22012192	22011990	22012362	22005402
<b>Unidad</b>	und	und	und	kg	und	m	und	m2
<b>Demanda promedio semana</b>	15	14	65	228	2	2610	124	4
<b>Desv. Estandar</b>	43	76	102	572	2	3710	350	10
<b>Lead Time (T)semanal</b>	21	21	21	10	21	10	10	8
<b>Inv. Seguridad (S)</b>	207	274	624	2152	10	20222	1591	33
<b>Cantidad fija (Q)</b>	5	5	21	161	2	1271	149	3
<b>MAD</b>	21,93	29,05	66,22	330,93	1,07	3110,22	244,73	5,67
<b>Punto de reorden (s)</b>	221	288	689	2379	12	22832	1716	37
<b>Costo de ordenar (A)</b>	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
<b>Valor unitario del item (v)</b>	\$ 104.825	\$ 97.071	\$ 23.986	\$ 1.500	\$ 109.092	\$ 275	\$ 950	\$ 67.985
<b>Costo de llevar el inventario (r)</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,2	0,2
<b>Lotes mínimos</b>	285	285	285	1	285	150	1	1
<b>Cantidad (Q) ajustado por restricción de proveedor</b>	285	285	285	161	285	1271	149	3



<b>POLITICA (R,s,S) de materiales</b>									
Descripción	ACCES TUERCA 1/4 EXAGONA	ACCES TUERCA 5/16 EXAGONA ZINCADO	ACCES TUERCA 3/16 EXAGONA	TORNILLO 6X1.5/8 CAB AVELL. AW6158 GIMLET W REF.400	TORNILLO CABEZA EXTRAPLANA 8 X 1 REF: 32Z NEGRO	*CODIGO INACTIVO*TOR NILLO EXAGONAL DE 5/16 X 1/2	TORNILLO CAB PLANA RAN PHILLIPS 8X 1/2 S6012	TORNILLO CABEZA ESTRIA 10 X 3/4 ZINCADO	TORNILLO 1.1/2 X 10 CAB. PLANA RAN. ZINCADO
R=7 dias	22000149	22000150	22000153	22000155	22000158	22000162	22000172	22000175	22000177
Unidad	und	und	und	und	und	und	und	und	und
Demanda promedio semana	476	2610	569	2537	6118	37	6509	3959	669
Desv. Estandar	655	1511	721	3215	3385	182	9023	2996	1340
Lead Time (T)dias	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Inv. Seguridad (s) pto reorden	482	699	475	913	964	191	1585	884	637
MAD	543,0	1148,6	525,6	1966,3	2192,5	78,9	5937,1	1840,1	954,2
Nivel máximo de inventario (S)	958	3309	1043	3450	7082	227	8094	4842	1306
Lotes mínimos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Nivel máximo (S) ajustado por restricción de proveedor</b>	958	3309	1043	3450	7082	227	8094	4842	1306

**Anexo D. Comparación del inventario real de materias primas vs inventario sugerido por políticas de inventario propuestas (período marzo 2011 a marzo 2012)**

MP RsS	Descripción	unidades	Inv. Promedio REAL me	Inv prom semana	Q	S	Q/2+S	Diferencia	Exceso-faltante
22006037	LAMINA PLANA 4X8 ESPESOR 0.90MM	Kilogramo	31486	10495	800	20829	21229	-10734	FALTANTE
22000185	REMACHE POP 4-3	Unidad	47819	15940	13026	1378	7891	8049	EXCESO
22000212	TORNILLO DE 6*3/8 AUTORROSCANTE ZN	Unidad	30407	10136	7903	1202	5153	4982	EXCESO
22000158	TORNILLO CABEZA EXTRAPLANA 8 X 1 REF	Unidad	25675	8558	7082	964	4505	4053	EXCESO
22000172	TORNILLO CAB PLANA RAN PHILLIPS 8X 1/	Unidad	27043	9014	8094	1585	5632	3382	EXCESO
22006061	LAMINA PLANA 4X8 ESPESOR 0.75MM	Kilogramo	28713	9571	9150	1220	5795	3776	EXCESO
22008606	TARUGO PLASTICO 8X30MM SOHO	Unidad	19143	6381	4633	28629	30946	-24565	FALTANTE
22011990	CANTO MADERA LISO WENGUE 19MM ES	Metro	10472	3491	1271	20222	20858	-17367	FALTANTE
22006027	LAMINA PLANA 4X8 ESPESOR 1.20MM	Kilogramo	18596	6199	5566	1010	3793	2406	EXCESO
22000194	TORNILLO 6X1/2 CAB.AVELL.RANGO SUP.	Unidad	15063	5021	4127	1101	3164	1857	EXCESO
22000175	TORNILLO CABEZA ESTRIA 10 X 3/4 ZINCA	Unidad	16302	5434	4842	884	3305	2129	EXCESO
22000196	TORNILLO 8X9/16 CAB EXT PAV REF: 31Z.	Unidad	13954	4651	4025	1019	3031	1620	EXCESO
22000297	AMORTGUAD POLIU CRISTAL 8.5mmX2.2r	Unidad	14062	4687	4109	787	2841	1846	EXCESO
22005394	ESQUINEROS EN CARTON CALBRE 2.5 MM	Unidad	11325	3775	3099	411	1961	1814	EXCESO
22000155	TORNILLO 6X1.5/8 CAB AVELL. AW6158 GI	Unidad	11996	3999	3450	913	2638	1360	EXCESO
22005270	REMACHE POP 5-4 DE 5/32X3/8 BLANCO	Unidad	11445	3815	3485	750	2492	1323	EXCESO
22000150	ACCES TUERCA 5/16 EXAGONA ZINCADO	Unidad	10945	3648	3309	699	2353	1295	EXCESO
22011275	TUERCA REMACHABLE DE 5/16 HEXAGON	Unidad	9045	3015	2797	707	2106	909	EXCESO
22008722	LAMINA PLANA CR 4X8 ESPESOR 1.90MM	Kilogramo	9474	3158	3048	816	2340	818	EXCESO
22007288	LAMINA PREPINTADA COLOR NEGRO DE 1	Kilogramo	7043	2348	2426	661	1874	474	EXCESO
22000261	TORNILLO DE 5/16 X 3/4 ZINC EXAGONAL	Unidad	6331	2110	2112	612	1668	443	EXCESO
22000320	NIVELADOR 5/16 X 1 1/2 MPR-080-075	Unidad	5146	1715	1656	459	1287	428	EXCESO
22008422	DESLIZADOR PLANO DE 15MM NEGRO SO	Unidad	3947	1316	1270	536	1171	144	EXCESO
22000355	SOPORTE ENTREPANO BIBLIOTECA NYLON	Unidad	4798	1599	1732	690	1556	43	EXCESO
22000230	REMACHE POP 5-4 NEGRO	Unidad	4717	1572	1716	639	1497	75	EXCESO
22002272	PIN ROSCADO M6 X 10 MM	Unidad	4334	1445	1547	456	1230	215	EXCESO
22006093	PINTURA REF:33653 BTC GRIS CLARO EN P	Kilogramo	1285	428	61	880	911	-482	FALTANTE
22001458	ESQUINERO TROQUELADO L=48.5 A=23.0	Unidad	3428	1143	1168	351	935	208	EXCESO