



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS**

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS FACTORES DE MAYOR IMPACTO EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN UN ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA

EN CIENCIAS EN INGENIERIA INDUSTRIAL

PRESENTA:

NORMA CRISTAL MENDEZ SANCHEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. FAUSTINO RICARDO GARCÍA SOSA

México D.F., 2011.





SIP-14

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 18:00 horas del día 08 del mes de febrero del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de UPIICSA para examinar la tesis titulada:

"PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS FACTORES DE MAYOR IMPACTO EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN UN ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN"

Presentada por el alumno:

MÉNDEZ

Apellido paterno

SÁNCHEZ

Apellido materno

NORMA CRISTAL

Nombre(s)

Con registro:

B	0	8	1	9	1	4
---	---	---	---	---	---	---

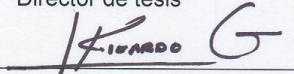
aspirante de:

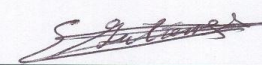
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

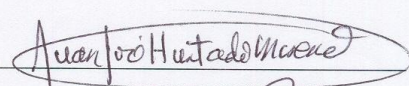
Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

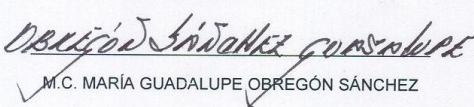
LA COMISIÓN REVISORA

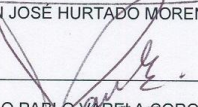
Director de tesis


DR. FAUSTINO RICARDO GARCÍA SOSA

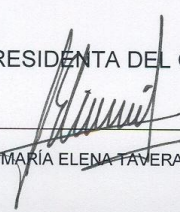

DR. EDUARDO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ


M.C. JUAN JOSÉ HURTADO MORENO


M.C. MARÍA GUADALUPE OBREGÓN SÁNCHEZ


DR. LUCIANO PABLO VARELA CORONEL

LA PRESIDENTA DEL COLEGIO


DRA. MARÍA ELENA TAVERA CORTÉS


U. P. I. I. C. S. A
SECCIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

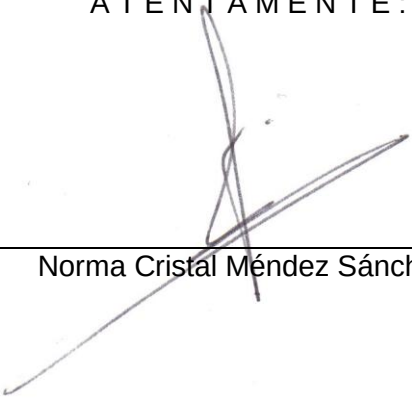
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México D.F. el día 09 del mes de febrero de 2011, la que suscribe **Norma Cristal Méndez Sánchez** con el número de registro **B081914**, adscrita a la Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Faustino Ricardo García Sosa y cede los derechos del trabajo titulado **“Propuesta metodológica para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente en un Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección normacms@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar fuente del mismo.

ATENTAMENTE:



Norma Cristal Méndez Sánchez

Índice

CARTA CESION DE DERECHOS	ii
Índice	iii
Glosario.....	vi
Listado de ilustraciones:.....	viii
Listado de cuadros	x
Listado de gráficas	xi
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
1.1. Descripción general de la organización.	1
1.2. Historia	1
1.3. Principales Clientes.....	2
1.4. Servicios que ofrece.....	2
1.5. Estructura organizacional.....	2
1.6. Objetivos de Calidad, Misión, Visión, Principios y Compromiso del Organismo de Certificación.	7
1.6.1. Objetivos de Calidad	7
1.6.2. Misión	7
1.6.3. Visión	8
1.6.4. Principios.....	8
1.6.5. Compromiso	9
1.7. Descripción de la problemática actual.....	9
Capítulo 2 Marco Teórico.....	11
2.1. Las siete herramientas básicas del control de calidad	11
2.1.1. Hojas de verificación	12
2.1.2. Diagrama de Pareto	12
2.1.3. Diagramas de Ishikawa	13
2.1.4. Histogramas	14

2.1.5.	Estratificación.....	14
2.1.6.	Gráficos de control	15
2.1.7.	Diagramas de dispersión.....	15
2.2.	Control estadístico de procesos.....	15
2.2.1.	Estado de un proceso	16
2.3.	Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)	18
2.4.	Escuchar la voz del cliente (despliegue de la función de calidad, DFC)	19
2.5.	Análisis de regresión.....	19
2.5.1.	Regresión lineal simple.....	20
2.5.2.	Pruebas de hipótesis en la regresión lineal simple	21
2.5.3.	Calidad del ajuste en regresión lineal simple.....	24
2.5.4.	Coeficiente de determinación R^2	24
2.5.5.	Análisis de residuos	25
2.5.6.	Verificación del supuesto de independencia.....	25
2.5.7.	Prueba de Durbin-Watson.....	26
2.5.8.	Regresión lineal múltiple	27
2.5.9.	Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple	28
2.5.10.	Análisis de varianza	28
2.5.11.	Coeficiente de determinación	29
2.5.12.	Coeficiente de correlación múltiple.....	29
2.5.13.	Error estándar de estimación y media del error absoluto	29
2.5.14.	Utilidad del modelo: R^2 , R^2 ajustada y la prueba F Global.....	30
2.5.15.	Interacción	30
2.5.16.	Selección de variables en regresión lineal múltiple	30
2.5.17.	Coeficientes de determinación múltiple	32
2.5.18.	Correlación	32
2.5.19.	Pasos para la construcción del modelo:	32
Capítulo 3	Análisis de la situación actual.	34
3.1.	Determinación de la metodología de la investigación a seguir para la elaboración del diagnóstico.....	34
3.1.1.	Planteamiento del problema	35
3.1.2.	Planteamiento de la Hipótesis	35

3.2.	Etapas del proceso de certificación.....	35
3.2.1.	Descripción de las etapas del proceso:	36
3.3.	Participación y distribución actual del mercado.....	39
3.4.	Principales competidores	39
3.5.	Análisis histórico de seguimiento a clientes.....	41
3.6.	Identificación de las variables del servicio.....	43
3.7.	Determinación de la percepción del cliente.....	45
3.8.	Determinación de las etapas críticas del proceso de certificación y sus variables del servicio.....	51
Capítulo 4 Desarrollo de una metodología para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente en un Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión. 53		
4.1.	Estudio de los supuestos del modelo.....	53
4.1.1.	Normalidad	55
4.1.2.	Homocedasticidad	57
4.1.3.	El supuesto de independencia de los errores.....	58
4.2.	Modelo matemático de regresión lineal múltiple para la variable de respuesta y factores (Ecuación de regresión).....	59
4.3.	Aplicación de la AMEF para proponer las acciones de mejora.....	75
Conclusiones.....		82
Bibliografía.....		89
Anexo 1 Cuestionario de satisfacción del cliente		90

Glosario

Acreditación: Acreditación es el proceso por el cual un organismo de acreditación otorga reconocimiento formal para un organismo es competente para llevar a cabo la certificación de sistemas de gestión. (<http://www.iaf.nu>)

Auditoria: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de auditoría y evaluarlas objetivamente, con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría. (Según la Norma ISO 19011:2002. Sistemas de gestión de la calidad y ambiente. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y ambiental.).

Cliente: Organización o persona que recibe un producto. (Según la norma NMX-CC-10002-IMNC-2005)

Comité: Conjunto de personas que se reúnen como mínimo una vez al mes para exponer temas, opinar y en su caso dar solución a problemas.

Documento de Certificación: Es el documento que garantiza que el sistema de gestión de una organización se encuentra certificado bajo un criterio, o norma (nacional o internacional). (<http://www.iaf.nu/>)

Eficacia: Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. (Según la norma NMX-CC-9000-IMNC-2008)

Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. (Según la norma NMX-CC-9000-IMNC-2008)

IAF: Foro Internacional de Acreditación, en sus siglas en inglés (International Accreditation Forum), su principal objetivo del IAF es asegurar los organismos de acreditación signatarios cuenten con la competencia y capacidad técnica para acreditar a los organismos de certificación en cada país. (<http://www.iaf.nu>)

Imparcialidad: Falta de inclinación en favor o en contra de una persona o cosa al obrar o al juzgar un asunto. (Diccionario de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.)

ISO: La ISO (International Standardization Organization) es una organización internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo a través de la coordinación de estándares aprobados. (http://www.iso.org/iso/support/faqs/faqs_general_information_on_iso.htm)

Norma: Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. Una norma es una fórmula que tiene valor de regla y tiene por finalidad definir las características que

debe poseer un objeto y los productos que han de tener una compatibilidad para ser usados a nivel internacional. (www.iso.org)

Certificación o registro: Certificación / registro (indistinto) es cuando un organismo de tercera parte certifica que un producto, servicio, sistema o proceso cumple con requisitos de específicos. (<http://www.iaf.nu/>)

Organismo de certificación: Los organismos de certificación son entidades que cuentan con la competencia y capacidad técnica para garantizar que las actividades de certificación que realizan cumplan de conformidad con Normas o documentos mandatorios requeridos por el organismo de acreditación. (<http://www.iaf.nu/>)

Organismo de acreditación: Los organismos de acreditación evalúan el cumplimiento de los requisitos establecidos en Normas Nacionales o Internacionales. (<http://www.iaf.nu/>)

Objetividad: cualidad de lo que se basa en los hechos y en la lógica. (Diccionario de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.)

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. (Según la norma NMX-CC-9000-IMNC-2008)

Queja: Expresión de insatisfacción hecha a una organización, con respecto a sus productos o al propio proceso de tratamiento de las quejas, donde se espera una respuesta o resolución explícita o implícita. (Según la norma NMX-CC-10002-IMNC-2005)

Satisfacción del cliente: Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos. (Según la norma NMX-CC-10002-IMNC-2005)

Servicio al cliente: Interacción entre la organización y el cliente a lo largo del ciclo de vida del producto. (Según la norma NMX-CC-10002-IMNC-2005)

Sector IAF: Son los diferentes sectores o ramas de la economía con el fin de clasificar a una organización y delimitar la competencia del personal evaluador.

Listado de ilustraciones:

Ilustración 1.1	Manual de Calidad del Organismo de Certificación, Sección IV Organigrama con fecha de aprobación 17 de marzo de 2010.	6
Ilustración 2.1	Ejemplo simple de un diagrama de Pareto usando datos hipotéticos. Se muestran las frecuencias relativas en un diagrama de barras y en una línea roja las frecuencias acumuladas de las causas por las que los empleados llegan tarde a trabajar a una empresa. Fuente: Kume, Hitoshi, <i>Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad</i> p. 121	13
Ilustración 2.2	Ejemplo de un diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa – Efecto. Fuente: Elaboración propia.	14
Ilustración 3.1	Proceso General de Certificación de Sistemas de Gestión. Fuente: Manual de Calidad del Organismo de Certificación, Sección III Referencias con fecha de aprobación 14 de julio de 2009.	37
Ilustración 3.2	Fuente: Manual de Calidad del Organismo de Certificación, Sección III Referencias con fecha de aprobación 14 de julio de 2009.	39
Ilustración 3.3	Participación en el mercado Fuente: entidad mexicana de acreditación www.ema.org.mx Fecha 07 de diciembre 2010	40
Ilustración 3.4	Distribución del mercado Fuente: entidad mexicana de acreditación www.ema.org.mx Fecha: 07 de enero 2010.	42
Ilustración 3.5	Comportamiento del número de quejas recibidas por parte del cliente periodo 2009-2010.	43
Ilustración 3.6.	Comportamiento del número de servicios realizados durante el periodo 2009-2010. Fuente: Elaboración propia.	43
Ilustración 3.7	Diagrama de Causa Efecto, principales factores que afectan el nivel de servicio. Fuente: Elaboración propia.	45
Ilustración 3.8	Total de respuestas negativas en la encuesta de satisfacción al cliente. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 3.9	Diagrama de Pareto referente al no. de quejas recibidas en el año 2009 y la causa. Fuente: Elaboración propia.	51
Ilustración 4.1	Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	64

Ilustración 4.2	Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	66
Ilustración 4.3	Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	68
Ilustración 4.4	Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	70
Ilustración 4.5	Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	72

Listado de cuadros

Cuadro 1.	Tipos de gráficos de control. Fuente Kume, Hitoshi, Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad p. 135	15
Cuadro 2.	Los cuatro estados de un proceso y la estrategia a seguir. Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2004. McGraw-Hill Pp. 308	16
Cuadro 3	La estimación de los parámetros del modelo y las pruebas de hipótesis. Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar, Análisis y diseño de experimentos, Edit. McGraw Hill, 2004, pp. 347.	23
Cuadro 4	Organismos de certificación acreditados por la ema, principales competidores. Fuente: http://www.ema.org.mx/ema/ema/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=99&Itemid=123 Fecha: 18 de enero 2010.	40
Cuadro 5.	Encuesta de satisfacción del cliente. Fuente: Elaboración propia.	46-48
Cuadro 6.	Número de quejas recibidas en el año 2009 -2010 y su frecuencia acumulada. Fuente: Elaboración Propia.	50-51
Cuadro 7.	Relación de variables críticas de control que tuvieron mayor impacto en la satisfacción del cliente. Fuente: Elaboración propia.	52
Cuadro 8.	Determinación de las etapas críticas del proceso de certificación y sus factores. Fuente: Elaboración propia.	53
Cuadro 9.	Relación de las quejas recibidas por parte del cliente para cada variable del servicio y el número de servicios realizados durante el periodo 2009 y 2010. Fuente: Elaboración propia.	55
Cuadro 10.	Variables independientes. Fuente: Elaboración propia.	61
Cuadro 11.	Variables independientes seleccionadas mediante la aplicación de selección de variables por pasos. Fuente: Elaboración propia.	75-76
Cuadro 12	Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF)	96

Listado de gráficas

Grafica 1.	Supuesto de normalidad. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	56
Grafica 2.	Prueba de Kolmogórov-Smirnov. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	57
Grafica 3.	Histograma Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	58
Gráfica 4.	Gráfico de dispersión de Residuos frente a Valores predichos Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®	59

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental, el desarrollo de una metodología para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente en un Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión, que permita rediseñar la estrategia de negocio y replantear los requisitos del servicio para producir una relación cliente proveedor satisfactoria. Para lograr el objetivo planteado, la metodología utiliza el análisis de datos y algunas técnicas estadísticas para plantear un modelo matemático que mejor satisface la relación entre la satisfacción del cliente y las variables que la afectan directamente. En cuanto al análisis de la información, se fundamenta en principio en un modelo de regresión por lo que los datos analizados se obtuvieron de registros históricos de los últimos dos años.

Una vez que se analizaron los datos y que se obtuvieron los factores que tienen mayor impacto en la satisfacción del cliente se utiliza el Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, para reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas para cada variable independiente así como determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema proponer las acciones de mejora que podrán eliminar o reducir la ocurrencia de la falla potencial. Algunas situaciones a tomar en cuenta son las siguientes:

- los resultados que arrojen la puesta en marcha de esta metodología podrán ser tomados en cuenta por la alta dirección de la empresa objeto de estudio con el fin poner en práctica la metodología propuesta y realizar acciones de mejora.
- a petición de la empresa objeto de estudio no es posible hacer referencia a la denominación o nombre comercial de la organización.
- el trabajo está limitado a las características de satisfacción del cliente dado por el sector en que se desenvuelve la empresa objeto de estudio y a través del nivel de servicio brindado.

Finalmente, se discuten las bondades y limitaciones de la metodología y se hacen sugerencias para su adaptación a otras investigaciones similares que se realicen en el futuro.

Abstract

The present work has as an fundamental objective, the development of a methodology to determine the factors of greater impact in the customer satisfaction in a Certification Body of Management Systems, that permit to redesign the strategy of business and to redefine the requirements of the service for produce a satisfactory supplier client relation. To achieve the objective presented, the methodology utilizes the analysis of data and some statistical techniques for present a mathematical model that better satisfies the relation between the customer satisfaction and the variables that affect it directly. As for the analysis of the information, is supported in principle in a model of decline for which the data analyzed were obtained of historic registrations of the last two years.

Once the data were analyzed and that the factors were obtained that have greater impact in the customer satisfaction is utilized the failure modes and effects analysis (**FMEA**), to recognize and to evaluate the ways of potential failures and the associated causes for each independent variable as well as to determine the effects of the potential failures in the performance of the system to propose the actions of improvement that the Certification Body will be able to eliminate or to reduce the occurrence of the potential failure. Some situations to take into account are the following:

- the results that throw it set in motion of this methodology they will be able to be taken into account by the General Management of the study object business with the end to put in practice the proposed methodology and to carry out actions of improvement.
- at the request of the study object business is not possible to refer to the denomination or commercial name of the organization.
- the work is limited to the characteristics of customer satisfaction given by the sector in which unfolds the study object business and through the level of service offered.

Finally, the kindnesses they are discussed and limitations of the methodology and suggestions for their adaptation to other similar investigations are done that be carried out in the future.

Introducción

Actualmente la alta competitividad en las organizaciones en todos los sectores económicos de bienes y servicios, han invertido esfuerzos en pro de la satisfacción del cliente. Es bien conocido el hecho de que cualquier negocio no puede existir sin clientes. Por lo que es de suma importancia trabajar y entender las necesidades de los clientes, para asegurar que en el diseño del producto y en el diseño de los procesos, estén considerados los requisitos y expectativas de los clientes no sólo los requisitos legales y reglamentarios.

De lo anterior se justifica la importancia de identificar los factores que influyen en la satisfacción del cliente para integrar en la estrategia de negocio y complementar el diseño de procesos y productos aquellas expectativas y necesidades de los clientes, por lo que en este trabajo de tesis presentaremos una propuesta metodológica para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente en un Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión.

En el capítulo 1 se presentara la Información general del Organismo de Certificación, incluyendo una descripción general de sus principales actividades, la historia, sus clientes y servicios que ofrece, así como la estructura organización y sus objetivos, misión, visión, principios y compromiso.

En el capítulo 2 llamado Marco Teórico se presentaran de forma general aquellas herramientas e información necesaria para la elaboración de la metodología propuesta, como es el caso de los modelos de regresión lineal.

En el capítulo 3 se efectuará un Análisis de la situación actual en donde se pretende ubicar las etapas del proceso de certificación y sus variables críticas de control en donde exista alguna insatisfacción real y percibida por parte de los clientes del organismo de certificación. En este capítulo se tomará como base los datos históricos de las quejas reportadas al organismo durante el periodo 2009 - 2010 y los servicios realizados por el organismo durante el mismo periodo. Al finalizar este capítulo se determinaran aquellos factores o variables independientes que están afectando la satisfacción del cliente.

Por último en el capítulo 4 se desarrollará la metodología de evaluación de satisfacción del cliente aplicando un modelo matemático que muestre el comportamiento de la variable de respuesta, número de servicios realizados, en función de varios factores, asimismo se realizaran propuestas de mejora con el fin de mejorar la satisfacción del cliente para cada una de las variables independientes que afectan el nivel de servicio.

Capítulo 1 Información general del Organismo de Certificación.

1.1. Descripción general de la organización.

El Organismo de Certificación, tiene como objetivo principal el de difundir la cultura de la calidad y el de operar como Organismo de Evaluación de la Conformidad de normas nacionales e internacionales.

Esta difusión se realiza a través de la Certificación de Sistemas de Gestión, de Personal, de Productos, de Servicios, así como la Verificación de NOM's y la impartición de cursos relacionados con la evaluación de la conformidad.

El organismo de certificación es una asociación multisectorial de carácter no lucrativo, independiente, imparcial y sin influencia de empresas fabricantes, comerciantes y agrupaciones gremiales, libre de cualquier conflicto de intereses para actuar como una tercera parte.

1.2. Historia

Fue el primer organismo de certificación acreditado en México por la entonces Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), hoy Secretaría de Economía. Cuenta con el reconocimiento también de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), así como de su equivalente en Estados Unidos y actualmente se encuentra en el proceso de acreditación ante la Red Europea de Organismos de Certificación. Desde la creación en 1994, más de dos mil empresas públicas y privadas en México han comenzado su proceso de certificación, de las cuales más de 600 la han logrado.

El organismo de certificación es una Asociación Civil, independiente, imparcial, libre de cualquier conflicto de intereses para actuar como verdadera tercera parte, con reconocimiento Comercial Nacional e Internacional.

Actualmente se encuentra acreditado ante la entidad mexicana de acreditación (ema) y por más de ocho años por el American National Accreditation Board de los Estados Unidos de Norte América (ANSI/RAB) ahora ANSI-ASQ National Accreditation Board (ANAB), siendo el primer Organismo Nacional en obtener dicho registro para certificar las Normas Internacionales ISO.

El Organismo de Certificación cuenta con una plantilla de Auditores Líderes altamente capacitados y calificados nacional e internacionalmente, así como con el soporte de un grupo de expertos técnicos especialistas en diferentes materias, para ofrecer un servicio de Certificación, Verificación e Inspección profesional, transparente, confiable y confidencial.

1.3. Principales Clientes¹

Actualmente, el organismo de certificación tiene en proceso de Certificación a más de 3500 Organizaciones e Instituciones Públicas y Privadas de las cuales más de 850 han cubierto todas y cada una de las etapas del Proceso de Certificación en los diferentes sectores IAF acreditados. A continuación se mencionaran algunos de los clientes que actualmente se encuentran certificados: PEMEX, CFE, Grupo Rio San Juan Construcciones, GCC Cemento, H Ayuntamiento de Acapulco de Juárez, Universidad Tecnológica de Netzahualcóyotl, etc.

1.4. Servicios que ofrece

- Certificación de Sistemas de Gestión de Calidad: ISO 9001:2008 / NMX-CC-9001-IMNC-2008
- Certificación de Sistemas de Gestión Ambiental: ISO 14001:2004 / NMX-SAA-14001-IMNC-2004
- Certificación de Sistemas de Administración y Seguridad y Salud en el Trabajo. NMX-SAST-001-IMNC-2008
- Certificación de Clasificación de Establecimientos de Hospedaje Estrellas y Diamantes (Star's & Diamond's)
- Certificación de Franquicias, entre otros.

1.5. Estructura organizacional²

El Organismo de Certificación, es una asociación civil constituida legalmente, de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y demás leyes, reglamentos, normas y documentos mandatorios en la materia. Y está integrada por:

A. UNA ASAMBLEA GENERAL:

Integrada de acuerdo a lo establecido en el acta constitutiva del Organismo de Certificación.

B. UN CONSEJO DIRECTIVO DE CERTIFICACIÓN

Máxima autoridad para la concesión, mantenimiento, extensión, reducción, suspensión o retiro de la certificación, Integrado por un Presidente del Consejo Directivo de Certificación, un Secretario del Consejo y el Coordinador del Comité de Certificación de Sistemas.

Estos están integrados por representantes de los diferentes sectores productivos del país, en forma que garantizan la imparcialidad constituyendo un balance y equilibrio en las decisiones del Consejo y entre los sectores, quienes vigilan y proponen mejoras a las reglas de procedimiento y estructuras formales para su integración y operación.

¹ Empresas certificadas clase mundial: <http://www.slideshare.net/ahaazd/empresas-certificadas-iso-en-mxico-2009>

² Manual de Calidad del Organismo de Certificación Sección III Referencias del 29 de marzo de 2010.

Cuenta además, con derechos y responsabilidades relevantes a las actividades de certificación y cuenta con responsabilidad definida con base en el Manual de Funciones y Responsabilidades.

i. UN COMITÉ DE SISTEMAS DE GESTIÓN

Encargado de dar la recomendación al Consejo Directivo de Certificación sobre el otorgamiento o no de la certificación, suspensión, retiro o ampliación/reducción del alcance de la certificación.

ii. UN SECRETARIO DEL CONSEJO DIRECTIVO DE CERTIFICACIÓN

Encargado de convocar y coordinar las reuniones del Comité de Sistemas de Gestión y del Consejo Directivo de Certificación de acuerdo a las necesidades del Organismo de Certificación, además de controlar los documentos a firmar por parte de los miembros de los comités y CDC.

C. UN COMITÉ DE IMPARCIALIDAD

Conformado por los representantes de los intereses tales como: los clientes del organismo de certificación, los clientes de las organizaciones cuyos sistemas de gestión se han certificado, los representantes de las cámaras industriales, los representantes de los organismos gubernamentales y no gubernamentales, incluidas las organizaciones de consumidores, con el fin de vigilar la imparcialidad en todo el proceso de las actividades de certificación.

D. UNA DIRECCIÓN GENERAL

Este representa la máxima autoridad administrativa de la organización y para lo cual se apoya para la toma de decisiones en seis comités, los cuales son los siguientes:

I. COMITÉ DE CALIDAD

Conformado por los titulares de las áreas presidido por el Director General y administrado por el Secretario del Comité, donde se analizan los aspectos del sistema de calidad del Organismo de Certificación, incluyendo aquellas referentes a la revisión del sistema, auditorías internas, acciones correctivas y preventivas, reclamaciones, apelaciones, disputas y quejas de los clientes del Organismo de Certificación.

II. COMITÉ TÉCNICO

Conformado por los titulares de las áreas, presidido por el Director General o su representante, donde se analizan los aspectos de ingeniería y sistematización.

III. COMITÉ DE GASTOS Y FINANCIAMIENTO

Conformado por el Director General, Director de Administración y contador, presidido por el Director General, donde se analiza, supervisa y verifica la situación financiera contable y fiscal.

IV. COMITÉ DE COMPETENCIA TÉCNICA DE PERSONAL

Conformado por los titulares representantes de las áreas involucradas del Organismo de Certificación para, determinar los requisitos de calificación y

mantenimiento de la competencia de todo el personal involucrado en los procesos de certificación.

V. COMITÉ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Conformado por los titulares representantes de las áreas involucradas del Organismo de Certificación para determinar los riesgos asociados al organismo de certificación y verificación en todas las actividades y etapas del proceso de certificación y verificación.

VI. COMITÉ DE ATENCIÓN A CLIENTES

Conformado por los titulares representantes de las áreas involucradas del Organismo de Certificación para, determinar los requisitos del cliente con el fin de dar un satisfacer al cliente en el marco de nuestros acreditamientos y políticas del Organismo de Certificación.

E. CUATRO COORDINACIONES

I. COORDINACIÓN DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD

Área que coordina la promoción de todos los servicios que ofrece el Organismo de Certificación.

II. COORDINACIÓN DE JURÍDICO.

Área que coordina los aspectos legales y jurídicos de todo el Organismo de Certificación.

III. COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CERTIFICACIÓN

Área que coordina la interrelación entre las diferentes estructuras operativas con el Consejo Directivo de Certificación y la Dirección General del Organismo de Certificación, para el desarrollo de los procesos de certificación.

IV. COORDINACIÓN DE RELACIONES PUBLICAS

Área que coordina la comunicación externa con el Organismo y desarrolla estrategias de imagen corporativa con el fin de construir y mantener el prestigio, confianza y principios del Organismo de Certificación.

F. UNA GERENCIA TECNICA DE SISTEMAS DE GESTIÓN

Área que supervisa el desarrollo de las evaluaciones de la conformidad que proporciona el organismo de certificación a través del personal evaluador y expertos técnicos competentes.

I. UN DEPARTAMENTO DE RECEPCIÓN E INTEGRACIÓN DE EXPEDIENTES

Responsable de recibir todos los expedientes técnicos resultados de las evaluaciones.

II. UN DEPARTAMENTO DE IMPRESIÓN DE DOCUMENTOS

Responsable de imprimir todos aquellos documentos de certificación que como resultados del proceso de dictaminación hayan sido recomendados.

III. PERSONAL EVALUADOR

Audidores y expertos técnicos responsables de desarrollar las evaluaciones de acuerdo a la competencia y calificación asignada.

G. DIEZ DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS

- I. Recepción y RESER, departamento encargado de la recepción de solicitudes y entrega de resultados.
- II. Ventas (Atención a clientes), departamento encargado de la fuerza de ventas del organismo el cual ofrece información a los clientes sobre el proceso de certificación.
- III. Cotizaciones (Atención a clientes), departamento encargado de realizar las propuestas económicas de los servicios que ofrece el Organismo de Certificación.
- IV. Facturación y cobranza, departamento encargado de elaborar las facturas y cobrar los servicios solicitados.
- V. Programación de actividades, departamento encargado de la designación, programación y registro de las actividades para el personal de evaluación de la conformidad., así como la asignación de los recursos necesarios para la realización de los servicios programados.
- VI. Recursos Humanos, departamento encargado de la selección, contratación, capacitación, supervisión y calificación del personal del Organismo de Certificación incluyendo al personal relacionado a las actividades de dictaminación.
- VII. Contabilidad, departamento encargado de llevar a cabo el registro de ingresos y egresos del Organismo de Certificación,
- VIII. Recursos Materiales, departamento encargado de la evaluación y selección de los proveedores de servicios del Organismo.
- IX. Sistemas, departamento encargado de dar el mantenimiento preventivo y correctivo y otorgar soporte técnico relacionado al equipo de cómputo y al software utilizado.
- X. Archivo, departamento encargado de conservar, clasificar, resguardar y proteger de manera confidencial toda la documentación localizada en el archivo.

A continuación se presenta el organigrama del organismo de certificación:

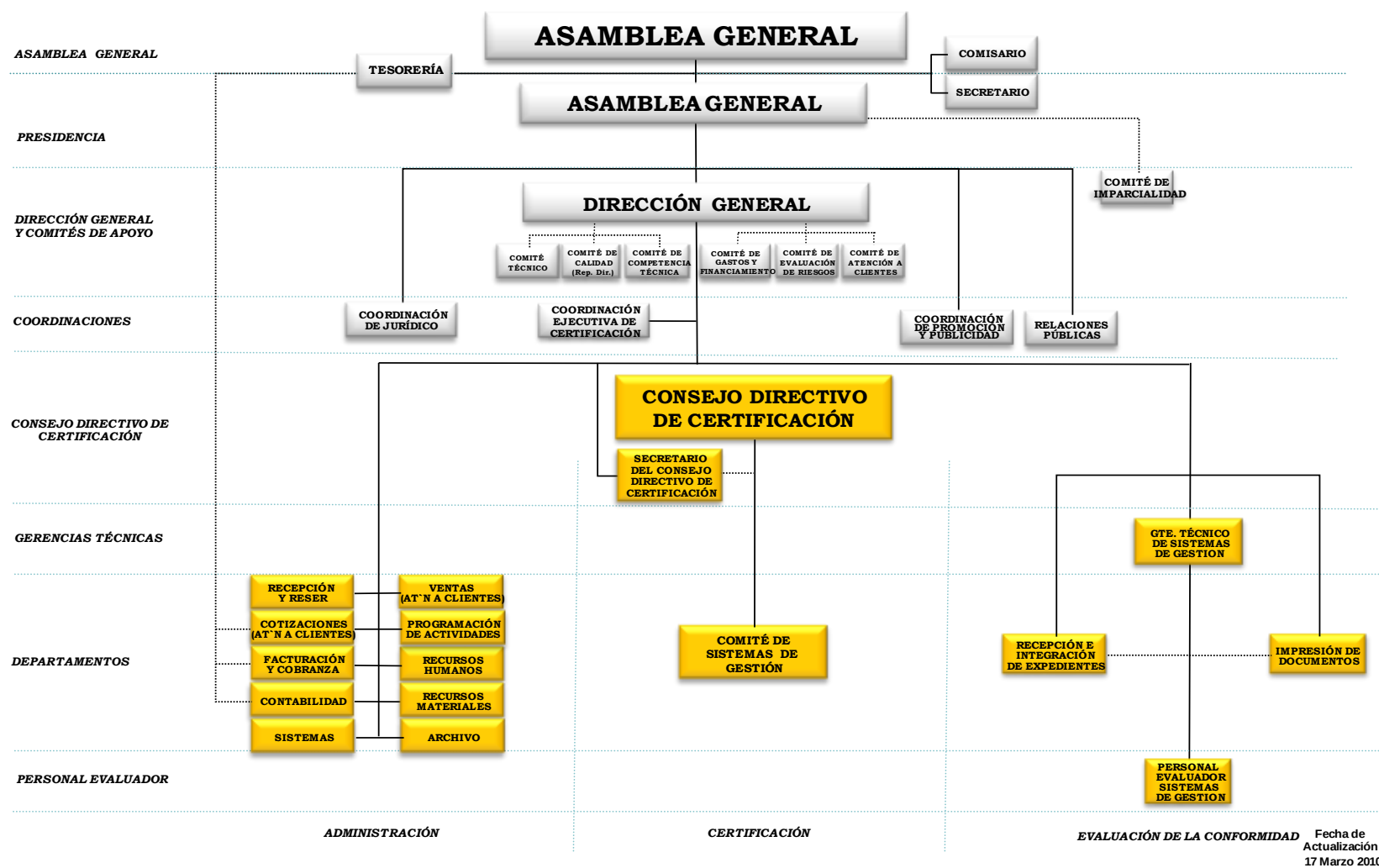


Ilustración 1.1 Manual de Calidad del Organismo de Certificación, Sección IV Organigrama con fecha de aprobación 17 de marzo de 2010.

En la ilustración 1 se muestra el organigrama del organismo en el cual se indican de manera sombreada aquellas áreas en donde se identificarán aquellos factores que determinan el nivel de servicio dentro del proceso de Certificación de Sistemas de Gestión.

1.6. Objetivos de Calidad, Misión, Visión, Principios y Compromiso del Organismo de Certificación.³

1.6.1. Objetivos de Calidad

Con base en las necesidades de los clientes y las metas del organismo de certificación para mantenerse en un proceso continuo de evaluación y mejoramiento que responda a las expectativas de un mercado dinámico, la Dirección General ha establecido los siguientes objetivos:

- a) Cero no conformidades por cada auditoría externa de los organismos acreditadores;
- b) Cero fallas externas en cuanto al dictamen de verificación o constancia de cumplimiento base en la normativa aplicable;
- c) Cero fallas internas por cada servicio proporcionado de certificación, verificación y capacitación (incluye mantenimientos y re-certificaciones) mensualmente.
- d) No reclamaciones en servicios de certificación, verificación y capacitación mensuales prestados, siempre y cuando los servicios sean solicitados a tiempo en cumplimiento con los requisitos establecidos en las solicitudes correspondientes.

1.6.2. Misión

Impulsar en todos los sectores de la vida nacional, elementos puntuales y técnicos de credibilidad, reconocimiento y confianza particularmente en la generación de productos y servicios.

Impulsar y promover la cultura de la calidad como pilar técnico para desarrollar productividad, competitividad y rentabilidad en el estricto cumplimiento de los principios del organismo de certificación para brindar apoyo técnico al productor, información al consumidor y protección al medio ambiente.

Alcanzar el reconocimiento comercial internacional de los servicios proporcionados por el organismo de certificación, así como de los organismos acreditadores extranjeros para brindar en territorio nacional e internacional una alternativa accesible costos, idioma y con confiabilidad en la demostración de evaluación de la conformidad de sus bienes y servicios con base en la normativa aplicable.

Promover el desarrollo e implantación de normas técnicas en los procesos productivos y de prestación de servicios.

³ Manual de Calidad del Organismo de Certificación Sección III Referencias del 14 de julio de 2009.

1.6.3. Visión

El organismo de certificación se consolidará para el año 2015 como organismo líder en México en materia de la evaluación de la conformidad y en la difusión de la cultura de la calidad, complementando nuestro desempeño con bases sólidas en el campo de la investigación y desarrollo y con miras al mejoramiento continuo con intercambio tecnológico a nivel nacional e internacional en conformidad con los productos y servicios que se producen en México y en los países socios comerciales donde el organismo de certificación decida ampliar sus horizontes, respecto a las normas de empresas o de asociaciones, normas nacionales (NMX), normas oficiales mexicanas (NOM), normas extranjeras e internacionales.

Trabajar por y para el engrandecimiento de un mundo de paz y prosperidad, en el que el intercambio comercial, los procesos de globalización y apertura comercial de las economías de cada país depende en gran medida de la aplicación de las normas técnicas, como de una favorable esquema de oportunidades en los procesos técnicos de generación de productos y servicios que favorezcan la interrelación de tecnologías y desarrollo de proveedores en las cadenas transnacionales. Así como una adecuada distribución de la riqueza y beneficios para todos, en un escenario de conservación y fortalecimiento de las condiciones de nuestro medio ambiente.

1.6.4. Principios

Los principios que ha establecido el organismo de certificación son los siguientes:

- a) **CERTEZA:** Alude a la necesidad de que todas las acciones que desempeñan están dotadas de veracidad, certidumbre y apego a los hechos; esto es, que los resultados de sus actividades sean completamente verificables, fidedignos y confiables.
- b) **LEGALIDAD:** Implica que en todo momento y bajo cualquier circunstancia, en el ejercicio de las atribuciones y el desempeño de las funciones que tiene encomendadas el Consejo Directivo de Certificación, Comités y Subcomités, se debe observar escrupulosamente el mandato.
- c) **INDEPENDENCIA:** Hace referencia a las garantías y atributos de que disponen los órganos y autoridades que conforman la institución para que sus procesos de deliberación y toma de decisiones se den con absoluta libertad y respondan única y exclusivamente al imperio de la ley, afirmándose su total independencia respecto a cualquier poder establecido.
- d) **IMPARCIALIDAD:** Significa que en el desarrollo de sus actividades todos los integrantes del Consejo directivo de certificación, comité y subcomité deben reconocer y velar permanentemente por el interés de la sociedad y por los valores fundamentales de la democracia, supeditado a éstos, de manera irrestricta, cualquier interés personal o preferencia sectorial en conflicto de interés.
- e) **OBJETIVIDAD:** Implica un quehacer institucional y personal, fundado en el reconocimiento global, coherente y razonado de la realidad sobre la que se actúa y consecuentemente, la obligación de percibir e interpretar los hechos por encima de visiones y opiniones parciales o unilaterales.

1.6.5. Compromiso

El Director General, se compromete a realizar todos los esfuerzos necesarios para que la Política de Calidad; los Objetivos para la Calidad; la Misión; la Visión; y los Principios sean implementados y mantenidos, de tal manera que todas las actividades del organismo estén centradas en la calidad.

Identificando y administrando los recursos necesarios bajo un enfoque sistemático y permanente al ciclo de mejora continua. Para lo cual cuenta con personal suficiente con la educación, capacitación, conocimiento técnico, experiencia habilidades y aptitudes necesarias para desempeñar las actividades relacionadas al tipo, rango y volumen del trabajo desempeñado.

1.7. Descripción de la problemática actual

El Organismo de Certificación ha recibido quejas por parte de sus clientes y perdido a algunos clientes potenciales como consecuencia del aumento de la competencia y a los precios desleales del mercado, por lo cual es imprescindible evaluar los factores que afectan en mayor medida a la satisfacción del cliente que se refleja en el número de servicios realizados, con el fin de rediseñar una estrategia de negocio para captar a clientes y conservar a los existentes.

Algunos de los factores críticos que se han dado a notar en los últimos 4 años son los siguientes:

- las no conformidades de los organismos acreditadores nacionales e internacionales se han incrementado.
- No se ha monitoreado el nivel de servicio derivado de la retroalimentación de todos los clientes de la organización ya que las encuestas de satisfacción al cliente no han sido aplicadas a todas las empresas e instituciones certificadas.
- Durante las auditorías internas no se tienen establecidos que indicadores críticos deben de evaluarse para medir la eficacia del proceso de certificación de sistemas de gestión.
- Se han analizado los productos no conformes o fallas internas, en las cuales por mencionar algunas se encuentran las siguientes: errores de captura, deficiencia en la atención al cliente, retraso en la entrega de resultados, etc.
- La aplicación de técnicas estadísticas y métodos analíticos no se han llevado a efecto, por lo que el organismo no cuenta con información para la toma de decisiones.

Por lo anterior, la organización no ha identificado que factores del nivel de servicio son los que realmente influyen directamente en la satisfacción del cliente y por ende no se ha realizado un verdadero análisis con base en datos estadísticos fiables y verídicos que

permitan a partir de éstos, identificar las áreas de oportunidad para aumentar la calidad percibida por los clientes de una manera proactiva y minimizar el riesgo potencial de pérdida de sus clientes. En el siguiente capítulo se expondrá el marco teórico y algunas herramientas necesarias para la propuesta metodológica para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente.

Capítulo 2 Marco Teórico.

2.1. Las siete herramientas básicas del control de calidad

La calidad del producto o servicio está determinado por sus atributos y características, es decir por sus propiedades físicas, químicas, mecánicas, o por sus atributos de satisfacción de los clientes, durabilidad y funcionamiento, etc. El cliente o consumidor quedará satisfecho con el servicio si las características se ajustan a lo que esperaba, es decir, a sus expectativas previas.

Por tal motivo es necesario medir las características de calidad ya que esto permite analizar los datos y obtener información sobre la calidad del producto o servicio, corregir el funcionamiento del proceso y tomar acciones de mejora que permitan aumentar la satisfacción del cliente⁴.

En este sentido es importante recurrir a la aplicación de técnicas estadísticas que permitan analizar y tomar decisiones dependiendo de los resultados obtenidos.

Las herramientas básicas, denominadas por Deming (1989), las 7 Magnificas Herramientas del control de calidad, cuya utilidad para el análisis de datos se ha comprobado y gracias a lo cual se les reconoce como herramientas estadísticas son⁵:

1. Hojas de verificación
2. Diagramas de Pareto
3. Diagramas de Ishikawa
4. Histogramas
5. Estratificación
6. Gráficos de control
7. Diagramas de Dispersión

A continuación se describirá brevemente cada una de estas herramientas del control de calidad:

⁴ Besterfield, Dale H., **Control de Calidad**, 4ª. Edición, Edit. Prentice Hall Hispanoamerica S.A., México, 1995 Pp. 20-42

⁵ Kume, Hitoshi, **Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad**, 7ª edición. Grupo Editorial Norma, Colombia, 1997. Pp. 15-20

2.1.1. Hojas de verificación

El uso de las hojas de verificación tiene que ver con la colecta de datos o información. Ya que la idea es no tomar decisiones o ejercer acciones con base en criterios subjetivos o personales, sino darles sustento con base en información que el mismo proceso aporte.

Una vez que se define qué datos, cada cuándo y cómo se van a colectar; el siguiente paso es elaborar un formato que permita sistematizar esta colección de datos. Con el fin de que cualquier persona pueda colectar la información o consultarla, facilitando así el uso de los datos como único medio para darle seguimiento al proceso en estudio.

Las hojas de verificación se pueden usar para:

- Verificar los defectos
- Verificar las causas de los defectos
- Localización de los defectos
- Verificar la distribución del proceso de producción
- Verificar si se han realizado las revisiones o inspecciones programadas

Es un hecho que uno de los primeros pasos del control de calidad, sino es que el primero, debe ser la elaboración de las hojas de verificación. Así como establecer las estrategias para concentrar la información y analizarla.

2.1.2. Diagrama de Pareto

Los diagramas de Pareto son gráficos de barras que se emplean para mostrar la frecuencia relativa de hechos como: número de productos con algún tipo de defecto, reparaciones, reclamaciones, fallos de equipos, accidentes o costos de los defectos. La información se presenta en orden descendente, agregando una línea que marca el incremento relativo de cada categoría con respecto al total.

Estos diagramas se utilizan para visualizar las fallas o defectos con mayor frecuencia de aparición, identificando de manera rápida sobre cuales se debe actuar de manera prioritaria. Ya que se considera que el 20% de los defectos generan el 80% de las pérdidas, por lo que si se atiende a los pocos tipos de defectos considerados vitales se podrán eliminar casi todas las pérdidas, dejando de lado a otros muchos defectos triviales.

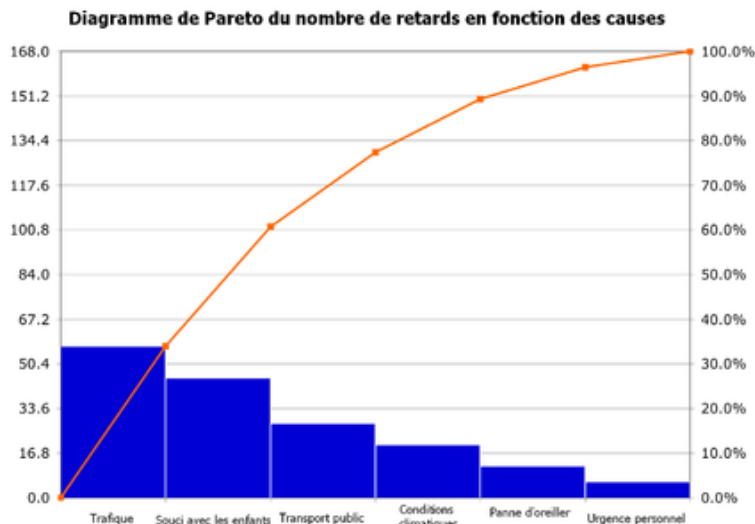


Ilustración 2.1 Ejemplo simple de un diagrama de Pareto usando datos hipotéticos. Se muestran las frecuencias relativas en un diagrama de barras y en una línea roja las frecuencias acumuladas de las causas por las que los empleados llegan tarde a trabajar a una empresa. Fuente: Kume, Hitoshi, *Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad* p. 121

2.1.3. Diagramas de Ishikawa

Los diagramas de Ishikawa, también conocidos como de causa-efecto o de espina de pescado, relativamente fáciles de elaborar, son una herramienta grafica que ayuda a clarificar las causas de un problema. Ya que básicamente se define un efecto, es decir un defecto o tipo de defecto, que se “pinta” en la columna vertebral del esqueleto del pescado, y en las espinas se listan todas las posibles causas de ese efecto (defecto o falla), de tal manera que se pueda visualizar una solución que elimine o minimice el defecto.

Su uso generalmente va asociado a los diagramas de Pareto, ya que mediante un Pareto se pueden identificar las fallas de mayor importancia por su número o costo y mediante un Ishikawa se pueden visualizar las posibles causas. Obteniendo con esto, bases para proponer alternativas de solución.

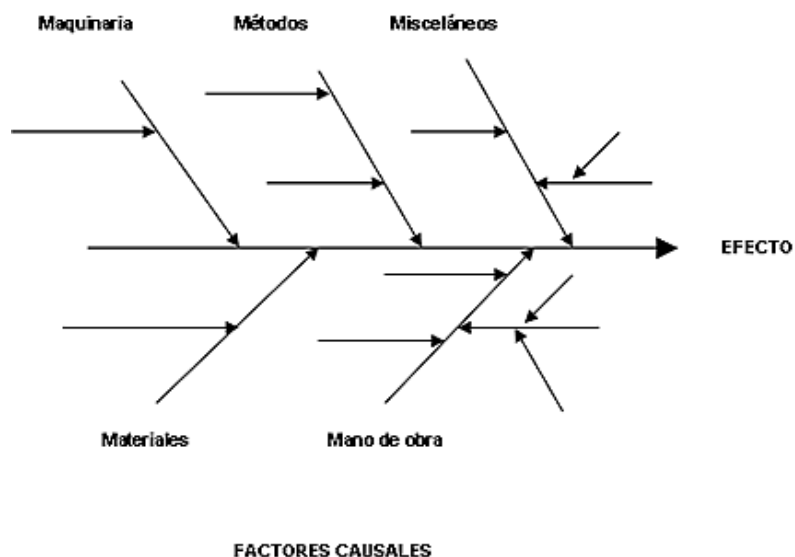


Ilustración 2.2. Ejemplo de un diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa – Efecto. Fuente: Elaboración propia.

2.1.4. Histogramas

Los histogramas son una forma gráfica de representar la frecuencia de una característica de calidad. A partir de estas frecuencias se puede analizar la distribución de los datos, comprobando si se apegan a una campana de Gauss (Distribución normal), si se cumple la normalidad entonces se pueden calcular la media y la varianza, los parámetros de esta distribución. A partir de ahí se puede verificar si la característica de calidad está dentro de especificaciones, apoyándose para esto en el cálculo y aplicación de los índices de capacidad de proceso.

2.1.5. Estratificación

La estratificación permite clasificar los datos en grupos con características semejantes. Donde a cada grupo se le denomina estrato. En control de calidad se utiliza para identificar las fuentes de variación de los datos colectados. Por ejemplo, cuando los mismos productos se hacen en varias máquinas o por varios operadores, es recomendable clasificar los datos según la máquina o el operador, de manera que se puedan analizar las diferencias entre máquinas u operadores y se facilite el control del proceso.

La estratificación generalmente se detecta a partir de los picos o modas de los histogramas elaborados. Recalcando que el propósito de la estratificación es examinar las diferencia entre los valores promedio y la variación entre clases diferentes, para tomar acciones correctivas que permitan eliminar esta diferencia, si la hay.

2.1.6. Gráficos de control

Herramienta que permite analizar las características de calidad de un producto durante el proceso de fabricación, comparándolas con límites prefijados. En términos generales, consiste de una línea central, un par de límites de control, uno por encima y otro por debajo de la línea central. Donde si todos los valores colectados se encuentran dentro de los límites de control, sin ninguna tendencia especial, se dice que el proceso está controlado y que todas las variaciones presentes se deben exclusivamente al azar. Si por el contrario, hay datos fuera de las líneas de control o si se presentan tendencias, se dice que el proceso está fuera de control.

Dependiendo de las unidades en las que se mida la característica de calidad, ya sean continuas o discretas se tienen diferentes tipos de gráficos de control, cuadro 1:

Característica	Nombre
Continua	Gráfico $\bar{X}$ - R (media - Rango) Gráfico $\bar{x}$ (Variable de medida)
Discreta	Gráfico np (Unidades defectuosas) Gráfico p (Fracción de unidades defectuosas) Gráfico c (Número de defectos) Gráfico u (Número de defectos por unidad)

Cuadro 1. Tipos de gráficos de control. Fuente Kume, Hitoshi, Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad p. 135

A partir de estos tipos se pueden deducir otros como los de mediana, de centros de recorrido, los de desviación estándar o los de coeficiente de variación.

2.1.7. Diagramas de dispersión

Un diagrama de dispersión se realiza sobre un plano X-Y, donde se analiza la relación de correspondencia entre las variables definidas como X e Y.

Las variables del par X-Y pueden ser: una característica de calidad, y un factor que la afecta o dos características de calidad relacionadas. Donde el primer paso consiste en elaborar un diagrama con todos los pares de datos (X,Y), a partir de ahí encontrar un patrón de comportamiento y si este es lineal calcular valores de correlación y encontrar un modelo de ajuste a los datos mediante técnicas de regresión lineal. Todo esto con el fin de poder predecir el efecto que tendrá sobre la característica de calidad, la variable Y, algún cambio sobre el factor en estudio, la variable X.

2.2. Control estadístico de procesos

Los gráficos de control, basándose en técnicas estadísticas, permiten usar criterios objetivos para distinguir variaciones de fondo de eventos de importancia. Casi toda su potencia está en la capacidad de monitorizar el centro del proceso y su variación alrededor del centro. Recopilando datos de mediciones en diferentes sitios en el proceso,

se pueden detectar y corregir variaciones en el proceso que puedan afectar a la calidad del producto o servicio final, reduciendo desechos y evitando que los problemas lleguen al cliente final. Con su énfasis en la detección precoz y prevención de problemas, CEP tiene una clara ventaja frente a los métodos de calidad como inspección, que aplican recursos para detectar y corregir problemas al final del producto o servicio, cuando ya es demasiado tarde⁶.

Además de reducir desechos, CEP puede tener como consecuencia una reducción del tiempo necesario para producir el producto o servicio. Esto es debido parcialmente a que la probabilidad de que el producto final se tenga que re trabajar es menor, pero también puede ocurrir que al usar CEP, identifiquemos los cuellos de botella, paradas y otros tipos de esperas dentro del proceso. Reducciones del tiempo de ciclo del proceso relacionado con mejoras de rentabilidad han hecho del CEP una herramienta valiosa desde el punto de vista de la reducción de costes y de la satisfacción del cliente final.

2.2.1. Estado de un proceso

Antes de analizar si un proceso tiene la capacidad de cumplir con lo que es deseado debemos garantizar si el proceso es estable a través del tiempo. En este sentido debemos saber que un proceso puede tener cuatro estados⁷ en cuanto a capacidad y estabilidad, como se ilustra en el cuadro 2.

		¿El proceso es estable?	
		SI	NO
¿El proceso es capaz?	SI	A (estable y capaz) - Verificar que se tiene un buen sistema de monitoreo	B (capaz pero inestable) - Darle prioridad a la identificación y eliminación de las causas de la inestabilidad; para ello seguir las recomendaciones dadas para el proceso
	NO		D

Cuadro 2. Los cuatro estados de un proceso y la estrategia a seguir. Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2004. McGraw-Hill Pp. 308

⁶ Levin, ESTADISTICA PARA ADMINISTRADORES. Segunda edición. Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1988.

⁷ Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2004. McGraw-Hill Pp. 308-345

		¿El proceso es estable?	
		SI	NO
¿El proceso es capaz?	NO	C (estable pero incapaz) - Mejorar la aplicación de cartas de control para prevenir que empeore el desempeño del proceso. - Investigar la razón predominante de la baja capacidad (descentrado, exceso de variación, etc.) - Revisar especificaciones y la calidad de las mediciones. - Establecer las causas que orinan la baja capacidad del proceso	D (inestable e incapaz) - Darle prioridad a la identificación y eliminación de las causas de la inestabilidad y para ello: - Mejorar uso de cartas de control. - Investigar si algunas variables de entrada están relacionadas en forma directa con la variable de salida que tiene el problema - Establecer las causas que orinan la baja capacidad del proceso - Una vez que se mejore la estabilidad, volver a evaluar el estado del proceso
	SI		

Cuadro 2. Los cuatro estados de un proceso y la estrategia a seguir. Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2004. McGraw-Hill Pp. 308

Para contestar ambas preguntas establecidas en el cuadro 2, es necesario apoyarse en los siguientes pasos:

1. Delimitar datos históricos. Para determinar en qué estado cae el proceso es necesario recurrir a datos históricos y analizarlos para las diferentes variables de salida del proceso o subproceso bajo análisis. Se entiende por datos históricos aquellos que reflejan la realidad del proceso durante un lapso de tiempo considerable en el que al proceso no se le han hecho modificaciones importantes. Este lapso depende de la velocidad del proceso, como se describe a continuación:
 - a. En un proceso masivo que produce cientos o miles de piezas o parte por día, y que a diario se muestran y se miden decenas de tales partes, es suficiente contemplar las mediciones hechas en las últimas semanas.
 - b. En un proceso lento que genera pocos resultados por día, y que por tanto en una semana se hacen pocos muestreos y mediciones, es necesario contemplar un periodo un poco mayor.
 - c. En los procesos semimasivos, aplicar un criterio intermedio.

No se trata de tener suficientes datos, sino que además resulten de un lapso de tiempo en el que no se le han hecho grandes cambios o modificaciones al proceso.

2. Analizar estabilidad. Para estudiar la estabilidad del proceso a través del tiempo que comprenden los datos históricos y calcular el índice St, hay dos formas de proceder:
 - a. Analizar las cartas de control en el lapso de tiempo que comprenden los datos históricos.
 - b. Hacer un estudio inicial con los datos históricos, es decir, analizar todos los datos en la misma carta de control.
3. Estudiar la capacidad. A los datos históricos aplicarles un análisis de capacidad. En particular es imprescindible obtener los índices Cp, Cpk y un histograma e interpretarlo. En caso de que hay problemas de capacidad, se podrá identificar si se debe a problemas de centrado, a exceso de variación y en general cómo es la distribución de los datos respecto a especificaciones, con lo que se pueden generar algunas conjeturas de las causas de la baja capacidad.

2.3. Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)

Es una herramienta de mucha utilidad debido a que permite detectar aspectos críticos que requieren atención. La metodología del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). Esta herramienta sirve para evaluar las fallas potenciales de un producto o un proceso, a partir de esta herramienta se pueden determinar las acciones para internar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales dentro del producto o proceso.

Aplicar la AMEF se ha vuelto una actividad casi obligada para garantizar que los productos o procesos sean confiables en el sentido que logren funcionar conforme a lo establecido. Y además que permite detectar fallas potenciales y prevenirlas y de esta forma reducir tiempos ciclo, mejorar la eficiencia de procesos etc.

Se aplicará la metodología del AMEF para identificar y evaluar las fallas potenciales del proceso de certificación de sistemas de gestión junto con el efecto que provocan éstas y determinar o instrumentar los controles necesarios para salvaguardar la confidencialidad, conflicto de interés y objetividad⁸.

1. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas del proceso de certificación que pongan en riesgo la imparcialidad, confidencialidad y objetividad del Organismo de Certificación.
2. Para cada falla, identificar su efecto y estimar la severidad del mismo.
3. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia
4. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia.
5. Hacer una lista de controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla.
6. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR) = severidad*ocurrencia*detección
7. Decidir acciones para disminuir severidad y/u ocurrencia o mejorar la detección
8. Revisar y establecer los resultados obtenidos, re calcular el NPR

⁸ *Ibid.*, p. 491

Con base en los resultados obtenidos del análisis del AMEF se determina que es necesario implementar aquellos controles identificados con el fin de minimizar el riesgo de ocurrencia o severidad.

2.4. Escuchar la voz del cliente (despliegue de la función de calidad, DFC)

El despliegue de la función de calidad, DFC, es una herramienta de planeación que introduce la voz del cliente en el desarrollo y diseño del producto o el proyecto. Es un mecanismo formal para asegurar que “la voz del cliente” sea escuchada a lo largo del desarrollo del proyecto. También identifica medios específicos para asegurar que los requerimientos del cliente sean cumplidos por todas las actividades funcionales de la organización.

Para implementar DFC se utilizan varias matrices, cuyo propósito es establecer una manera sistemática de asignar responsabilidades para desplegar la voz del cliente, trasladando esos requerimientos en parámetros de diseño y fabricación. El papel del DFC es entender las necesidades del cliente y transformarlas en acciones específicas, identificar áreas que requieren atención y mejoramiento y establecer las bases para futuros desarrollos. La aplicación formal de esta técnica se llevó a cabo por primera vez en Japón (1972) en Mitsubishi por Kobe Shipyard⁹.

Escuchar la voz del cliente es entender el mercado: saber cómo usan el producto o servicio, que aspectos del producto o servicio le agradan al cliente y cuáles no. Entender los requerimientos del cliente es fundamental, pero el problema es que el cliente se expresa en un lenguaje y las características de un producto o proceso en otro, por ello se requiere una traducción, y eso es lo que logra precisamente la DFC¹⁰.

2.5. Análisis de regresión

El análisis de regresión tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de una variable de respuesta en función de una o más variables independientes (factores). Por ejemplo, suponga que el rendimiento de un proceso químico está relacionado con la temperatura de operación. Si mediante un modelo matemático es posible describir tal relación, entonces este modelo puede ser usado para propósitos de predicción, optimización o control.

Para estimar los parámetros de un modelo de regresión son necesarios los datos, los cuales pueden obtenerse de experimentos planeados, de observaciones de fenómenos no controlados o de registros históricos.

⁹ *Ibid.*, p. 506

¹⁰ Webster. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Tercera edición. McGraw Hill, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 2000.

2.5.1. Regresión lineal simple¹¹

Sean dos variables X y Y , suponga que se quiere explicar el comportamiento de Y con base en los valores que toma X . Para esto, se mide el valor de Y sobre un conjunto de n valores de X , con lo que se obtienen n parejas de puntos $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. A Y se le llama la variable dependiente o la variable de respuesta y a X se le conoce como variable independiente o variable regresora. La variable X no necesariamente es aleatoria, ya que en muchas ocasiones el investigador fija sus valores; en cambio, Y sí es una variable aleatoria. Una manera de estudiar el comportamiento de Y con respecto a X es mediante un modelo de regresión que consiste en ajustar un modelo matemático de la forma:

$$Y = f(x)$$

Con ello, se puede ver si dado un valor de la variable independiente X es posible predecir el valor promedio de Y .

Suponga que las variables X y Y están relacionadas linealmente y que para cada valor de X , la variable dependiente, Y , es una variable aleatoria. Es decir, que cada observación de Y puede ser descrita por el modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde ε es un error aleatorio con media cero y varianza σ^2 . También suponga que los errores aleatorios no están relacionados. La ecuación 1 es conocida como el modelo de regresión lineal simple. Bajo el supuesto de que este modelo es adecuado y como el valor esperado del error es cero, $E(\varepsilon) = 0$, se puede ver que el valor esperado de la variable Y ,

para cada valor de X , está dado por la línea recta $E(Y|X) = \beta_0 + \beta_1 X$, en donde β_0 y β_1 son los parámetros del modelo y son constantes desconocidas. Por lo tanto, para tener bien especificada la ecuación que relaciona las dos variables será necesario estimar los dos parámetros, que tienen los siguientes significados: β_0 es el punto en el cual la línea recta intercepta o cruza el eje de y , y β_1 es la pendiente de la línea, es decir, es la cantidad en que se incrementa o disminuye la variable Y por cada unidad que se incrementa X .

El análisis de regresión tiene como objetivo modelar en forma matemáticas el comportamiento de una variable de respuesta en función de una o más variables independientes (factores). Para estimar los parámetros de un modelo de regresión son necesarios los datos, los cuales pueden obtenerse de experimentos planeados, de observaciones de fenómenos no controlados o de registros históricos.¹²

¹¹ Montgomery, Douglas. Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamérica. México. 1991, p. 393

¹² Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar, **Análisis y diseño de experimentos**, Edit. McGraw Hill, 2004, pp. 340

2.5.2. Pruebas de hipótesis en la regresión lineal simple

En cualquier análisis de regresión es necesario evaluar qué tan bien el modelo (la línea recta) explica la relación entre X y Y. Una primera forma de hacer esto es probar una serie de hipótesis sobre el modelo. Para ello es necesario suponer una distribución de probabilidad para el término del error, ε_i . Es usual suponer normalidad: ε_i se distribuye en forma normal, independiente, con media cero y varianza σ^2 ($\varepsilon_i \approx NID(0, \sigma^2)$).

Por lo general, la hipótesis de mayor interés plantea que la pendiente es significativamente diferente de cero. Esto se logra al probar la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Para encontrar el estadístico de prueba para esta hipótesis es fácil ver que $\hat{\beta}_1$ sigue una distribución normal. Entonces una estimación de $\hat{V}(\hat{\beta}_1)$ esta dada por:

$$\hat{V}(\hat{\beta}_1) = \frac{\hat{\sigma}^2}{S_{xx}} = \frac{CM_E}{S_{xx}}$$

La cantidad $\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_1)}$ es la desviación estándar del estimador y recibe el nombre de error estándar de $\hat{\beta}_1$. Si la hipótesis nula es verdadera el siguiente estadístico $t_0 = \frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{\frac{CM_E}{S_{xx}}}}$

tiene una distribución t-Student con n-2 grados de libertad. Para rechazar la hipótesis con base en un estadístico de prueba y se rechaza $H_0 : \beta_1 = 0$ si el valor absoluto de este estadístico es mayor que el correspondiente valor crítico obtenido de tablas, es decir, se rechaza $H_0 : \beta_1 = 0$ si:

$$|t_0| > t_{(\sigma/2, n-2)}$$

En caso contrario no se rechaza $H_0 : \beta_1 = 0$. No rechazar que $\beta_1 = 0$, en el caso del modelo de regresión lineal simple, implica que no existe una relación lineal significativa entre X y Y; por lo tanto, no existe relación entre estas variables o ésta es de otro tipo. En ocasiones, en lugar de probar que $\beta_1 = 0$, puede ser de interés probar que es igual a cierta constante $H_0 : \beta_1 = c$, en este caso el numerador del estadístico se resta c, es decir

el estadístico queda de la siguiente manera: $t_0 = \frac{\hat{\beta}_1 - c}{\sqrt{\frac{CM_E}{S_{xx}}}}$, y el criterio de rechazo es el

mismo.

Si se utiliza como criterio de rechazo la comparación de la significancia observada (p-value o valor-p) contra la significancia predefinida α , entonces se rechaza H_0 si valor- $p < \alpha$.

Por otro lado, con respecto del parámetro β_0 suele ser de interés probar la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_A : \beta_1 \neq 0$$

Para encontrar el estadístico de prueba para esta hipótesis, una estimación de $V(\hat{\beta}_1)$ esta dada por:

$$\hat{V}(\hat{\beta}_1) = \sigma^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right] = CM_E \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right]$$

$$t_0 = \frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{CM_E \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right]}}$$

Si la hipótesis nula es verdadera, el siguiente estadístico: t_0 tiene una distribución t-Student con n-2 grados de libertad, por lo que H_0 se rechaza si:

$$|t_0| > t_{(\alpha/2, n-2)}$$

O si se utiliza el criterio de la significancia observada se rechaza H_0 si $\text{valor} - p < \alpha$. No rechazar que $\beta = 0$, puede ser de interés probar que es igual a cierta constante $H_0 : \beta = 0$, en ese caso, en el numerador del estadístico de la expresión

$$t_0 = \frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{CM_E \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right]}}$$

se resta c , es decir, el estadístico queda de la siguiente manera:

$$t_0 = (\hat{\beta}_0 - c) / \sqrt{CM_E \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right]}}$$

y el criterio de rechazo es el mismo.

La estimación de los parámetros del modelo y las pruebas de hipótesis sobre los mismos se sintetizan en la siguiente tabla:

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico	Valor-p
Intercepción	$\hat{\beta}_0 = y - \hat{\beta}_1 x$	$\sqrt{CM_E \left[\frac{1}{n} + \frac{x^2}{S_{xx}} \right]}$	$\frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{CM_E \left[\frac{1}{n} + \frac{x^2}{S_{xx}} \right]}}$	$\Pr(T > t_0)$
Pendiente	$\hat{\beta}_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$	$\sqrt{CM_E / S_{xx}}$	$\frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{CM_E / S_{xx}}}$	$\Pr(T > t_0)$

Cuadro 3. La estimación de los parámetros del modelo y las pruebas de hipótesis. Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar, Análisis y diseño de experimentos, Edit. McGraw Hill, 2004, pp. 347.

2.5.3. Calidad del ajuste en regresión lineal simple.

En la sección anterior estudiamos pruebas de hipótesis para verificar que hay una relación significativa entre X y Y; sin embargo, no hemos visto si tal relación permite hacer estimaciones con una precisión aceptable. Por ejemplo, es de interés saber qué tanta de la variabilidad presente en Y fue explicada por el modelo, además si se cumplen los supuestos de los residuos¹³.

2.5.4. Coeficiente de determinación R^2

Un primer criterio para evaluar la calidad del ajuste es observar la forma en que el modelo se ajustó a los datos¹⁴. En el caso de la regresión lineal simple esto se distingue al observar si los puntos tienden a ajustarse razonablemente bien a la línea recta. Pero otro criterio más cuantitativo es el que proporciona el criterio de determinación, que está definido por:

$$R^2 = \frac{\text{Variabilidad explicada por el modelo}}{\text{Variabilidad total}}$$

$$R^2 = \frac{SC_R}{S_{yy}}$$

Es claro que $0 < R^2 \leq 1$. En general R^2 se interpreta como la proporción de la variabilidad en los datos (Y) que es explicada por el modelo. En conclusión diremos que el % dado por el coeficiente anterior nos dice cuál es la calidad del ajuste ya que mide la proporción de la variabilidad en los datos (Y) que es explicada por el modelo de regresión.

Coeficiente de determinación ajustado, R_{aj}^2 . Este coeficiente se calcula de la siguiente manera:

$$R_{aj}^2 = \frac{CM_{Total} - CM_E}{CM_{Total}}$$

¹³ Pérez, César. "Técnicas de Análisis Multivariante de Datos". Aplicaciones con SPSS. Pearson Prentice Hall. 2004. España. Pp. 126-157

¹⁴ *Ibid.*, p. 128

Coeficiente de correlación: Es bien conocido que el coeficiente de correlación, r , mide la intensidad de la relación lineal entre dos variables X y Y . Si se tiene n pares de datos de

la forma
$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}}$$

Se puede ver que $-1 \leq r \leq 1$, si r es próximo a -1 , entonces tendremos una relación lineal negativa fuerte, y si r es próximo a cero, entonces diremos que no hay correlación lineal, y finalmente si r es próximo a 1 , entonces tendremos una relación lineal positiva fuerte.

Error estándar de estimación. Una medición sobre la calidad del ajuste de un modelo lo da el error estándar de estimación, que es una estimación de la desviación estándar del error, σ . En el caso de la regresión lineal simple, está dado por:

$$\sigma = \frac{\sqrt{SC_E}}{n-2} = \sqrt{\frac{S_{yy} - \hat{\beta}_1 S_{xy}}{n-2}}$$

Media del error absoluto (mea). Otra forma de medir la calidad del ajuste es a través de la media del valor absoluto de los residuos, es decir:

$$mea = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

Es claro que mientras mejor sea el ajuste, los residuos serán más pequeños y, en consecuencia, la mea tenderá a ser más pequeña. La mea se puede ver como una medición para ver cuánto falla en promedio el modelo al hacer la estimación de la variable de respuesta.

2.5.5. Análisis de residuos

Como complemento a lo que se ha expuesto hasta aquí, un análisis adecuado de los residuos proporciona información adicional sobre la calidad del ajuste del modelo de regresión y de esa manera es posible verificar si el modelo es adecuado. Las gráficas que suelen hacerse para completar el diagnóstico del modelo consisten en: graficar los residuos en papel de probabilidad normal, graficar los residuos contra los predichos, los residuos contra cada variable regresora y contra alguna otra variable importante que no hay sido incluida en el modelo¹⁵.

2.5.6. Verificación del supuesto de independencia.

¹⁵ *Ibid.*, p. 151

Uno de los supuestos importantes sobre los residuos es que éstos son independientes. Para verificar tal suposición se suelen graficar los residuos contra el orden en el que se obtuvieron los datos. La suposición se cumple si los puntos en esta grafica no siguen ningún patrón bien definido, como alguna tendencia.

2.5.7. Prueba de Durbin-Watson.

Esta prueba permite diagnosticar la presencia de correlación (autocorrelación) entre los residuos consecutivos (ordenados en el tiempo), que es una posible manifestación de la falta de independencia. La autocorrelación se presenta en experimentos en los cuales cada medición tiene alguna contaminación de la medición inmediata anterior, lo cual contradice el supuesto de independencia. Sea ρ el parámetro que representa la correlación entre residuos consecutivos ($\text{Corr}(e_t, e_{t-1}) = \rho; t = 2, 3, \dots, n$). La hipótesis en la prueba de Durbin-Watson es:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_A : \rho > 0$$

Donde la alternativa se toma en el sentido mayor (>) porque la autocorrelación positiva es la más frecuente en la práctica. El estadístico de Durbin-Watson es:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^n (e_i)^2}$$

Donde los e_i , $i = 1, 2, \dots, n$, son los residuos ordenados en el tiempo. La decisión sobre la hipótesis dada consiste en la siguiente regla.

Si $d < d_L$ Se rechaza $H_0 : \rho = 0$

Si $d > d_U$ No se rechaza $H_0 : \rho = 0$

Si $d_L \leq d \leq d_U$ Sin decisión

Donde d_L y d_U son cotas que se leen en tablas. Para entrar a las tablas se requiere el número de residuos n , el nivel de significancia prefijado α y el número de variables explicativas o regresoras en el modelo, ρ .

En caso de interesar la hipótesis de autocorrelación negativa $H_A : \rho < 0$ se utiliza el estadístico $d' = 4 - d$, en caso de interesar la hipótesis bilateral con alternativa $H_A : \rho \neq 0$ se combinan las dos pruebas unilaterales de tamaño α de manera que la prueba bilateral tenga el tamaño deseado 2α .

La prueba de Durbin-Watson tiene el inconveniente de detectar sólo la estructura de correlación de residuos consecutivos. No detecta correlaciones entre residuos no consecutivos en el tiempo que también violan el supuesto de independencia. Este tiempo

de correlación ocurre en un experimento cuando la contaminación de una medición a otra no se refleja de inmediato, sino que actúa con retardo.

2.5.8. Regresión lineal múltiple

En muchas situaciones prácticas existen varias variables independientes que se cree que incluyen o están relacionadas con una variable de respuesta Y , y por lo tanto será necesario tomar en cuenta si se quiere predecir o entender mejor el comportamiento de Y . Por ejemplo, para explicar o predecir el consumo de electricidad en una casa habitacional tal vez sea necesario considerar el tipo de residencia, el número de personas que la habitan, la temperatura promedio de la zona, etcétera¹⁶.

Sea $X_1, X_2, \dots, X_k$ variables independientes o regresoras, y sea Y una variable de respuesta, entonces el modelo de regresión lineal múltiple con k variables independientes es el polinomio de primer orden:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde los β_j son los parámetros del modelo que se conocen como coeficientes de regresión y ε es el error aleatorio, con media cero, $E(\varepsilon) = 0$ y $V(\varepsilon) = \sigma^2$. Si en la ecuación 2, $k=1$, estamos en el caso de regresión lineal simple y el modelo es una línea recta; si $k=2$, tal ecuación representa un plano. En general, la ecuación 2, representa un hiperplano en el espacio de k dimensiones generado por las variables $\{X_j\}$.

El término lineal del modelo de regresión se emplea debido a que la ecuación 2 es función lineal de los parámetros desconocidos $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$. La interpretación de éstos es muy similar a lo ya explicado para el caso de regresión lineal simple: β_0 es la ordenada al origen, y β_j mide el cambio esperado en Y por cambio unitario en X_j cuando el resto de las variables regresoras se mantienen fijas o constantes.

Es frecuente que en la práctica se requieran modelos de mayor orden para explicar el comportamiento de Y en función de las variables regresoras. Por ejemplo, supongamos que se tienen dos variables independientes y que se sospecha que la relación entre Y y algunas de las variables independientes es cuadrática, por ello quizá se requiera un polinomio de segundo orden como modelo de regresión:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \varepsilon \quad (\text{Ecuación 3})$$

¹⁶ *Ibid.*, p. 130-151

Éste también es un modelo de regresión lineal múltiple, ya que la ecuación 3 es una función lineal de los parámetros desconocidos $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{22}$. Pero además si definimos $X_3 = X_1 X_2$, $\beta_3 = \beta_{12}$, $X_4 = X_1^2$, $\beta_4 = \beta_{11}$, $X_5 = X_2^2$ y $\beta_5 = \beta_{22}$; entonces la ecuación 3 puede escribirse así:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \varepsilon \quad (\text{Ecuación 4})$$

La cual tiene la misma forma que el modelo de regresión lineal múltiple de la ecuación 2. Con lo visto antes, estamos en posibilidades de abordar el problema de estimación de los parámetros del modelo de regresión múltiple, que será aplicable a una amplia gama de modelos que pueden reducirse a la forma general de la ecuación 2.

Para estimar los parámetros de la regresión lineal múltiple se necesita contar con n datos ($n > k$). En términos de los datos, el modelo de regresión lineal múltiple puede escribirse de la siguiente manera:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon$$

2.5.9. Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple

La hipótesis sobre los parámetros del modelo es equivalente a las realizadas para regresión lineal simple, pero ahora son más necesarias porque en regresión múltiple tenemos más parámetros en el modelo; sin embargo, por lo general es necesario evaluar su verdadera contribución a la explicación de la respuesta. También requerimos de la suposición de que los errores se distribuyen en forma normal, independientes, con media cero y varianza σ^2 ($\varepsilon_i \approx NID(0, \sigma^2)$). Una consecuencia de esta suposición es que las observaciones y_i son: $NID(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ji}, \sigma^2)$.

2.5.10. Análisis de varianza

La hipótesis global más importante sobre un modelo de regresión múltiple consiste en ver si la regresión es significativa. Esto se logra probando la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_A : \beta_j \neq 0 \text{ para al menos un } j=1, 2, \dots, k$$

Aceptar H_0 significa que ningún término o variable en el modelo tiene una contribución significativa al explicar la variable de respuesta, Y. Mientras que rechazar H_0 implica que por lo menos un término en el modelo contribuye de manera significativa a explicar Y. El procedimiento para explicar esta hipótesis es una generalización del procedimiento

utilizado para probar la hipótesis equivalente. Aquí también se descompone la suma de cuadrados de regresión y en la suma de cuadrados del error:

$$S_{yy} = SC_R + SC_E$$

2.5.11. Coeficiente de determinación

El que un modelo sea significativo no necesariamente implica que sea bueno en términos de que explique la variación de datos. Por ello es importante tener mediciones adicionales de la calidad del ajuste del modelo, como las gráficas de residuales y el coeficiente de determinación. Con la información del análisis de varianza, visto en el punto anterior, es sencillo calcular el coeficiente de determinación, R^2 , y el coeficiente de determinación ajustado, R_{aj}^2 :

$$R^2 = \frac{SC_R}{S_{yy}} = 1 - \frac{SC_E}{S_{yy}}$$

$$R_{aj}^2 = \frac{S_{yy} / (n-1) - CM_E}{S_{yy} - (n-1)} = \frac{CM_{Total} - CM_E}{CM_{Total}} = 1 - \frac{CM_E}{CM_{Total}}$$

Ambos coeficientes se interpretan de forma similar al caso de regresión lineal simple, es decir, como el porcentaje de variabilidad de los datos que son explicados por el modelo. Se cumple que $0 < R_{aj}^2 \leq R^2 < 1$; en general, para hablar de un modelo que tiene un ajuste satisfactorio es necesario que ambos coeficientes tengan valores superiores a 0.7. Cuando en el modelo hay términos que no contribuyen de manera significativa a éste, el R_{aj}^2 tiende a ser menor que R^2 . Por lo tanto, es deseable depurar el modelo y para ello las siguientes pruebas de hipótesis son de mucha utilidad.

2.5.12. Coeficiente de correlación múltiple

Es la raíz cuadrada del coeficiente de determinación R^2 :

$$R = \sqrt{R^2}$$

Y es una medida de la intensidad de la relación entre la variable dependiente, Y, y el conjunto de variables o términos en el modelo $(X_1, X_2, \dots, X_k)$.

2.5.13. Error estándar de estimación y media del error absoluto

Al igual que en regresión lineal simple, el error estándar de estimación y la media del error absoluto proporcionan dos medidas del error de ajuste de un modelo, éstas tienen una interpretación similar a la que se dio para el caso de regresión lineal simple. En cuanto al cálculo en el caso múltiple, la $mea = (\sum_{i=1}^n |e_i|)/n$ y el error estándar de estimación, $\hat{\sigma} = \sqrt{SC_E / (n - k - 1)}$.

2.5.14. Utilidad del modelo: R^2 , R^2 ajustada y la prueba F Global

Se puede rechazar H_0 y aceptar H_A en el nivel de significancia α si se mantiene alguna de las condiciones siguientes:

- Estadística F (modelo) > F[α]
- valor p < α
- donde el punto F[α] se basa en k grados de libertad para el numerador y n-(k+1) para el denominador.

2.5.15. Interacción

Se introduce un término de interacción cuando se cree que una variable (x_i) influye en la relación entre otra variable (x_j) independiente y la variable dependiente, y.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1 x_2 + \varepsilon$$

2.5.16. Selección de variables en regresión lineal múltiple

El procedimiento descrito para probar la significancia de un coeficiente individual en el modelo no es completamente decisivo, debido a que en ocasiones los estimadores $\hat{\beta}_j$ no son independientes entre sí, como se puede apreciar en los elementos fuera de la matriz $(X'X)^{-1}$. Esto hace que un coeficiente β_h aparente ser significativo porque su estimador está correlacionado con el estimador, $\hat{\beta}_j$, de otro coeficiente que sí tiene una contribución significativa.

A pesar de lo anterior, la prueba t sobre la significancia de los términos del modelo, combinada con los coeficientes de determinación y el error cuadrático medio, $\sqrt{CM_E}$, puede ser de utilidad para tener un modelo depurado en el cual la mayoría de los términos

realmente ayuden a explicar la variable de respuesta. Un procedimiento con apoyo de un software estadístico sería el siguiente:

En una tabla en la que se muestre la prueba t para todos los términos se elige el que tuvo menor contribución (esto se aprecia en el valor más pequeño en términos absolutos de su correspondientes estadístico de prueba, t_0). Este término se quita del modelo, se ajusta un nuevo modelo y se comparan los cambios en R^2 , R_{aj}^2 y $\sqrt{CM_E}$ para los modelos. Si los cambios son menores, es decir, si $\sqrt{CM_E}$ y R^2 prácticamente quedan igual, y quizás el R_{aj}^2 sube un poco, entonces ese primer término se puede eliminar definitivamente del modelo. Al modelo ajustado sin el término eliminado en el primer paso, se le aplica el paso anterior. Este proceso continúa hasta que sólo queden en el modelo términos significativos.

La aplicación del procedimiento anterior ayuda a depurar el modelo aunque puede dejar términos que en realidad no contribuyan en forma importante al ajuste del modelo. Además, es viable si se tienen un modelo con pocos términos; pero, si se tiene un modelo con muchos términos es necesario recurrir a un procedimiento más robusto que proporcione mayor garantía para construir modelos que solo tengan términos significativos.

Estas técnicas se conocen como técnicas de selección de variables por pasos. Por ejemplo, la técnica hacia adelante (forward), en el primer paso compara todos los posibles modelos de una sola variable y se queda con el modelo que logra una mejor explicación. La variable o término que corresponde a este primer mejor modelo se convierte en parte del modelo final. En el segundo paso se inicia con el modelo del paso anterior y se le agrega el segundo término que mejor ayude a mejorar el ajuste del modelo. Este proceso continua hasta que llega el momento en que agregar otro término no mejora de manera significativa el modelo. Otra técnica de selección de variables se conocer como hacia atrás (backward), y tiene un proceso inverso al descrito antes: inicia con un modelo que incluye todos los términos, y paso a paso le va quitando las variables que menos contribuyen al ajuste. La forma de agregar o quietar variables se basa en pruebas F y no en la prueba t. Obviamente estas técnicas de selección de variables tienen una alta demanda de cálculo. La mayoría de las aplicaciones de software estadístico incluye estas técnicas de selección de variables¹⁷.

En resumen, si se cuenta con un modelo con muchos términos y se quiere tener un modelo depurado que incluya solo términos que realmente ayuden a explicar la variable de respuesta, entonces se recomienda aplicar una técnica de selección de variables como la descrita antes, apoyándose desde luego en un software estadístico. Pero, si se tiene un modelo con pocos términos, entonces es posible aplicar una técnica de selección de variables, o viene, recurrir al procedimiento basado en la prueba t sobre los coeficientes individuales que se describió antes.

¹⁷ *Ibid.*, p. 142

2.5.17. Coeficientes de determinación múltiple

Una vez desarrollado el modelo de regresión se puede calcular el coeficiente de determinación r^2 . En la regresión múltiple, debido a que hay al menos dos variables explicativas, el coeficiente de determinación múltiple representa la proporción de la variación en Y que explica el conjunto de variables explicativas seleccionadas; el coeficiente de determinación múltiple $r_{Y.12}^2$ está dado por:

El coeficiente de determinación múltiple está igual a la suma de cuadrados de regresión dividido entre la suma de cuadrados total:

$$r_{Y.12}^2 = \frac{SCR}{SCT} \text{ donde;}$$

SCR = suma de cuadrados de regresión

SCT = suma de cuadrados total

Sin embargo, cuando se trata de modelos de regresión múltiple, algunos investigadores sugieren que se calcule una r^2 ajustada para reflejar tanto el número de variables explicativas en el modelo como el tamaño de la muestra. Esto es en especial necesario cuando se compran dos o más modelos de regresión que predicen la misma variable dependiente pero que tienen diferente número de variables explicativas o de predicción. Entonces, r^2 ajustada es:

$$r_{aj}^2 = 1 - \left[(1 - r_{Y.12}^2 \dots p) \frac{n-1}{n-p-1} \right]$$

2.5.18. Correlación

En probabilidad y estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra: si tenemos dos variables (A y B) existe correlación si al aumentar los valores de A lo hacen también los de B y viceversa. La correlación entre dos variables no implica, por sí misma, ninguna relación de causalidad.

2.5.19. Pasos para la construcción del modelo:

La construcción de modelos es un arte lo mismo que una ciencia. Quizá personas distintas no siempre estén de acuerdo en el mejor modelo de regresión múltiple. De todas maneras, debe aplicarse el proceso a continuación:

1. Elegir un conjunto de variables independientes para considerar su inclusión en el modelo de regresión.
2. Ajustar un modelo de regresión completo que incluya todas las variables independientes que se van a analizar de manera que se pueda determinar el factor de varianza inflacionaria (VIF) para cada variable independiente.
3. Determinar si alguna variable independiente tiene $VIF > 5$.
4. Existen tres resultados posibles:
 - a. Ninguna variable independiente tiene $VIF > 5$. Si es así, se debe proceder al paso 5.
 - b. Una variable independiente tiene $VIF > 5$. Si es así, se debe eliminar esa variable independiente y pasar al paso 5.
 - c. Más de una variable independiente tiene $VIF > 5$. Si es así, se debe eliminar la variable independiente con el VIF más alto para luego regresar al paso 2.
5. Realizar una regresión de los mejores subconjuntos o de todos los subconjuntos con el resto de las variables independientes para obtener los mejores modelos (en términos de C_p) para un número dado de variables independientes.
6. Enumerar todos los modelos con $C_p \leq (p+1)$.
7. Entre los modelos enumerados en el paso 6, elegir el mejor modelo.
8. Realizar un análisis completo del modelo elegido que incluya el análisis residual.
9. De acuerdo con los resultados del análisis residual, agregar términos curvilíneos y analizar de nuevo los datos.
10. Usar el modelo seleccionado para el pronóstico.

Así finalmente en este capítulo tenemos un bosquejo del marco teórico que va ser de gran ayuda en los siguientes capítulos para el desarrollo de la metodología. Es importante mencionar que se aplicaran algunas de las técnicas estadísticas vistas en este capítulo para determinar la situación actual de organismo de certificación y conocer los factores o variables independientes que explicaran la variable dependiente.

Capítulo 3 Análisis de la situación actual.

3.1. Determinación de la metodología de la investigación a seguir para la elaboración del diagnóstico.

En el presente capítulo se describe el estado actual del organismo de certificación en lo relacionado a la satisfacción del cliente. Se identificarán a través de algunas técnicas estadísticas cuales son las variables del servicio en cada una de las etapas del Proceso General de Certificación de Sistemas de Gestión. Se conocerá de esta manera cual es la percepción del cliente y el nivel de satisfacción con respecto a las variables del servicio encontradas anteriormente. Se analizará a través de las técnicas estadísticas, vistas en el capítulo anterior, para conocer cuáles son aquellas etapas del proceso o actividades críticas que deban ser mejoradas.

La metodología que se utilizará para la elaboración del presente diagnóstico será con base en los siguientes puntos:

- 1) Definición de las variables del servicio, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema (escuchar la voz del cliente). Todo lo anterior se hará con base en la normativa aplicable y las necesidades del cliente y del proceso que necesita ser mejorado.
- 2) Posteriormente se realizará un diagrama de flujo del proceso completo de Certificación de Sistemas de Gestión, y una narración de cada una de las etapas que lo componen. Con la idea de tener un panorama completo del problema es importante realizar un diagrama de flujo en el que se muestren subprocesos u operaciones principales del proceso completo donde se presenta el problema.
- 3) Se seleccionarán las variables del servicio que el cliente perciba como insatisfactorias y asegurarse que a través de ellas se escucha al cliente. En esta etapa se deben especificar las variables del servicio las cuales evaluarán que etapas del proceso tienen mayor prioridad. Estas variables deben estar ligadas a la satisfacción del cliente, o en general en el desempeño del proceso de certificación de sistemas de gestión y deben garantizar que se está escuchando al cliente.
- 4) Analizar las relaciones y estructura actual del proceso de seguimiento a clientes y el nivel de servicio, con el fin de conocer el mecanismo de evaluación del organismo de certificación.
- 5) Analizar los datos históricos del organismo con respecto a las inconformidades de los clientes y posicionamiento del mercado con respecto a la competencia para conocer los factores que afectan la satisfacción del cliente. Así como conocer el número de servicios realizados durante el periodo 2009 -2010.

- 6) Con base en el análisis anterior, se determinarían las variables y factores que intervienen directamente en el nivel de servicio que pudieran afectar la satisfacción del cliente y se ubicarían los procesos críticos a optimizar. Todo lo anterior a través de la aplicación de técnicas estadísticas y herramientas de control de calidad.

3.1.1. Planteamiento del problema

Con base en la descripción de la problemática al inicio del presente trabajo, en donde se describe la problemática actual del Organismo de Certificación es necesario aplicar las técnicas estadísticas y análisis en el proceso de Certificación de Sistemas de Gestión, para determinar aquellos factores que inciden en mayor medida en la satisfacción del cliente con el fin de mejorar el nivel de servicio en la organización.

3.1.2. Planteamiento de la Hipótesis

Con la aplicación de Técnicas estadísticas y análisis de datos en el proceso de Certificación de Sistemas de Gestión, se podrá determinar aquellos factores que inciden en mayor medida en la satisfacción del cliente con el fin de mejorar el nivel de servicio en la organización.

En términos de análisis de datos el planteamiento de la hipótesis es la siguiente:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_k = 0$$
$$H_A : \beta_j \neq 0 \text{ para al menos un } j=1, 2, \dots, k$$

H_0 : No hay relación entre la variable Y y las variables regresoras.

H_A : Hay relación entre la variable Y y las variables regresoras.

3.2. Etapas del proceso de certificación.

A continuación se presenta el proceso general de Certificación de Sistemas de Gestión (ilustración 3.1) y las etapas que lo integran, los cuales servirán como base para identificar aquellas actividades o subprocesos claves o críticos en donde es necesario mejorar el nivel de servicio:

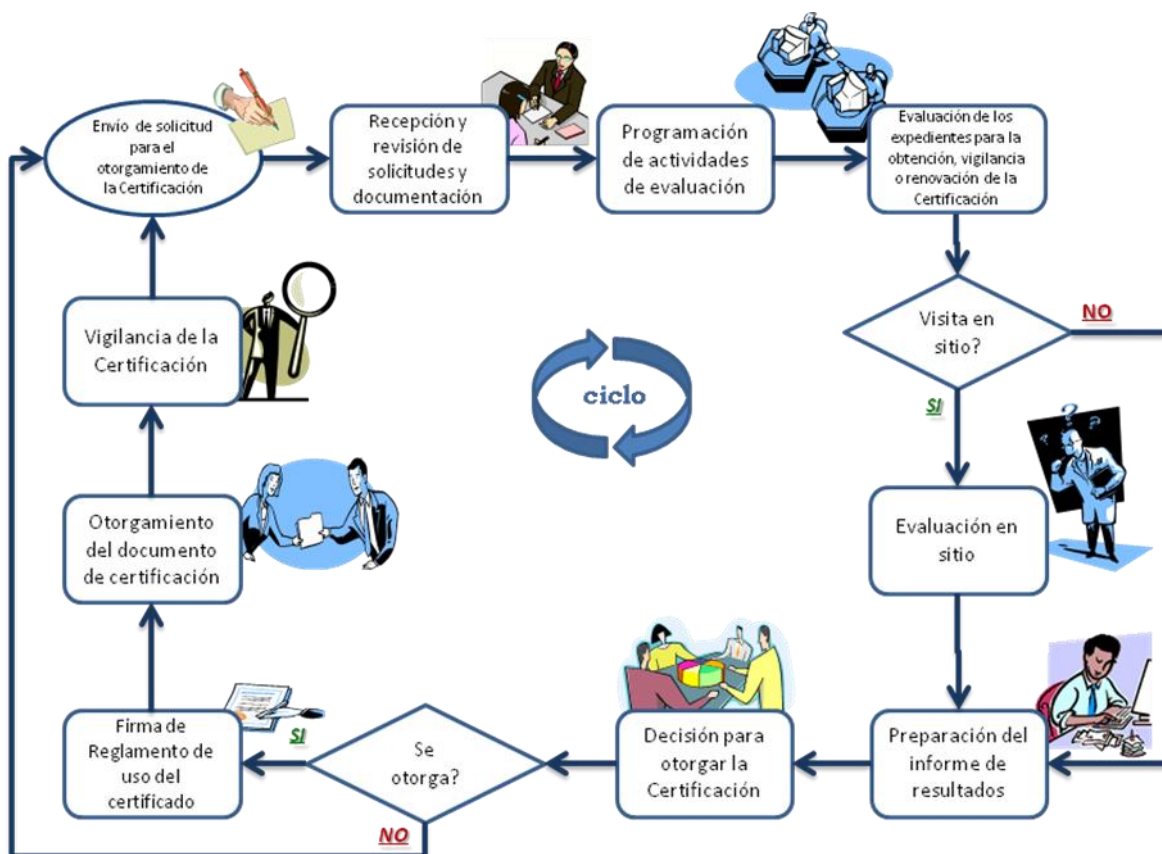


Ilustración 3.1 Proceso General de Certificación de Sistemas de Gestión. Fuente: Manual de Calidad del Organismo de Certificación, Sección III Referencias con fecha de aprobación 14 de julio de 2009.

3.2.1. Descripción de las etapas del proceso:

- 1) **Envío de solicitud para el otorgamiento de la Certificación.** En esta etapa se envía la solicitud del servicio al cliente para su llenado.
- 2) **Recepción y revisión de solicitudes y documentación.** En esta etapa se da la atención oportuna al cliente, se recibe la solicitud de servicio (orden de trabajo) se revisa con apoyo de la gerencia técnica con el fin de cotizar el servicio y conocer las necesidades del cliente vs. la capacidad técnica del organismo de certificación.
- 3) **Programación de actividades de evaluación.** En esta etapa se asigna el personal auditor a cada auditoria o servicio, por lo que es de suma importancia conocer la competencia del personal en esta etapa, y garantizar la disponibilidad de personal auditor para cada servicio.
- 4) **Evaluación de los expedientes para la obtención, vigilancia o renovación de la Certificación.** Se efectúa una evaluación documental en oficinas de aquella documentación enviada por el cliente.
- 5) **Evaluación en sitio.** El personal evaluador realiza la auditoria en las instalaciones del cliente.

- 6) **Preparación del informe de resultados.** El auditor o grupo evaluador va a realizar la evaluación en sitio y recaba toda la evidencia objetiva necesaria para soportar que la organización auditada cubre con los requisitos de la norma auditada.
- 7) **Decisión para otorgar la Certificación.** En esta etapa un grupo de asociados participantes se reúnen mes a mes para dictaminar cada expediente de cada servicio con la finalidad de validar que el proceso de evaluación de la conformidad fue cubierto en su totalidad con todos los requisitos de confidencialidad e imparcialidad.
- 8) **Firma de Reglamento de uso del certificado.** El cliente firma de aceptación el reglamento de uso del certificado con el fin de comprometerse a cumplir los lineamientos requeridos.
- 9) **Otorgamiento del documento de certificación.** El departamento de impresión de documentos emite los documentos de certificación (certificados, notificaciones de mantenimientos o cartas de cancelación de certificación). Estos documentos son entregados al cliente una vez que se hallan recabado las firmas correspondientes.
- 10) **Vigilancia de la Certificación.** Esta etapa es permanente hasta que el cliente así lo decida, y es necesaria para que el cliente continúe ostentando la certificación ante terceras partes.

A continuación se muestra en la ilustración 3.2 el proceso general de certificación de sistemas de gestión y los subprocesos que lo componen así como las áreas involucradas:

PROCESO Y SUBPROCESOS POR ÁREA

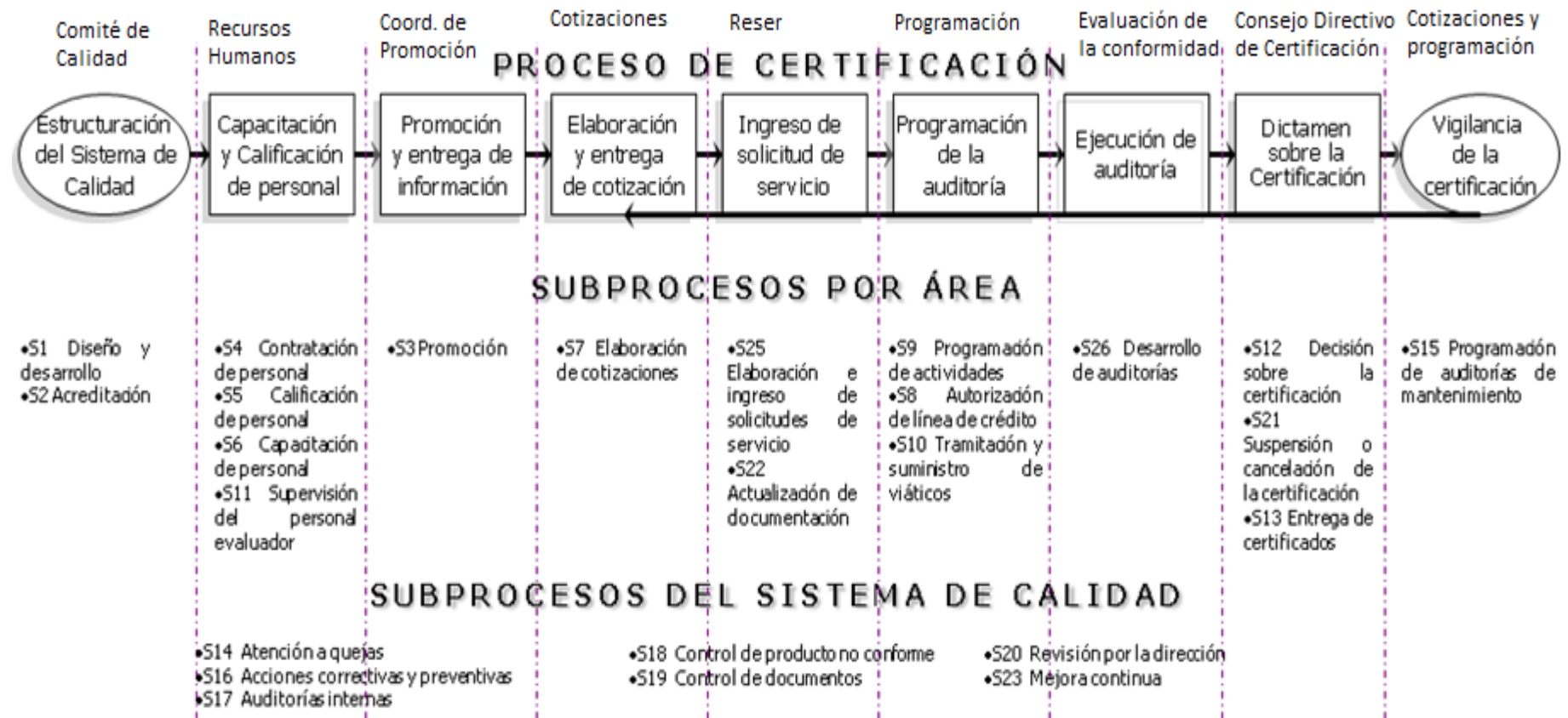


Ilustración 3.2 Fuente: Manual de Calidad del Organismo de Certificación, Sección III Referencias con fecha de aprobación 14 de julio de 2009.

3.3. Participación y distribución actual del mercado

Una vez ubicados las etapas del proceso de certificación se procedió a obtener el nivel de participación en el mercado antes de aplicar la metodología, para ello se recabaron los siguientes datos como se muestra a continuación:

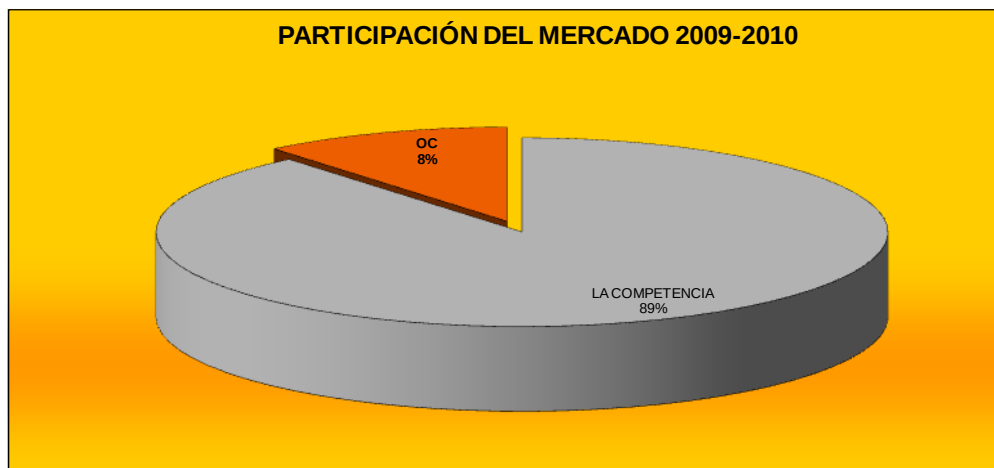


Ilustración 3.3 Participación en el mercado Fuente: entidad mexicana de acreditación www.ema.org.mx Fecha 07 de diciembre 2010.

Actualmente el organismo de certificación tiene más de 30 competidores acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (ema) y que operan dentro del territorio nacional, los cuales son los siguientes:

3.4. Principales competidores

A continuación se muestran los principales competidores del organismo de certificación acreditados bajo la entidad mexicana de acreditación:

<u>American Trust Register, S. C.</u>
<u>BSI Management Systems America, Inc.</u>
<u>BVQI Mexicana, S.A. de C.V.</u>
<u>Certificación Mexicana, S.C.</u>
<u>Det Norske Veritas México, S.A. de C.V.</u>

Cuadro 4. Organismos de certificación acreditados por la ema, principales competidores. Fuente: http://www.ema.org.mx/ema/ema/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=99&Itemid=123 Fecha: 18 de enero 2010.

<u>Factual Services, S.C.</u>
<u>Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.</u>
<u>Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación, S.C.</u>
<u>Normalización y Certificación Electrónica A.C</u>
<u>Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.</u>
<u>Mexiko Q.S. A.G., S.A. de C.V.</u>
<u>SGS de México, S.A. de C.V.</u>
<u>TÜV Rheinland de México, S.A. de C.V.</u>
<u>Asociación de Normalización y Certificación, A.C.</u>
<u>ABS Quality Evaluations, Inc</u>
<u>Perry Johnson Registrars, Inc.</u>
<u>Quality and Competitive College S.C.</u>
<u>Germanischer Lloyd Certification, S. de R.L. de C.V.</u>
<u>Asociación Española de Normalización y Certificación</u>
<u>QSI Auditing & Certification Services, LLC</u>
<u>Primus Laboratorios de México, S. de R.L. de C.V.</u>
<u>Auditores Asociados de México, S.C.</u>
<u>International Quality Certifications, S. A. de C. V.</u>
<u>Lloyd's Register Quality Assurance, Inc</u>
<u>Quality Solution Register, S.A. DE C.V.</u>
<u>TÜV SÜD América de México, S.A. de C.V.</u>
<u>DQS de México, S.A. de C.V.</u>
<u>Agencia para la Certificación de la Calidad y el Medio Ambiente</u>
<u>SAI Global Certification Services Pty Ltd</u>
<u>American Registrar of Management Systems, LLC</u>
<u>Global Standard Registrar, S.A. de C.V.</u>

Cuadro 4. Organismos de certificación acreditados por la ema, principales competidores. Fuente: http://www.ema.org.mx/ema/ema/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=99&Itemid=123 Fecha: 18 de enero 2010.

Por lo anterior se procedió a realizar un estudio para conocer la distribución dentro del mercado con respecto a los organismos de certificación acreditados ante la ema, tal y como se muestra en la siguiente ilustración 3.4:

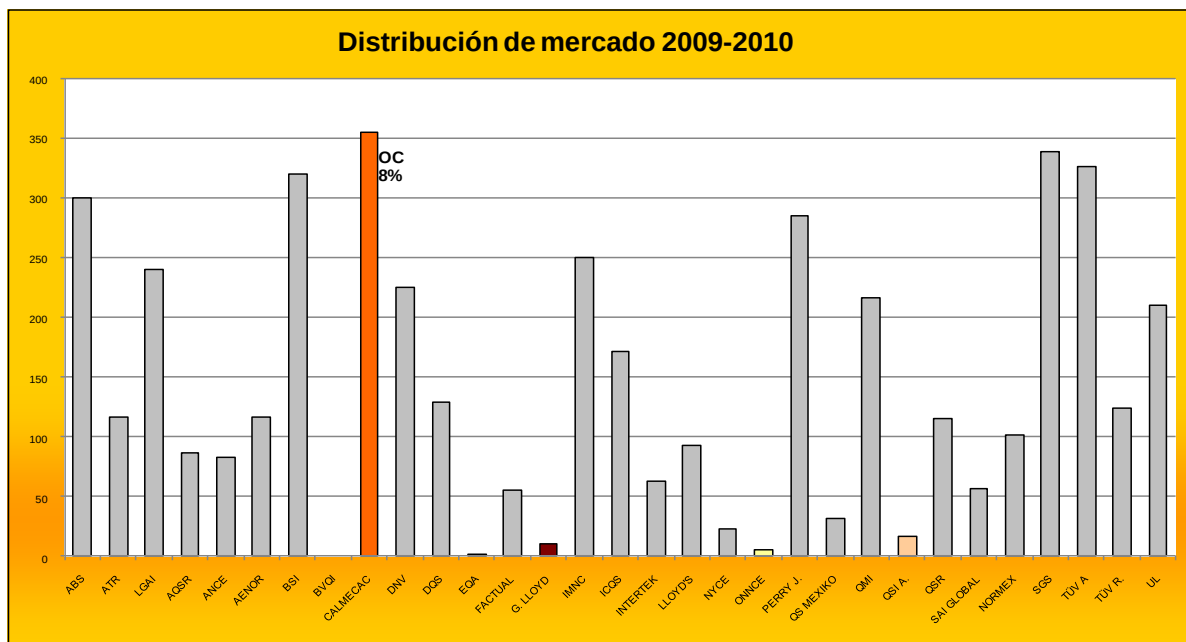


Ilustración 3.4 Distribución del mercado Fuente: entidad mexicana de acreditación www.ema.org.mx Fecha: 07 de diciembre 2010.

Con base en datos históricos de la ema se observa una participación del mercado del 8% en el periodo 2009-2010, por lo cual es necesario identificar aquellos factores que sean determinantes para mantener y mejorar la satisfacción del cliente y en un futuro incrementar la participación en el mercado.

3.5. Análisis histórico de seguimiento a clientes.

Actualmente el único mecanismo de medición del desempeño del proceso de seguimiento a clientes es el número de quejas recibidas. Por lo que mostraremos su comportamiento en los últimos dos años.

A continuación se muestra una gráfica (ilustración 3.5) sobre el número de quejas recibidas durante el año 2009 Y 2010.

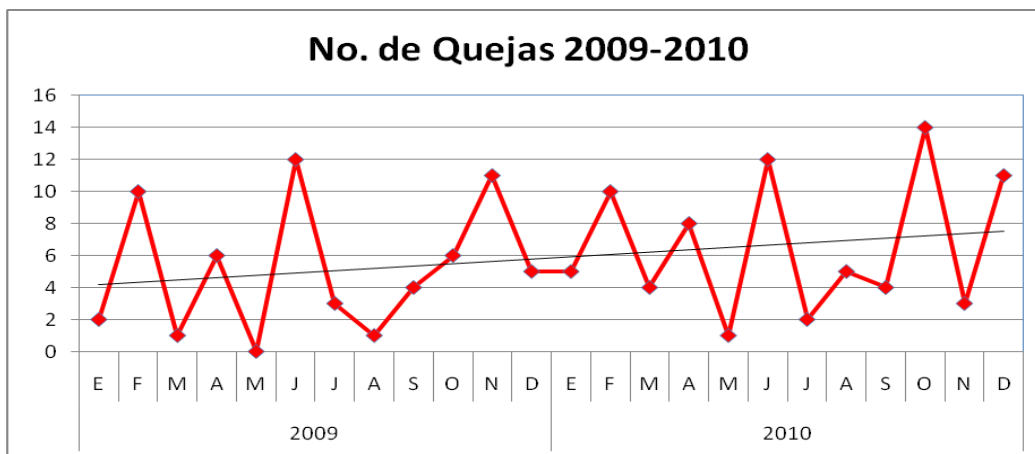


Ilustración 3.5. Comportamiento del número de quejas recibidas por parte del cliente periodo 2009-2010. Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica anterior durante el periodo 2009 y 2010 se ha registrado un aumento en el número de quejas de acuerdo a la línea de tendencia, por lo que es importante identificar cuáles son las causas principales y la percepción del cliente determinar y poder controlar los factores más significativos que causan esta insatisfacción del servicio al cliente.

Asimismo, se analizó el número de servicios realizados durante el periodo 2009 y 2010. Este dato es fundamental ya que mide la satisfacción del cliente del organismo de certificación, por lo que será nuestra variable de respuesta o variable dependiente Y. En la siguiente ilustración 3.6 se muestra el comportamiento de los servicios realizados:

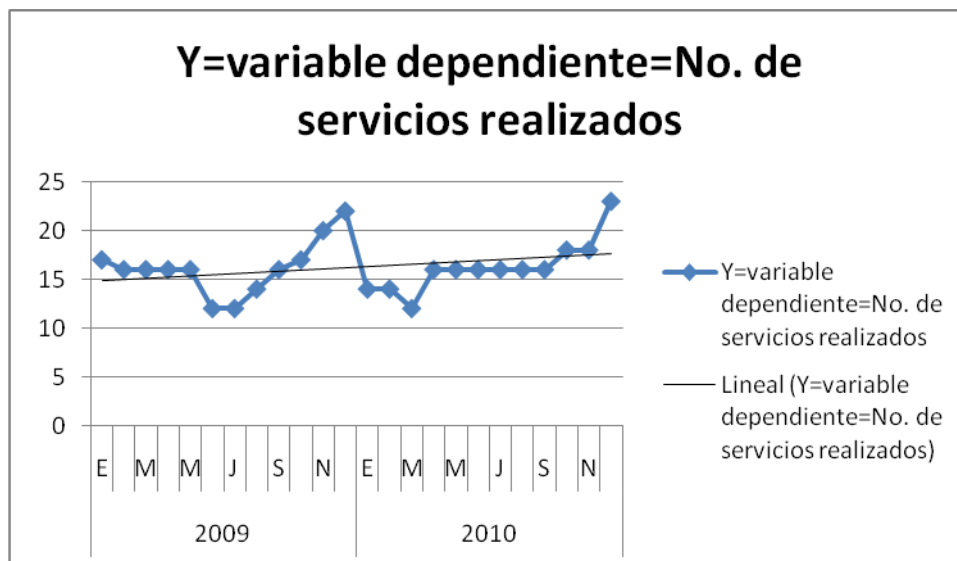


Ilustración 3.6. Comportamiento del número de servicios realizados durante el periodo 2009-2010. Fuente: Elaboración propia.

Se puede visualizar en la ilustración anterior que el número de servicios ha aumentado de manera no significativa de acuerdo a la línea de tendencia que se muestra en la gráfica,

sin embargo, es conveniente analizar mas a detalle ya que como sabemos el número de quejas ha ido en aumento.

Por lo anterior es conveniente realizar un análisis para encontrar las variables de control que afectan la satisfacción del cliente y por ende el número de servicios realizados y proponer acciones de mejora al proceso de Certificación de Sistemas de Gestión.

3.6. Identificación de las variables del servicio

Mediante la aplicación de la herramienta de calidad, diagrama de causa – efecto) se identificarán aquellas variables del servicio o variables de control mas importantes para cada etapa del proceso general de certificación de sistemas de gestión.

Estas variables del servicio se deberán tomar en cuenta para analizarlos a detalle y verificar si son los que el cliente percibe como criticos y estan afectando la satisfacción del cliente y las ventas registradas como servicios realizados.

Con base en el siguiente diagrama de Ishikawa se obtuvieron los principales factores que intervienen en el nivel de servicio.

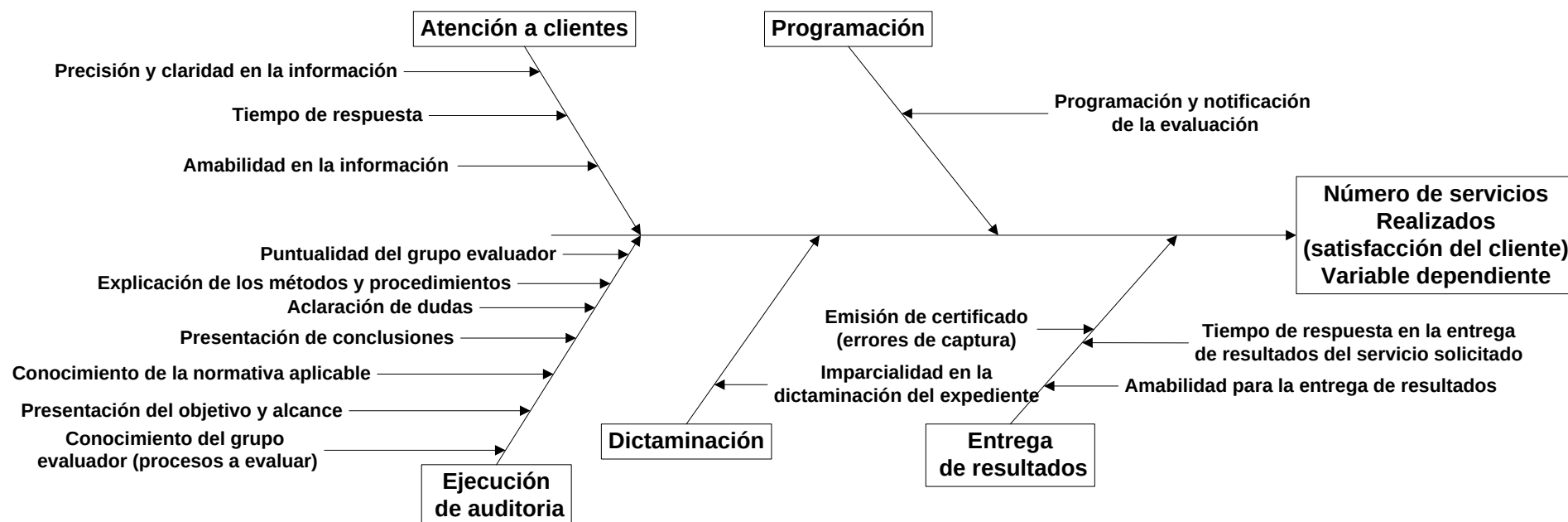


Ilustración 3.7 Diagrama de Causa Efecto, principales factores que afectan el nivel de servicio. Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el diagrama de causa - efecto son 15 las variables del servicio que se identifican como puntos críticos de control en las etapas del proceso de certificación de sistemas de gestión. Estas variables afectan el nivel de servicio y en consecuencia el número de servicios realizados.

Encontradas estas 15 variables del servicio es importante estudiar cómo percibe el cliente cada una de estas variables para comprender cuál es la calidad del servicio y determinar la satisfacción del cliente.

Por lo que se decidió aplicar un cuestionario dirigido a 200 clientes certificados del organismo de certificación en forma aleatoria, en donde se identifica para cada variable la percepción que le da el cliente, siendo el parámetro bueno, regular o Malo.

3.7. Determinación de la percepción del cliente

En el siguiente recuadro se muestra los resultados de la encuesta de satisfacción del cliente en donde se encuestaron a 200 clientes vigentes del Organismo de Certificación, el cuestionario (Anexo 1) consta de 15 preguntas que pueden ser contestadas con forme a la percepción del cliente en bueno, regular y malo. Por lo que se procedio a cuantificar el total de respuestas negativas, es decir, son todas las respuestas a las preguntas en donde se les asigno la escala de regular y malo por parte del cliente.

No.	Variables del servicio	Total de encuestados	Bueno	% Total respuestas Positivas	Regular	Malo	Total respuestas negativas	% Total respuestas negativas
1	Precisión y claridad en la información del servicio solicitado (Página web, aclaración de dudas, conocimiento del proceso de evaluación, etc.).	200	103	52%	22	75	97	49%
2	Tiempo de respuesta en la información del servicio solicitado (inmediato, mismo día, siguiente día).	200	78	39%	67	55	122	61%
3	Amabilidad en la información del servicio solicitado (amable, cortés, molesto, déspota).	200	150	75%	50	0	50	25%

Cuadro 5. Encuesta de satisfacción del cliente. Fuente: Elaboración propia.

No.	Variables del servicio	Total de encuestados	Bueno	% Total respuestas Positivas	Regular	Malo	Total respuestas negativas	% Total respuestas negativas
4	Programación y notificación de la evaluación (Clara y a tiempo).	200	108	54%	80	12	92	46%
5	Puntualidad del grupo evaluador (puntual, impuntual, no se presento el día programado).	200	120	60%	50	30	80	40%
6	Presentación del objetivo y alcance de la evaluación (claro y conciso).	200	100	50%	50	50	100	50%
7	Explicación de los métodos y procedimientos a ser utilizados para llevar a cabo la evaluación.	200	124	62%	68	8	76	38%
8	Aclaración de dudas durante el desarrollo del servicio.	200	145	73%	54	1	55	28%
9	Presentación de las Conclusiones del grupo evaluador (aclaración de dudas)	200	108	54%	87	5	92	46%
10	Conocimiento del grupo evaluador con respecto a los procesos a evaluar.	200	67	34%	78	55	133	67%

Cuadro 5. Encuesta de satisfacción del cliente. Fuente: Elaboración propia.

No.	Variables del servicio	Total de encuestados	Bueno	% Total respuestas Positivas	Regular	Malo	Total respuestas negativas	% Total respuestas negativas
11	Profesionalismo del evaluador: conocimiento de normas aplicables, trato hacia el cliente, prestación completa del servicio, ética, lenguaje de la evaluación (Se entiende por lenguaje todos aquellos términos técnicos relacionados a la evaluación).	200	140	70%	38	22	60	30%
12	Imparcialidad en la dictaminación del expediente	200	190	95%	6	4	10	5%
13	Emisión del certificado	200	30	15%	80	90	170	85%
14	Tiempo de respuesta en la entrega de resultados del servicio solicitado	200	72	36%	50	78	128	64%
15	Amabilidad para la entrega de resultados del servicio solicitado (amable, cortés, molesto, déspota)	200	92	46%	48	60	108	54%
SUMA		3000	1627	54%	828	545	1373	46%

Cuadro 5. Encuesta de satisfacción del cliente. Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior, se determinó que el 54% del total de las preguntas de los 200 encuestados percibieron que existe un buen servicio y el 46% de las preguntas se calificaron como respuestas negativas. Lo anterior es un elemento útil para conocer la percepción del cliente y conocer cuales son las variables mas significativas que el cliente esta calificando de forma deficiente. En la siguiente ilustración 3.8 se muestra un concentrado del total de respuestas negativas en la encuesta y la falla principal.



Ilustración 3.8 Total de respuestas negativas en la encuesta de satisfacción al cliente. Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la ilustración anterior observamos que las variables del servicio identificadas en el diagrama de causa – efecto han sido calificadas por parte del cliente con respuestas negativas, como ejemplo, la variable de emisión de certificados fue percibida por el 85% de los cliente encuestados como deficiente.

De acuerdo a la encuesta aplicada se da a conocer la percepción del cliente con base en el total de respuestas negativas (46%). Por lo que comenzaremos a analizar cuantitativamente cuales el número de quejas para cada variable del servicio en el proceso de certificación que están afectando en mayor medida a la satisfacción del cliente.

Mediante la herramienta del control de calidad “Diagrama de Pareto” se determinan las variables que están afectando directamente el nivel de servicio al cliente de acuerdo a la mayor frecuencia de aparición de quejas se identificará cual es el 20% de las variables independientes que están generando el 80% de la mala percepción del cliente.

A continuación se muestra el diagrama de Pareto en el cual se consideran las variables independientes y la frecuencia del número de quejas recibidas.

No.	variables independientes	No. de quejas 2009-2010	frecuencia a acum	% Acum
1	X14: No. de tardanzas en la entrega de resultados al cliente	32	32	23%
2	X13: No. de errores de captura	26	58	41%
3	X2: No. de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado	18	76	54%
4	X15: No de veces en que se detectó descortesía en la entrega de resultados	14	90	64%
5	X5: No. de impuntualidades del personal evaluador o no. de veces que no se presentó el auditor a tiempo	13	103	74%
6	X4: No. de reprogramaciones por parte del OC	12	115	82%
7	X1: No. de imprecisiones en la Información del servicio	8	123	88%
8	X3: No. de veces que el Personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto.	5	128	91%
9	X6: No. de veces que el auditor no presentó el alcance y objetivo de la auditoria	3	131	94%
10	X7: No. de veces en que No se explicó claramente los métodos y procedimientos de la auditoria	2	133	95%
11	X8: No. de veces en que No se aclararon las dudas durante la auditoria	1	134	96%
12	X9: No de veces que quedaron dudas al final de la auditoria	2	136	97%

Cuadro 6. Número de quejas recibidas en el año 2009 -2010 y su frecuencia acumulada. Fuente: Elaboración Propia.

No.	variables independientes	No. de quejas 2009-2010	frecuencia a acum	% Acum
13	X10: No. de veces en que se detectó que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización	2	138	99%
14	X11: No. de veces en que se detectó que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector	1	139	99%
15	X12: No. de reuniones en que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés	1	140	100%

Cuadro 6. Número de quejas recibidas en el año 2009 -2010 y su frecuencia acumulada. Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro anterior se observa el número de quejas recibidas por parte del cliente en cada variable del servicio (variables independientes). Por lo que veremos si estas variables tienen relación con la variable dependiente $Y = \text{No. de servicios realizados}$.

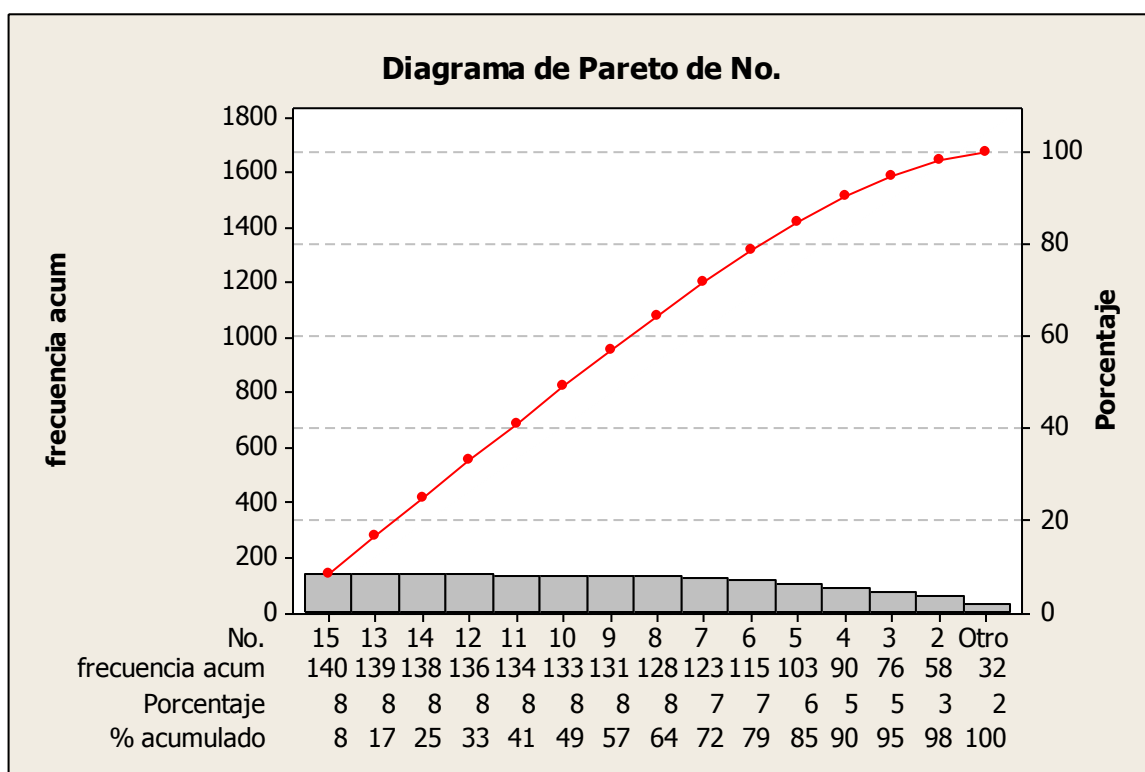


Ilustración 3.9 Diagrama de Pareto referente al no. de quejas recibidas en el año 2009 y la causa. Fuente: Elaboración propia.

Del diagrama de Pareto (ilustración 3.8) se determina que las variables del servicio que afectan el número de quejas son las siguientes:

No.	variables independientes
1	X14: No. de tardanzas en la entrega de resultados al cliente
2	X13: No. de errores de captura
3	X2: No. de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado
4	X15: No de veces en que se detectó descortesía en la entrega de resultados
5	X5: No. de impuntualidades del personal evaluador o no. de veces que no se presentó el auditor a tiempo
6	X4: No. de reprogramaciones por parte del OC
7	X1: No. de imprecisiones en la Información del servicio
8	X3: No. de veces que el personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto.
9	X6: No. de veces que el auditor no presentó el alcance y objetivo de la auditoria

Cuadro 7. Relación de variables críticas de control que tuvieron mayor impacto en la satisfacción del cliente.
Fuente: Elaboración propia.

Dado que en los diagramas de pareto no se obtuvo la relacion 80 – 20 es conveniente tomar en consideración otra herramienta para poder determinar los factores de mayor impacto que afectan nuestras variables dependientes: quejas, fallas internas y clientes perdidos.

Por lo que de acuerdo con esta información tomaremos como base la aplicación de modelos de regresión múltiple para determinar los factores de mayor impacto. En la siguiente tabla se muestra de las variables independientes o regresoras que afectan el comportamiento de la variable de respuesta que es no. de quejas:

3.8. Determinación de las etapas críticas del proceso de certificación y sus variables del servicio.

Por lo que se concluye en este capítulo 3, que las etapas del proceso de certificación en donde se encontraron los factores que afectan la variable dependiente “número de quejas” son los siguientes con sus correspondientes variables criticas de control:

No.	Etapas del proceso de certificación	Factores o variables independientes.
1	Atención a clientes / recepción de solicitud / cotizaciones	X1: No. de imprecisiones en la Información del servicio X2: No. de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado X3: No. de veces que el Personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto.
2	Programación de actividades	X4: No. de reprogramaciones por parte del OC
3	Ejecución de la auditoria / preparación del informe	X5: No. de impuntualidades del personal evaluador o no. De veces que no se presentó el auditor a tiempo X6: No. de veces que el auditor no presentó el alcance y objetivo de la auditoria X7: No. de veces en que No se explicó claramente los métodos y procedimientos de la auditoria X8: No. de veces en que No se aclararon las dudas durante la auditoria X9: No. de veces que quedaron dudas al final de la auditoria X10: No. de veces en que se detectó que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización X11: No. de veces en que se detectó que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector
4	Decisión de la certificación	X12: No. de reuniones en que No se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés
5	Impresión y entrega del certificado	X13: No. de errores de captura X14: No. de tardanzas en la entrega de resultados al cliente X15: No. de veces en que se detectó Descortesía en la entrega de resultados

Cuadro 8. Determinación de las etapas críticas del proceso de certificación y sus factores. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que nuestro estudio será enfocado al análisis de estas variables independientes y su comportamiento con relación a la satisfacción del cliente, el cual será analizado en el capítulo 4.

Capítulo 4 Desarrollo de una metodología para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente en un Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión.

Con base en el capítulo 3, en donde se determinaron que factores influyen en mayor medida en la satisfacción del cliente, se propone en este capítulo una metodología para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente del Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión.

Esta metodología tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de la variable de respuesta (Y = No. de servicios realizados) en función de las variables independientes o factores identificados en el capítulo anterior. Si mediante un modelo matemático se puede realizar tal relación, entonces esta metodología podrá ocuparse para propósitos de predicción, optimización o control.

Finalmente, se identificarán las causas asociadas para cada variable independiente y los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema con el fin de proponer las acciones de mejora que podrán eliminar o reducir la ocurrencia de la falla potencial.

4.1. Estudio de los supuestos del modelo

Como se sabe, el modelo de regresión ha de cumplir una serie de supuestos que garanticen su correcta aplicación, a saber, a) linealidad, b) normalidad, c) homocedasticidad y d) independencia de errores.

Todos estos supuestos pueden ser estudiados mediante el recurso de las puntuaciones residuales, que indican la diferencia entre las puntuaciones observadas y predichas por el modelo tal y como se vio en el capítulo 2. Aparte de ello, es importante analizar los gráficos obtenidos lo cual nos permitirá detectar los supuestos del modelo de regresión múltiple.

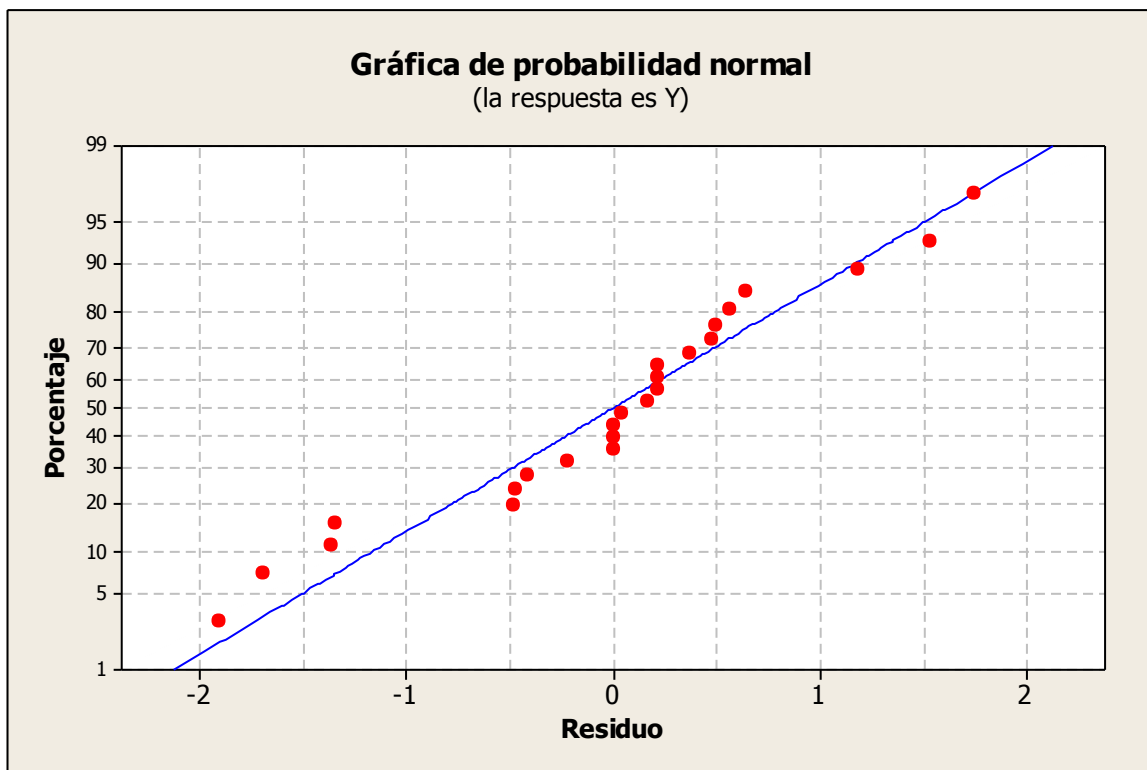
Como primer paso se realizó el análisis de regresión múltiple con el fin de analizar el comportamiento de los datos obtenidos en el capítulo anterior derivado de los registros de las quejas recibidas y el número de servicios realizados, como herramienta para el análisis de datos se utilizó el software Minitab® en donde se introdujeron los datos obtenidos del número de quejas recibidas por cada variable del servicio y el número de servicios realizados durante el periodo 2009 y 2010, tal y como se muestra a continuación:

Variables		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	No. de quejas	Servicios realizados
2009	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	17
	F	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	10	16
	M	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16
	A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	6	16
	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	J	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	12	12
	J	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
	S	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	16
	O	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4	6	17
	N	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	11	20
	D	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	22
2010	E	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	14
	F	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	3	1	10	14
	M	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	12
	A	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	8	16
	M	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16
	J	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	12	16
	J	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	16
	A	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5	16
	S	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16
	O	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	6	14	18
	N	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	18
	D	1	0	1	0	2	3	1	0	0	1	0	1	0	1	0	11	23

Cuadro 9. Relación de las quejas recibidas por parte del cliente para cada variable del servicio y el número de servicios realizados durante el periodo 2009 y 2010. Fuente: Elaboración propia.

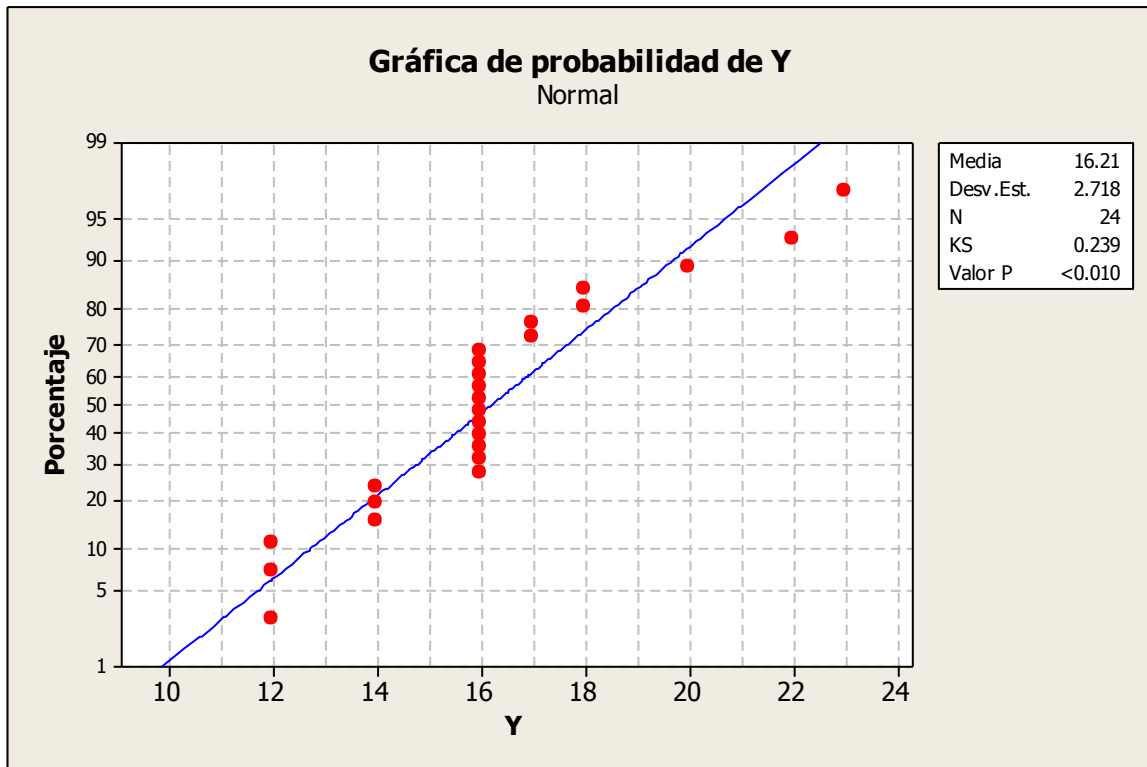
4.1.1. Normalidad

Para facilitar la estimación por intervalo del modelo de regresión es exigible la normalidad, de este primer análisis de regresión múltiple se verificó la característica de normalidad en el Minitab® y se obtuvo la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Supuesto de normalidad. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

En la gráfica anterior se demuestra la característica de normalidad como se observa los puntos se distribuyen a lo largo de la línea. Se observa una buena aproximación a la normalidad. No obstante, si deseamos ser más rigurosos podemos recurrir a procedimiento analíticos. Aquí se dispuso de la prueba Kolmogorov-Smirnov para la normalidad, tal y como se muestra en la siguiente grafica 2:

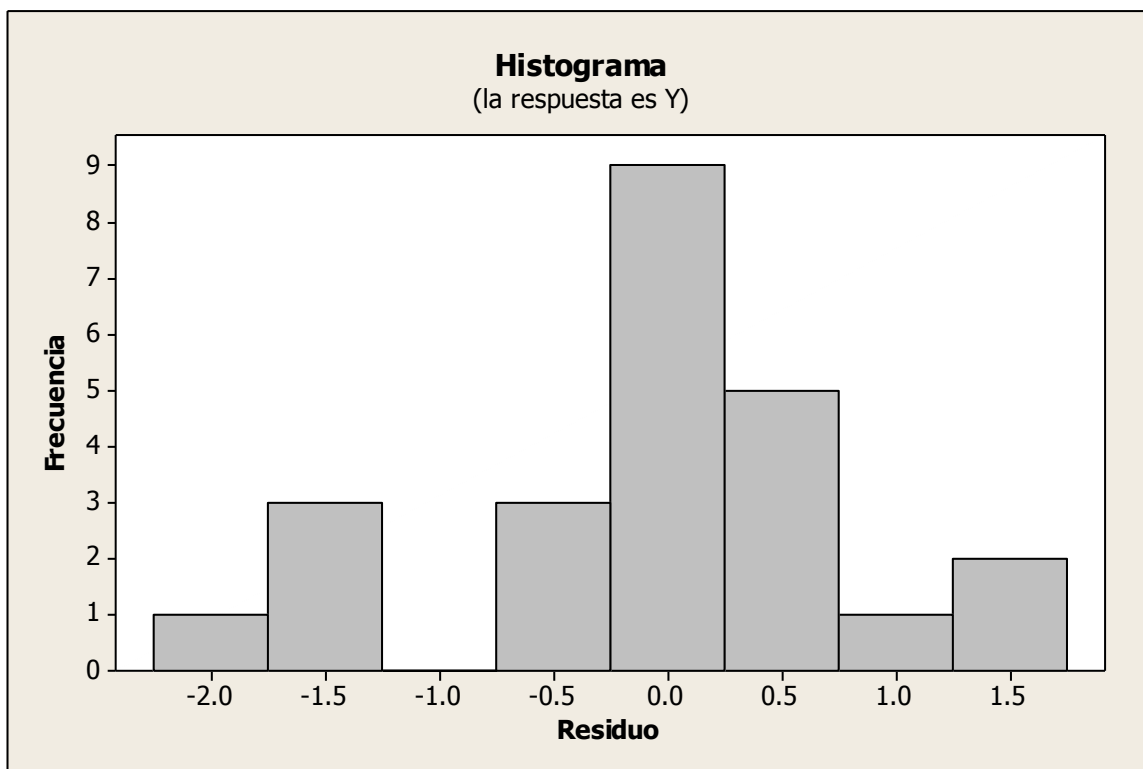


Grafica 2. Prueba de Kolmogórov-Smirnov. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

En la anterior grafica se muestra que el indice KS (Prueba de Kolmogórov-Smirnov) es de 0.239 lo que se acepta el supuesto de normalidad.

Para facilitar la estimación por intervalo del modelo de regresión es exigible la normalidad de la distribución de los errores. Aquí vamos a el procedimiento gráfico el cual hace referencia al histograma de los residuales estandarizados.

Los resultados en cuanto al histograma son:

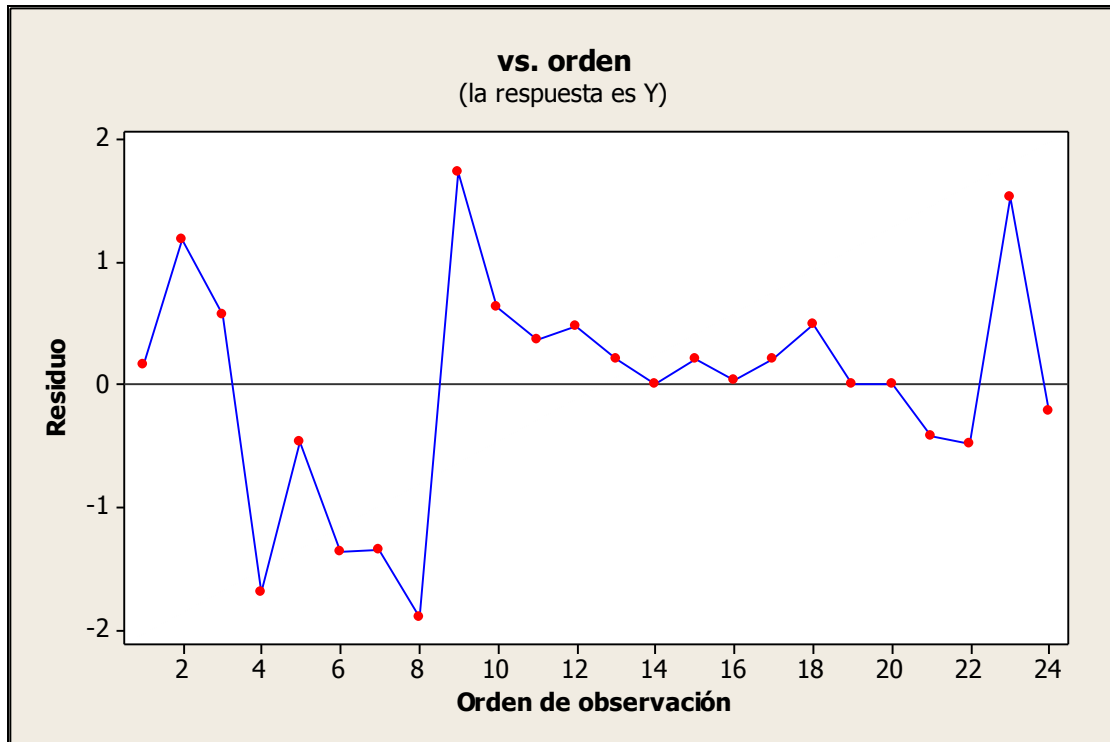


Grafica 3. Histograma Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

De acuerdo al histograma presentado en la gráfica 2 se observa que los datos se comportan normalmente.

4.1.2. Homocedasticidad

El supuesto de homocedasticidad exige que para todo el recorrido de la variable X la varianza del error sea constante. Esto es importante de cara a la predicción de valores en los cuales la desviación tipo de los residuos forma parte del cálculo del intervalo de confianza. El recurso gráfico para comprobar la homocedasticidad es el ya conocido de residuos frente a valores predichos. Así, en el siguiente gráfico, se obtiene lo siguiente:



Gráfica 4. Gráfico de dispersión de Residuos frente a Valores predichos Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

Se observa que no hay una apariencia de un mayor grosor en la distribución de puntos en una dirección u otra por lo que se afirma el supuesto de homocedasticidad.

4.1.3. El supuesto de independencia de los errores

A los supuestos de linealidad, normalidad y homocedasticidad, tratados anteriormente, hay que añadir el de correlación de errores. Cuando se realizan diferentes observaciones de una misma variable en el tiempo, cabe esperar que éstas presenten un cierto parecido, que haya una cierta inercia en el sistema que haga que los valores sucesivos no se alejen demasiado entre sí. De forma analítica el test de Durbin-Watson nos permite conocer si existe correlación entre residuos adyacentes. Su expresión es:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^n (e_i)^2}$$

Como puede comprobarse, el valor d oscila entre 0 y 4. Cuando la correlación es perfecta positiva, d=0 y cuando sea perfecta negativa, d=4. En ausencia de correlación, d=2. En el primer análisis de regresión múltiple en el software Minitab® se obtuvo el siguiente valor del Estadístico de Durbin-Watson = 1.64940

Por lo cual este valor es más cercano a la inexistencia de correlación por lo cual comprobamos que existe independencia de errores.

Con el estudio de los supuestos vemos que es factible y viable la aplicación del modelo de regresión lineal para el análisis de datos de este modelo.

4.2. Modelo matemático de regresión lineal múltiple para la variable de respuesta y factores (Ecuación de regresión).

4.2.1 Ecuación de regresión y validez del modelo

Los procedimientos gráficos son convenientes para una primera aproximación, pero si queremos ser rigurosos hemos de recurrir a aspectos más formales. A este respecto, entramos en el comando Regresión lineal múltiple y rellenamos el cuadro de diálogo de la siguiente manera:

En primer lugar se nos ofrece una información que ya conocíamos, pero algo más completa:

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	15	150.801	10.053	4.20	0.023
Error residual	8	19.158	2.395		
Total	23	169.958			

Se observa una F de 4.20, cuya probabilidad asociada según las expectativas de la Hipótesis nula es inferior a 0.023. Altamente significativo.

En cuanto a la ecuación de regresión, sus valores son:

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	16.4714	0.7272	22.65	0.000
x1	-0.568	1.175	-0.48	0.642
x2	-1.0420	0.4856	-2.15	0.064
x3	9.738	1.947	5.00	0.001
x4	-1.5403	0.7182	-2.14	0.064
x5	0.3278	0.4927	0.67	0.525
x6	4.3956	0.9937	4.42	0.002
x7	-0.685	1.618	-0.42	0.683
x8	-18.589	3.969	-4.68	0.002
x9	-4.611	1.948	-2.37	0.045
x10	-14.183	2.591	-5.47	0.001
x11	-4.867	2.009	-2.42	0.042
x12	-1.584	1.918	-0.83	0.433
x13	0.5197	0.3002	1.73	0.122
x14	0.1813	0.2269	0.80	0.447
x15	-1.2569	0.3286	-3.83	0.005

S = 1.54749 R-cuad. = 88.7% R-cuad.(ajustado) = 67.6%

De aquí se deduce que la ecuación de regresión al realizar el primer análisis de regresión múltiple es la siguiente:

$$Y = 16.5 - 0.57 x_1 - 1.04 x_2 + 9.74 x_3 - 1.54 x_4 + 0.328 x_5 + 4.40 x_6 - 0.68 x_7 - 18.6 x_8 - 4.61 x_9 - 14.2 x_{10} - 4.87 x_{11} - 1.58 x_{12} + 0.520 x_{13} + 0.181 x_{14} - 1.26 x_{15}$$

Dónde:

Factores o variables independientes.
X1: No. de imprecisiones en la Información del servicio
X2: No. de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado
X3: No. de veces que el Personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto.
X4: No. de reprogramaciones por parte del OC
X5: No. de impuntualidades del personal evaluador o no. De veces que no se presentó el auditor a tiempo.
X6: No. de veces que el auditor no presentó el alcance y objetivo de la auditoria.
X7: No. de veces en que no se explicó claramente los métodos y procedimientos de la auditoria.
X8: No. de veces en que no se aclararon las dudas durante la auditoria.
X9: No de veces que quedaron dudas al final de la auditoria.
X10: No. de veces en que se detectó que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización.
X11: No. de veces en que se detectó que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector.
X12: No. de reuniones en que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés.
X13: No. de errores de captura.
X14: No. de tardanzas en la entrega de resultados al cliente.
X15: No. de veces en que se detectó descortesía en la entrega de resultados.

Cuadro 10. Variables independientes. Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior se propone seleccionar aquellas variables que explican mejor la variable dependiente (número de servicios solicitados) mediante el criterio de parsimonia descrito en el capítulo 2.

4.2.2 Selección del número óptimo de variables explicativas

Una vez planteado un modelo con varias variables explicativas, se trata de ver si el modelo puede ser expresado con menos variables explicativas, pero que tenga prácticamente la misma capacidad de información que el modelo original.

- A este criterio de reducir el número de variables explicativas para que el modelo tenga una más fácil y mejor interpretación se llama **parsimonia**.
- La parsimonia también ayuda a eliminar el problema de multicolinealidad.
- Existen varios métodos para la obtener parsimonia en el modelo, tales como Stepwise, Backward, Forward, etc.

4.2.2.1 Primer análisis de regresión múltiple (Minitab®)

En este análisis se observó que el valor de T más grande en valor absoluto fue el de la variable X7 y de acuerdo al método estadístico esta variable influye menos que todas las variables tomadas en cuenta, por lo que se debe eliminar como factor importante.

Asimismo, observamos que el valor de R-cuad. (ajustado) = 67.6%, por lo que continuaremos con el siguiente análisis.

20/12 10:02:17

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de regresión: Y vs. x1, x2, ...

La ecuación de regresión es

$$Y = 16.5 - 0.57 x_1 - 1.04 x_2 + 9.74 x_3 - 1.54 x_4 + 0.328 x_5 + 4.40 x_6 - 0.68 x_7 - 18.6 x_8 - 4.61 x_9 - 14.2 x_{10} - 4.87 x_{11} - 1.58 x_{12} + 0.520 x_{13} + 0.181 x_{14} - 1.26 x_{15}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	16.4714	0.7272	22.65	0.000
x1	-0.568	1.175	-0.48	0.642
x2	-1.0420	0.4856	-2.15	0.064
x3	9.738	1.947	5.00	0.001
x4	-1.5403	0.7182	-2.14	0.064
x5	0.3278	0.4927	0.67	0.525
x6	4.3956	0.9937	4.42	0.002
x7	-0.685	1.618	-0.42	0.683
x8	-18.589	3.969	-4.68	0.002
x9	-4.611	1.948	-2.37	0.045
x10	-14.183	2.591	-5.47	0.001
x11	-4.867	2.009	-2.42	0.042
x12	-1.584	1.918	-0.83	0.433
x13	0.5197	0.3002	1.73	0.122
x14	0.1813	0.2269	0.80	0.447
x15	-1.2569	0.3286	-3.83	0.005

$S = 1.54749$ $R\text{-cuad.} = 88.7\%$ $R\text{-cuad. (ajustado)} = 67.6\%$

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	15	150.801	10.053	4.20	0.023
Error residual	8	19.158	2.395		
Total	23	169.958			

Fuente	GL	SC sec.
x1	1	5.333
x2	1	14.875
x3	1	4.385
x4	1	0.026
x5	1	2.113
x6	1	19.340
x7	1	2.451
x8	1	6.297
x9	1	9.091
x10	1	40.559
x11	1	6.417
x12	1	0.350
x13	1	2.539
x14	1	1.979
x15	1	35.046

Observaciones poco comunes

Obs	x1	Y	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
14	0.00	14.000	14.000	1.547	-0.000	* X
19	0.00	16.000	16.000	1.547	-0.000	* X
20	0.00	16.000	16.000	1.547	0.000	* X

X denota una observación cuyo valor X le concede gran influencia.

Estadístico de Durbin-Watson = 1.64940

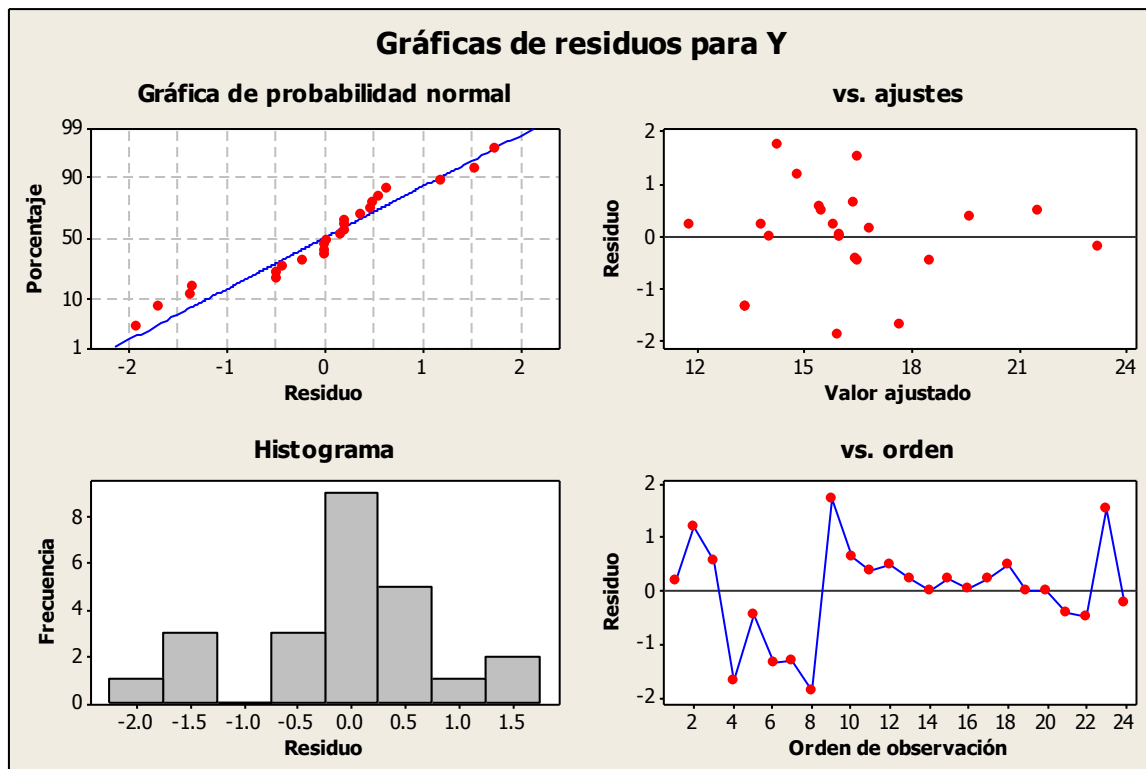


Ilustración 4.1 Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

4.2.2.2 Segundo análisis de regresión múltiple (Minitab®)

En este análisis se observó que el valor de T más grande en valor absoluto fue el de la variable X1 y de acuerdo al método estadístico esta variable influye menos que todas las variables tomadas en cuenta, por lo que se debe eliminar como factor importante.

Asimismo, observamos que el valor de R-cuad. (ajustado) = 70.56%, por lo que continuaremos con el siguiente análisis.

20/12 10:13:45

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de regresión: Y vs. x1, x2, ...

La ecuación de regresión es

$$Y = 16.4 - 0.52 x_1 - 0.992 x_2 + 9.65 x_3 - 1.53 x_4 + 0.331 x_5 + 4.22 x_6 - 18.3 x_8 - 4.44 x_9 - 14.1 x_{10} - 4.58 x_{11} - 1.64 x_{12} + 0.515 x_{13} + 0.191 x_{14} - 1.22 x_{15}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	16.3619	0.6480	25.25	0.000
x1	-0.518	1.115	-0.46	0.653
x2	-0.9923	0.4493	-2.21	0.055
x3	9.649	1.845	5.23	0.001
x4	-1.5297	0.6842	-2.24	0.052
x5	0.3305	0.4697	0.70	0.499
x6	4.2156	0.8562	4.92	0.001
x8	-18.321	3.735	-4.91	0.001
x9	-4.437	1.815	-2.44	0.037
x10	-14.088	2.461	-5.73	0.000
x11	-4.578	1.801	-2.54	0.032
x12	-1.639	1.824	-0.90	0.392
x13	0.5147	0.2859	1.80	0.105
x14	0.1914	0.2151	0.89	0.397
x15	-1.2218	0.3031	-4.03	0.003

S = 1.47525 R-cuad. = 88.5% R-cuad.(ajustado) = 70.5%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	14	150.371	10.741	4.94	0.010
Error residual	9	19.587	2.176		
Total	23	169.958			

Fuente	GL	SC sec.
x1	1	5.333
x2	1	14.875
x3	1	4.385
x4	1	0.026
x5	1	2.113
x6	1	19.340
x8	1	7.127
x9	1	10.174
x10	1	39.339
x11	1	7.923
x12	1	0.274
x13	1	2.338
x14	1	1.757
x15	1	35.366

Observaciones poco comunes

Obs	x1	Y	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
8	1.00	14.000	15.844	1.155	-1.844	-2.01R
14	0.00	14.000	14.000	1.475	-0.000	* X
19	0.00	16.000	16.000	1.475	-0.000	* X
20	0.00	16.000	16.000	1.475	-0.000	* X

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor X le concede gran influencia.

Estadístico de Durbin-Watson = 1.67453

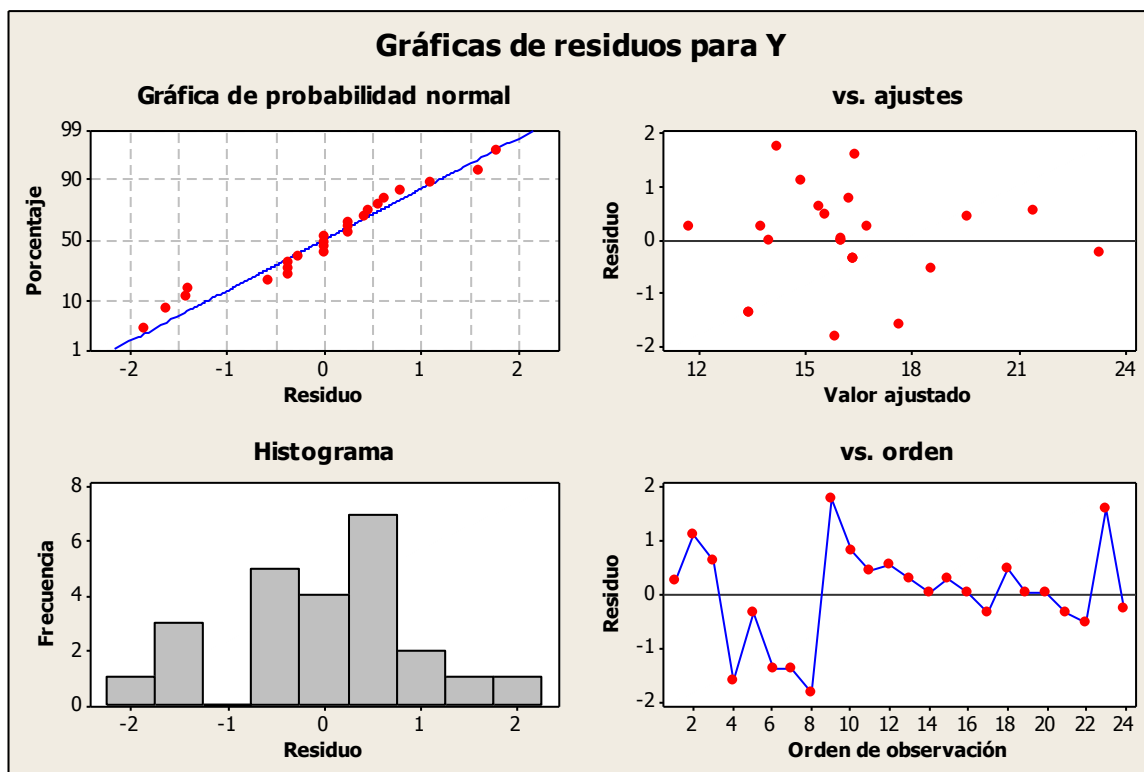


Ilustración 4.2 Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

4.2.2.3 Tercer análisis de regresión múltiple (Minitab®)

En este análisis se observó que el valor de T más grande en valor absoluto fue el de la variable X5 y de acuerdo al método estadístico esta variable influye menos que todas las variables tomadas en cuenta, por lo que se debe eliminar como factor importante.

Asimismo, observamos que el valor de R-cuad. (ajustado) = 72.9%, por lo que continuaremos con el siguiente análisis.

Análisis de regresión: Y vs. x2, x3, ...

La ecuación de regresión es

$$Y = 16.3 - 0.985 x_2 + 9.31 x_3 - 1.56 x_4 + 0.295 x_5 + 4.37 x_6 - 17.6 x_8 - 4.50 x_9 - 14.2 x_{10} - 4.66 x_{11} - 2.10 x_{12} + 0.462 x_{13} + 0.228 x_{14} - 1.23 x_{15}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	16.2935	0.6058	26.89	0.000
x2	-0.9848	0.4310	-2.29	0.045
x3	9.308	1.625	5.73	0.000
x4	-1.5581	0.6542	-2.38	0.039
x5	0.2952	0.4449	0.66	0.522
x6	4.3694	0.7580	5.76	0.000
x8	-17.580	3.242	-5.42	0.000
x9	-4.498	1.738	-2.59	0.027
x10	-14.163	2.357	-6.01	0.000
x11	-4.663	1.720	-2.71	0.022
x12	-2.099	1.471	-1.43	0.184
x13	0.4622	0.2522	1.83	0.097
x14	0.2282	0.1920	1.19	0.262
x15	-1.2312	0.2903	-4.24	0.002

S = 1.41622 R-cuad. = 88.2% R-cuad.(ajustado) = 72.9%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	13	149.902	11.531	5.75	0.004
Error residual	10	20.057	2.006		
Total	23	169.958			

Fuente	GL	SC sec.
x2	1	16.148
x3	1	7.011
x4	1	0.020
x5	1	3.094
x6	1	19.441
x8	1	6.390
x9	1	9.963
x10	1	38.372
x11	1	7.512
x12	1	1.389
x13	1	1.049
x14	1	3.445
x15	1	36.070

Observaciones poco comunes

Obs	x2	Y	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
14	1.00	14.000	14.000	1.416	-0.000	* X
19	0.00	16.000	16.000	1.416	-0.000	* X
20	0.00	16.000	16.000	1.416	-0.000	* X

X denota una observación cuyo valor X le concede gran influencia.

Estadístico de Durbin-Watson = 1.78872

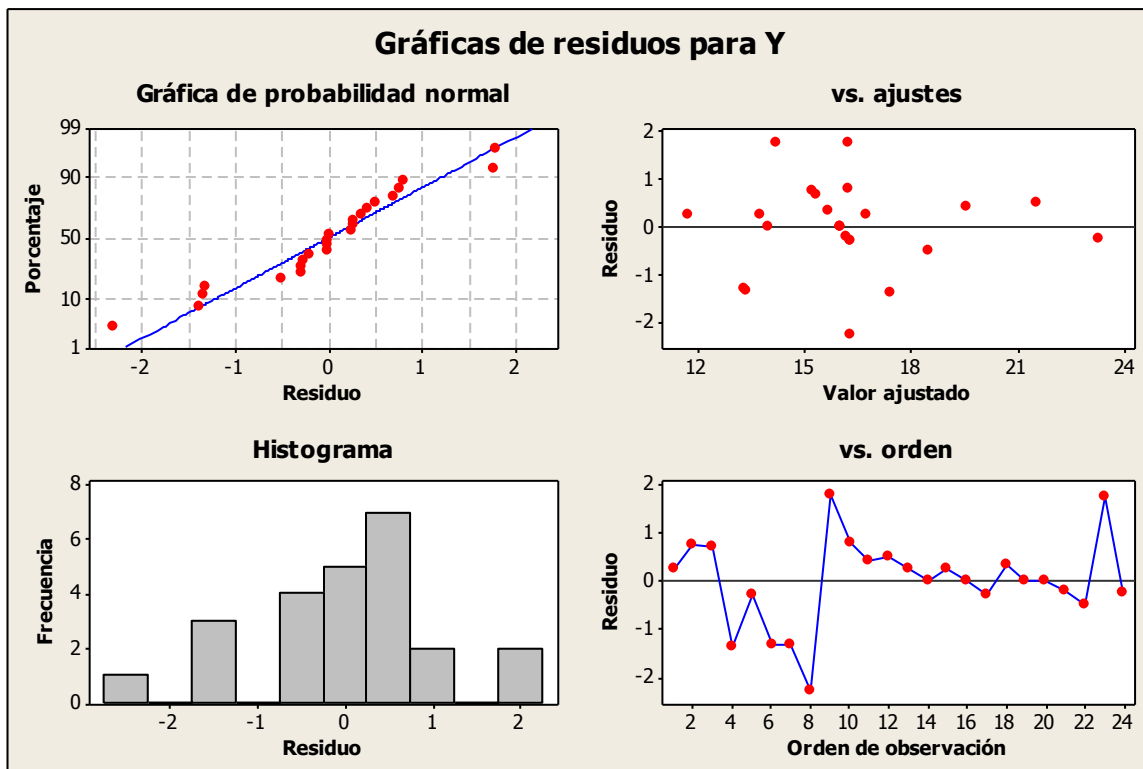


Ilustración 4.3 Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

4.2.2.4 Cuarto análisis de regresión múltiple (Minitab®)

En este análisis se observó que el valor de T más grande en valor absoluto fue el de la variable X14 y de acuerdo al método estadístico esta variable influye menos que todas las variables tomadas en cuenta, por lo que se debe eliminar como factor importante.

Asimismo, observamos que el valor de R-cuad. (ajustado) = 74.2%, por lo que continuaremos con el siguiente análisis.

20/12 10:21:43

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de regresión: Y vs. x2, x3, ...

La ecuación de regresión es

$$Y = 16.3 - 0.944 x_2 + 9.11 x_3 - 1.50 x_4 + 4.38 x_6 - 17.3 x_8 - 4.76 x_9 - 13.7 x_{10} - 4.72 x_{11} - 1.88 x_{12} + 0.502 x_{13} + 0.240 x_{14} - 1.24 x_{15}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	16.3413	0.5860	27.88	0.000
x2	-0.9441	0.4156	-2.27	0.044
x3	9.110	1.557	5.85	0.000
x4	-1.5025	0.6321	-2.38	0.037
x6	4.3782	0.7384	5.93	0.000
x8	-17.299	3.131	-5.52	0.000
x9	-4.758	1.649	-2.89	0.015
x10	-13.697	2.192	-6.25	0.000
x11	-4.720	1.673	-2.82	0.017
x12	-1.883	1.398	-1.35	0.205
x13	0.5023	0.2385	2.11	0.059
x14	0.2401	0.1862	1.29	0.224
x15	-1.2398	0.2826	-4.39	0.001

S = 1.37972 R-cuad. = 87.7% R-cuad.(ajustado) = 74.2%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	12	149.018	12.418	6.52	0.002
Error residual	11	20.940	1.904		
Total	23	169.958			

Fuente	GL	SC sec.
x2	1	16.148
x3	1	7.011
x4	1	0.020
x6	1	22.126
x8	1	6.694
x9	1	9.939
x10	1	34.519
x11	1	9.020
x12	1	0.739
x13	1	2.229
x14	1	3.923
x15	1	36.653

Observaciones poco comunes

Obs	x2	Y	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
14	1.00	14.000	14.000	1.380	-0.000	* X
19	0.00	16.000	16.000	1.380	-0.000	* X
20	0.00	16.000	16.000	1.380	0.000	* X

X denota una observación cuyo valor X le concede gran influencia.

Estadístico de Durbin-Watson = 1.74352

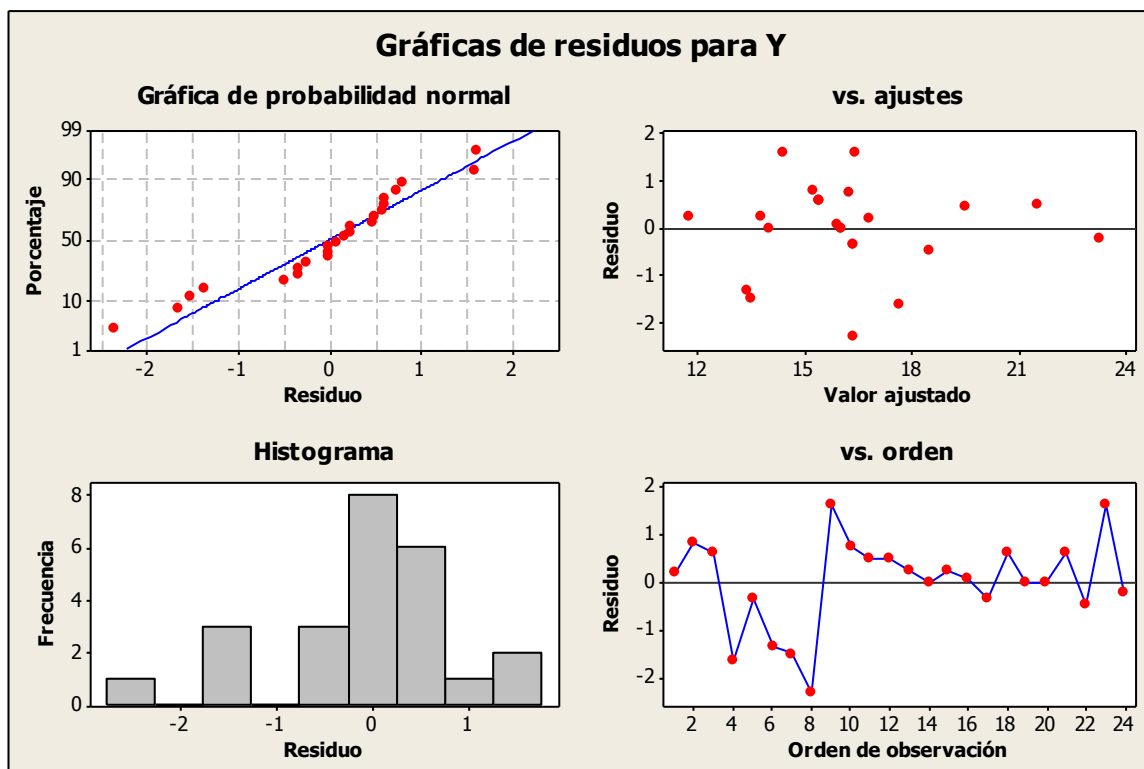


Ilustración 4.4 Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

4.2.2.5 Quinto análisis de regresión múltiple (Minitab®)

Debido a que el valor de R-cuad. (ajustado) = 72.82% disminuyó con relación al análisis de regresión anterior, se determina ya no eliminar ninguna otra variable.

20/12 10:23:49

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de regresión: Y vs. x2, x3, ...

La ecuación de regresión es

$$Y = 16.6 - 1.00 x_2 + 8.70 x_3 - 1.28 x_4 + 4.35 x_6 - 16.7 x_8 - 4.60 x_9 - 13.4 x_{10} - 4.90 x_{11} - 1.72 x_{12} + 0.611 x_{13} - 1.25 x_{15}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	16.5536	0.5778	28.65	0.000
x2	-1.0001	0.4246	-2.36	0.036
x3	8.700	1.565	5.56	0.000
x4	-1.2761	0.6238	-2.05	0.063
x6	4.3492	0.7581	5.74	0.000
x8	-16.678	3.178	-5.25	0.000
x9	-4.596	1.689	-2.72	0.019
x10	-13.418	2.241	-5.99	0.000
x11	-4.903	1.713	-2.86	0.014
x12	-1.718	1.430	-1.20	0.253
x13	0.6107	0.2293	2.66	0.021
x15	-1.2519	0.2901	-4.32	0.001

S = 1.41732 R-cuad. = 85.8% R-cuad. (ajustado) = 72.8%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	11	145.853	13.259	6.60	0.001
Error residual	12	24.106	2.009		
Total	23	169.958			

Fuente	GL	SC sec.
x2	1	16.148
x3	1	7.011
x4	1	0.020
x6	1	22.126
x8	1	6.694
x9	1	9.939
x10	1	34.519
x11	1	9.020
x12	1	0.739
x13	1	2.229
x15	1	37.410

Observaciones poco comunes

Obs	x2	Y	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
14	1.00	14.000	14.000	1.417	-0.000	* X
19	0.00	16.000	16.000	1.417	-0.000	* X
20	0.00	16.000	16.000	1.417	-0.000	* X

X denota una observación cuyo valor X le concede gran influencia.

Estadístico de Durbin-Watson = 1.67544

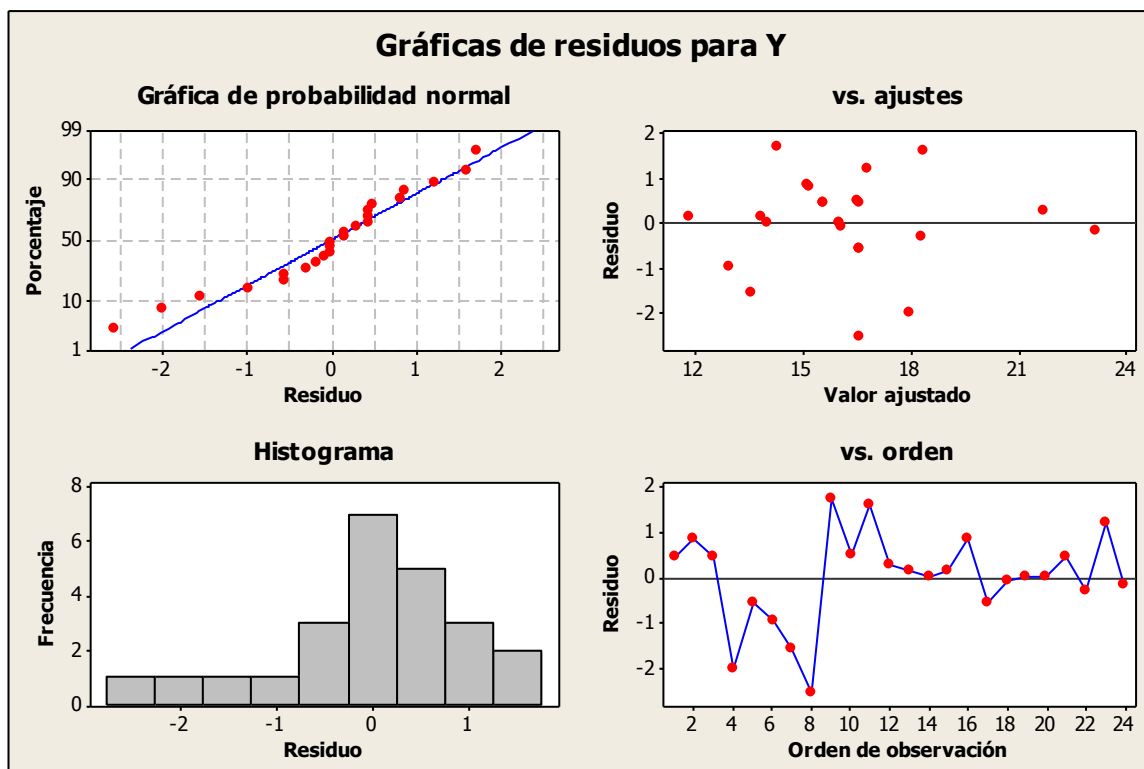


Ilustración 4.5 Gráficas de residuos para Y. Fuente: Elaboración propia a través del Minitab®

Por lo que obtenemos derivado del análisis anterior que los factores que explican el modelo de regresión lineal múltiple son los siguientes:

4.2.3 La ecuación de regresión lineal múltiple que mejor se ajusta al modelo

Mediante el análisis de regresión lineal múltiple realizado con el software Minitab® se obtiene la siguiente ecuación que mejor se ajusta al comportamiento de las variables.

$$Y = 16.3 - 0.944 x_2 + 9.11 x_3 - 1.50 x_4 + 4.38 x_6 - 17.3 x_8 - 4.76 x_9 - 13.7 x_{10} - 4.72 x_{11} - 1.88 x_{12} + 0.502 x_{13} + 0.240 x_{14} - 1.24 x_{15}$$

4.2.3.1 Interpretación de la ecuación de regresión lineal múltiple.

Para X2: Tardanza en la respuesta al cliente del servicio solicitado:

La pendiente del número de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado con el número de servicios solicitados (b_2 , calculado como -0.944) significa que, para un

número de tardanzas en la respuesta, se estima que los servicios solicitados esperados disminuya en -0.944 por cada tardanza en la respuesta.

Para X3: Personal de atención a clientes descortés, déspota o molesto:

La pendiente del número de veces que el personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto con respecto al número de servicios solicitados (b3 calculado como 9.11) significa que, para cualquier valor de las otras variables, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten 9.11 para cada vez que el personal de atención a clientes no sea déspota o descortés.

Para X4: Reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación:

La pendiente del número de reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación con el número de servicios solicitados (b4, calculado como -1.50) significa que, para cada reprogramación realizada por el Organismo de Certificación, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -1.50.

Para X6: El auditor no presenta el alcance y objetivo de la auditoría:

La pendiente del número de veces en que el auditor no presenta el alcance y objetivo de la auditoría con respecto al número de servicios solicitados (b6, calculado como 4.38) significa que, para cada vez que el auditor presenta el alcance y objetivos de la auditoría, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten en 4.38.

Para X8: No se aclararon las dudas durante la auditoría:

La pendiente del número de veces en que el auditor no aclaró las dudas durante la auditoría con respecto al número de servicios solicitados (b8, calculado como -17.3) significa que, para cada vez que el auditor no aclare las dudas durante la auditoría, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -17.3.

Para X9: Quedaron dudas al final de la auditoría:

La pendiente del número de veces que quedaron dudas al final de la auditoría con respecto al número de servicios solicitados (b9, calculado como -4.76) significa que, para cada vez que quedaron dudas al final de la auditoría, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -4.76.

Para X10: El auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización:

La pendiente del número de veces que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización, con respecto al número de servicios solicitados (b10, calculado como -13.7) significa que, para cada vez que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -13.7.

Para X11: El auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector:

La pendiente del número de veces que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector, con respecto al número de servicios solicitados (b11, calculado como -4.72) significa que, para cada vez que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -4.72.

Para X12: No se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés:

La pendiente del número de veces que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés, con respecto al número de servicios solicitados (b12, calculado como -1.88) significa que, para cada vez que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -1.88.

Para X13: Errores de captura:

La pendiente del número de errores de captura, con respecto al número de servicios solicitados (b13, calculado como 0.502) significa que, para cada vez que no exista algún error de captura, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten en 0.502.

Para X14: Tardanza en la entrega de resultados al cliente:

La pendiente del número de tardanzas en la entrega de resultados al cliente, con respecto al número de servicios solicitados (b14, calculado como 0.240) significa que, para cada vez que no exista tardanza en la entrega de resultados al cliente, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten en 0.240.

Para X15: Descortesía en la entrega de resultados:

La pendiente del número de veces que el personal fue descortés durante la entrega de resultados, con respecto al número de servicios solicitados (b15, calculado como -1.24) significa que, para cada vez que el personal fue descortés durante la entrega de resultados, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -1.24.

Por lo que los factores que afectan en mayor medida el nivel de servicio del organismo se enlistan en el siguiente cuadro:

No.	Etapas del proceso de certificación	Factores o variables independientes.
1	Atención a clientes / recepción de solicitud / cotizaciones	X2: No. de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado X3: No. de veces que el personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto.
2	Programación de actividades	X4: No. de reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación
3	Ejecución de la auditoria / preparación del informe	X6: No. de veces que el auditor no presentó el alcance y objetivo de la auditoria X8: No. de veces en que no se aclararon las dudas durante la auditoria X9: No de veces que quedaron dudas al final de la auditoria X10: No. de veces en que se detectó que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización X11: No. de veces en que se detectó que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector
4	Decisión de la certificación	X12: No. de reuniones en que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés
5	Impresión y entrega del certificado	X13: No. de errores de captura X14: No. de tardanzas en la entrega de resultados al cliente X15: No. de veces en que se detectó Descortesía en la entrega de resultados

Cuadro 11. Variables independientes seleccionadas mediante la aplicación de selección de variables por pasos. Fuente: Elaboración propia.

El uso de esta técnica de selección por pasos fue de gran ayuda para encontrar las 12 variables independientes que mejor explican la variable dependiente Y. sin embargo es importante proponer acciones de mejora para controlar eficazmente dichas variables encontradas. En el siguiente punto aplicaremos el análisis del AMEF para proponer dichas acciones de mejora.

4.3. Aplicación de la AMEF para proponer las acciones de mejora

Se aplicará la metodología del AMEF para identificar y evaluar las fallas potenciales del proceso de certificación de sistemas de gestión junto con el efecto que provocan éstas y determinar o instrumentar los controles necesarios para salvaguardar la confidencialidad, conflicto de interés y objetividad¹⁸.

1. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas del proceso de certificación que pongan en riesgo la imparcialidad, confidencialidad y objetividad del Organismo de Certificación.
2. Para cada falla, identificar su efecto y estimar la severidad del mismo.
3. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia
4. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia.
5. Hacer una lista de controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla.
6. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR) = severidad*ocurrencia*detección
7. Decidir acciones para disminuir severidad y/u ocurrencia o mejorar la detección
8. Revisar y establecer los resultados obtenidos, re calcular el NPR

Con base en los resultados obtenidos del análisis del AMEF se determina que es necesario implementar aquellos controles identificados con el fin de minimizar el riesgo de ocurrencia o severidad.

A continuación se muestra el AMEF en donde se pueden visualizar los modos de falla sus efectos y causas, así como los controles actuales y las acciones correctivas propuestas.

¹⁸ *Ibid.*, p. 491

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS (AMEF)

Tipo de AMEF: Ddiseño

☐

Proceso

☒

Nombre del Proceso:	Proceso de Certificación de Sistemas de Gestión (Atención a Clientes – Comercialización / Programación de actividades / Ejecución –Evaluación de la Conformidad / Dictaminación - Consejo Directivo de Certificación / Organismos Relacionados)
Responsable:	Comité de Calidad
Otras Áreas Involucradas	Comité de Imparcialidad / Socios, asociados, Directores / Coordinadores de Área / Organismos relacionados, Personal Evaluador y Personal del Consejo Directivo de Certificación, etc.
Proveedores y Clientes Afectados	ema, organizaciones en proceso de certificación, (antes, durante y de después de la certificación, organizaciones prestadoras de servicios de consultoría y asesoría.

Elaboró: Comité de Calidad	Fecha de la 1era. emisión: 03-Marzo-2010 Día mes año	Revisó acciones tomadas: Comité de Calidad.	Período de implementación: <i>Permanente</i> Día mes año	Fecha de revisión: 03-Marzo-2010 Día mes año
--------------------------------------	---	---	---	---

(1) No. y descripción de actividad	(2) Modo de falla	(3) Efectos de falla	(4) SEV	(5) Causa de falla	(6) OCU	(7) Controles Actuales	(8) DET	(9) NPR	(10) Acciones recomendadas	(11) Responsable	(4) SEV	(6) OCU	(8) DET	(12) NPR
------------------------------------	-------------------	----------------------	---------	--------------------	---------	------------------------	---------	---------	----------------------------	------------------	---------	---------	---------	----------

(1) No. y descripción de actividad	(2) Modo de falla	(3) Efectos de falla	(4) SEV	(5) Causa de falla	(6) OCU	(7) Controles Actuales	(8) DET	(9) NPR	(10) Acciones recomendadas	(11) Responsable	(4) SEV	(6) OCU	(8) DET	(12) NPR
Atención a Clientes / Comercialización - Cotizaciones	X2: Tardanza en la respuesta al cliente del servicio solicitado X3: Personal de atención a clientes descortés, déspota o molesto.	Posible no conformidad de los acreditadores Pérdida del cliente, información engañosa, queja del cliente	6	-Desconocimiento de Políticas. -Incumplimiento de Directrices. -Poca claridad en los requisitos documentados para evitar conflicto de intereses por los Organismos Relacionados. -Desconocimiento de Políticas. -Incumplimiento de Directrices -Tabla de días auditor mal aplicada.	4	Verificación a través de auditorías internas y Revisión por la Dirección: ISO/IEC 17021 2006 (Req. 5,6,7 y 8,9 y 10) --Firma de código de ética Manual de Calidad -Políticas -Procedimientos Coordinación de Promoción y Publicidad y -Procedimiento Cotizaciones y atención a clientes	6	144	-Revisar, adecuar el código de ética y Políticas internas del organismo para aclarar lo referente con el trato y tiempo de respuesta al cliente. -Capacitación al personal de atención a clientes, representantes comerciales y cotizaciones y personal de ventas. -Las cotizaciones deberán ser aprobadas por el Responsable de cotizaciones y en su caso por el Director General y/o Tesorería. -Realizar verificaciones internas por lo menos cada tres meses para verificar los tiempos de respuesta y trato al cliente en la etapa de atención a clientes.	Personal de Atención a Clientes / Cotizaciones / Calidad / Recursos Humanos	6	2	4	48

(1) No. y descripción de actividad	(2) Modo de falla	(3) Efectos de falla	(4) SEV	(5) Causa de falla	(6) OCU	(7) Controles Actuales	(8) DET	(9) NPR	(10) Acciones recomendadas	(11) Responsable	(4) SEV	(6) OCU	(8) DET	(12) NPR
Programación de actividades	X4: Reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación	Posible no conformidad de la ema si se sale del ciclo de certificación Queja del cliente Picos de carga de trabajo	6	Aplicación inadecuada del Código de Ética -Falta de capacitación en los procedimientos relacionados con la programación. -Desconocimiento de Políticas. -Incumplimiento de Directrices -Tabla de competencias mal aplicada. -Falta de distribución de las auditorías a lo largo del año	4	Verificación a través de auditorías internas y Revisión por la Dirección: ISO/IEC 17021 2006 (Req. 5,6,7 y 8,9 y 10) -Firma de código de ética -Manual de Calidad -Políticas -Procedimiento DAP07	6	144	-Registro en una base de datos sobre el ciclo de certificación de cada cliente con el fin de que el área de programación determine un programa mensual de trabajo. -Adecuación y capacitación al procedimiento DAP07 en donde indique enviar la notificación de auditoría con 10 días hábiles de antelación a la fecha de la auditoría. -Establecer una política de reprogramaciones por parte del cliente o en su caso por parte del Organismo con el fin de justificar la solicitud de una reprogramación y en su caso considerar alguna penalización por reprogramación.	Personal de Programación / Recursos Humanos / Calidad	6	2	4	48

(1) No. y descripción de actividad	(2) Modo de falla	(3) Efectos de falla	(4) SEV	(5) Causa de falla	(6) OCU	(7) Controles Actuales	(8) DET	(9) NPR	(10) Acciones recomendadas	(11) Responsable	(4) SEV	(6) OCU	(8) DET	(12) NPR
Ejecución y Desarrollo	X6: El auditor no presenta el alcance y objetivo de la auditoria X8: No se aclararon las dudas durante la auditoria X9: Quedaron dudas al final de la auditoria X10: El auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización X11: El auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector	No cumplimiento con la agenda de la auditoria Desconfianza del cliente Queja o apelación por parte del cliente No aceptación del informe de la auditoria Proceso parcial Pérdida del cliente No conformidad de los acreditadores	8	Falta de cumplimiento de Políticas, lineamientos y procedimientos del OC relacionado con la Ejecución y Desarrollo -Falta de aplicación de Atributos (ISO 19011) -Falta de capacitación a los procedimientos de auditoria -Falta de auditorías testificas al personal auditor -Incorrecta calificación en el sector IAF	6	Verificación a través de auditorías internas y Revisión por la Dirección: ISO/IEC 17021 2006 (Req. 5,6,7 y 8,9 y 10) -Firma de código de ética -Manual de Calidad -Políticas -Procedimientos de preparación y ejecución de auditoria -Programa de testificación	8	384	-Realizar cada semestre una reunión de homologación de criterios con el fin de que personal evaluador cumpla con los requisitos mínimos necesarios para realizar una auditoria desde la etapa de planeación, ejecución y elaboración del informe. -Adecuar y capacitar el procedimiento de desarrollo de auditorías de certificación con el fin de que el personal conozca los puntos a verificar y los objetivos de auditoria. Capacitación Personal Auditor / Auditorias Testificadas / Seguimiento a Clientes/revisión de Informes de auditoria -Capacitar al personal evaluador sobre la normativa aplicable de acuerdo al sector IAF que le corresponde. -Recursos humanos actualizara la lista de auditores y su calificación para la cual es competente.	Gerente Técnico de Sistemas de Gestión / Personal Evaluador	8	4	6	192

(1) No. y descripción de actividad	(2) Modo de falla	(3) Efectos de falla	(4) SEV	(5) Causa de falla	(6) OCU	(7) Controles Actuales	(8) DET	(9) NPR	(10) Acciones recomendadas	(11) Responsable	(4) SEV	(6) OCU	(8) DET	(12) NPR
Dictaminación	X12: No se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés	Falta de credibilidad del proceso de dictaminación Proceso parcial Pérdida del cliente NO conformidad de los acreditadores	8	Desconocimiento de Políticas y procedimientos. -Incumplimiento del Código de ética -Falta de clasificación por sectores económicos a los miembros del CDC y Comités. -No existe balance sectorial	2	Verificación a través de auditorías internas y Revisión por la Dirección: ISO/IEC 17021 2006 (Req. 5,6,7 y 8,9 y 10) -Firma de código de ética -Manual de Calidad -Políticas -Procedimientos del Consejo Directivo de Certificación	8	128	-Revisar Políticas para aclarar lo referente con el balance sectorial y capacitar al personal responsable. Estructurar nueva clasificación de sectores para los miembros del CDC y comités / Aprobación por parte del CDC Recursos Humanos actualizara los expedientes del CDC con el fin de soportar con evidencia los sectores en los cuales los miembros podrán firmar y tienen la competencia.	Recursos Humanos / Consejo Directivo de Certificación/ Srio. del CDC / Calidad	8	2	6	96

(1) No. y descripción de actividad	(2) Modo de falla	(3) Efectos de falla	(4) SEV	(5) Causa de falla	(6) OCU	(7) Controles Actuales	(8) DET	(9) NPR	(10) Acciones recomendadas	(11) Responsable	(4) SEV	(6) OCU	(8) DET	(12) NPR
Impresión y entrega del certificado	X13: Errores de captura X14: Tardanza en la entrega de resultados al cliente X15: Descortesía en la entrega de resultados	• Queja por parte del cliente • Devoluciones del certificado • Pérdida del cliente • No conformidad por parte del organismo de acreditación	4	Base de datos mal capturada (múltiples bases de datos) NO existe un tiempo de respuesta establecido por el OC -Falta de capacitación en los procesos y procedimientos -Desconocimiento de Políticas y lineamientos	2	• Personal independiente para cada servicio • Firma del código de ética	4	32	Establecimiento de documentación (administrativa, contable y técnica) independiente de cada servicio	Jefe de impresión de documentos	2	2	2	8

Cuadro 12. Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF). Fuente Elaboración propia.

- (1) Lista de las actividades del proceso.
- (2) Lista los modos de falla para cada actividad del proceso.
- (3) Lista de los efectos de cada modo de falla.
- (4) Severidad (SEV): Califica la gravedad del efecto para el usuario.
- (5) Lista de las causas por cada modo de falla: cada causa está relacionada con un dato de entrada del proceso fuera de especificación.
- (6) Ocurrencia (OCU): califica qué tan a menudo ocurre un modo de falla en particular.
- (7) Documenta como se está controlando actualmente la causa en el proceso.
- (8) Detección (DET): Mide qué tan bien, la causa o el modo de falla puede detectarse.
- (9) Número de prioridad del riesgo (NPR) es: (SEV) (OCU) (DET).
- (10) Documenta las acciones recomendadas – Ver ACP17F01.
- (11) Designa quién es el responsable de acción y de dar seguimiento a la misma.
- (12) El número de NPR se calcula cuando se termina la acción.

Conclusiones

En este trabajo de investigación se obtuvieron los factores o variables de servicio que más afectan la satisfacción del cliente en un proceso de certificación de sistemas de gestión. Con base en estos factores se propusieron acciones de mejora del proceso de certificación con el objetivo de conservar y captar más clientes.

Los factores que más impacto tuvieron son: 1) número de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado, 2) número de veces que el personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto, 3) número de reprogramaciones por parte del OC, 4) número de veces que el auditor no presentó el alcance y objetivo de la auditoria, 5) número de veces en que no se aclararon las dudas durante la auditoria, 6) Número de veces que quedaron dudas al final de la auditoria, 7) número de veces en que se detectó que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización, 8) número de veces en que se detectó que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector, 9) número de reuniones en que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés, 10) número de errores de captura, 11) número de tardanzas en la entrega de resultados al cliente y 12) número de veces en que se detectó descortesía en la entrega de resultados.

Los primeros tres factores corresponden a la etapa de atención a clientes, recepción de solicitudes y cotizaciones, el cuarto factor a la etapa de programación de actividades, los siguientes cinco factores corresponden a la etapa de ejecución de la auditoria (preparación del informe), el siguiente factor a la decisión de la certificación y los últimos tres factores corresponden a la etapa de impresión y entrega de resultados.

Para lograr obtener estos factores la metodología fue la siguiente:

1. Elaboración del diagnostico de satisfacción del cliente actual
 - a. Análisis histórico del seguimiento a clientes (quejas o sugerencias)
2. Definición y descripción de las etapas del proceso de certificación,
3. Identificación de las variables del servicio
 - a. aplicar un diagrama de Ishikawa,
4. Aplicación del cuestionario de satisfacción del cliente, el cual contiene las variables del servicio identificadas.

- a. Determinación de la satisfacción del cliente actual
5. Propuesta de un modelo de regresión lineal múltiple mediante el software Minitab®
 - a. Selección del número óptimo de variables de regresión lineal múltiple.
6. Obtención de la ecuación de regresión lineal múltiple que mejor se ajustan a las variables independientes del modelo.
7. Aplicación de la herramienta Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) para proponer acciones de mejora y obtener un mayor control en las variables críticas encontradas con el modelo.

En la descripción de todo el proceso de certificación se logró identificar todas las variables que intervienen en el proceso. Con el diagrama de Ishikawa se seleccionó las variables o factores importantes que afectan la satisfacción del cliente. Mediante la encuesta a 200 clientes en la cual se incluyó las variables anteriormente halladas se determinó que el 54% del total de las preguntas de los doscientos encuestados percibieron que existe un buen servicio y el 46% calificaron de forma negativa. Esto permitió conocer la percepción del cliente y conocer las variables significativas que el cliente estaba calificando como deficientes. Mediante el modelo de regresión lineal múltiple se modeló el comportamiento de la variable dependiente que es el número de servicios realizados mensualmente en función de los factores hallados anteriormente obteniendo la ecuación regresora:

$$Y = 16.3 - 0.944 x_2 + 9.11 x_3 - 1.50 x_4 + 4.38 x_6 - 17.3 x_8 - 4.76 x_9 - 13.7 x_{10} - 4.72 x_{11} - 1.88 x_{12} + 0.502 x_{13} + 0.240 x_{14} - 1.24 x_{15}$$

De acuerdo a este modelo de regresión lineal y a la interpretación de los coeficientes de los factores se obtuvieron las siguientes conclusiones.

Para X2: Tardanza en la respuesta al cliente del servicio solicitado:

La pendiente del número de tardanzas en la respuesta al cliente del servicio solicitado con el número de servicios solicitados (b_2 , calculado como -0.944) significa que, para un número de tardanzas en la respuesta, se estima que los servicios solicitados esperados disminuya en -0.944 por cada tardanza en la respuesta.

Para X3: Personal de atención a clientes descortés, déspota o molesto:

La pendiente del número de veces que el personal de atención a clientes fue descortés, déspota o molesto con respecto al número de servicios solicitados (b_3 calculado como 9.11) significa que, para cualquier valor de las otras variables, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten 9.11 para cada vez que el personal de atención a clientes no sea déspota o descortés.

Para X4: Reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación:

La pendiente del número de reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación con el número de servicios solicitados (b4, calculado como -1.50) significa que, para cada reprogramación realizada por el Organismo de Certificación, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -1.50.

Para X6: El auditor no presenta el alcance y objetivo de la auditoría:

La pendiente del número de veces en que el auditor no presenta el alcance y objetivo de la auditoría con respecto al número de servicios solicitados (b6, calculado como 4.38) significa que, para cada vez que el auditor presenta el alcance y objetivos de la auditoría, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten en 4.38.

Para X8: No se aclararon las dudas durante la auditoría:

La pendiente del número de veces en que el auditor no aclaró las dudas durante la auditoría con respecto al número de servicios solicitados (b8, calculado como -17.3) significa que, para cada vez que el auditor no aclare las dudas durante la auditoría, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -17.3.

Para X9: Quedaron dudas al final de la auditoría:

La pendiente del número de veces que quedaron dudas al final de la auditoría con respecto al número de servicios solicitados (b9, calculado como -4.76) significa que, para cada vez que quedaron dudas al final de la auditoría, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -4.76.

Para X10: El auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización:

La pendiente del número de veces que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización, con respecto al número de servicios solicitados (b10, calculado como -13.7) significa que, para cada vez que el auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -13.7.

Para X11: El auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector:

La pendiente del número de veces que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector, con respecto al número de servicios solicitados (b11, calculado como -4.72) significa que, para cada vez que el auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -4.72.

Para X12: No se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés:

La pendiente del número de veces que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés, con respecto al número de servicios solicitados (b12, calculado como -1.88) significa que, para cada vez que no se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés, se estima que los servicios solicitados esperados disminuyan en -1.88.

Para X13: Errores de captura:

La pendiente del número de errores de captura, con respecto al número de servicios solicitados (b13, calculado como 0.502) significa que, para cada vez que no exista algún error de captura, se estima que los servicios solicitados esperados aumenten en 0.502.

Para X14: Tardanza en la entrega de resultados al cliente:

La pendiente del número de tardanzas en la entrega de resultados al cliente, con respecto al número de servicios solicitados (b14, calculado como 0.240) significa que, para cada vez que no exista tardanza en la entrega de resultados al cliente, se estima que los servicios soloicitados esperados aumenten en 0.240.

Para X15: Descortesía en la entrega de resultados:

La pendiente del número de veces que el personal fue descortés durante la entrega de resultados, con respecto al número de servicios solicitados (b15, calculado como -1.24) significa que, para cada vez que que el personal fue descortés durante la entrega de resultados, se estima que los servicios soloicitados esperados disminuyan en -1.24.

Finalmente mediante el análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) se hicieron las siguientes recomendaciones para corregir las etapas del proceso mencionadas anteriormente:

En la Etapa del proceso de certificación: **Atención a Clientes / Comercialización – Cotizaciones**, las variables críticas independientes son:

- X2: Tardanza en la respuesta al cliente del servicio solicitado
- X3: Personal de atención a clientes descortés, déspota o molesto.

Las acciones recomendadas de acuerdo al análisis del AMEF son las siguientes:

-Revisar, adecuar el código de ética y Políticas internas del organismo para aclarar lo referente con el trato y tiempo de respuesta al cliente.

-Capacitación al personal de atención a clientes, representantes comerciales y cotizaciones y personal de ventas.

-Las cotizaciones deberán ser aprobadas por el Responsable de cotizaciones y en su caso por el Director General y/o Tesorería.

-Realizar verificaciones internas por lo menos cada tres meses para verificar los tiempos de respuesta y trato al cliente en la etapa de atención a clientes.

En la Etapa del proceso de certificación: **Programación de actividades**, la variable crítica independiente es:

- X4: Reprogramaciones por parte del Organismo de Certificación

Las acciones recomendadas de acuerdo al análisis del AMEF son las siguientes:

-Registro en una base de datos sobre el ciclo de certificación de cada cliente con el fin de que el área de programación determine un programa mensual de trabajo.

-Adecuación y capacitación al procedimiento DAP07 en donde indique enviar la notificación de auditoría con 10 días hábiles de antelación a la fecha de la auditoría.

-Establecer una política de reprogramaciones por parte del cliente o en su caso por parte del Organismo con el fin de justificar la solicitud de una reprogramación y en su caso considerar alguna penalización por reprogramación.

En la Etapa del proceso de certificación: **Ejecución y Desarrollo**, las variables críticas independientes son:

- X6: El auditor no presenta el alcance y objetivo de la auditoría
- X8: No se aclararon las dudas durante la auditoría
- X9: Quedaron dudas al final de la auditoría
- X10: El auditor no cuenta con la competencia para evaluar el proceso de la organización
- X11: El auditor no tiene conocimientos sobre la normativa aplicable al sector

Las acciones recomendadas de acuerdo al análisis del AMEF son las siguientes:

-Realizar cada semestre una reunión de homologación de criterios con el fin de que personal evaluador cumpla con los requisitos mínimos necesarios para realizar una auditoría desde la etapa de planeación, ejecución y elaboración del informe.

-Adecuar y capacitar el procedimiento de desarrollo de auditorías de certificación con el fin de que el personal conozca los puntos a verificar y los objetivos de auditoría.

-Capacitación Personal Auditor / Auditorías Testificadas / Seguimiento a Clientes/revisión de Informes de auditoría

-Capacitar al personal evaluador sobre la normativa aplicable de acuerdo al sector IAF que le corresponde.

-Recursos humanos actualizará la lista de auditores y su calificación para la cual es competente.

En la Etapa del proceso de certificación: **Dictaminación**, la variable crítica independiente es:

- X12: No se cuenta con el balance sectorial o existe conflicto de interés

La acción recomendada de acuerdo al análisis del AMEF son las siguientes:

-Revisar Políticas para aclarar lo referente con el balance sectorial y capacitar al personal responsable.

-Estructurar nueva clasificación de sectores para los miembros del CDC y comités / Aprobación por parte del CDC

-Recursos Humanos actualizará los expedientes del CDC con el fin de soportar con evidencia los sectores en los cuales los miembros podrán firmar y tienen la competencia.

En la Etapa del proceso de certificación: **Impresión y entrega del certificado**, las variables críticas independientes son:

- X13: Errores de captura
- X14: Tardanza en la entrega de resultados al cliente
- X15: Descortesía en la entrega de resultados

La acción recomendada de acuerdo al análisis del AMEF es la siguiente:

-Establecimiento de documentación (administrativa, contable y técnica) independiente de cada servicio.

Aunque existen muchas metodologías que logran identificar las variables críticas de control esta metodología se basa en el conocimiento previo de las etapas del proceso y la percepción, es decir, primero se identifican las variables del servicio para posteriormente estudiar la percepción del cliente para cada una de éstas.

Una vez propuesto una metodología para determinar los factores de mayor impacto en la satisfacción del cliente en un Organismo de Certificación de Sistemas de Gestión a través de la aplicación de un modelo matemático de regresión lineal múltiple, la organización objeto de estudio, podrá usar dicha metodología para propósitos de predicción, optimización y control durante las etapas y actividades del proceso de certificación de sistemas de gestión.

Es importante que se analice en los comités de calidad o el personal designado para la mejora del proceso de la organización, la relación causa- efecto para cada uno de los factores y se pueda detectar cual es la causa raíz para poder implementar cualquier acción correctiva o acción preventiva basada en el modelo propuesto.

Posterior a este trabajo de investigación existe un amplio campo de trabajo para quienes deseen llevar a la práctica esta metodología en cualquier empresa siguiendo los siete pasos mencionados. Además la alta dirección de la empresa objeto de estudio podrá implementar las acciones de mejora y volver a correr la metodología propuesta con el fin de monitorear el nivel de satisfacción del cliente.

Bibliografía

1. Besterfield, Dale H., Control de Calidad, 4ª. Edición, Edit. Prentice Hall Hispanoamerica S.A., México, 1995
2. Bonini. Hausman. Bierman. análisis cuantitativo para los negocios. Novena Edición. McGraw Hill, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 2000.
3. Box, G. E. P. Statistics for Experiments. Ed. Wiley. Estados Unidos. 1978.
4. Chase. Aquilano. Jacobs. Administración de la producción y operaciones. Octava edición. McGraw Hill, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 2000.
5. CitiBank: Evaluación del desempeño», Caso C-700, IESE, Universidad de Navarra.
6. Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2004. McGraw-Hill
7. Gallagher. Watson. métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administracion. McGraw Hill, México, 1982.
8. Gutiérrez Pulido Humberto, Análisis y Diseño de Experimentos. Editorial Mc Graw Hill 2008.
9. Hanke, John. Reitsch, Arthur. pronósticos en los negocios. Quinta Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1996.
10. Hillier. Liberman. Investigación de operaciones. Sétima edición. McGraw Hill, México, 2002.
11. Kazmier. Estadística aplicada a la administración y a la economía. Tercera edición. McGraw Hill, México, 1998.
12. Lincoln L. Chao. Introducción a la Estadística. Editorial Continental. México. 1985
13. Luque, Teodoro & otros. "Técnicas de análisis de datos en investigación de Mercados". Ediciones Pirámide. 2000. España
14. Montgomery, Douglas. Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamérica. México. 1991.
15. NMX-CC-9001-IMNC-2008/ISO 9001:2008, Quality Management Systems – Requirements
16. NMX-CC-10002-IMNC-2005 / ISO 10002-2004 Gestión de la calidad – Satisfacción del cliente – Directrices para el tratamiento de las quejas en las organizaciones.
17. Pedret, Ramón & otros. "Herramientas para segmentar mercados y posicionar productos: análisis de información cuantitativa en investigación comercial". Ediciones Deusto. 2000. España.
18. Pérez, César. "Técnicas de Análisis Multivariante de Datos". Aplicaciones con SPSS. Pearson Prentice Hall. 2004. España.
19. Revista de antiguos alumnos, septiembre de 1999 • IESE
20. Vicent Carot A. Control Estadístico de la Calidad. Editorial Alfaomega, 2001

Anexo 1 Cuestionario de satisfacción del cliente

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Solicitamos su atención, su tiempo y su apoyo para que complemente con sus comentarios este CUESTIONARIO al finalizar la prestación del servicio y, una vez complementado, favor de enviarlo, vía e-mail a calidad@com.mx tel.(0155) 5566-0746, en atención a *Calidad*:

Nombre de la empresa: _____

Fecha en que fue proporcionado el servicio (actual): _____

Tipo de Servicio Solicitado (Seleccione colocando una X en el recuadro):

ISO 9001:2008	ISO 14001:2004	SGSST
---------------	----------------	-------

Grupo Evaluador: _____

Lugar del Evento: _____

Favor de marcar únicamente las opciones que apliquen en su caso, según el tipo de servicio solicitado.

PROCESO DE :	Bueno	Regular	Malo
ATENCIÓN A CLIENTES			
Precisión y claridad en la información del servicio solicitado (Página web, aclaración de dudas, conocimiento del proceso de evaluación, etc.).	☐	☐	☐
Tiempo de respuesta en la información del servicio solicitado (inmediato, mismo día, siguiente día).	☐	☐	☐
Amabilidad en la información del servicio solicitado (amable, cortés, molesto, despota).	☐	☐	☐

PROCESO DE :	Bueno	Regular	Malo
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD			
Programación y notificación de la evaluación (Clara y a tiempo).	☐	☐	☐
Puntualidad del grupo evaluador (puntual, impuntual, no se presento el día programado).	☐	☐	☐
Presentación del objetivo y alcance de la evaluación (claro y conciso).	☐	☐	☐
Explicación de los métodos y procedimientos a ser utilizados para llevar a cabo la evaluación.	☐	☐	☐
Aclaración de dudas durante el desarrollo del servicio.	☐	☐	☐
Presentación de las observaciones de la evaluación	☐	☐	☐
Presentación del evaluador (vestimenta adecuada, portar identificación de)	☐	☐	☐
Presentación de las Conclusiones del grupo evaluador (aclaración de dudas)	☐	☐	☐
Profesionalismo del evaluador: conocimiento de normas aplicables, trato hacia el cliente, prestación completa del servicio, ética, lenguaje de la evaluación (Se entiende por lenguaje todos aquellos términos técnicos relacionados a la evaluación).	☐	☐	☐
Conocimiento del grupo evaluador con respecto a los procesos a evaluar.	☐	☐	☐
ENTREGA DE RESULTADOS			
Precisión y claridad en la entrega de resultados del servicio solicitado (Aclaración de dudas)	☐	☐	☐
Tiempo de respuesta en la entrega de resultados del servicio solicitado	☐	☐	☐
Amabilidad para la entrega de resultados del servicio solicitado (amable, cortés, molesto, despota)	☐	☐	☐
COMENTARIOS Y/O SUGERENCIAS:			