

Aplicación de seis sigmas integradas con AMEF y QFD en el proceso de fabricación y distribución de muebles

Application of six sigms integrated with AMEF and QFD in the manufacturing and distribution process of furniture

DOI: <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.24.5168>

Alfonso de Jesús, Anaya Barbosa¹
Carolina Isabel, Burgos Rangel²

RESUMEN

La siguiente investigación se realizó en una empresa cuya actividad principal es la fabricación y comercialización de muebles, con el objetivo de identificar acciones que mitiguen las no conformidades o quejas y reclamos por parte de los clientes. Para este análisis se implementó la metodología de seis sigmas integradas con herramientas de gestión de la calidad, tales como QFD, AMEF, diagrama de Pareto y la métrica diagrama de flujo de procesos. Para identificar las causas principales de reclamos, este estudio permitió identificar cuatro etapas críticas en el proceso que afectan en mayor dimensión la calidad de los productos: primero, la calidad dentro del proceso productivo; segundo, calidad de insumos; tercero, servicio posterior a la entrega; cuarto, logística y transporte.

Palabras Clave: Seis Sigma, QFD, AMEF, Diagrama de Pareto y Diagrama Flujo de Procesos.

ABSTRACT

The following research was conducted in a company whose main activity is the manufacture and marketing of furniture, with the aim of identifying actions that mitigate non-conformities or complaints and claims by customers, for this analysis the methodology of six sigmas was implemented integrated with quality management tools such as QFD, AMEF, Pareto diagram and the process flow diagram metric. To identify the main causes of claims. This study allowed to identify four critical stages in the process that affect in greater dimension the quality of the products, first the quality within the productive process, quality of supplies, post-delivery service and logistics and transport.

Keywords: Six Sigma, QFD, AMEF, Pareto Diagram and Process Flow Diagram.

*1. Ingeniero Industrial. Especialista en Gerencia Ambiental. Maestrante en Sistemas Integrados de Gestión.
Correo: alfonsoanaya22@gmail.com*

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas planean, ejecutan, controlan y mejoran sus actividades administrativas y operativas teniendo como base la calidad de productos y cumpliendo con las necesidades y requerimientos del cliente. Estas implementan herramientas cualitativas, cuantitativas y cuali-cuantitativas para mejorar y optimizar todos los procesos de la organización.

En este trabajo investigativo se aplicaron herramientas de gestión de la calidad de tipo cualitativas, cuantitativas y cuali-cuantitativas, tales como seis sigmas, QFD, AMEF, diagrama de Pareto y la métrica diagrama de flujo de procesos. Con el objeto de analizar el proceso de fabricación y distribución de muebles, identificando, mejorando y optimizando las no conformidades; para cumplir con las necesidades y los requisitos del cliente.

Conceptos básicos

Se describirán de forma sintetizada conceptos básicos de Seis Sigma, su metodología y ciclo de etapas; seguidamente se exponen los principales objetivos de diagrama de flujo de proceso, despliegue de la función calidad QFD, análisis de modos y efectos de fallas potenciales AMEF. Finalmente, conceptualizando el diagrama de Pareto, los cuales serán herramientas fundamentales para el desarrollo de este proyecto.

Seis Sigma

Los principales objetivos del Seis Sigma son el aumento en rendimiento y reducción de la variabilidad del producto sumado al proceso [1, pp. 421-425] A su vez, disminuyen los desperdicios y mejora la calidad del producto y al cliente interno; finalmente examina los procesos repetitivos y mantiene un nivel de calidad estandarizado.

Para empresas de servicios las necesidades y requerimientos del cliente son muy importantes para tomar decisiones basadas en hechos concretos [2].

Seis Sigma en su variabilidad matemática y la productividad son inversamente proporcionales; es por ello que Seis Sigma busca la corrección de las fallas para tener menos defectos por millón de productos y solo deben existir 6σ entre el valor promedio de los datos y el valor exigido, a una variación de 3,4 defectos por millón [3].

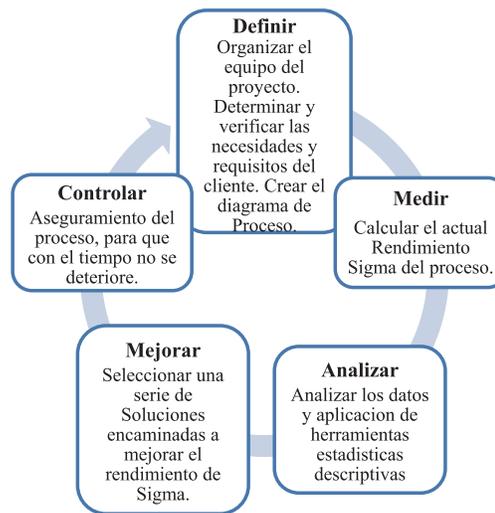
Seis Sigma es una metodología para la gestión de la calidad que le brinda a las empresas las herramientas necesarias para mejorar la capacidad de sus procesos y estandarizarlos [4].

El Seis Sigma es una filosofía de la calidad que permite disminuir la variación de los procesos y productos e impactar la satisfacción de los clientes [5], en la que surge en los años 80 en la empresa Motorola como una estrategia de mercado y mejoramiento de la calidad por Mikel Harry en que involucro la variabilidad de los factores tomando como herramienta estadística la desviación estándar.

Metodología del Seis Sigma

La metodología del Seis Sigma está conformada por cinco etapas DMAMC, (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), fundamentado en el ciclo de calidad, PHVA; planteado por Edwards Deming, como se muestra a continuación:

Figura 1. Ciclo DMAMC.



Fuente: Elaboración de los autores

Las etapas de esta metodología son fundamentales para empresas, ya que permite mejorar y optimizar procesos, identificando y eliminando errores en todo el sistema organizacional, garantizando una mejora continua en la ejecución de los procesos.

Diagrama de Flujo de Proceso

El diagrama de Flujo es una herramienta de planificación y análisis utilizada para definir y analizar procesos de manufactura, ensamblado o servicios. Construye una imagen del proceso etapa por etapa para su análisis, discusión o con propósitos de comunicación [6].

Es una herramienta de calidad que permite representar las diferentes actividades de un proceso, permitiendo la identificación de las relaciones entre las actividades. Y relaciona con facilidad otras herramientas de calidad [7, p. 87]. Para este proyecto será de gran importancia la utilización del diagrama de flujo de procesos para conocer de una manera más práctica y fácil los procesos administrativos y operativos de la fábrica y comercializadora de muebles [6].

Despliegue de la función calidad QFD

Los autores [8] manifiestan que manifiestan que “La herramienta QFD permite transmitir, a través de los procesos organizacionales, las características o atributos de calidad que el cliente demanda, de esta forma se mejora la efectividad de los procesos para que puedan contribuir al aseguramiento de dichas características, permitiendo a las organizaciones sobrepasar las expectativas del cliente”.

El QFD (Quality Función Deployment) o despliegue de la función calidad es un método sistemático desarrollado inicialmente en el Japón por Yoji Akao como una herramienta para alcanzar ventajas competitivas en calidad, costos y tiempo. Su objetivo es asegurar que en el diseño de producto o servicio

se consideren necesidades de los clientes que lo convierten en un enfoque técnico de la calidad para planeación de la calidad durante el ciclo de vida; también se utiliza para diseño de productos y servicios en operaciones. El despliegue de la función calidad es un proceso estructurado que permite llevar deseos y necesidades de los clientes a especificaciones técnicas para cada etapa de diseño y la fabricación, enfocando y coordinando todas las competencias dentro de una organización y venta de bienes y servicios que el cliente desee comprar generando fidelización sobre estos [7, p. 146].

Los autores [9] exponen que QFD es una herramienta que aplica el control de calidad para el desarrollo, modificación o creación de un producto. Tiene como punto de partida escuchar las oportunidades del cliente o consumidor, el cual no es experto en los aspectos técnicos del producto, pero espera que sus necesidades sean satisfechas.

En los últimos años el despliegue de la función de calidad (QFD) ha sido aplicado en diferentes campos funcionales como el desarrollo de productos, gestión de la calidad, el análisis de necesidades de los clientes, diseño de productos, planificación, toma de decisiones, trabajo en equipo, tiempo y costes; y en diferentes industrias, tales como: transporte, electrónica, sistemas de software, educación e investigación según los autores [10].

Esta métrica permite aplicar la clase de calidad, diagrama utilizado para definir la relación que existe entre los deseos del cliente y las capacidades de la empresa-producto; es decir, que relaciona lo que el cliente quiere (necesidades y requerimientos) contra las características de productos que produce la empresa. En este caso sería la satisfacción del cliente con la calidad de los muebles que produce la fábrica de muebles.

Análisis de Modos y Efectos de Fallas potenciales AMEF

La herramienta AMEF ha sido utilizada por las industrias automotrices, esta es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, y así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios [11, p. 5].

AMEF, cuyas siglas significan Análisis de Modo Efecto y Falla su principal objetivo es detectar las potenciales fallas, su severidad, frecuencia y capacidad de detección que tiene la organización para responder a las potenciales fallas del proceso [7, p. 262].

El AMEF, resulta ser un registro sistemático y disciplinado de observaciones y consideraciones, orientadas a identificación y evaluación de fallas potenciales de un producto o procesos junto con el efecto que provocan estas, con el fin de establecer prioridades y decidir acciones para reducir las posibilidades de rechazo y, por el contrario, favorecer la confiabilidad del producto o proceso [12]. de lo cual hace referencia a Modo Potencial de fallo, a la manera en que un producto, servicio, y/o proceso puede fallar.

Como lo define [13] el Análisis del Modo y Efectos de Falla es un grupo sistematizado de actividades para reconocer y evaluar fallas potenciales y sus efectos para identificar acciones que reduzcan o eliminen las probabilidades de falla teniendo en cuenta que se debe documentar los hallazgos del análisis.

Diagrama de Pareto

El concepto de Pareto se fundamenta en la predicción de que son pocas las causas que generan la gran mayoría de los problemas en una situación no deseada. En este sentido cuando se aborda la solución de un problema hay que centrarse en esas minorías de causas, que inciden en la mayoría del efecto esperado; es decir, hay que saber priorizar y enfocarse a la hora de atacar la solución de los problemas. En particular se generalizó que el 20% de las causas generan el 80% de los problemas [7, p. 85].

Pareto es también conocido como la regla de 80/20, uno de los conceptos más útiles para la productividad personal y el éxito. Se llama así por su descubridor, Vilfredo Pareto. Esta regla permite utilizar herramientas de gestión de la calidad, como el diagrama de Pareto permite utilizar herramientas de gestión de la calidad (el 80% de defectos radican en el 20% de procesos). Así de forma relativamente sencilla, aparecen los distintos elementos que participan en un fallo y se pueden identificar problemas realmente relevantes, que acarrearán el mayor porcentaje de errores [14].

El diagrama de Pareto es una representación gráfica de datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que se deben tratar. Los pasos para realizarlo son [15]:

1. Determinar el problema o efecto a estudiar
2. Investigar los factores o causas que provocan ese problema y cómo recoger los datos referentes a ellos.
3. Recolectar datos (anotando magnitudes de cada factor)
4. Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos.
5. Calcular la magnitud total del conjunto de factores
6. Calcular el porcentaje total que representa cada factor, así como el porcentaje acumulado.
7. Graficar

Un análisis de Pareto cumple con una serie de características principales, como lo son [16]:

- Priorización: Identificar los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- Unificación de criterios: Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.
- Simplicidad: No requiere de cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.
- Impacto visual: El diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un “vistazo”, el resultado de análisis de comparación y priorización.

El diagrama de Pareto es una métrica que permite identificar con mayor facilidad las diferentes no conformidades o fallas del proceso de la empresa.

MÉTODO

Entorno

El desarrollo de este estudio se realizó en una Pyme que fabrica y comercializa muebles tapizados para hogares e instituciones, elaborados por artesanos técnicos competentes y sensibles al detalle, calidad, estética y diseño, dirigidos a un mercado exigente y clientes ávidos de confort, autenticidad, funcionalidad, renovación y precios competitivos.

Tipo de Análisis

En el presente trabajo investigativo se aplicó análisis de tipo cualitativo, cuantitativo y cuali-cuantitativo dentro de la metodología Seis Sigma, integradas con herramientas de gestión de la calidad tales como QFD, AMEF, diagrama de Pareto y la métrica diagrama de flujo de procesos que comprenden cinco etapas:

Primera etapa.

Se realizó la descripción del proceso usando la métrica del flujograma, seguido de la descripción e identificación del problema que se presenta en la empresa fabricante y comercializadora de muebles referente a la cantidad de quejas y reclamos de clientes. Aplicando el diagrama de Pareto.

Segunda Etapa.

Se hizo la medición de las variables de cada proceso donde se encuentran las no conformidades, además de su respectivo análisis.

Tercera Etapa.

Se utilizó la casa de la calidad, para analizar la relación entre los deseos de los clientes y las capacidades de las empresa/productos. Cuya línea base es el QFD.

Cuarta etapa.

Se realizó la matriz AMEF para identificar los problemas potenciales o las no conformidades. Además, sistematizar todas las actividades para evaluar la severidad, frecuencia y detección.

Quinta Etapa.

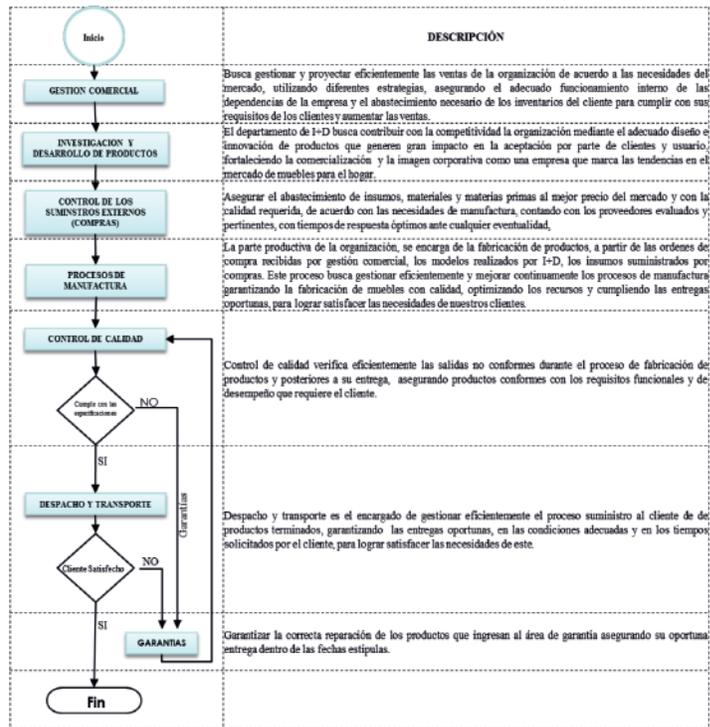
Basándose también en la matriz AMEF, para diseñar un plan de mejoramiento que requiere de implementación y corregir las no conformidades o defectos del proceso de fabricación y comercialización de muebles.

RESULTADOS

Definir

Descripción del Proceso: Flujograma de procesos de fabricación y comercialización de muebles:

Figura 2. Diagrama de flujo en la fabricación y distribución de muebles



Fuente: Elaboración de los autores

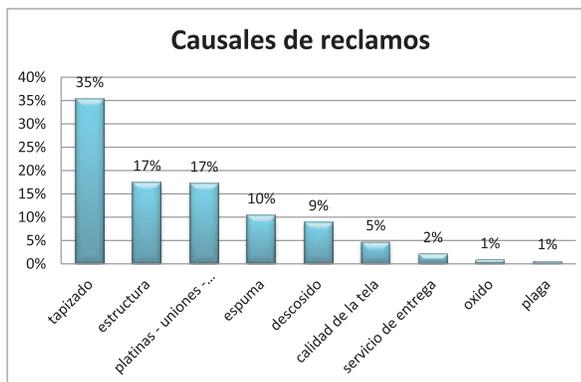
La empresa fabricante y comercializadora de muebles tapizados se ha visto afectada debido a la cantidad de quejas y reclamos que clientes han reportado por los productos; durante todo el 2017 se reportaron 469 casos de reclamos, de los cuales, indagando a través de la herramienta de diagrama de Pareto, se identifican las principales causales de devoluciones:

Tabla 1. Causales de reclamos

Causales de Reclamos	NC	%
Tapizado	166	35%
Estructura	82	17%
Platinas - uniones - accesorios	81	17%
Espuma	49	10%
Descosido	42	9%
Calidad de la tela	22	5%
Servicio de entrega	10	2%
Oxido	4	1%
Plaga	3	1%
Producción	2	0%
Maltrato en caja	2	0%
Desnivelado	2	0%
Maltrato posterior a entrega	2	0%
Humedad/secado	2	0%
Total general	469	100%

Fuente: Elaboración de los autores

Figura 3. Diagrama de Pareto de las causales de reclamos



Fuente: Elaboración de los autores

Medir

Dada la problemática planteada en relación con las devoluciones del producto, por fallas en la calidad y desempeño de los muebles y costos que estas situaciones han generado para la empresa, se definen las etapas claves del proceso para el control de la calidad de productos fabricados, estos procesos corresponden a calidad de los productos en su fabricación, calidad de materias primas y materiales correspondientes al proceso de compras, servicios posteriores a la entrega del producto y proceso de logística y transporte correspondiente a quejas generadas por maltratos de los productos durante el proceso de suministro de los productos al cliente.

Tabla 2. Tabla de Datos

Variables	Valores
U: Cantidad de producto fabricado y distribuido en el 2017	U= 15814 unidades
(σ): Oportunidad de error por unidad inspeccionada	(σ): 3

Fuente:Elaboración de los autores

Se definen tres oportunidades de error para la fabricación de muebles:(1. Tapizado, 2. Estructura y platinas, 3. Uniones y accesorios), los cuales se refieren a causales por calidad dentro del proceso productivo.

Para la cantidad de unidades defectuosas, se obtuvo la información de la empresa con relación a los cuatro procesos que generan no conformidades al producto y, por ende, reclamos por parte del cliente, a partir de los cuales se calcularán los defectos por millón de oportunidades DPMO, el rendimiento y nivel Sigma de estos:

Tabla 3. Unidades defectuosas por proceso

Unidades Defectuosas en Proceso	n
a. Calidad en proceso productivo	377
b. Calidad de insumos	78
c. Servicio post entrega	10
d. Logística y transporte	4

Fuente: Elaboración de los autores

Para calcular los defectos en parte por millón, se utilizará la siguiente formulación:

$$(1) \text{DPMO} = \frac{n}{\mu, \sigma} * 1.000.000$$

Con la siguiente ecuación que relaciona el valor DPMO con el nivel sigma del proceso:

$$(2) \text{DPMO} = e^{\frac{29,3 - (z - 0,8406)^2}{2,221}}$$

se puede calcular el nivel sigma Z, despejándolo de la anterior fórmula:

$$(3) Z = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \text{Ln}(\text{DPMO})}$$

Y para el cálculo del rendimiento por proceso, se utilizará la siguiente fórmula:

$$(4) \text{Rendimiento} = 1 - \frac{n \text{ defectos}}{N \text{ unidades que entran al proceso}}$$

Entonces, calculando los valores para la empresa fabricante y comercializadora de muebles, se tiene que:

•Para el proceso de calidad en proceso productivo:

$$\text{DPMO (a)} = \frac{377}{(15814) * (3)} * 1.000.000 = 7946,545$$

$$Z = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \text{Ln}(7946,545)} = 3,910$$

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{377}{15814} = 97,62\%$$

Para el proceso de calidad de insumos:

$$\text{DPMO (a)} = \frac{78}{(15814) * (3)} * 1.000.000 = 1644,112$$

$$Z = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \text{Ln}(1644,112)} = 4,435$$

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{78}{15814} = 99,51\%$$

•Para el proceso de servicios post entrega:

$$\text{DPMO (a)} = \frac{10}{(15814) * (3)} * 1.000.000 = 210,783$$

$$Z = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \text{Ln}(210,783)} = 5,022$$

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{10}{15814} = 99,94\%$$

Para el proceso de logística y transporte:

$$\text{DPMO (a)} = \frac{4}{(15814) * (3)} * 1.000.000 = 84,313$$

$$Z = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \text{Ln}(84,313)} = 5,258$$

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{4}{15814} = 99,97\%$$

Tabla 4. Resumen de las mediciones

Tabla de resumen de mediciones					
Descripción	Var.	a.	b.	c.	d.
Oportunidad de error	O	3	3	3	3
Unidades que entran al proceso	U	15814	15814	15814	15814
Defectos de partes por millón	DPMO	7946,545	1644,112	210,783	84,313
Número de defectos	n	377	78	10	4
Rendimiento	R	97,62%	99,51%	99,94%	99,97%
Nivel Sigma	Z	3,910	4,435	5,022	5,258

Fuente: Elaboración de los autores

Las mediciones anteriores tomadas de quejas y reclamos de clientes por los productos que la empresa fabrica y distribuye, corresponde a que el proceso de calidad en el proceso productivo es el que menor rendimiento aporta a la organización, con un 97,62% calculado, debido a que esta es la causal que mayor impacto genera en los consumidores, si bien se observa en la figura 3. Diagrama de Pareto de las causales de reclamos, indica que las principales causales de reclamos son por problemas de tapizado, lo cual corresponde a un mal procedimiento al tapizar el mueble, generando piezas con aparentes arrugas, problemas de estructuras por piezas desniveladas, herrajes que no reclinan lo adecuado y por uniones, platinas y accesorios que hacen referencias a mala instalación o daños durante el transporte de estos muebles. Esta puntuación obtenida en el proceso indica que se deben efectuar actividades de mejora en el control de calidad debido a la cantidad de reclamos y por los costos ocultos de no calidad que a la organización le corresponde asumir.

El proceso de calidad en el proceso productivo calcula unas 7.946 unidades de defectos de parte por millón y un nivel sigma de 3,910, como se mencionó, se recomienda tomar acciones que mitiguen las quejas de clientes por estas causales que generan gran impacto en los costos, puesto que el cliente ya ha recibido su producto y al devolverlo genera costos de transportes, reparaciones y clientes insatisfechos.

El proceso de calidad en los insumos obtuvo un 99,51% de rendimiento para la organización, 1.644 defectos por millón de unidades y un 4,435 en su nivel sigma (Z), siendo el segundo proceso que menor rendimiento aporta a la organización, con un número de defectos de 78 se puede inducir a que el proceso de compras en algunas ocasiones no realiza revisiones de los insumos de manera adecuada y que el

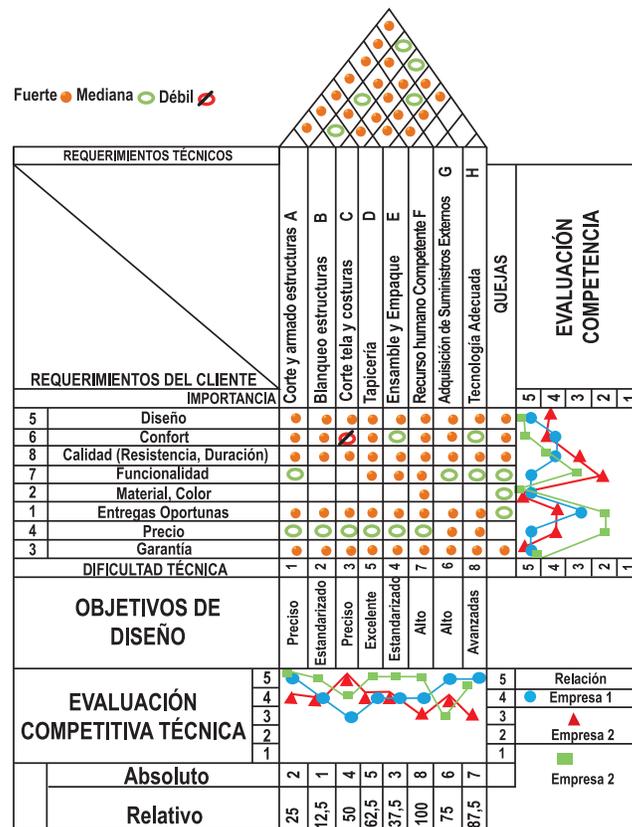
proceso de producción no está realizando la adecuada disposición de estos materiales y materias primas cuando son utilizados; en la organización las mayores quejas de clientes por esta causal corresponden a calidad de tela y espuma, las cuales pueden ser reportadas al proveedor y evitar procesar con insumos que no cumplen los requisitos mínimos, por lo cual es recomendable darle la disposición apropiada sin que afecten la calidad de los productos.

En cuanto a los demás procesos, se identificó que servicios posteriores a la entrega genera un 99,94% de rendimiento, con 210 unidades de defectos de partes por millón con un número de defectos en el 2017 de 10 servicios mal atendidos; y el proceso de logística y transporte generó un 99,97% de rendimiento, con 84 unidades de defectos de partes por millón y número de unidades defectuosas en el 2017 de cuatro servicios por productos que se maltrataron durante el transporte de muebles a casa del cliente, estos dos últimos procesos se considera que mantienen un margen aceptable para el desempeño de la organización; sin embargo, en pro de la mejora continua de la organización es recomendable tomar acciones que mitiguen los reclamos y eviten futuros servicios no satisfactorios.

Analizar

Herramienta de Análisis (casa de la calidad)

Figura 4. QFD en el proceso de fabricación y distribución de muebles.



Fuente: Elaboración de los autores

Después de haber realizado la metodología QFD, aplicando la casa de la calidad, que permite escuchar la voz del cliente y poder comprender cuáles son sus verdaderas necesidades, expectativas y requerimientos con respecto al producto o servicio, se puede evidenciar que los clientes de la empresa de fabricación y distribución de muebles son bastante exigentes con respecto a la calidad que comprende la resistencia y duración. Seguidamente de funcionalidades, confort, diseño, el precio, garantía, el material sumado con el color y las entregas oportunas.

Referente al requerimiento técnico se observa que existe una fortaleza en el corte y armado de estructura, tapicería, ensamble y empaque, además de corte y costura. Dado a lo anterior significa que la empresa se esmera por cumplir técnicamente para satisfacer las necesidades y prioridades del cliente.

Posee unas debilidades como todo proceso en cualquier organización; pero que se puede mejorar y optimizar en este caso son los recursos humanos, Adquisición suministros externos y tecnología adecuada. Por ende, la empresa de fabricación y distribución de muebles debe tomar decisiones para solucionar estas no conformidades.

Con respecto a la evaluación competitiva técnica, identificada la empresa 1, como la fábrica distribuidora de muebles se encuentra bien posesionada con respecto a las demás competencias del sector, indicando que es sostenible y va en modo de crecimiento en función de los productos y sus características.

Finalmente, la evaluación de competencia, la empresa está en buen nivel cumple con las expectativas del mercado, de acuerdo a requerimientos del cliente y expectativas.

Mejorar (AMEF)

Tabla 5. AMEF del proceso de Fabricación y distribución de Muebles.

ANÁLISIS DE MODO, EFECTOS Y FALLA				CODIGO: PR-00					
				EDICION : 01					
				FECHA: 27 de Marzo 2018					
				PAGINA: 1-1					
PROCESO	Fabricación de Muebles			ELABORADO POR:					
RESPONSABLE	Jefe de producción			Alfonso Anaya					
AREAS	Producción y Calidad			Carolina Burgos					
COMPONENTE / ACTIVIDAD	MODOS DE FALLAS POTENCIAL	CAUSA(S) DE FALLA POTENCIAL	EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA	CONTROLES / INDICADORES ACTUALES	S	F	D	NI	ACCIONES TOMADAS
Recurso Humano Competente	Falta organización empresarial	Inadecuado proceso de selección de personal	Productos no conformes	Plan de formación de personal manual, de funciones	3	4	2	24	Estandarizar el proceso de selección de personal. Y seleccionar según el manual de funciones.
Adquisición de Suministros (calidad de los suministros)	*Incumplimiento en las entregas por parte del Proveedor.	*selección inadecuados de proveedores. *No se evalúan los proveedores.	Paro en los procesos productivos.	Procedimiento para selección de proveedores. * Instructivo para evaluar los proveedores.	3	3	1	9	Reevaluar las competencias del líder de compras, puesto que no está ejecutando las actividades estandarizadas de su proceso.
	Mal calidad de los insumos	*No se especificaron los requisitos al Proveedor. *no se revisan los productos al recibo	Productos No conformes.	Protocolo para revisión de insumos	4	4	2	32	Reevaluar el proceso de recibo de insumos en almacén
Logística y transporte	Entregas inadecuadas o trocadas	Proceso de cargue no estandarizado	Reclamos por entregas de producto que no se solicitaron o productos equivocados	Supervisión del cargue	5	1	4	20	Delegar responsabilidad única al supervisor del cargue de revisión en la marcación externa de los muebles
	Productos maltratados por el transporte de los muebles	Traslado inadecuado y deficiente	Productos no conformes, pérdidas económicas por reparaciones	Pre operativo del camión de cargue, revisión de las condiciones	5	3	1	15	Revisar las condiciones de aceptación de los camiones de cargue
Calidad en el proceso productivo	Empaque inadecuado y equivocado en los productos	Falta de estandarización de los empaques por producto.	Incumplimientos en las entregas	Verificación de los empaques por producto	5	2	1	10	Realizar fichas técnicas de empaques por productos.
	Forros mal confeccionados	Plantillas de patronajes con medidas erróneas	Forros no conformes. *Retrasos en el proceso productivo	Inspección de Calidad de productos terminados en costura.	5	3	3	45	Estandarización de plantillas para patronaje.
	Producto que no cumple con especificaciones en la inspección final (ensamble)	Mal procedimiento al tapizar	Producto no conforme Incumplimiento con las especificaciones del cliente referentes a calidad	Inspección de producto terminado en ensamble	5	4	2	40	Estandarizar la metodología y forma de revisión de los productos terminados
Investigación y desarrollo	Identificación inadecuada de las necesidades del mercado	No se realiza una investigación eficiente de mercado	Productos que no satisfagan las necesidades del consumidor	Proceso de I+D definido	4	3	2	24	Definir adecuadamente las entradas para realizar un producto nuevo

Fuente: Elaboración de los autores

Esta Matriz de AMEF permite diseñar e implementar un plan de mejoramiento, a partir de los resultados arrojados; se puede inferir que las fallas o las no conformidades se encuentran de manera significativa alta para la calidad en el proceso productivo. Seguidamente se encuentra con menos unidades, pero de igual manera se encuentran fallas es la adquisición de suministros (calidad de los suministros), lo que significa que se debe realizar un plan de mejoramiento para corregir las fallas encontradas prioritariamente con el proceso de calidad en el proceso productivo con metas, indicadores, recursos y responsables.

Controlar

De acuerdo con los resultados obtenidos con la aplicación de las herramientas de calidad (Seis sigmas, QFD, flujo de procesos y diagrama de Pareto), se detectó que el proceso que mayor insatisfacción genera al cliente es control de calidad en el proceso productivo (con un número prioritario de riesgo de 45 en uno de sus puntos), lo que se confrontó con el AMEF realizado en el punto anterior, por lo cual es el área donde se deben enfatizar los planes de acción.

Se hace necesario realizar acciones de mejoras necesarias para el desempeño eficiente de procesos de la empresa y reducción de no conformidades por parte de los clientes, a continuación, se presenta el plan de mejora para la empresa fabricante y distribuidora de muebles:

Tabla 6. Plan de acciones de Mejora y seguimiento al proceso de Fabricación y distribución de Muebles

Objetivo	Acción de mejora	Recursos	Responsables	Indicador	Periodicidad	Meta
Garantizar la calidad de los productos terminados	Definir la metodología para la revisión de productos terminados en el área de ensamble.	*Personal (técnico y especializado) *tiempo	*Líder de calidad *gerencia	Reportes de no conformidades del cliente	Mensual	Reducción de las quejas del cliente en un 10%
	Divulgación a las áreas afectadas e implementación de la metodología para revisión de productos terminados.					
Mejorar las competencias del personal y el proceso de selección.	Determinar las necesidades de formación del personal	*Personal (técnico y especializado) *tiempo	*Líder de gestión humana *Líder de Manufactura *Líder de calidad	Personal capacitado	Mensual	100% del Personal capacitado.
	Actualizar plan de formación del personal de acuerdo con las necesidades identificadas					
	Estandarizar el proceso de selección de personal.			Rotación del personal	Anual	≤10%
	Seleccionar personal según el manual de funciones.					
Garantizar insumos que cumplan con los requisitos mínimos para producción sin que afecten la calidad de los productos fabricados	Revisar y actualizar el protocolo para recibo de insumos en el área de almacén	*Personal (técnico y especializado) *tiempo	*Coordinador de compras	Insumos con calidad al 100%	Mensual	Reducción de devoluciones por insumos en un 20%
	Realizar las correcciones pertinentes al protocolo en pro de la mejora del proceso					
	Divulgación a las áreas afectadas e implementación de la metodología para el recibo de insumos.					
Realizar actividades de seguimiento	Aplicación de metodología AMEF	*Personal (técnico y especializado) *tiempo	*Líder de Calidad	*Cálculo de NIR en las etapas críticas *Cálculo en el rendimiento de los procesos	Mensual	*Disminución del NIR en los procesos *Aumento del % de rendimiento de los procesos
	Realizar nuevamente mediciones de quejas y reclamos de clientes y de calidad de insumos					

Fuente: Elaboración de los autores

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto investigativo se puede concluir:

Los resultados obtenidos de las variables utilizadas en este estudio sobre calidad en proceso productivo, calidad de insumos, servicio post entrega, logística y transporte, se hace recomendable para la empresa de fabricación y distribución de muebles aplicar las acciones de mejora en la calidad de los productos terminados, ya que en el análisis del diagrama de Pareto arrojó el valor más alto de no conformidades dentro de todo el sistema productivo. Definir la metodología para la revisión de productos terminados en el área de ensamble. Complementar con una adecuada divulgación a las áreas afectadas e implementación de la metodología para revisión de productos terminados. Utilizar recursos humanos especializados con un líder de calidad y participación activa por parte de la gerencia para controlar los procesos. Diseñar un indicador de no conformidades del cliente y tener una vigilancia mensual para poder cumplir la meta de reducir las quejas del cliente en un 10%. Con esto es prioritario hacer todo el plan de acción descrito.

El anterior resultado se confrontó con el AMEF, y se confirmó que la calidad de los productos en el proceso de fabricación es donde la empresa debe hacer mayor esfuerzo e implementar acciones que mejoren la percepción del cliente frente a los productos. También es aconsejable para la organización implementar planes de acción diseñados del punto 10 de mejora, para así lograr ser líderes en el mercado de fabricación de muebles tal como su misión lo describe.

REFERENCIAS

- [1] L. Gimenez, An introduction to six sigma. En Staphenurst, T. Master Statistical Process Control, Reino Unido: Elsevier, 2002.
- [2] L. Arias Montoya, L. Portilla, J.C. Castaño Benjumea. Aplicación de Six Sigma en las Organizaciones. Scientia Et Technica, vol. XIV, No. 38, junio, 2008, pp. 265-270
- [3] L. Soconini, Manufacturing paso a paso: El Sistema de Gestion Empresarial Japonés que Revolucionó la manufactura y los servicios, Norma, 2008.
- [4] Z. Xingxing, D. Lawrence y J. Thomas, «The evolving Theory of quality management: The role of Six Sigma » Journal of Oportions Management, pp. 26,630-650, 2008.
- [5] R. Gómez y S. Barrera. Elaboración de una Metodología de apoyo para el diseño o mejoramiento de las operaciones y recursos de la gestión del almacén de productos terminados utilizando Seis Sigma y diseño de experimentos. Bogotá, Colombia. 2011.
- [6] R. Chang y M. y Niedwiecki, Las herramientas para la mejora continua de la calidad, Granica, Volumen 2, 1999.
- [7] T. Fontalvo, El metodo: Enfoque Sistemico Convergente de la Calidad. E.S.C.C, Barranquilla: Universidad Libre, Seccional Barranquilla, 2011.

- [8] C. Arroyave, A. Maya y C. Y Orozco, «Aplicacion de la Metodologia QFD en el proceso de ingenierias de Requisitos.(Tesis de Pregrado),» Medellin, 2007.
- [9] O. Varela, «Aplicacion del despliegue de la funcion de la calidad (QFD) para la evaluacion y mejoramiento del producto open english.com(Trabajo de Grado),» Caracas, 2012.
- [10] A. Gonzales, «Quality Function Deployment: Una herramienta para establecer requerimientos tecnicos de un edificio en Mexico.(Tesis de Posgrados),» Valencia, 2014.
- [11] R. Alonso, Analisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF), Argentina: El cid editor apuntes, 2009.
- [12] E. Montalban, E. Arenas y M. Rocío, «Herramientas de mejora AMEF (Analisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial), com documento vivo en un area operativa.,» Queretero, 2015.
- [13] E. Galeano y H. Pérez, «Analisis de Modo y Efecto de Falla en el proceso de Extrusion -Soplado en Placa S.A.», Tesis de pregrado, Prog. Ing. Prod., Univ. Fsc. José De Caldas, Bogotá, 2017.
- [14] L. Valdivia, 2011. El Diagrama de Pareto. [En línea]. Available: <https://www.slideshare.net/ls-hbtw/pareto-9907600>.
- [15] J. Domenech, «Diagrama de Pareto», 2011. [En línea]. Available: http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf
- [16] Fundibeq. «Diagrama de Pareto», 2010. Available: http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf