

# Modelo de calidad para la mediana empresa del sector automotriz

## Quality Model for Medium Business within the Automotive Industry

Fecha de recepción: 20 de septiembre de 2011

Fecha de evaluación: 4 de abril de 2012

Fecha de aprobación: 7 de mayo de 2012

**Doctor Javier Maya Mendoza (México)**

[jmayam@hotmail.com](mailto:jmayam@hotmail.com)

Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional.

**Doctora María Antonieta Andra de Vallejo (México)**

[mandradev@ipn.mx](mailto:mandradev@ipn.mx)

Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional.

### Resumen

La mala gestión de los procesos de la pequeña y mediana empresa (Pyme) y, en particular, de la empresa que se analizó para esta investigación, generan que este tipo de organizaciones sean incapaces de producir procesos eficaces que les permitan cumplir con los requerimientos de sus clientes, generalmente expresados en términos de la calidad del producto, entregas en tiempos establecidos y precios competitivos.

Ante esta problemática, la presente investigación consistió en el desarrollo de un modelo de calidad confiable que ayudara a este tipo de organizaciones a resolver los problemas de eficacia en sus procesos, a fin de que estas puedan cumplir con los requerimientos de sus clientes. El modelo desarrollado en esta investigación tiene una estructura basada en la norma de calidad ISO 9001:2008 y está conformado por métodos de administración de operaciones, los cuales fueron seleccionados por su afinidad con el sector industrial analizado y su viabilidad de implantación en este tipo de empresas.

Asimismo, ante la enorme cantidad de empresas y variedad de los sectores industriales existentes en

### Abstract

Poor management of the processes of Small and Medium Enterprises (SMEs) in particular the company that was analyzed for this investigation, cause such organizations to be unable to produce efficient processes that enable them to meet the requirements of its customers, usually expressed in terms of product quality, delivery at set times and competitive prices.

Given this problem, this research consisted in the development of a reliable quality model to help these organizations to solve problems of efficiency in their processes so they can meet the requirements of their customers. The model developed in this research, has a structure based on the ISO 9001:2008 quality standard and is comprised of operations management methods, which were selected for their affinity with the analyzed industry and its viability of implementation in organizations of this sort.

In addition, given the huge number of companies, the variety of existing industrial sectors in the SMEs and the fact that it is impossible to design a quality model that works for all organizations, the research was focused on suppliers of support-

la Pyme, y el hecho de que es imposible diseñar un modelo de calidad que sea efectivo para todas las organizaciones, la investigación se centró en empresas proveedoras de productos de soportería y tanques de combustible del sector automotriz de autobuses, camiones y tractocamiones.

**Palabras clave**

Sistemas de calidad, Administración de operaciones, Capacidad, Confiabilidad, Eficacia.

ing products and automotive fuel tanks for buses, trucks and truck tractors.

**Key words**

Quality Systems, Operations Management, Capacity, Reliability, Efficacy

Códigos JEL: L15 Información y calidad del producto, estandarización y compatibilidad. M11 Administración de la producción.

## Introducción

La literatura relacionada con la problemática que vive la pequeña y mediana empresa en México es escasa, en comparación con la de las grandes empresas. Palomo (2005), en un estudio que realizó para evaluar investigaciones previas respecto a la problemática que vive la pequeña y mediana empresa (Pyme) en México, señala que este tipo de empresas se enfrentan a dos tipos de problemas: problemas con enfoque externo y problemas con enfoque interno. El enfoque externo se caracteriza por problemas de tipo macroeconómico y en donde las Pymes no tienen influencia en la solución (o no es su razón de ser); mientras que el enfoque interno, en cambio, se caracteriza por problemas derivados de la gestión propia del negocio y del sector económico al que pertenecen, y en donde las Pymes son responsables de la solución. Asimismo, el mismo autor en un estudio adicional del año 2007, llamado “La gestión de procesos y el desempeño competitivo de las Pymes” menciona que los resultados de los reportes sobre las Pymes a menudo son generalizados, no toman en cuenta la cultura empresarial, los polos de desarrollo por zona geográfica y los problemas socio-económicos y menciona la urgente necesidad de realizar más estudios al respecto, que ayuden a entender con mayor certeza la problemática que vive la Pyme en México.

La investigación que se describe en este artículo es de enfoque interno, en donde, con base en los estudios ya mencionados

y algunos otros, como el realizado por la Comisión Intersecretarial de Política Industrial CIPI (2003), denominado “Principales resultados del observatorio Pyme en México”, se establece que las medianas empresas enfrentan problemas serios en materia de la administración de sus operaciones, ya que presentan de manera general: deficiencias en su estructura organizacional, falta de sistematización de sus operaciones, no cuentan con políticas escritas, faltan estándares de desempeño, planeación errónea de producción, medición y control de calidad deficientes, falta de sistematización en los procedimientos de producción, incapacidad para surtir pedidos grandes, mala distribución del trabajo e instalaciones, etc., que los ha llevado a obtener una deficiente eficacia de sus procesos y, por ende, no ser aptas para la obtención de una certificación ante normas como la serie ISO 9000.

Esta investigación presenta un caso que ejemplifica la problemática anterior ya que se realizó en una empresa mediana, proveedora de soportería y tanques de combustible para el sector automotriz de autobuses, camiones y tractocamiones y en donde después de un análisis de exploración, presenta un entorno semejante al mencionado, ya que en los últimos 15 años, los procesos de esta empresa han sido clasificados por sus clientes como “satisfactorios con condiciones”, con una eficacia lograda entre 60% a 79,99%, que la califica como un proveedor que debe mejorar notablemente en cuanto a tanto en su sistema de calidad como en la eficacia de sus procesos. Un hecho importante que se observó en este análisis fue que el personal de esta empresa no sigue los métodos de trabajo establecidos, como: planes de calidad, programas de capacitación, métodos de evaluación del personal, métodos de evaluación y re-evaluación de

proveedores. Asimismo, en el ámbito de la administración de operaciones, la empresa en estudio acusó carencias en métodos relacionados con la medición, evaluación, estandarización, análisis y mejora de los procesos como son: métodos de estandarización de procesos, el cálculo del tiempo ciclo, clasificación de procesos, manejo de lote mínimo en el almacén, uso de métodos de clase mundial en el área de producción, etc.

Ante estos resultados, se plantea la necesidad de desarrollar un modelo que esté conformado por métodos capaces de producir procesos eficaces que le ayuden a la empresa en estudio y empresas pequeñas y medianas con características similares, a cumplir con los requerimientos de calidad, entregas a tiempo y precios competitivos, todos estos, como ya se mencionó, generalmente solicitados por sus clientes. Para la conformación de este modelo, se seleccionó como estructura base la norma de calidad ISO 9001:2008, ya que esta norma aplica en cualquier tipo de organización y sector, además, se eligió el uso de métodos de administración de operaciones, ya que estos son la mejor opción para resolver la problemática presentada, por su viabilidad de implantación en este tipo de empresas y por su aplicación directa en el sector manufacturero automotriz.

Un hecho que debería ser cierto, es que una organización que implementa un modelo de calidad basado en normas internacionales, como la ISO 9001, logra que sus procesos sean eficaces y que la calidad de sus productos cumplan con las exigencias de sus clientes. Pero esto no siempre se cumple, ya que organizaciones como la que se estudió, a pesar de estar certificada ante la norma ISO 9001, presenta procesos ineficaces y productos que no cumplen

con las especificaciones de calidad establecidas, además de contar con un mal funcionamiento en sus métodos de trabajo. Los resultados negativos mencionados se pueden atribuir a muchas causas, siendo una de ellas que, este tipo de normas internacionales, al ser de aplicación para todo tipo de empresas, ya sea en un sector en particular o de aplicación general, solo describen “qué” debe tener un sistema de calidad para que sus procesos lleguen a ser eficaces, pero no describen “cómo” hacer posible esta eficacia, ya que, como lo mencionan las mismas normas, el “cómo” depende del tamaño de la empresa, métodos aplicados, competencia del personal, tecnología usada, etc.

En este contexto, el modelo de calidad desarrollado se basa principalmente en la descripción y guías de implementación de métodos de administración de operaciones como: la administración de inventarios por medio de métodos ABC, implementación de 5S's, diseño de procesos por medio del Business Process Improvement, mejora continua de procesos a través de las 8 disciplinas de Ford Motor Company, etc., es decir, un modelo de calidad más descriptivo, que hace posible el “cómo” hacerlo, coadyuvando a una rápida implementación y al logro de la eficacia de los procesos. El desarrollo de un modelo de calidad con las características descritas y los beneficios que trae consigo, justifican por sí solos esta investigación, ya que pueden ser de gran ayuda para esta empresa, en particular, y para las empresas pequeñas y medianas con características similares, a la vez que contribuyen a mejorar el entendimiento de la problemática de las Pymes, la manera en que operan sus métodos de trabajo y a identificar las posibles soluciones para la mala gestión de sus procesos.

## Marco Teórico

### Calidad

Cantú (2001) refiere que en español, el término calidad señala un conjunto de características de una persona o de una cosa, indica importancia, calificación, carácter, índole, superioridad, excelencia, clase o condición. Así mismo, describe que el sustantivo inglés quality identifica a una persona de un alto nivel social, algo excepcionalmente bueno en su clase, un elemento distintivo. Ambos términos derivan de la palabra latina qualitas, atis, que indica cualidad, manera de ser, propiedad de las cosas y que a su vez deriva del adjetivo también latino qualis, que significa cuál, de qué género, de qué clase, de qué calidad, de qué especie.

Barrea (2006), hace una compilación del concepto calidad desde el punto de vista de los principales maestros en esta disciplina; presenta las siguientes: Deming, “Ofrecer a bajo costo productos o servicios que satisfagan a los clientes”; . Kaoru Ishikawa, “En su interpretación más estrecha, calidad significa calidad del producto. En su interpretación más amplia, calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de la división, calidad de las personas, incluyendo a los trabajadores, ingenieros, gerentes y ejecutivos, calidad del sistema de calidad de la empresa, calidad de los objetivos, etc., Nuestro enfoque básico es controlar la calidad en todas sus manifestaciones”; Juran, “Adecuar las características del producto al uso que le va a dar el consumidor”. Taguchi, “La mínima pérdida ocasionada a la sociedad desde el envío del producto al cliente hasta su uso total”. Crosby, “Cumplir con los requisitos”, y la Norma ISO 9000:2005

la define como “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

### Confiabilidad

Ellmann (2008), menciona que la confiabilidad “es la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida en condiciones establecidas”. Se logra la confiabilidad requerida cuando el ítem hace lo que queremos que haga. Al decir “ítem” se refiere a una máquina, una planta industrial, un proceso, un sistema o una persona. La confiabilidad impacta directamente sobre los resultados de la empresa, debiendo aplicarse no sólo a máquinas o equipos aislados sino a la totalidad de los procesos que integran la cadena de valor de una organización. Asimismo, Pérez (2004), define la confiabilidad como “la habilidad que tiene un sistema para realizar su función de la manera prevista. La confiabilidad es un elemento que permite asegurar los factores claves de una organización como la productividad, seguridad, medio ambiente a lo largo del tiempo y, por lo tanto, asegurar la competitividad”.

### Capacidad

De acuerdo con el Sistema de Evaluación de Proveedores de Mercedes-Benz, México (1996), un sistema de calidad es capaz, cuando produce procesos eficaces que permiten satisfacer las expectativas definidas y expresadas por el cliente. En el logro de la capacidad se involucran los métodos que integran el sistema de calidad y las partes implicadas en un proceso: máquinas y

equipos, personas, materia prima y procedimientos escritos. Con base en esta definición, para esta investigación, la capacidad se midió en cada método de administración de operaciones que conforman el modelo de calidad, en función de su capacidad para producir procesos eficaces que cumplan con los requerimientos del cliente.

## Sistemas de calidad

La norma ISO 9000 “Fundamentos y vocabulario” (2005), define un sistema de gestión de calidad como “un método para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad”. El proceso que se sigue para elaborar un producto o los pasos para ejecutar un servicio se dividen en procesos y cada uno de ellos debe ser realizado de acuerdo con un procedimiento escrito con el detalle pertinente; el procedimiento relaciona cada proceso con los anteriores y posteriores e incluye los métodos de evaluación y los criterios de aceptación en cada paso del mismo. El sistema de calidad es como un organismo, es un sistema dinámico que consume recursos para producir resultados, algunos son más eficaces que otros y todos pueden ser mejorados si se ejecutan sistemáticamente.

## Origen de la normalización

Todos los productos y servicios elaborados, administrados, consumidos o utilizados por el ser humano deben ser adecuados para proporcionar un uso seguro tanto en sus dimensiones, formas, cantidades como en los elementos incorporados en su fabricación y los fenómenos físicos utilizados para su funcionamiento. Para

mantener un control de lo anterior, existen instituciones internacionales que definen a través de normas, los parámetros correspondientes de acuerdo al sector en el cual estos productos y servicios se utilizan.

Bureau Veritas International (2001), describe que las normas fueron creadas, en un principio, como respuesta a la necesidad de documentar procedimientos eficaces de procesos tecnológicos, luego se comercializaron para utilizarlas en procedimientos administrativos; pero en sí, su desarrollo se generó a través del campo de la ingeniería. Las tecnologías desarrolladas por el ser humano a lo largo de la historia en un principio fueron utilizadas, a niveles regionales; cuando éstas comenzaron a ser exportadas de su lugar de origen no lograban compatibilidad con las tecnologías existentes en otros países. Por esta razón, se crearon organizaciones nacionales, regionales y luego internacionales formando una jerarquía bien definida, en donde estas organizaciones determinan las características concretas que deben poseer los equipos para que puedan ser utilizados en cualquier parte del mundo, asegurando con esto, su máximo desempeño.

## Organizaciones normativas

Bureau Veritas International (2001), menciona que las organizaciones encargadas de crear normas para la industria tienen su origen en Gran Bretaña. El “Comité de normas de ingeniería” establecido en 1901 fue el primer organismo que emitió reglamentos definidos para que se desarrollaran procesos de ingeniería en las industrias manufactureras. A este organismo se le cambió el nombre en 1918 por “Asociación Británica de normas de ingeniería”, organismo que recibió

la Cédula Real en 1929. En 1931 adoptó su nombre actual: “Instituto Británico de Normas” con el objeto de reflejar su expansión fuera de los dominios de la ingeniería.

En la actualidad, el “Instituto Británico de Normas” ejecuta varias actividades en donde la principal sigue siendo la creación y actualización de normas, lo que hace a través de un proceso de consulta con grandes y reconocidas empresas del ramo que utilizan la norma. La mayoría de las normas, incluyendo la serie de normas ISO 9000, se modelaron sobre la norma británica BS 5750 emitida por el Instituto Británico de Normas. La serie de normas BS 5750 fue la pionera de las normas de sistemas de calidad a nivel internacional.

## Normas ISO 9000

Bureau Veritas International (2001) menciona que en 1987 se creó la serie de estandarización ISO 9000, la cual debe ser revisada por lo menos cada cinco años. Las normas ISO 9000 se implantaron en organizaciones de toda Europa con gran rapidez debido a que algunos organismos exigían a las empresas que si querían ser parte del grupo de proveedores, debían certificarse también en estas normas. Las normas ISO 9000 se comenzaron a implantar en Estados Unidos desde 1990 debido a un efecto en cascada generado, en gran parte, por la publicidad y los medios de comunicación, los cuales definieron a las normas ISO 9000 como “El pasaporte a Europa” que garantizaba competitividad global. y Además, la empresa que no se certificara ante estas normas, se vería incapaz de comercializar con países europeos.

Una característica importante de las normas ISO 9000 es que son intencionalmente generales, de modo que pueden ajustarse a casi cualquier operación empresarial, ya que se diseñaron de tal manera que fuese posible satisfacer los requerimientos básicos de una operación en empresas de cualquier tipo y tamaño. Asimismo, contrario a la creencia general de que las normas ISO 9000 son rígidas e inflexibles, en realidad, la serie permite una considerable flexibilidad. Se pretende que estas normas internacionales se implementen de acuerdo a su estructura, pero a veces será necesario adaptarlas ya sea agregando o eliminando componentes o requerimientos del sistema de calidad en ciertas circunstancias contractuales específicas. Las normas no pretenden establecer una uniformidad en los sistemas de calidad. De hecho, es reconocida la variedad con la que estas normas, se diseñaron para ajustarse a las cambiantes necesidades de cada industria.

La certificación ISO 9000, para una empresa determinada, no significa la eliminación total de fallas en sus procesos internos, pero ofrece métodos y procedimientos eficaces sistematizados para determinar las causas de los problemas para luego corregirlos y evitar que estos se repitan nuevamente.

## Administración de operaciones

Kumar, Anil & Suresh (2007), definen la administración de operaciones como “un proceso de planeación, organización, dirección y control de las funciones de producción que combina y transforma varios recursos usados en los subsistemas de producción y operaciones de la

organización, agregando valor a los productos y servicios de manera controlada como parte de las políticas de la organización”. En este contexto, los autores describen que la administración de operaciones concierne con la conversión de entradas en salidas, siendo ésta su actividad primaria. Los autores describen que las funciones que conforman la administración de operaciones son las siguientes:

- ~ Localización de instalaciones.
- ~ Distribución de planta y manejo de materiales.
- ~ Diseño de productos.
- ~ Diseño de procesos
- ~ Planeación y control de la producción.
- ~ Control de calidad.
- ~ Administración de materiales.
- ~ Administración del mantenimiento.

Mentzer, Stank, and Esper (2008), hacen referencia al alcance propuesto por Chase, Jacobs, and Aquilano (2006), en donde según estos autores, la administración de operaciones también incluye las funciones de finanzas, distribución, organización, sistemas de manufactura y producción, estudios en las áreas de servicios, mantenimiento, reparación y operaciones, diseño del producto y servicio, administración de la calidad, y últimamente, se ha considerado como parte de esta disciplina a los sistemas de simulación para la toma de decisiones en el diseño y mejora de procesos y los métodos de motivación y capacitación del personal que mejoren la competencia del elemento humano que forma parte de una organización; en particular, el personal relacionado de manera directa e indirecta con el sistema de producción.

## Método

Los sistemas de calidad tienen la característica de ser efectivos cuando están diseñados, en términos generales, para un sector como el de la industria automotriz, en donde es común el uso de planes de calidad, técnicas estadísticas, evaluación de procesos, etc. Y, en lo particular, cuando se usan métodos adecuados al entorno de cada empresa, como pueden ser: el uso de sus métodos de producción, métodos de inspección del producto, manejo de inventarios, etc. Ante este hecho, es imposible diseñar un sistema de calidad efectivo que aplique a todas las organizaciones, por lo que se tuvo que delimitar el alcance a un sector, que, en este caso, es el automotriz de autobuses, camiones y tractocamiones, en particular, empresas manufactureras de productos de sopotería y tanques de combustible.

La selección del sector automotriz delimitó la investigación a empresas medianas, ya que este sector, dentro de su cadena productiva, exige a las organizaciones que la integran una infraestructura suficiente de maquinaria y equipo, competencia de personal en el manejo de maquinaria y procesos especiales, certificaciones en sistema de calidad ante las normas ISO 9001:2008 e ISO/TS 16949, uso de métodos de mejora de procesos, etc. (Correa y Ramírez, 2008). Por lo anterior, la micro y pequeña empresa quedan excluidos, al no contar con los requerimientos mencionados y, por otra parte, las grandes empresas entran en contextos diferentes, ya que estas cuentan con más recursos financieros, mejores instalaciones y alta competencia de personal, incluso superiores a las de las armadoras, que les permiten la implementación de métodos con mayor tecnología, como podría

ser la implementación de un ERP, la integración de cadenas de suministro, el Justo a Tiempo, etc.

La investigación realizada es de tipo transversal y correlacional. La población objeto de estudio está conformada por la mediana empresa del sector manufacturero automotriz de autobuses, camiones y tractocamiones de la Ciudad de México; en particular, empresas proveedoras de soportería y tanques de combustible, en donde se identificaron con base en los “Censos Económicos: Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa, estratificación de los establecimientos” (INEGI, 2004), como empresas medianas, aquellas organizaciones que tienen entre 51 a 250 empleados.

El muestreo que se llevó a cabo es no probabilístico, de conveniencia, con base en la disposición de las organizaciones a participar en la investigación. Según “Censos de la Industria automotriz en México” (INEGI, 2009), la población de empresas que se dedican a la fabricación de partes para vehículos de autotransporte es de 1.200 empresas, en donde sólo 3 empresas se dedican a la manufactura de la soportería y tanques de combustible. Las 3 empresas están ubicadas en la zona metropolitana de la Ciudad de México y pertenecen al sector automotriz. Se contactó a las tres empresas pero solo una de ellas aceptó apoyar al presente trabajo, ya que las otras dos prefirieron no hacerlo, aludiendo que al ser las tres empresas competencia directa, se corría el riesgo de fuga de que información estratégica respecto de sus sistemas de producción.

La estrategia de recopilación de información se dividió en dos etapas. En la primera se realizó una investigación documental a través de consultas en bases de datos, trabajos de tesis, libros e Internet

para definir la situación de las Pymes en México, los modelos de calidad actuales y los métodos de administración de operaciones que usan en sus procesos. Asimismo, se realizó una visita a la empresa en estudio para determinar el estado de su sistema productivo y la eficacia de su sistema de calidad y se aplicó un cuestionario de exploración para obtener información respecto del funcionamiento y grado de implantación de los métodos de administración de operaciones que usa. Con la información obtenida se identificó el problema de investigación y a partir de éste, se plantearon los objetivos de investigación, las variables dependiente e independiente y la siguiente propuesta de investigación:

PI: “A mayor capacidad de los métodos de administración de operaciones que integran el modelo de calidad, mayor es el nivel de confiabilidad del modelo de calidad para el logro de la eficacia de los procesos”.

En esta misma etapa, se determinó la estructura del modelo de calidad y los métodos de administración de operaciones con base en su viabilidad de implantación, cumplimiento con la estructura del modelo de calidad y su capacidad para lograr procesos eficaces.

En una segunda etapa, una vez se estableció el modelo de calidad, éste fue enviado para su valoración junto con un cuestionario de evaluación consistente en 34 preguntas e información general del entorno de la empresa en estudio a un grupo de 4 expertos. Los expertos cuentan como mínimo con estudios de ingeniería industrial (3) e ingeniería química (1); todos con más de 10 años de experiencia en la implantación y evaluación de sistemas de calidad ante las normas automotrices QS-9000, ISO/TS 16949,

Sistemas de gestión ambiental: ISO 14001, Sistemas de seguridad y salud ocupacional: OHSAS 18001, Sistemas de gestión de seguridad de la información: ISO 27001 y en el manejo de métodos de administración de operaciones como cadenas de suministro, seis sigma, administración de inventarios, mantenimiento de maquinaria y equipo, Business Process Management, etc. En esta evaluación, los expertos calificaron la capacidad de cada método con base en su viabilidad de implantación, cumplimiento con la estructura del modelo de calidad y su habilidad para lograr procesos eficaces.

En esta evaluación se utilizó el método Delphi a través del uso del correo electrónico (Mercado, 1997). La escala de calificación fue del tipo Rating (Likert) de 1 a 7 sin punto neutral, donde el valor para cada posible respuesta fue: 1= nada capaz, 2= escasamente capaz, 3= poco capaz, 4= moderadamente capaz, 5= capaz, 6=muy capaz, 7= definitivamente capaz (Sekaran and Bougie, 2010).

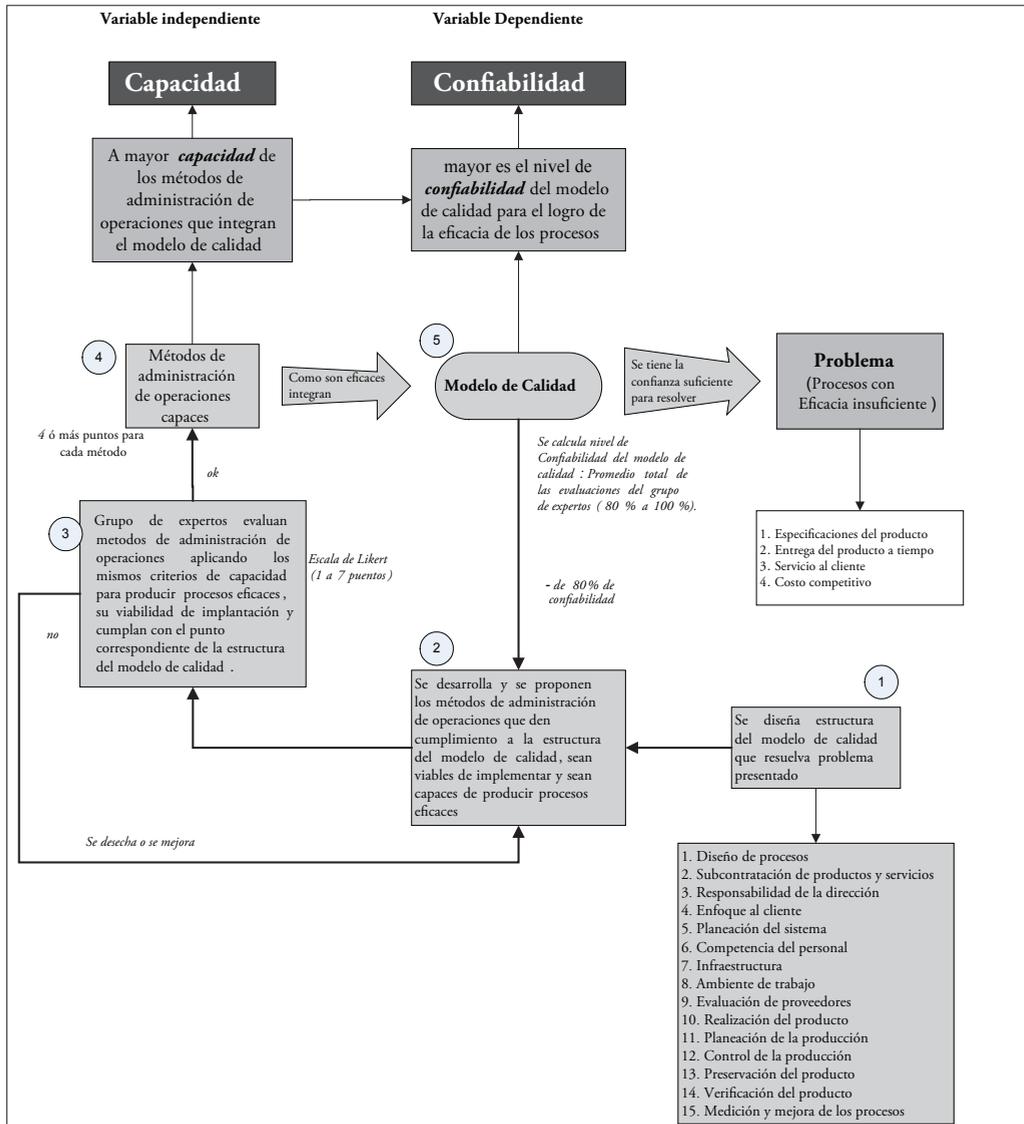
Terminado el proceso de evaluación, se procedió a calcular el número de métodos de administración de operaciones capaces, el nivel de confiabilidad del modelo de calidad y se determinó el cumplimiento de la propuesta de investigación. La *variable independiente* (capacidad), se establece en función del *nivel de capacidad* asignado por el mismo grupo de expertos a cada uno de los métodos de administración de operaciones, en donde se consideró que 4 o más puntos asignados a un método, lo clasifican como un método capaz, en cambio, si un evaluador asigna a cada método 3 ó menos puntos,

el método es considerado incapaz y es aquí en donde se hacen ajustes al método o es cambiado por otro que cubra el punto correspondiente de la estructura del modelo de calidad. La variable dependiente (confiabilidad), se cuantificó calculando el *promedio total de las calificaciones* asignadas por el grupo de expertos a cada uno de los métodos de administración de operaciones en donde se consideró como un modelo confiable si alcanzaba un promedio mínimo de 189 puntos (80%).

Al final de esta etapa, se realizó un análisis de correlación por medio del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) para demostrar estadísticamente la relación entre las variables dependiente e independiente y finalmente se validó el nivel de confiabilidad logrado por el modelo de calidad mediante una prueba estadística utilizando la *tstudent*.

Respecto de las variables analizadas en esta investigación que son: la capacidad de los métodos de administración de operaciones (variable independiente), la confiabilidad del modelo de calidad (variable dependiente) y la eficacia de los procesos, ésta última solo se toma como referencia para la conformación del modelo de calidad, ya que para evaluarla se tendría que implementar el modelo y una vez que esté en operación, medir su eficacia y compararla con la eficacia actual de la empresa en estudio. En este sentido, esta investigación tiene el límite de solo desarrollar el modelo de calidad, dejando para trabajos posteriores su implantación y operación. La figura 1 clarifica el método de evaluación del modelo de calidad.

Figura 1 Método de evaluación del modelo de calidad



Fuente: Elaboración propia

## Análisis y discusión de los resultados

La evaluación del modelo de calidad se repitió cuatro veces. En estas evaluaciones se refleja un aumento gradual de la confiabilidad del modelo de calidad, ya que, entre una y otra evaluación, se realizaron los ajustes requeridos que solventaran las observaciones del grupo evaluador. La tabla 1 muestra el promedio de puntos alcanzados en cada evaluación y su correspondiente nivel de confiabilidad.

**Tabla 1.** Promedio de puntos relacionados al nivel de confiabilidad

Evaluación	Promedio de puntos alcanzados (capacidad)	Nivel de
		confiabilidad
1	199	83.6%
2	203	85.3%
3	215	90.3%
4	219	92%

Fuente: Elaboración propia

Para demostrar la correlación existente entre las variables independiente y dependiente se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson para lo cual se aplicaron las formulas de Walpole and Myers (1989):

$$SC_x = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} \quad (1)$$

$$SC_y = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} \quad (2)$$

$$SC_{xy} = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3)$$

$$r = \frac{SC_{xy}}{\sqrt{(SC_x)(SC_y)}} \quad (4)$$

Donde:

$r$  = Coeficiente de correlación lineal.

$X_i$  = Puntos otorgados por cada experto a cada método de administración de operaciones (nivel de capacidad).

$Y_i$  = Nivel de confiabilidad del modelo de calidad.

Con base en las cuatro evaluaciones al modelo de calidad realizadas por los cuatro expertos (16 calificaciones en total) y la aplicación de las formulas (1), (2), (3) y (4) se obtuvo un resultado de correlación  $r = 0.999995839$ , que al compararse con el valor absoluto  $r_m$  para  $n = 16 = 0.497$  (valor obtenido de tablas de valor absoluto  $r_m$ ), a un nivel de significación de 0.05, se observa que  $r > r_m$  ( $0.999995839 > 0.497$ ), lo que demuestra que la *capacidad* de los métodos de administración de operaciones del modelo de calidad y el nivel de *confiabilidad* del modelo de calidad están altamente correlacionados en forma lineal.

Para validar la confiabilidad lograda por modelo de calidad se realizó una prueba de hipótesis estadística con los siguientes datos:

El modelo de calidad se considera confiable a partir de 189 puntos promedio.

Se tiene una muestra de 16 calificaciones (en 4 evaluaciones).

El promedio máximo logrado fue de 209 puntos (92% de confiabilidad).

¿Cuál es la probabilidad de que la confiabilidad promedio lograda por el modelo de calidad no sea verdadera?

Utilizar un valor de significancia de 0.05

$H_0$  = Confiabilidad = 189 puntos promedio (80% de confiabilidad).

$H_1$  = Confiabilidad >189 puntos promedio.

Tomando como base los resultados de los expertos:

Desviación estándar (S) = 23.16318

Confiabilidad (C) = 189

Media X= 209

n= 16

Grados de libertad n-1: 16-1= 15

$t_{.05} = 1.753$  para 15 grados de libertad (de tablas estadísticas).

Se rechaza  $H_0$  si  $t$  es mucho mayor que  $t_{.05}$  al nivel de 5% de significancia.

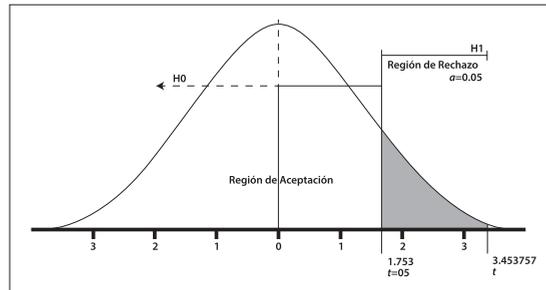
Se aplica la formula (Walpole and Myers, 1989) siguiente:

$$t = \frac{X-C}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad (5)$$

Aplicando la formula (5), el resultado es  $t = 3.453757$

Como  $t = 3.453757 > t_{.05} = 1.753$ , se rechaza  $H_0$  al nivel de significancia del 5% y se concluye que la calificación promedio del modelo de calidad es mayor de 189 puntos por lo que el modelo de calidad es altamente confiable (92% como se mostró en la tabla 1). La figura 2 muestra las regiones de rechazo y aceptación para la hipótesis nula  $H_0$  de esta prueba estadística.

Figura 2. Prueba de hipótesis estadística



Fuente: Elaboración propia

## Modelo de calidad resultante

El modelo de calidad resultante de esta investigación está formado por una estructura de 15 puntos de la norma ISO 9001:2008 y 30 métodos de administración de operaciones. En la tabla 2 se puede observar la relación entre los métodos de administración de operaciones y los

puntos de la norma ISO 9001:2008, estos soportados por el cumplimiento con los 8 principios de calidad: 1. Enfoque al cliente, 2. Liderazgo, 3. Participación de la gente, 4. Enfoque de procesos, 5. Enfoque de sistema hacia la gestión, 6. Mejoramiento continuo, 7. Enfoque de toma de decisiones basado en hechos y 8. Relaciones mutuamente de mutuos beneficios con los proveedores.

**Tabla 2.** Modelo de calidad

Ítem	Método de administración de operaciones	Norma
		ISO 9001:2008
6.1	Walk Through (Caminando a través del procesos)	1. Diseño de procesos
6.2	Valor agregado	
6.3	Cálculo y Reducción del tiempo ciclo	
6.4	Estandarización	
6.5	Business Process Improvement (BPI)	
6.6	Mapeo de Procesos	
6.7	Control de Documentos	
6.8	Make or buy	2. Subcontratación de procesos
6.9	Difusión y entendimiento de la política de calidad	3. Respon.de la Dirección
6.10	Establecimiento, difusión y entendimiento del concepto calidad	4. Enfoque al cliente
6.11	Establecimiento de objetivos de calidad	5. Planificación del sistema
6.12	Proceso de capacitación	6. Competencia del personal
6.13	Certificación de personal especializado	
6.14	Mantenimiento de maquinaria e instalaciones	7. Infraestructura
6.15	Mejora de instalaciones	8. Ambiente de trabajo
6.16	Clima organizacional	
6.17	Administración por valores	
6.18	5S's + 1	
6.19	Evaluación y Re-evaluación de proveedores	9. Evaluación de proveedores
6.20	Desarrollo de proveedores	
6.21	Estrategia de nivelación de producción	10. Realización del producto
6.22	Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP)	11. Planeación de la producción
6.23	Control de Procesos	12. Control de la producción
6.24	Sistemas de inventarios	13. Preservación del producto
6.25	Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega	
6.26	Plan de control	14. Verificación del producto
6.27	Estado de inspección y prueba	
6.28	Cuadro de control	15. Medición y mejora de los procesos
6.29	Calificación de Procesos	
6.30	8 Disciplinas	
8 principios de calidad		

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la figura 3 muestra la interacción entre los 30 métodos de administración de operaciones que forman parte del modelo de calidad agrupados con base en sus funciones de diseño, operación, control y medición. En esta figura se observa que los métodos para la medición y mejora de procesos producen información en dos vertientes, en la primera (hacia la izquierda) relacionada con problemas que amerita el rediseño de los procesos, lo cual ocurre cuando los procesos no producen los resultados planeados por causa de un diseño erróneo. En la segunda (hacia la derecha), indica que los procesos solo deben ser mejorados, que sucede cuando un proceso tiene algunos problemas y que sobre todo es operado de manera incorrecta. Ambas actividades de diseño y mejora deben ser realizadas para lograr la eficacia de los procesos.

Figura 3. Interacción de los métodos de administración de operaciones.



Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

En el modelo de calidad resultante convergen, sin contraponerse, distintos métodos de administración de operaciones los cuales, una vez implementados, pueden ayudar al logro de la eficacia de los procesos. Este modelo, a diferencia de las normas internacionales como la ISO 9001:2008, es más descriptivo, ya que está integrado por métodos como la administración de inventarios por medio del método ABC, el diseño y mejoramiento de procesos por medio del método Business Process Improvement, el método de nivelación de la producción, las 8 disciplinas de Ford Motor Company, etc., que hacen posible el “cómo”, facilitando con esto la implantación y/o mejora de un sistema de calidad que aumente la eficacia de los procesos en la empresa en estudio y empresas con características similares.

Para el desarrollo del modelo de calidad, se hizo una revisión de los métodos de administración de operaciones que pudieran integrarse al modelo, en donde se identificaron métodos novedosos como la simulación de los procesos, sistemas de producción por células, administración de cadenas de suministro, etc. que a pesar de sus bondades, no son viables para implementar en la organización en estudio, ya que ésta no cuenta con los recursos humanos y financieros necesarios, y por consiguiente, no formaron parte del modelo de calidad. En contraparte, se eligieron métodos que, a pesar de no ser tecnológicamente novedosos, sí son los más adecuados para esta organización y muchas otras similares, lo cual queda justificado en el nivel de confiabilidad alcanzado por el modelo de calidad.

Los resultados cuantitativos que comprueban la propuesta de investigación se identifican en la primera y cuarta evaluación, ya que en la primera, se obtuvo una capacidad promedio total de 199 puntos que equivalen a una confiabilidad del 83.6%, con 25 de 30 modelos capaces, mientras que en la cuarta evaluación, se obtuvo una puntuación promedio total de 219 puntos, que representa una confiabilidad del 92% con 30 métodos eficaces; comprobando con esto la propuesta de investigación.

Un punto importante durante la investigación fue el análisis de los resultados de las auditorías de calidad realizadas a la empresa en estudio por parte de sus clientes y el grado de implantación de los métodos que integran su actual modelo de calidad ya que, esto ayudó a establecer la estructura del modelo de calidad y, con base en esta estructura, la determinación de los 30 métodos que integran el modelo de calidad.

En este trabajo, también se validó la utilidad del método Delphi para la evaluación de los modelos de calidad similares al desarrollado en esta investigación, ya que a través de este método, el evaluador pudo determinar la capacidad de cada método de administración de operaciones. Asimismo, las evaluaciones realizadas fueron utilizadas para determinar la confiabilidad del modelo de calidad, cuyo valor representa el grado de confianza de tener éxito o no, respecto de un suceso futuro, que en este caso es la implantación del modelo de calidad.

Respecto del grado de interrelación de las variables en estudio, el cálculo de correlación lineal realizado estableció el grado de relación entre las variables dependiente e independiente, ya que se determinó el grado de acercamiento entre

los puntos de las calificaciones otorgadas por los expertos, respecto a una línea recta o equivalente, demostrando así, la fuerza de la relación lineal entre las dos variables. Cuantitativamente, el valor resultante del coeficiente de correlación lineal de Pearson mayor que el coeficiente de correlación absoluto, demostró que la capacidad de los métodos de administración de operaciones y el nivel de confiabilidad del modelo de calidad están altamente correlacionados en forma lineal positiva dado que  $r$  es mayor que cero ( $r_{\text{pearson}} = 0.999995839 > r_{\text{absoluto}} = 0.497$ ).

Por otra parte, para comprobar qué tan veraz es la confiabilidad alcanzada por modelo de calidad, se realizó una prueba de hipótesis estadística. La prueba consistió en determinar si el promedio de 209 puntos obtenido en la última evaluación refleja una calificación verdadera. Para esta prueba estadística se estableció como un modelo confiable, cuando éste alcance una calificación mínima de 189 puntos, que equivale a un 80% de confiabilidad. En esta prueba se aplicó el  $t_{\text{student}}$  para lo cual, se obtuvo de tablas de distribución  $t$  al nivel de 5% de significancia un valor de  $t_{.05} = 1.753$  y se calculó con base en las evaluaciones de los expertos el valor  $t_{\text{student}} = 3.45375$ . Al ser el  $t_{\text{student}}$  significativamente mayor que  $t_{.05}$  ( $3.45375 > 1.753$ ), válida la calificación promedio de 209 puntos y, por consiguiente la confiabilidad del modelo de calidad del 92%.

Por último, se puede concluir que las estrategias metodológicas y el diseño de investigación del presente trabajo de investigación son eficaces, ya que su seguimiento hizo posible el cumplimiento con el objetivo general que, fue el desarrollo de un modelo de calidad confiable basado en métodos de administración de operaciones capaces de producir procesos

eficaces en la organización estudiada, lo que garantiza en caso de su implementación, una operación exitosa.

## Referencias

1. Barrera Navor, A. (2006). *La Calidad en el Servicio a Clientes como una Estrategia de Diferenciación en una Empresa del Ramo Automotriz*. (Tesis inédita de maestría). Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional, 10-47.
2. Bureau Veritas International (2001). *Series ISO 9000:2000 -Curso de Auditor/Auditor Líder*. Capítulo 2 Introducción a la calidad edición 10.11.2001, 2-13.
3. Cantú Delgado H. (2001). *Desarrollo de una cultura de calidad*. México: McGraw Hill. 4-16.
4. Comisión Intersecretarial de Política Industrial CIPI (2003). *Principales Resultados del Observatorio PYME en México*. Secretaría de Economía, 1-12
5. Correa, C. J. y Ramírez, A. D. Ma. (2008). *Modelo de Evaluación por Auto-gestión de Asistencias de Calidad Basado en la Norma TS/16949 del Sector Automotriz*. (Tesis inédita de Licenciatura). Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas del Instituto Politécnico Nacional, 1-11, 22-23.
6. Ellmann, E. (2008, 12 de septiembre). *Confiabilidad*. Recuperado de <http://www.logistica.enfasis.com/notas>
7. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (2002). *Norma ISO/TS 16949:2002 Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos particulares para la aplicación de la Norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 para la producción en serie y de piezas de recambio en la industria del automóvil*. México, 1-39.
8. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (2005). *Norma ISO 9000:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario*. México, 8-12, 15-17, 35.
9. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (2008). *Norma ISO 9001:2008 Sistema de Gestión de Calidad-Requisitos*. México, 1-17.
10. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI (2004). *Censos Económicos: Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa, estratificación de los establecimientos*. México, 18-42.
11. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI (2009). *Censos de la Industria automotriz en México*. México.
12. Kumar, S., Anil, and Suresh, N. (2007). *Production and Operations Management*. India: New Age International (P) Limited publisher. Edition 2<sup>nd</sup>, 1-19.
13. Mentzer, J. T., Stank, T. P. and Esper, T. L. (2008). Supply Chain Management and its Relationship to Logistics, Marketing, Production, and Operations Management. *Journal of business logistics*, Vol. 29 No. 1, 31-46
14. Mercado Ramírez, E. (1997). *Calidad integral empresarial e institucional. 1 Capacitación Gerencial*. México: Noriega Editores. Editorial limusa, 50-51, 77-82.
15. Mercedes-Benz (1996). *Sistema de Evaluación de Proveedores*. México, 8.
16. Palomo González, M. A. (2005). Los Procesos de Gestión y la Problemática de las PYMES. *Ingenierías FCQ-UANL*, Vol. 8 No. 28, 25-31.

17. Palomo González, M. A. (2007). La Gestión de Procesos y el Desempeño competitivo de las PYMES. *Ingenierías FCQ-UANL*, Vol. 8 No. 28, 36-41.
18. Pérez, C. M. (2004). *¿Qué significa confiabilidad?* VI Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento, 1-4.
19. Sekaran, U. and Bougie, R. (2010). *Research Methods for Business*. United Kindom: A John and Sons, Ltd, Publications. 5ta. Edición, 101-368.
20. Walpole, R.E. and Myers, R.H. (1989). *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. México: McGraw-Hill Interamericana de México. Tercera edición, 291-320, 357-380.