

ARTÍCULO CIENTÍFICO

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC EN LA EMPRESA INPROLAC S.A EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO DE PRODUCTOS DULAC'S PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS Y DE LA PRODUCTIVIDAD.”

Autor-Enver Jácome, Coautor-Ramiro Saraguro

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería Industrial

Universidad Técnica del Norte

Ciudadela Universitaria, Av. 17 de Julio 5-21 Ciudad Ibarra, Provincia Imbabura

Autor enver1991@live.com, Coautor ra.ms@hotmail.es

Resumen

La finalidad de la Implementación de la metodología DMAMC en la empresa INPROLAC S.A es incrementar la productividad y mejorar la capacidad de los procesos de la línea de producción de queso fresco (500g) mediante la utilización de herramientas estadísticas para cumplir de mejor manera con los requisitos establecidos por los clientes.

En primer lugar se realizó un análisis de la situación actual, se definió las variables más influyentes en el proceso mediante la herramienta Despliegue de la Función de Calidad (QFD) y se realizaron el cálculo de índices de capacidad y el nivel de sigma del proceso. Posteriormente se identificó la causa raíz del problema mediante el diagrama causa-efecto, cinco ¿Por qué? y el Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA). Con los datos obtenidos se propusieron varias alternativas y se seleccionó la más adecuada para implementar y solucionar el problema. Finalmente se elaboró Cartas de Control de medias y rangos (\bar{X} -R) y se realizaron cuadros comparativos antes y después de la implementación.

PALABRAS CLAVES

DMAMC, Seis Sigma, Productividad, Calidad, Proceso.

Abstract.

The purpose of the implementation of the DMAIC methodology INPROLAC SA company is to increase productivity and improve process capability of the production line of fresh cheese (500g) using statistical tools to better meet the requirements set by customers.

First an analysis of the current situation was made, the most influential variables defined in the process by the Quality Function Deployment (QFD) and the calculation of capacity indices and sigma level of the process were performed. The root cause of the problem was subsequently identified through cause-effect diagram, five Why? Analysis and Failure Mode and Effects (FMEA). With data from several alternatives were proposed and selected the most appropriate to implement and solve the problem. Finally Letters Control means and ranges (\bar{X} -R) were developed and comparative tables were performed before and after implementation.

KEYWORDS

DMAIC, Six Sigma, Productivity, Quality, Process.

1.Introducción.

La filosofía seis sigma, es una herramienta de mejora la cual permite a las empresas u organizaciones ser más eficientes y eficaces y enfocarse a la satisfacción

de los clientes. Esta herramienta se aplica con la implementación de un equipo de trabajo que debe proponer una estrategia que permita fortalecer las capacidades de la empresa u organización y de las personas que la conforman. La filosofía seis sigma se basa en cinco etapas o fases (metodología DMAMC). (Herrera A, 2006, págs. 19,22).

El problema principal de la línea de producción de queso fresco es que los quesos sobrepasan el peso señalado lo cual genera pérdidas económicas a la empresa.

Con la implementación de la metodología DMAMC en la empresa INPROLAC S.A se logrará mejorar la capacidad del proceso y productividad.

2.Herramientas y Métodos.

2.1 Fases de la metodología DMAMC.

Fase definir. Se define el problema, variables y se determina como afecta al cliente.

Fase medir. Diagramar y medir la capacidad del proceso, se determina la situación actual.

Fase analizar. Determinar cómo se genera el problema y confirmar las causas con datos.

Fase mejorar. Evaluar e implementar soluciones que ayuden a disminuir o eliminar el problema.

Fase controlar. Diseñar un sistema para mantener y controlar las mejoras implementadas.

(Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2009, pág. 286)

2.2 Implementación de la metodología DMAMC.

Para la implementación de la metodología DMAMC se utilizaron las siguientes fórmulas:

FÓRMULAS	
Índices de capacidad (corto plazo).	
Índice Cp	$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$
Índice Cps	$C_{ps} = \frac{ES - u}{3\sigma}$
Índice Cpi	$C_{pi} = \frac{u - EI}{3\sigma}$
Índice Cpk	$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{u - EI}{3\sigma}, \frac{ES - u}{3\sigma} \right)$

Índice Cpm	$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\sqrt{\sigma^2 + (u - N)^2}}$
Índice K	$K = \frac{u - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)} * 100$
Índices de capacidad (largo plazo).	
Índice Pp	$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma_L}$
Índice Pps	$P_{ps} = \frac{ES - u}{3\sigma_L}$
Índice Ppi	$P_{pi} = \frac{u - EI}{3\sigma_L}$
Índice Ppk	$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{u - EI}{3\sigma_L}, \frac{ES - u}{3\sigma_L} \right)$
Límites reales del proceso.	
Límite real superior.	$u + Z_{\alpha/2} \sigma$
Límite real inferior.	$u - Z_{\alpha/2} \sigma$
Intervalos de los índices de capacidad.	
Cp	$\hat{C}_{pk} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\hat{C}_{pk}}{\sqrt{2(n-1)}}$
Cpk	$\hat{C}_{pk} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{C}_{pk}^2}{2(n-1)} + \frac{1}{9n}}$
Cpm	$\hat{C}_{pm} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\hat{C}_{pm}}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{(\bar{X} - N)^2}{S^2}} \sqrt{\left(1 + \frac{(\bar{X} - N)^2}{S^2}\right)^2}$
Medidas de tendencia central.	
Media (\bar{X}).	$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n-1}}$
Desviación estimada ($\hat{\sigma}$).	$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$
Cartas de control	
Desviación estándar de la media.	$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$
Rango.	$\bar{R} = X_{mayor} - X_{menor}$
Límites de control para la carta (\bar{X}).	

Límite de control superior.	$LCS = \bar{X} + 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \right)$
Límite central	\bar{X}
Límite de control inferior.	$LCI = \bar{X} - 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \right)$
Límites de control para la carta (R).	
Límite de control superior.	$LCS = D_4 \bar{R}$
Límite central.	\bar{R}
Límite de control inferior.	$LCI = D_3 \bar{R}$
Cálculo del número de observaciones población finita.	
Número de observaciones (n).	$n = \frac{N(Z_{\alpha/2})^2 * p(1-p)}{(N-1)E^2 + (Z_{\alpha/2})^2 * p(1-p)}$
Probabilidades.	
Probabilidad normal estándar.	$P(X \leq x) = P\left(\frac{X-u}{\sigma} \leq \frac{x-u}{\sigma}\right) = P(Z \leq z)$
Productividad	
Productividad monofactorial.	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Recursos utilizados}}$
Tiempo estándar (Ts).	$Ts = FV * To * (1 + s)$
Capacidad de producción (Cp).	$\frac{1}{Tc}$
Variación de productividad.	$\Delta Pr = \left[\frac{\Delta \text{Productividad final}}{\Delta \text{Productividad inicial}} - 1 \right] * 100$

Tabla 1. Fórmulas utilizadas en el proyecto.

Fuente: (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2009), (García Criollo, Estudio del trabajo, 2005).

Fase definir. El problema principal de la línea de producción de queso fresco, en base al análisis inicial, es que los quesos sobrepasan el peso señalado lo cual genera pérdidas económicas a la empresa, además existen problemas de variabilidad ya que los tiempos en el subproceso de cuajado, prensado y salado no siempre se cumplen. Las variables a estudiar son peso y humedad.

Fase medir. Se realizó el cálculo de índices de capacidad, nivel de sigma y productividad dando como resultado lo siguiente:

ANÁLISIS ACTUAL.			
General.			
Indicador.		Valor.	
Productividad monofactorial (unidades por dólar).		6.04	
Productividad multifactorial (unidades por dólar).		0.60	
Pérdidas económicas (\$).		17881.51	
VARIABLE PESO.		VARIABLE HUMEDAD.	
Indicador.	Valor.	Indicador.	Valor.
\hat{C}_p .	0.18	\hat{C}_p .	0.79
\hat{C}_{ps} .	-0.67	\hat{C}_{ps} .	0.74
\hat{C}_{pi} .	1.02	\hat{C}_{pi} .	0.84
\hat{C}_{pk} .	-0.67	\hat{C}_{pk} .	0.74
\hat{C}_{pm} .	0.06	\hat{C}_{pm} .	0.78
K.	4.82	K.	0.06
Nivel Sigma.	-2.01	Nivel Sigma.	2.22

Tabla 2. Resultados del análisis actual.

A continuación se muestra un gráfico del proceso para observar la situación inicial.

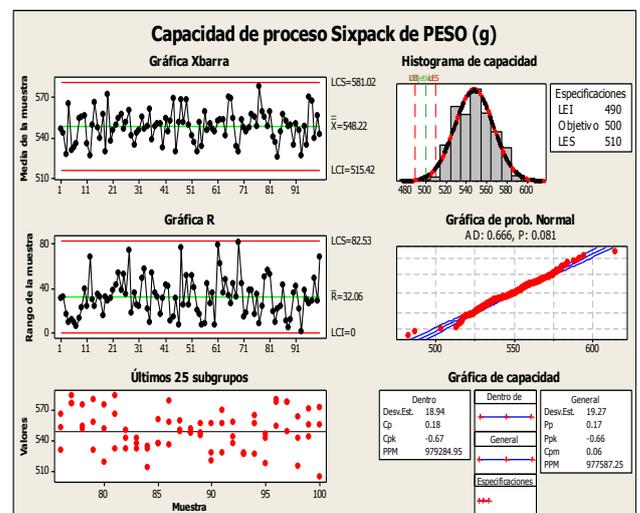


Gráfico 1. Capacidad del proceso (variable peso).

4 Enver JÁCOME, Ramiro SARAGURO, "Implementación de la metodología DMAMC en la empresa INPROLAC S.A en la línea de producción de queso fresco de productos DULAC'S para el mejoramiento de procesos y de la productividad"

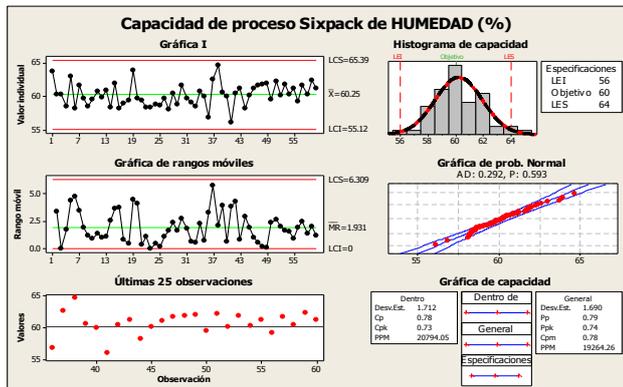


Gráfico. 2. Capacidad del proceso (variable humedad).

Fase analizar. Una de las razones por la cual se da el sobredosificado es por el tamaño del molde y si se define un nuevo molde se logrará disminuir o eliminar este problema. A continuación se muestra el diagrama causa efecto.

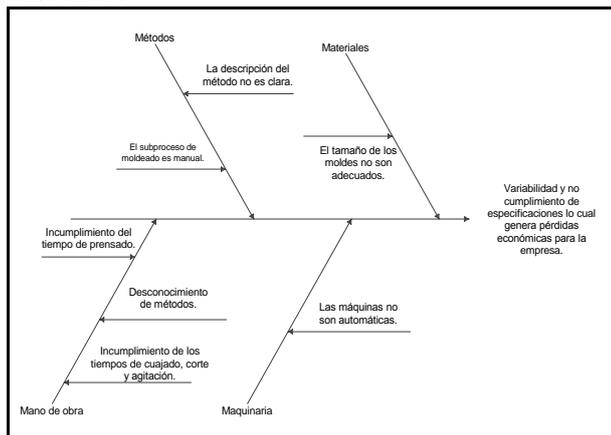


Figura. 1. Diagrama causa efecto.

Fase mejorar. Se realizaron modificaciones en el molde, además fue necesario cambios en la máquina y en los materiales que se utilizan para la elaboración de queso fresco de 500g, las mejoras fueron realizadas únicamente para mejorar la variable peso ya que este es el problema principal. A continuación se muestra los cambios implementados.



Fotografía. 1. Cambios en el molde.



Fotografía. 2. Cambios en la máquina.



Fotografía. 3. Cambios en materiales.

A continuación se muestra un gráfico del proceso para observar las mejoras que se obtuvieron.

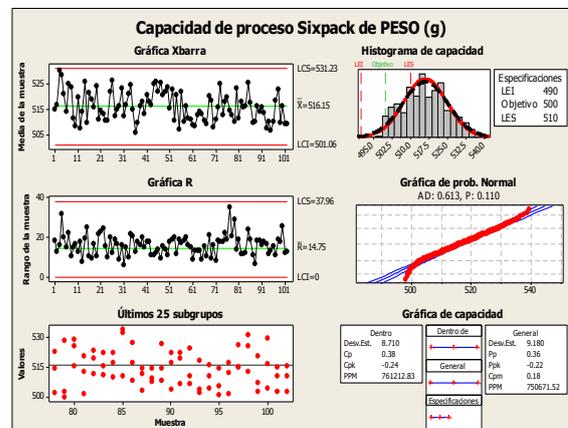


Gráfico. 3. Capacidad del proceso mejorado (variable peso).

Fase controlar. La empresa ya cuenta con procedimientos y se realiza supervisión en todas las líneas de producción por lo tanto se implementó las catas de control de medias y rangos (\bar{X} -R).

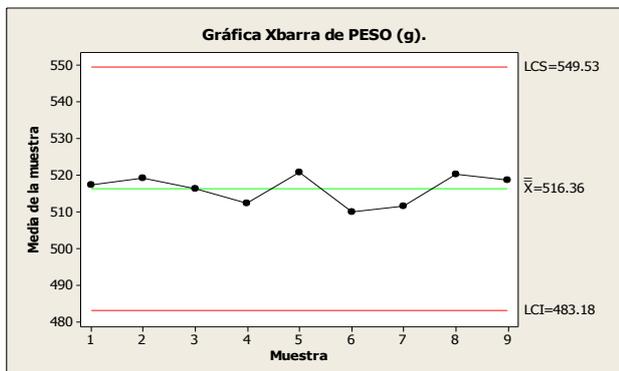


Gráfico. 4. Carta de control (\bar{X}).

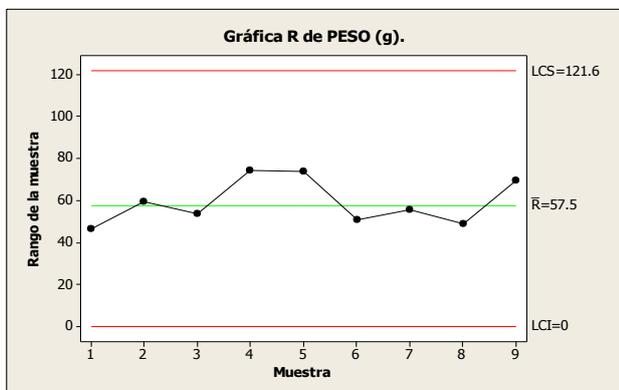


Gráfico. 5. Carta de control (R).

Las cartas de control indican que el proceso está dentro de los límites de control aunque la variabilidad continúa.

3.Resultados.

3.1 Indicadores que se obtuvieron después de la implementación de las mejoras

Mediante los cambios anteriormente expuestos se obtuvo los siguientes resultados.

DESPUES DE LAS MEJORAS	
General.	
Indicador.	Valor.
Productividad monofactorial (unidades por dólar).	7.98
Productividad multifactorial (unidades por dólar).	0.65

Pérdidas económicas (\$).	4859.54
VARIABLE PESO.	
Indicador.	Valor.
\hat{C}_p .	0.35
\hat{C}_{ps} .	-0.22
\hat{C}_{pi} .	0.92
\hat{C}_{pk} .	-0.22
\hat{C}_{pm} .	0.18
K.	1.61
Nivel Sigma.	-066

Tabla. 3. Indicadores (proceso mejorado).

3.2 Resumen de indicadores (inicial y final).

A continuación se muestra una comparación de los indicadores que se obtuvieron antes y después de la implementación de la metodología DMAMC.

INDICADORES.			
ANÁLISIS INICIAL.		ANÁLISIS FINAL.	
General.		General.	
Indicador.	Valor.	Indicador.	Valor.
Productividad monofactorial (unidades por dólar).	6.04	Productividad monofactorial (unidades por dólar).	7.98
Productividad multifactorial (unidades por dólar).	0.60	Productividad multifactorial (unidades por dólar).	0.65
VARIABLE PESO.		VARIABLE PESO.	
Indicador.	Valor.	Indicador.	Valor.
\hat{C}_p .	0.18	\hat{C}_p .	0.35
\hat{C}_{ps} .	-0.67	\hat{C}_{ps} .	-0.22
\hat{C}_{pi} .	1.02	\hat{C}_{pi} .	0.92
\hat{C}_{pk} .	-0.67	\hat{C}_{pk} .	-0.22
\hat{C}_{pm} .	0.06	\hat{C}_{pm} .	0.18
K.	4.82	K.	1.61
Nivel Sigma.	-2.01	Nivel Sigma.	-0.66
PÉRDIDAS ECONÓMICAS.			
ANÁLISIS INICIAL.		ANÁLISIS FINAL.	
Pérdida mensual.	17881.51	Pérdida mensual.	4859.54
Pérdida anual.	214578.12	Pérdida anual.	58314.48
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD Y PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS.			
Incremento de productividad multifactorial (%).		8.33	
Disminución de pérdidas (%).		-72.82	

Tabla. 4. Resumen de indicadores (análisis inicial y final).

4.Conclusiones.

La aplicación de la metodología DMAMC, en cualquier tipo de empresa, es de gran utilidad ya que permite incrementar el nivel de calidad de los productos. La implementación de esta metodología en la empresa INPROLAC S.A permitió incrementar el nivel de sigma

de -2.01 a -0.66 sigmas, la productividad aumento 8.33% y las pérdidas económicas disminuyeron 72.82%

5. Agradecimientos.

A dios y a mi madre por su apoyo durante la elaboración del proyecto de grado.

Al Ingeniero Ramiro Saraguro quien con su experiencia y conocimiento aportó a la terminación del proyecto.

A la empresa INPROLAC S.A quien permitió la realización y financiamiento del proyecto.

A la Universidad Técnica del Norte y a la carrera de Ingeniería Industrial.

6. Bibliografía.

Anderson, D., Sweeney, D., & Thomas, W. (2008). Estadística para la administración y economía (10ma ed.). México, México: CENGAGE Learning.

Besterfield, D. (2009). Control de calidad (8va ed.). México, México: PEARSON.

Cadena, R. (2014). Informe INPROLAC S.A. Cayambe.

Cavanagh, R., Neuman, R., & Pande, P. (2004). Las Claves Prácticas de Seis Sigma: Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos (1ra ed.). España: McGrawHill.

Evans, J., & Lindsay, W. (2008). Administración y control de la calidad (7ma ed.). México, México: CENGAGE Learning.

García Criollo, R. (2005). Estudio del trabajo (2 da ed.). México, México: McGrawHill.

Gutiérrez Pulido, H. (2010). CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD (3ra ed.). México, México: McGrawHill.

Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. (2009). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma (2da ed.). México, México: McGrawHill.

Herrera A, R. (2006). Seis Sigma: Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones (1ra ed.). Colombia: Grafimpresos Donado.

Juran, M. (2007). Método Juran: Análisis y planeación de la calidad (5ta ed.). México, México: McGrawHill.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabako (12va ed.). México, México: McGrawHill.

Valderrey Sanz, P. (2010). Seis Sigma. Madrid, España: StarBook.

Valderrey Sanz, P. (2013). Herramientas para la CALIDAD TOTAL (1ra ed.). Bogotá, Colombia: StarBook.

Autor- Enver JÁCOME

LUGAR DE NACIMIENTO: Ecuador- Carchi-Tulcán

ESTADO CIVIL: Soltero

DIRECCIÓN: Santa Martha de Cuba

TALLERES Y CURSOS DE ESPECIALIZACION: Curso de electricidad y electrónica básica - Universidad Técnica del Norte - Duración de 40 Horas.

ISO 9001:2008: Fundamentación de un Sistema de Gestión de Calidad - SENA - Duración de 40 Horas.

ISO 9001:2008: Planificación de un Sistema de Gestión de Calidad - SENA - Duración de 40 Horas.

Curso sobre Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) – MIPRO – Duración de 40 Horas.

Suficiencia en el idioma de inglés – Centro académico de idiomas – UTN – Duración de 800 Horas.

Coautor- Ramiro SARAGURO

Experiencia

Jefe de BPM

Pinturas Cóndor – 1990/1994

Jefe de planta

Pinturas Cóndor – 1994/2000

Jefe de compras

Expocolor – 2000/2004

Jefe de logística

Pinturas Cóndor – 2004/2008

Jefe de planificación

Pinturas Cóndor – 2008/2013

Docente UTN

Actual