

# Análisis de la variabilidad del proceso de fabricación de postres tipo Napoleón a través del control estadístico de procesos

## Analysis of the variability of the manufacturing process of napoleon type desserts through the statistical control of processes

ACOSTA, Juan C.<sup>1</sup>

HERRERA, Jasmin<sup>2</sup>

DE HOYOS, Melissa V.<sup>3</sup>

### Resumen

El uso de métodos estadísticos es determinante para la toma de decisiones en cualquier proceso productivo, en este documento, se propone un enfoque basado en el control estadístico de procesos desarrollado en una repostería, aplicado a su producto más vendido: postre Napoleón. Se utilizan gráficos de control para mediciones de las características de calidad relacionadas, se hallan índices de capacidad para analizar el rendimiento del proceso y se plantean las respectivas acciones de mejora.

**Palabras clave:** Mejora de procesos; no conformidades; variabilidad de los procesos.

### Abstract

The use of statistical methods is decisive for decision-making in any production process. In this document has an approach based on the statistical control of processes developed in a Bakery shop and is proposed and applied to its best-selling product: Napoleon dessert. Control charts are used to measure the related quality characteristics, capacity indices are found to analyze the performance of the process and the respective improvement actions are considered.

**key words:** Process improvement, non-conformities, process variability.

---

## 1. Introducción

La constante mejora de los procesos en las organizaciones, se ha convertido en un reto dado el dinamismo del mercado y las necesidades cambiantes de los clientes, la mejora continua requiere de un cambio en la forma de hacer las cosas, de la cultura de la organización es un trabajo hacia la innovación con el único objetivo de ofrecer un producto de calidad y mejorar la eficiencia de los procesos y así generar un aumento en las capacidades de la organización (Esquivel, León, Castellanos, 2017).

Para lograr la mejora continua es necesario determinar tres elementos al interior de la organización: trayectoria, posición y proceso; los primeros dependen de los recursos y capacidades que tiene la empresa para su gestión,

---

<sup>1</sup> Docente. Facultad de Ingeniería . Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco-Cartagena. jacosta@tecnologicocomfenalco.edu.co

<sup>2</sup> Docente. Facultad de Ingeniería . Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco-Cartagena. jherrerad@tecnocomfenalco.edu.co

<sup>3</sup> Estudiante. Semillero de investigación Qualitât . Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco-Cartagena. melivgomez@gmail.com

el último obedece al comportamiento y funcionamiento de la organización dependiendo de la estrategia que esta implemente (Guadamillas, 1994). Por lo tanto, una inadecuada estrategia de mejoramiento continuo afecta la gestión de procesos y por ende altera la posición y trayectoria de la organización en el mercado. En la actualidad el tejido empresarial requiere basar la toma de decisiones y ruta estratégica en evidencias objetivas reales, precisas, es por esto que el uso de herramientas y técnicas cualitativas y cuantitativas son importantes dentro del análisis del desempeño de los procesos, dado que estas ofrecen el respaldo y criterios alejándose de la subjetividad (Pérez, 2016).

Varias son las alternativas, modelos y sistemas en los que apoyan las organizaciones para lograr el mejoramiento de la calidad en su organización y van desde los modelos de excelencia Gestión de la Calidad Total (TQM), Manufactura Esbelta, Teoría de Restricciones (TOC), Seis Sigma (SS), Kaizen, EFQM (Suárez, Calvo-Mora, Roldán y Periañez, 2017), Modelo iberoamericano de la excelencia (Roncalli, 2011), calidad total (Santos & Álvarez, 2008), y el modelo ISO (NTC-ISO 9001:2015, 2015); de igual forma se utilizan herramientas de mejoramiento continuo y solución de problemas como son: El ciclo PHVA o ciclo Deming (Deming, 2018), desde la estadística descriptiva, calidad y variabilidad de los procesos, índices de capacidad de los procesos, Pareto y estratificación, causa y efecto (Gutiérrez, 2010).

En la norma ISO 9001:2015, contiene un capítulo dedicado a la mejora continua, en el cual se sugiere cómo las organizaciones dentro de su sistema de gestión de calidad deben aplicar estos criterios a las actividades cotidianas o en proyectos de mejora estratégica sin importar su duración : corto, mediano y largo plazo. Esta norma establece estándares para el fortalecimiento del enfoque basado en procesos, y el apoyo a la gestión, en búsqueda de mejorar los procesos y por ende el sistema, tales como: la política de calidad, los objetivos de calidad, los resultados de auditorías, y las acciones correctivas o de mejora (ICONTEC, 2009); el mejoramiento de procesos implica una dinámica de trabajo progresiva, metódica y ordenada que parte de identificar la necesidad de resolver los problemas y buscar soluciones pertinentes encaminadas a lograr mejores resultados en las organizaciones. Este primer paso se desarrolla a partir de un diagnóstico que identifica los procesos críticos y los problemas; la siguiente fase determina la causa raíz del problema orientada a corregir y presentar alternativas que eliminen de raíz la situación que altera el normal funcionamiento de la organización y, por último, se identifican los planes de acción para actuar hacia la mejora del proceso y, que serán implementados aplicando alternativas de seguimiento, medición y evaluación, hasta generar un ciclo de mejora continua en los procesos (Serrano & Ortiz, 2017), de igual forma la aplicación de metodologías para la mejora continua, contiene una condición determinante para el éxito y es el involucramiento y apoyo de la alta gerencia, procurando que las estrategias seleccionadas sean sostenibles en el tiempo, acompañada por la motivación del personal de la organización y a través de proyectos de mejora interdisciplinarios (Monge, Cruz y López, 2013).

Las organizaciones actuales se mueven en un ambiente en continuo cambio y evolución, obligadas a incrementar la calidad y mantener o reducir los costos de producción, para ser competitivos, es por esto que la mejora continua es una estrategia imprescindible para el éxito empresarial (Agudo, Rubio y Seisdedos, 2017). Por lo anteriormente expuesto, se explica la relación entre la productividad y la mejora continua para mantenerse en el mercado (Zambrano & Almeida, 2018), lo cual sugiere la presencia permanente de estrategias para mantener procesos de mejora continua tendientes a disminuir costos, mejorar la calidad de vida de sus trabajadores y mantener a la empresa en el mercado competitivo (Alvarado & Pumisacho, 2017), los aspectos claves que soportan esta estricta relación, requieren del análisis de condiciones tales como: análisis de la variabilidad del procesos y determinar si ésta se mantiene dentro de unos márgenes aceptables, constatar si la efectividad del proceso es la definida por la organización, controlar a través de herramientas de monitoreo y medición como los indicadores, y la valoración integral del proceso, si dan resultados satisfactorios, monitorear, analizar y controlar si los clientes están satisfechos con el servicio o el producto y buscar la sostenibilidad de los niveles de eficiencia previstos (García & Gisbert, 2015).

Las estrategias descritas en el párrafo anterior se utilizan al implementar sistemas de gestión de la calidad en la empresa y que se acompañan de una serie de herramientas que permiten el control y la mejora de la calidad de allí a la resolución de problemas, como por ejemplo, técnicas estadísticas y técnicas no estadísticas. Las primeras constituyen las siete herramientas clásicas de la calidad: Hoja de recogida de datos, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de espina, estratificación, Diagrama de correlación y Gráfico de control; las segundas son instrumentos no estadísticos utilizados para la gestión y la planificación de la calidad: Diagrama de Relaciones, Diagrama de Afinidad, Diagrama de Árbol, Diagrama de Flechas, Diagrama Matricial, Diagrama del Proceso de Decisión y Matrices de Priorización (Camisón & Cruz, 2006).

Un aspecto fundamental para una organización es decidir qué y cómo se va a mejorar, de allí que analizar el proceso se fundamenta en medir lo que es importante y clave, esta es una tarea del líder y de su equipo, de modo que se tenga claro cuáles son los síntomas que producen la variabilidad en los procesos (Gutiérrez & De la Vara, 2011). La variabilidad está presente en los procesos de las empresas, reducir la variación de los procesos es un objetivo clave del control estadístico. Por lo tanto, es necesario entender las causas de la variación; el control estadístico de procesos SPC, por sus siglas en inglés (statistical process control), es una técnica estadística que permite determinar si el resultado de un proceso es coherente con el diseño del mismo, se usa principalmente para la identificación de productos defectuosos o para indicar que tipo de modificaciones se deben realizar sobre este. Esta metodología se ha utilizado en distintos sectores empresariales, es así como desde las empresas metalmecánicas se han desarrollado estudios que aplican la metodología para medir la capacidad del proceso de fabricación, con el fin de determinar la conformidad del producto y si se cumplen en simultáneo diferentes características (Montgomery, 2009), de igual forma herramientas como las cartas de control estadístico de procesos se utilizan para el monitoreo del peso neto de los productos en una línea de producción, con el objetivo de evaluar la evolución de esta variable como característica de calidad del producto (Romero, Valdés, Pastor y Herrera, 2018), su importancia y aplicación es tal que es usada en la industria energética para detectar la baja confiabilidad del suministro eléctrico que provoca paradas indeseadas, análisis que se realiza a través de las cartas de control (Andrade, 2018).

De acuerdo con la búsqueda en la literatura estas herramientas se aplicaron inicialmente en la elaboración de productos, sin embargo hoy por hoy son aplicadas igualmente al sector de los servicios. En el sector de alimentos para garantizar la estabilidad de variables críticas en el proceso, tal es el caso del uso del control estadístico de procesos a la línea tecnológica del queso crema donde se presenta grandes pérdidas de materiales en el proceso de coagulación afectando la eficiencia de su producción. Las pastelerías es el sector de la gastronomía que exige más exactitud y precisión en el uso de ingredientes y técnicas para la elaboración del producto final, es por esto que las herramientas estadísticas dan una visión objetiva sobre la variación del proceso e identificación de las causas de las no conformidades.

La repostería objeto de estudio trabaja sobre una línea de productos y servicios relacionados con la elaboración, diseño, decoración, distribución y comercialización de pudines, galletas, antojos, especiales y postres. Dentro de la variedad de productos ofrecidos el 40% de la demanda se inclina hacia el postre Napoleón, de acuerdo con las explicaciones dadas por los clientes y operarios las razones son su sabor, diseño, textura y reconocimiento en el mercado. Durante los tres últimos trimestres del año 2018 (julio, septiembre y noviembre) la organización realizó un análisis de las no conformidades del proceso identificando que se habían presentado 373, lo que representó el 10% de la producción mensual. De acuerdo con las políticas de la organización, los postres que no cumplen las especificaciones técnicas determinadas en el plan de calidad y la ficha técnica de los mismos, no pueden ser comercializados, generando así disminución en el porcentaje de ingresos y costos de no calidad. En un proceso cuando las causas especiales de variabilidad se hacen visibles, el análisis estadístico del procesos ayuda a identificar su origen, con el fin de eliminarlas y tomar medidas que eviten su reaparición en el futuro (Rendón & González, 2013). Es así como se pueden resolver los problemas asociados a las causas comunes de

variabilidad, permitiendo a la dirección, proponer alternativas para establecer la capacidad real del proceso (Montgomery & Runger, 2003). En el control estadístico de proceso, se apoya en el uso de herramientas tales como las graficas de control, diagramas causa-efecto, diagrama de Pareto, histogramas, etc., con el fin de estudiar los datos provenientes del proceso orientados a la toma de decisiones (Evans & Lindsay, 2008). Coherentes con la necesidad de la repostería la aplicación de esta metodología permitirá identificar cuál es la variable que origina las no conformidades en la elaboración de postres tipo Napoleón y determinar cuál es la capacidad real del proceso que permita proponer alternativas para la disminución de las no conformidades.

## 2. Metodología

### 2.1. Diseño

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, puesto que plantea un problema de estudio delimitado y concreto, los datos obtenidos son producto de mediciones representadas por números. Además, según el nivel de conocimiento se implementará un estudio de tipo correlacional, debido a la identificación de variables que afectan al factor de interés, en este caso la altura de los Postres tipo Napoleón (Baptista, Hernández y Fernández, 2010).

El estudio se delimita en un repostería ubicada en la ciudad de Cartagena, con el fin de identificar la variabilidad del proceso de producción de postres tipo Napoleón. A través del análisis estadístico de procesos se indaga sobre de una estimación de la producción mensual de 3600 postres tipo Napoleón, para lo cual se desarrollaron las siguientes cuatro fases: diagnóstico, determinación de las variables, análisis de capacidad y determinación de planes de control para el proceso.

### 2.2. Población y muestra

Para el cálculo de la muestra se toma como base una población de 3600 postres mensuales, calculando a través de la técnica de muestreo probabilístico aleatorio simple para una proporción, con un nivel de confianza del 95% y un error admitido del 10%.

$$n = \frac{N Z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{Z_{\alpha/2}^2 p(1-p) + (N-1)e^2} \quad (1)$$

En donde,  $Z_{\alpha/2}$  es el punto crítico definido por el nivel de confianza,  $p$  es la proporción de éxito,  $e$  es error admisible y  $N$  es tamaño de la población. Reemplazando en la ecuación (1) se obtiene una muestra de 94 postres (Pérez, 2005).

$$n = \frac{(3600)(1,96)^2(0,5)(1-0,5)}{(1,96)^2(0,5)(1-0,5) + (3600-1)(0,1)^2} = 94$$

### 2.3. Procedimiento

#### 2.3.1. Diagnóstico del proceso

El diagnóstico del proceso de producción del postre Napoleón se realizó mediante técnicas de recolección de datos tales como: visita de campo, la cual consiste en la recopilación de datos nuevos de fuentes primarias para un propósito específico (Gutiérrez, 2010), este método cualitativo va encaminado a comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno natural recolectando información a través de la observación asistida técnicamente, adicionalmente se utilizó una hoja de verificación (Carro & Gómez, 2012), la cual fue utilizada para recoger y compilar de forma estructurada los datos asociados al proceso de fabricación de las tortas tipo

Napoleón. Estos datos recolectados representaron la entrada para el uso del diagrama de Pareto. En este sentido, la hoja de verificación permitió identificar las diferentes etapas del proceso de producción. Para el mapeo del proceso se utilizó la herramienta SIPOC (Westcott & Duffy, 2014), cuyas letras explican la definición de los elementos que conforman el procesos, S – Suppliers (proveedores) se refiere al grupo de interés que genera los recursos o entradas al procesos, I – Inputs (entradas) son los insumos necesarios para desarrollar el proceso, entre estos se pueden identificar la información, los materiales e incluso, las personas, P – Process (proceso) son todas aquellas actividades que se debenn realizar con el fin de transformar las entradas – Inputs en salidas- Outputs, buscando la generación de valor, O – Outputs (salidas) son los resultados del proceso, C – Customers (clientes) son las personas o grupo de interés que reciben el resultado del proceso, el objetivo es obtener la satisfacción de este cliente. El diagrama permite identificar cada una de las etapas claves que interviene en el proceso, definiendo participantes y resultados.

### 2.3.2. Determinación de variables

Como elemento de entrada para la identificación de las variables de procesos se utilizó el plan de calidad de la empresa en el cual se especifican los protocolos, procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse dentro de la producción del postre.

De igual forma se utilizó la ficha técnica del producto dado que contiene la descripción de las características técnicas del postre de manera detallada, permitiendo la identificación de las variables del procesos y los límites de tolerancia de cada una de ellas, definiendo como críticas: peso, altura, diseño, forma, olor, sabor, textura y color. Para las variables tipo cuantitativas como el peso y la altura se establecen los límites de tolerancia tales como se indica en la tabla 1:

**Tabla 1**  
Peso específico de las adiciones

	Libras (1 lb.)	Medias libras (1/2 lb.)	Minis
Peso máximo	910 g	460 g	110 g
Peso ideal	900 g	450 g	100 g
Peso mínimo	890 g	440 g	90 g

Fuente: Plan de calidad de la repostería

La variable altura para postres de 1 Lb, postres de ½ Lb y postres denominados como minis: los límites de tolerancia se encuentran entre  $5 \pm 0.5$ cm. Las variables cualitativas asociadas a los productos y determinadas en el plan de calidad son verificadas a través de inspección visual, realizada por los trabajadores dado su nivel de experticia y las especificaciones determinadas al interior de la organización. Se realizó la recolección de los datos durante los tres (03) últimos trimestres del año, (junio, septiembre y noviembre) por ser las épocas del año con mayor demanda de este producto. Para este análisis se usaron herramientas estadísticas de la calidad como son: el diagrama de Pareto de primer y segundo nivel y las cartas de control.

El diagrama de Pareto, también es llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, en el cual se organizaron los datos de cada variable crítica asignando un orden de prioridades, determinado las variables que representan los pocos vitales y los muchos triviales, es decir, cuáles representan los problemas con menor relevancia frente a aquellas pocas pero que son más significantes en la criticidad del proceso. Con el fin de analizar las causas que generaron la mayor cantidad de no conformidades identificadas en el Pareto de primer nivel, se realizó un nuevo estudio con un Pareto de segundo nivel en el cual se priorizaron las causas que darían origen al plan de acción. De igual forma las cartas de control se realizaron con el fin de identificar las causas especiales de variación dentro del proceso de producción del postre y reflejaron la magnitud de la variación debida a las causas comunes que podían estar afectando el procesos. Al distinguir entre las causas especiales y las causas comunes de variación

del proceso de fabricación del postre, permitió definir cuál y cuándo el problema debe ser corregido y fueron el insumo para la presentación de las acciones en las que debe trabajar el departamento de producción.

### **2.3.3. Análisis de capacidad del proceso**

En esta parte se analizó la capacidad del proceso, definiendo la aptitud de la empresa productora para elaborar postres conforme con las especificaciones de la ficha técnica del producto y el plan de calidad presentado, es decir el proceso debe ser capaz de cumplir los límites de tolerancia (Gutiérrez & De la Vara, 2011).

Inicialmente se realiza un análisis exploratorio de los datos, el cual es graficado a través de un histograma cuya forma indica el grado de normalidad de los mismos. Seguidamente se compararon las especificaciones del producto con los requerimientos de la organización (Lara, Melo, Herrera y Valdez, 2011). La evaluación de la capacidad del proceso se realiza una vez las gráficas de control realizadas sobre las causas especiales han sido identificadas, analizadas y tomado acciones sobre ellas (De la Ossa De Ávila et al., 2018).

### **2.3.4. Planes de control**

Finalmente, para cada causa de variabilidad del proceso se proponen alternativas para el control del mismo. Se definen para cada parámetro de calidad distintas estrategias que propiciarán el cumplimiento de las especificaciones de calidad establecidas, se establecen: actividades, recursos, indicadores y responsables de la acción.

---

## **3. Resultados**

### **3.1. Definición de las etapas del proceso**

La definición de las etapas del proceso se realizó a partir de un diagrama SIPOC como lo demuestra la figura 1, en el cual se representan las diferentes etapas que intervienen en la elaboración del postre tipo Napoleón, determinando sus entradas, proveedores, actividades, salidas y clientes (Marquet, Avellana y Davins, 1994).

El diagrama permitió la explicación de la operación del proceso, las funcionalidades del sistema la relación existente entre cada variable e identificando las etapas críticas de acuerdo con los estándares.

**Figura 1**  
Diagrama SIPOC del proceso de elaboración del postre Napoleón

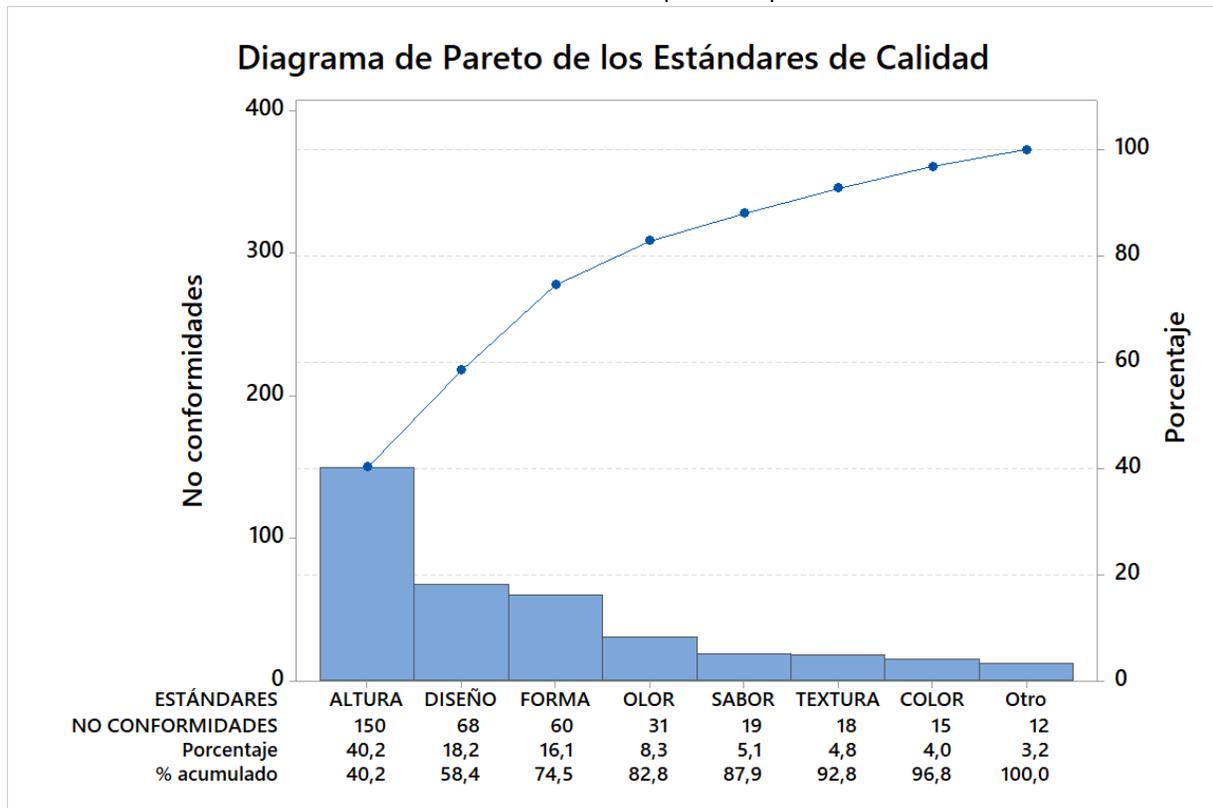
SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
Huevos Kikes	Huevo pasteurizado T° entre: 0°-6°C pH: 6.8-7.8 Brix: 24.0-27.0 Crema Cake, polvo de hornear, ácido sorbido y sorbato de potasio, sin gorgojo, sabores u olores extraños	Inicio	Materia prima conforme y almacenada de acuerdo a especificaciones	Operario de producción (Pesaje)
Auxiliar de bodega	Huevo, polvo de hornear, aceite, crema cake, ácido sorbido	Recepción de materia prima	Ingredientes pesados	Operario de producción (Batido)
Operario de producción (Batido)	- Huevo pasteurizado y aceite - 1/3 parte de agua y sorbato de potasio - Crema cake regular, ácido sorbico y polvo para hornear x 1 minuto primera velocidad	Pesaje de materia prima	Ingredientes batidos	Operario de producción (Engrase de moldes)
Operario de producción (Engrase de moldes)	Margarina refrigerada x 12 horas + aceite vegetal + harina de trigo x 35-40 minutos	Batido de materia prima	Moldes engrasados tanto en el fondo como en sus laterales	Operario de producción
Operario de producción	Calibración de la dosificadora: 900g - 1lb 450g - 1/2 lb 100g - minis	Engrase de moldes	Un molde servido por cada veinte dosificaciones	Operario de producción
Operario de producción	- Moldes servidos - Hornos giratorios a T° de 150°C X 45-50 minutos - Hornos rotativos T° de 140°C X 50-55 minutos	Dosificación	Torta en molde	Operario de producción y jefe de calidad
Operario de producción	-Torta en molde -Papel craft -Canasta de almacenamiento	Horneado	Torta	Auxiliar de cuarto de hora
Auxiliar del cuarto de tortas	Torta Cortadora de torta	Desmolde	Torta en tres partes	Operario de producción
Operario de producción	-Torta en tres partes -Mezcla homogénea de Napoleón	Cortado de la torta	Torta con capas de Napoleón	Auxiliar del área de decoración
Auxiliar del área de decoración	-Crema cake -Chocolate blanco rayado -Barquillo de chocolate	Armado	Postre Napoleón	Auxiliar de almacén
		Forrado o decoración		
		Fin		

Fuente: Los autores

### 3.2. Análisis estadístico del proceso

Por medio de una lista de chequeo aplicada durante 3 trimestres se estableció el número de no conformidades presentadas en cada etapa del proceso comparando las variables de salida con los estándares establecidos por la organización. La figura 2 corresponde a un diagrama de Pareto de primer nivel, donde se consignan los diferentes estándares o especificaciones de calidad atribuidas al postre Napoleón, en las cuales se están presentando incumplimientos técnicos.

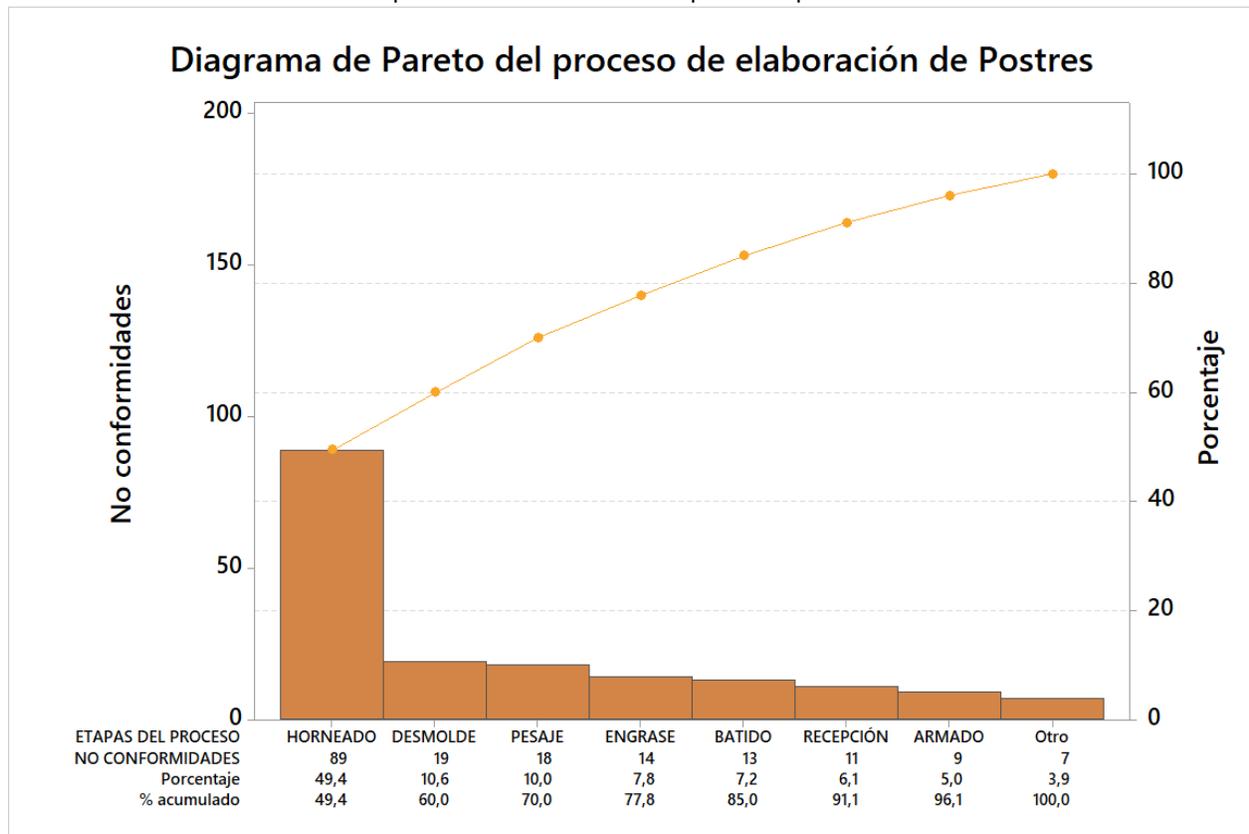
**Figura 2**  
Diagrama de Pareto de primer nivel de los estándares de calidad del postre Napoleón



Fuente: Los autores

Analizando el diagrama a partir del principio 80-20, el cual establece que de forma general y para un amplio número de fenómenos el 80% de las consecuencias provienen del 20% de las causas, se obtiene que la especificación de altura, diseño, forma y olor, caen dentro del 80%; sin embargo los esfuerzos destinados a mejorar deberían concentrarse en la altura, por ser el estándar de calidad que presenta mayor número de no conformidades con un 40,21% en su frecuencia.

**Figura 3**  
 Diagrama de Pareto de segundo nivel del  
 proceso de elaboración del postre Napoleón

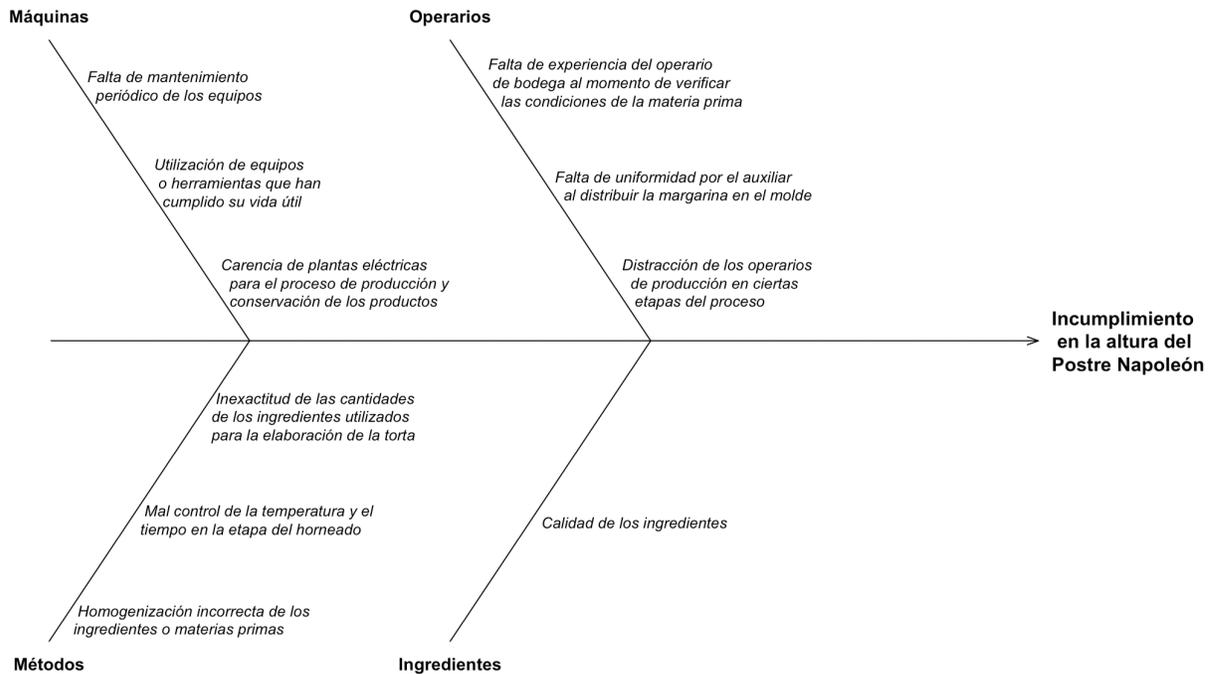


Fuente: Los autores

De igual forma se recolectó información sobre el comportamiento de las no conformidades en cada etapa del proceso, realizando inspección durante el mismo tiempo que se utilizó para las variables, el análisis de los datos se realiza a través de un diagrama de Pareto de segundo nivel, fig. 3. en el que se consignan las distintas etapas de fabricación del postre Napoleón, con el fin de identificar en cuál de ellas se presenta el incumplimiento de la especificación de la altura del producto.

La etapa del horneado presenta el mayor número de no conformidades con un 49,4% en su frecuencia respecto al total. Esta última es considerada la etapa más importante en el proceso productivo; puesto que de ella depende la calidad y entrega del producto. Al no proporcionar una temperatura y tiempo adecuado, igual a 141°C por 50 a 55 minutos respectivamente a las tortas, estas podrían quemarse, reducirse o esponjarse según sea el caso; ocasionando un incumplimiento en los estándares establecidos y mermas en el proceso. Por tal razón es necesario priorizar en ella, con el objetivo de minimizar las causas que están generando las no conformidades.

**Figura 4**  
Diagrama de Ishikawa del incumplimiento técnico de la altura del postre Napoleón.



Fuente: Los autores

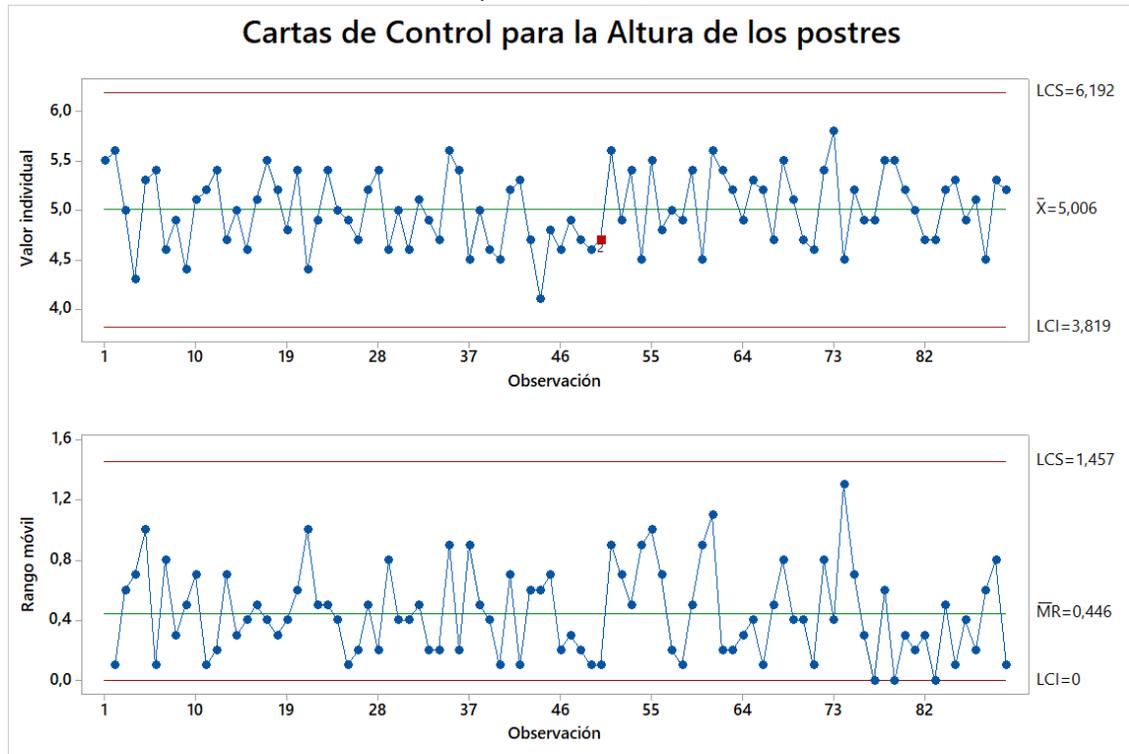
La metodología de Kauro Ishikawa, junto a un brainstorming y los 5 por qué de Toyota (Pérez, 2016), permitieron analizar y determinar las posibles causas que estarían afectando la altura del postre Napoleón, como el mayor incumplimiento en el proceso de elaboración del producto, como se muestra en la figura 4.

### 3.3. Variabilidad del proceso

La figura 5, corresponde a una carta de control individual, puesto que la altura se considera una variable continua, y el proceso de medición de las tortas se efectúa por lotes de 20, determinando parcialmente que lo más razonable es hacer un control para variables independientes. En ella se registran las diferentes medidas en cm de la altura de la torta para una muestra de 90 unidades, las cuales varían por diferentes causas o situaciones presentadas en el momento de su elaboración.

A partir del análisis de la carta individual, construida bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 5,006 cm y una desviación estándar de 0,395 cm, se puede evidenciar que no existe ningún punto fuera de los límites superior e inferior con respecto a la media. Sin embargo, se presenta una corrida inusual (punto rojo) que indica que el proceso está presentando un cambio de nivel mediante una tendencia clara de que ocho puntos consecutivos caen de un solo lado de la línea central, posiblemente causada por cambio en los métodos de inspección, mayor o menor atención de los operarios de planta, deterioro o desajustes de gradual de los equipos de producción, entre otros. No obstante, el proceso se considera estable y bajo control estadístico; puesto que no existe ningún punto fuera de la carta de control que altere el proceso productivo.

**Figura 5**  
 Carta de control para individuos, altura de la torta.



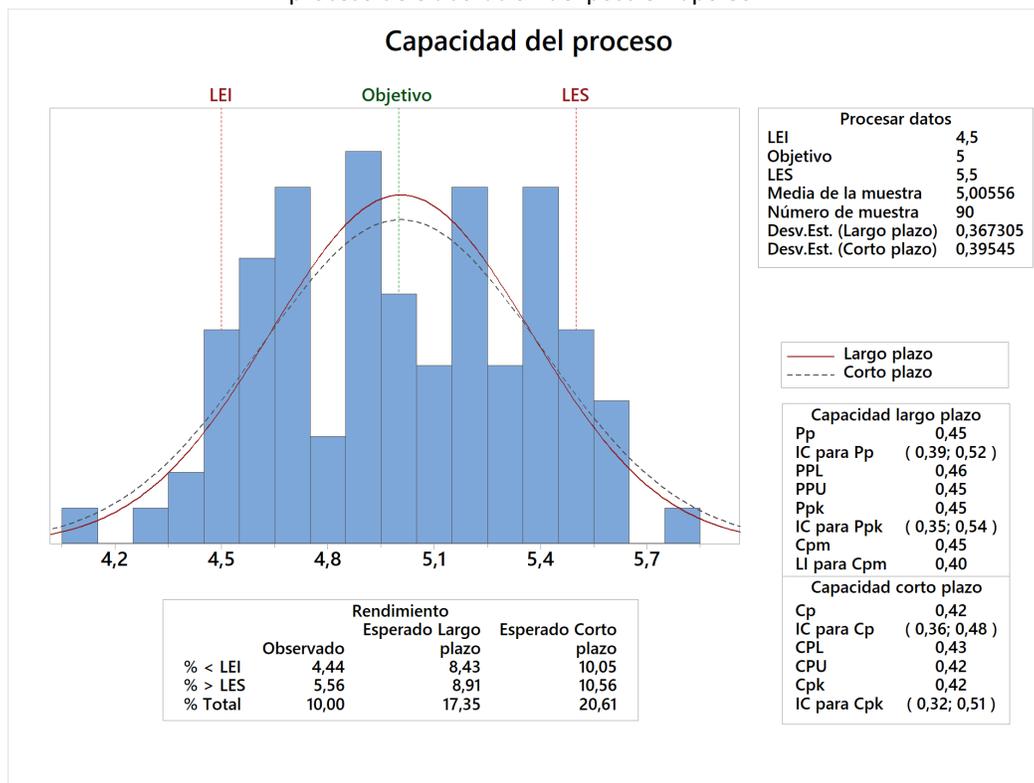
Fuente: Los autores

Por otro lado, en la figura 5 aparece una carta de control de rango móvil, empleada como complemento a la carta individual, donde se grafica el rango móvil para detectar cambios en la dispersión del proceso. De acuerdo con los resultados obtenidos en la carta de control de rango móvil, se puede evidenciar que no existe ningún punto fuera de los límites superior e inferior con respecto a la desviación estándar.

### 3.4. Análisis de capacidad del proceso

En la figura 6 se evalúa la capacidad del proceso, junto al índice de capacidad real, conociendo la amplitud de la variación natural de las medidas de la altura de la torta y permitiendo conocer si el proceso está funcionando de manera satisfactoria.

**Figura 6**  
 Diagrama de Pareto de segundo nivel del  
 proceso de elaboración del postre Napoleón



Fuente: Los autores

Las especificaciones de calidad, establecidas por la empresa, igual a  $5,0 \pm 0,5$ , se evaluaron a partir de un análisis de capacidad, que determinó un índice de capacidad potencial  $C_p = 0,42$ . De esta manera se concluye que el proceso no está siendo capaz de cumplir con las especificaciones establecidas en el plan de calidad; debido a que en el proceso productivo la empresa acepta postres con tamaños superiores a 5,5, infringiendo las especificaciones y ocasionando un índice de capacidad real a corto plazo  $C_{pk} = 0,42$  que determina que la distribución de los datos no está centrada entre los límites de especificación.

### 3.5. Controles propuestos al proceso

Finalmente, la tabla 2 presenta un plan de mejora donde se consignan las debilidades, causas y efectos que están generando el problema planteado; en los cuales se busca hacer acciones correctivas y preventivas que permitan desarrollar estrategias de mejora continua al proceso de elaboración del postre Napoleón corroborando que la solución adoptada sea la apropiada y permita cuantificar el nivel de mejora alcanzado.

**Tabla 2**  
Plan de acción del proceso de  
horneado del postre Napoleón

PLAN DE MEJORA				
PROBLEMA	SOLUCIÓN	RECURSOS	META	RESPONSABLE
Los hornos mecánicos no cuentan con dispositivos de control de tiempo y temperatura.	Capacitar al personal encargado en el control de las variables medidas.	Entidad o institución que pueda brindar la capacitación	Controlar adecuadamente el proceso de temperatura y tiempo	Gerente y Jefe de Gestión Humana
	Utilizar instrumentos de medición automatizados.			
	Adquirir horno automatizado.	Recursos económicos		
El mantenimiento de los hornos se realiza de forma esporádica.	Realizar un plan de mantenimiento adecuado al tiempo de uso o servicio	Área de mantenimiento y recursos económicos	Mantener el proceso continuo	Gerente y coordinador de producción.
	Contar con horno alternativo para evitar detener la producción.			
No cuenta con un registro que permita controlar la altura de los postres.	Concientizar al personal a través de capacitaciones, sobre la importancia de llevar un registro de medidas a los postres para un mejor control de calidad.	Entidad o institución que pueda brindar la capacitación.	Registro de las alturas para controlar la variable	Gerente y Auxiliar de medida
	Implementar un sistema de medición automático que permita llevar un registro de la variable crítica del proceso.	Recursos económicos.		
Carencia de planta eléctrica, para abastecer la planta de producción, cuando quitan el suministro de fluido eléctrico.	Aplicar una economía de escala, que permita ahorrar las ganancias extras para comprar una planta que abastezca el fluido eléctrico de toda la planta de producción.	Planta eléctrica	Lograr un proceso continuo	Gerente y Jefe de Operaciones.
	Implementar un sistema de generación propia (paneles solares, eólica)			

Fuente: Los autores

#### 4. Conclusiones

El diagnóstico del proceso de producción de postres Napoleón, permitió identificar mediante representaciones gráficas, los diferentes procesos y etapas llevadas a cabo en la producción de los postres Napoleón, junto a los diferentes funcionamientos internos de la empresa. De igual forma los diagramas de Pareto, permitieron identificar los puntos o procesos críticos con mayor número de no conformidades en el desarrollo de las etapas productivas, logrando una dinámica de socialización entre las personas, alcanzando altos niveles de colaboración y de trabajo en equipo. Mediante el análisis de las variables que influyen el proceso de elaboración del postre Napoleón, y la implementación de un diagrama de Ishikawa y cartas de control, se determinó que el incumplimiento técnico de la altura de las tortas es estable y se encuentra bajo control estadístico; sin embargo, no es capaz de cumplir con las especificaciones de calidad, igual a  $5,0 \pm 0,5$  cm.

Finalmente el diseño e implantación de un programa de mejoramiento de los procesos y en conjunto con las metodologías desarrolladas en el presente trabajo, pueden llevar a la empresa a generar en forma continua planes de mejoramiento, a fortalecer como cultura el concepto de la calidad y la mejora de los procesos, de que es posible hacer las cosas de mejor manera y a trabajar en función de conseguir ese desempeño que exigen el mercado y los clientes.

Al finalizar el ejercicio el resultado se reflejará en la expresión de la satisfacción de las necesidades por parte de los clientes, el aumento de la rentabilidad organizacional y en la posición competitiva en el mercado. En este sentido, es recomendable la formalización de un programa de capacitación interna para el uso de herramientas de mejoramiento continuo, encaminadas a su actualización, así como también al entendimiento y aplicación por los miembros que hacen parte dinámica en la planeación de los procesos de la empresa. De igual forma, el desarrollo e implementación de herramientas informáticas que permitan el mejor control de la información, facilitando el apoyo en la toma de decisiones, así como recolectar más datos de las no conformidades presentes, con el fin de obtener resultados más precisos.

---

## Referencias bibliográficas

- Agudo, F., Rubio, M. Á., & Seisdedos, I. (2017). La mejora continua en la gestión de la prevención de riesgos laborales en la empresa desde la vigilancia colectiva de la salud. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 26(1), 39–54.
- Alvarado, K., & Pumisacho, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del distrito metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital*, 13(2), 479–497. <https://doi.org/10.3926/ic.901>
- Andrade, R. J. (2018). Gestión Energética de una Estación de Bombeo mediante el uso del Control Estadístico de Procesos. Estudio de Caso: Acueducto “La Esperanza” – Refinería del Pacífico. *Revista Politécnica*, 40(2), 7–18. <https://doi.org/10.33333/rp.v40i2.925>
- Baptista, L. M. del P., Hernández, S. R., & Fernández, C. C. (2010). Metodología de la investigación.
- Camisón, C., & Cruz, S. (2006). Gestión de la calidad : conceptos, enfoques , modelos y sistemas. Prentice Hall.
- Carro, R., & Gómez, D. (2012). Control Estadístico de Procesos. *Administración de Las Operaciones AO*, 11(25), 1–25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251108008>
- De la Ossa De Ávila, J. J., Herrera Acosta, R. J., Alvear, K. H., & Figueroa Gélvez, E. (2018). Aplicación del control estadístico multivariado para medir la capacidad del proceso de fabricación de resortes de compresión en acero inoxidable. *Prospectiva*, 16(2), 49–58. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i2.1495>
- Deming, I. (2018). The W. Edwards Deming Institute. <https://deming.org>
- Esquivel, F., León, R., & Castellanos, G. (2017). Mejora continua de los procesos de gestión del conocimiento en instituciones de educación superior ecuatorianas (Vol. 11, Issue 2).
- Evans, W., & Lindsay, M. (2008). *Administración y Control de la Calidad* (7th ed.). Cengage Learning.
- García, Á., & Gisbert, V. (2015). Estudio de la Implantación de la Mejora Continua en Pymes. *3C Tecnología\_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 4(4), 189–198. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2015.v4n4e16.189-198>
- Guadamillas, F. (1994). La implantación de una estrategia de mejora continua. La experiencia de un grupo de empresas Españolas. c, 597–602.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3rd ed.).

- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2011). Control estadístico de la calidad y seis sigma. ICONTEC. (2009). GTC 104 - Gestión del riesgo ambiental. Principios y proceso. 571, 92. NTC-ISO 9001:2015, 3 (2015).
- Lara, C., Melo, R., Herrera, D., & Valdez, J. (2011). Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo . Metodología y resultados.
- Marquet, R., Avellana, E., & Davins, J. (1994). La calidad en Atención Primaria de Salud: nuevas perspectivas. *Fmc*, 1(2), 75–87.
- Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013). Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México. *Información Tecnológica*, 24(4), 15–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>
- Montgomery, D. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed.).
- Montgomery, D., & Runger, G. (2003). *Applied Statistics and Probability for Engineers* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Perez, C. (2005). *Muestreo estadístico*. Prentice Hall.
- Pérez, Y. (2016). La mejora continua de los procesos en una organización fortalecida mediante el uso de herramientas de apoyo a la toma de decisiones. *Latindex*, 10(1390), 9–19.
- Rendón, C., & González, D. (2013). *Control Estadístico de Calidad*.
- Romero, L., Valdés, L., Pastor, J., & Herrera, R. (2018). Control estadístico para el monitoreo del proceso de corte de pastillas de jabón. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(2), 455–468. <https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10514>
- Roncalli, M. (2011). La calidad total en organizaciones y entornos complejos [Universidad Autónoma de Madrid]. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/9300/48695\\_silva\\_maranhao\\_roncalli.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/9300/48695_silva_maranhao_roncalli.pdf?sequence=1)
- Santos, M., & Álvarez, L. (2008). Efectos de la Gestión de Calidad Total en la transformación en la Innovación Tecnológica y Administrativa. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 11(37), 33–65. [https://doi.org/10.1016/S1138-5758\(08\)70068-9](https://doi.org/10.1016/S1138-5758(08)70068-9)
- Serrano, L., & Ortiz, N. (2017). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Revista Científica, FCV-LUZ*, III(173), 3–32. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/227553/Artículo\\_V2.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/227553/Artículo_V2.pdf)
- Suárez, E., Calvo-Mora, A., Roldán, J. L., & Periañez-Cristóbal, R. (2017). Quantitative research on the EFQM excellence model: A systematic literature review (1991–2015). *European Research on Management and Business Economics*, 23(3), 147–156. <https://doi.org/10.1016/J.IEDEEN.2017.05.002>
- Westcott, R., & Duffy, G. (2014). *The Certified Quality Improvement Associate Handbook: Basic Quality Principles and Practices* (3rd ed.). ASQ.
- Zambrano, O., & Almeida, O. (2018). Mejora continua en productividad organizacional y su impacto en colaboradores. Colombia, 2017. *Desarrollo Gerencial*, 10(2), 83–102. <https://doi.org/10.17081/dege.10.2.3033>