

# **Tesis para optar por el Título Académico de Máster en Ingeniería Industrial**

**Título: Aplicación de la metodología seis sigma  
para la mejora de la calidad del servicio de  
telemática en la UEB EICMA Cienfuegos.**

**Autor: Ing. Eric Capote Lois**

**Tutor: Msc. Aníbal Barrera García**

**Cienfuegos**

**2022**

## RESUMEN

El presente trabajo es realizado en la Empresa de Informática y Comunicaciones del Ministerio de la Agricultura UEB Cienfuegos, en lo adelante UEB EICMA Cienfuegos, con el objetivo de aplicar la metodología seis sigma para la mejora de la calidad del servicio de telemática.

Para la recopilación de información se utilizan técnicas tales como: entrevistas, tormenta de ideas, revisión de documentos, trabajo con expertos, trabajo en equipo y observación directa. Se hace uso además de las herramientas clásicas de la calidad (histograma, gráficos de control, índices de capacidad de procesos, diagrama Ishikawa) y de gestión de procesos (SIPOC, diagrama de flujo y ficha de proceso) así como la técnica 5Ws y 1H para la proyección de acciones de mejora. Para el procesamiento de los datos obtenidos se utilizan programas informáticos como el paquete estadístico Statgraphics Centurion y el SPSS.

Como resultados fundamentales de la investigación se verifica el cumplimiento de las principales características de calidad que influyen en el servicio de telemática, se diseña y valida un instrumento para evaluar la calidad en este tipo de servicio, así como la propuesta e implementación de acciones de mejora a partir de las deficiencias identificadas.

**Palabras clave:** telemática, red convergente, calidad de servicio.

## SUMMARY

The present work is carried out in the Informatics and Communications Company of the Ministry of Agriculture UEB Cienfuegos, hereinafter UEB EICMA Cienfuegos, with the objective of applying the six sigma methodology to improve the quality of the telematics service.

Techniques such as interviews, brainstorming, document review, work with experts, teamwork and direct observation are used to collect information. In addition to the classic quality tools (histogram, control charts, process capability indices, Ishikawa diagram) and process management tools (SIPOC, flow chart and process sheet) are used, as well as the 5Ws and 1H techniques. for the projection of improvement actions. Computer programs such as the statistical package Statgraphics Centurion and SPSS are used to process the data obtained.

As fundamental results of the investigation, compliance with the main quality characteristics that influence the telematics service is verified, an instrument is designed and validated to evaluate the quality of this type of service, as well as the proposal and implementation of improvement actions. based on identified deficiencies.

**Keywords:** telematics, convergent network, quality of service.

## ÍNDICE

|                                                                                                                                              |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                                                                     | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>1. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>                                                                                                     | <b>4</b>                             |
| 1.1. Calidad .....                                                                                                                           | 5                                    |
| 1.1.1. Sistemas de Gestión.....                                                                                                              | 6                                    |
| 1.1.2. Gestión de la Calidad .....                                                                                                           | 7                                    |
| 1.2. Servicios y organizaciones de servicios.....                                                                                            | 9                                    |
| 1.3. Sistemas informáticos en la gestión.....                                                                                                | 10                                   |
| 1.4. Calidad de servicios telemáticos.....                                                                                                   | 11                                   |
| 1.4.1. Redes Convergentes .....                                                                                                              | 14                                   |
| 1.4.2. Estructura básica de QoS .....                                                                                                        | 16                                   |
| 1.4.3. Parámetros de QoS .....                                                                                                               | 16                                   |
| 1.5. Metodologías para la mejora de procesos .....                                                                                           | 18                                   |
| 1.5.1. Metodología de Reingeniería de Procesos de Negocio .....                                                                              | 18                                   |
| 1.5.2. Valoración crítica a la metodología de BPR.....                                                                                       | 18                                   |
| 1.5.3. Seis Sigma como metodología de mejora de procesos .....                                                                               | 19                                   |
| 1.5.4. Valoración crítica de la metodología seis sigma .....                                                                                 | 22                                   |
| Conclusiones parciales del capítulo.....                                                                                                     | 23                                   |
| <b>CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE CALIDAD DE SERVICIOS Telemáticos.....</b>                                                    | <b>24</b>                            |
| 2.1. Caracterización de la UEB EICMA Cienfuegos.....                                                                                         | 24                                   |
| 2.2. Procedimiento para la mejora de la calidad de los servicios de telemática. ....                                                         | 29                                   |
| 2.3. Descripción de las herramientas propuestas en el procedimiento.....                                                                     | 38                                   |
| Conclusiones parciales del capítulo.....                                                                                                     | 48                                   |
| <b>CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE CALIDAD DE los SERVICIOS telemáticos EN LA UEB EICMA Cienfuegos.....</b> | <b>49</b>                            |
| 3.1. Aplicación del procedimiento para la mejora de calidad del servicio de telemática. ....                                                 | 49                                   |
| Conclusiones parciales del capítulo.....                                                                                                     | 73                                   |
| <b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>                                                                                                          | <b>74</b>                            |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                                                                                                                  | <b>75</b>                            |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                                                                                                     | <b>76</b>                            |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                                                                                          | <b>0</b>                             |

## INTRODUCCIÓN

Las empresas como vitales fuentes de desarrollo, implantación y gestión de procesos se enfrentan constantemente a la necesidad de alcanzar una mejora continua de la actividad que desarrollan. En el marco socioeconómico mundial, deben afrontar numerosos retos, la creciente competitividad, los fenómenos de integración y globalización que caracterizan el contexto actual, exigen que las empresas den respuestas cada vez más eficaces, procesos bien planificados y estrategias que les permitan sobrevivir y crecer en un mundo en continuo cambio.

Desde los inicios del siglo XXI la calidad ha dejado de ser una prioridad para convertirse en un requisito imprescindible para competir en disímiles escenarios, es decir, su existencia no garantiza el éxito, sino que supone una condición previa para competir en el mercado (Cantú J. H., 2011), para ello la digitalización de datos, productos, servicios y procesos, su transportación a través de diferentes medios, a grandes distancias y en pequeños intervalos de tiempo, define a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) como la forma confiable y con relación costo-beneficio nunca antes alcanzadas por el hombre (Hevia, 2003).

Las TIC se encuentran hoy en día incorporadas en todos los aspectos de la vida cotidiana; entre otras situaciones, los precios cada vez más accesibles de los dispositivos de conexión a Internet han permitido su uso masivo y han pasado a ser un accesorio imprescindible en la vida de las personas y las organizaciones (Lescay Arias y otros, 2019).

El desarrollo de este campo, permite nuevas realidades comunicativas y potencia las que existían de forma aislada. Este progreso favorece la creación de nuevas empresas de gestión de servicios de telecomunicaciones como entidades prestadoras de servicios. Los centros de datos, el avance en los tipos de redes y los sistemas computacionales, junto al internet logran generar un extenso nivel de satisfacción para el progreso en todos los sectores de la sociedad.

Estas instituciones prestadoras de servicios informáticos encargadas de satisfacer las necesidades crecientes de nuevos clientes, enfocan sus modelos de procesos de negocio en la obtención de una alta calidad. Dichas organizaciones, apoyadas en modelos de procesos que son clave para facilitar la comunicación en las organizaciones y en el diseño de sistemas de información (Ahmet Dikici, 2018), se envuelven en procesos cada vez más complejos. Estos temas han sido de interés para varios investigadores en la comunidad científica, autores como (Viracucha Piloza, 2019), (Barrera Prado, 2019), (Rodríguez, 2015), (L. Hallowell & A. Gack, 2016), centran sus estudios en entidades pertenecientes al sector de los servicios informáticos, enfocados en brindar la máxima atención al cliente final y elevar su nivel de satisfacción. Todos hacen especial énfasis en seis sigma. Este modelo ha sido aplicado ampliamente en diferentes

contextos e industrias debido a su versatilidad y sencillez metodológica (Hung, 2016), como un sistema completo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios, aportando beneficios que incluyen: reducción de costos, mejora de la productividad, aumento de la cuota del mercado, fidelización de los clientes, reducción de tiempo de ciclo, reducción de defectos, cambio de cultura, desarrollo de productos y servicios, entre otras.

Cuba con el desarrollo de las TIC traza líneas de inversiones hacia sus principales sectores económicos, encaminado a la explotación eficaz de los flujos de datos. Estos datos generados, procesados y almacenados de manera ineficaz identifican un riesgo que puede afectar la competencia frente a otras empresas de la misma línea de negocios que hacen uso de metodologías para la toma de decisiones (Delgado Guerrero, 2018). Dentro de estos sectores se presenta el Ministerio de la Agricultura (MINAG), sector con un gran peso estratégico en la economía y en el progreso del país, para ello se crea en diciembre del 2008 la Empresa de Informática y Comunicaciones del Ministerio de la Agricultura en lo adelante (EICMA), como el único proveedor de sistemas y servicios de comunicaciones, informática, ofimática y automática.

Esta empresa encargada de realizar la implementación de infraestructura tecnológica, sistemas de información y comunicaciones, automatización de procesos; como soporte a la gestión y dirección empresarial y al proceso de toma de decisión efectiva y oportuna, crea una Red Privada de Datos o Virtual Private Network por sus siglas en inglés (VPN) que garantiza el despliegue de los sistemas informáticos de manera mucho más eficiente que las redes existentes en el momento.

Ante la creación de la nueva red y la gama de servicios que se prestaban, se despliega un auge sostenido en la incorporación de nuevos clientes y en la misma medida provoca un aumento del tráfico de red. Para ello, la EICMA a nivel empresarial distribuye en todo el país 17 Unidades Empresariales de Base (UEB) que garantizan toda la gestión de los servicios a nivel provincial, de ellas esta investigación se centra en la UEB Cienfuegos. Dicha UEB cuenta con un total de 46 clientes de manera general, los que presentan 94 conexiones establecidas con los servidores. Estos clientes garantizan un nivel de ingresos actualmente sobre los 928 766,95 pesos como promedio mensual representando el 70% del plan total de la entidad, de ellos 875 752.50 pesos representan el 94.29%, pertenecen al servicio de paquete de enlace, donde se incluye acceso a la VPN, acceso nacional, acceso a internet, nombre de dominio y asistencia técnica.

Hoy del total de clientes, 17 de ellos, representan un total de 36 conexiones, no cuentan con servicios propios, brindándoseles el total de sus necesidades computacionales. Estos consumidores presentan quejas, producto de la calidad de la infraestructura, las altas latencias en las peticiones de navegación, la disponibilidad del servicio y el monitoreo de la actividad de

los sistemas informáticos, **situación problemática** que trajo consigo, se realizara un análisis de nuevas mejoras que de manera sostenida garanticen un servicio estable en correspondencia con los requerimientos que solicitaban los clientes finales.

**Problema científico:** ¿Cómo mejorar la calidad del servicio de telemática en la UEB EICMA Cienfuegos que garantice los requerimientos de los clientes finales?

El **objetivo general** de la investigación es:

Aplicar la metodología seis sigma para la mejora de la calidad del proceso de servicio de telemática perteneciente a la UEB EICMA Cienfuegos.

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario llevar a cabo los siguientes **objetivos específicos**:

1. Verificar el cumplimiento de las principales características de calidad del servicio de telemática de la UEB EICMA Cienfuegos.
2. Evaluar la calidad percibida de los servicios de telemática de la UEB EICMA Cienfuegos.
3. Proponer e implementar acciones de mejora a partir de las deficiencias identificadas en el proceso de servicio objeto de estudio.

Para dar solución a este problema científico se plantea la siguiente **hipótesis de investigación**:

La implementación de un procedimiento basado en la metodología seis sigma para la mejora del proceso de servicio de telemática de la UEB EICMA, contribuirá a elevar la calidad en la red de datos, garantizar los requerimientos y permitirá mayor satisfacción del cliente final.

En el **capítulo I** se desarrolla el marco teórico referencial que aborda términos y definiciones necesarios para el desarrollo de la presente investigación, contiene aspectos relacionados con la gestión de la calidad en empresas de servicios, se exponen y comentan varios de los métodos y herramientas que se utilizan en las organizaciones para la mejora de procesos haciendo énfasis en la metodología seis sigma.

En el **capítulo II** se realiza una caracterización de la UEB EICMA Cienfuegos, así como se diseña un procedimiento sustentado en la metodología de mejora de procesos seis sigma ajustado a las características de los servicios telemáticos y la organización.

En **capítulo III** se presentan los resultados relacionados con la aplicación del procedimiento para la mejora de los servicios telemáticos, sobre la base de la metodología Seis Sigma.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se desarrolla el marco teórico referencial de la investigación. El mismo comprende aspectos relacionados con la calidad, así como los enfoques y principios que se manejan para lograr resultados con calidad. Se abordan los sistemas de gestión de calidad y de forma especial los relacionados con procesos de servicios telemáticos, además se tratan algunas metodologías utilizadas para la mejora de procesos. A continuación, se muestra el hilo conductor del capítulo.

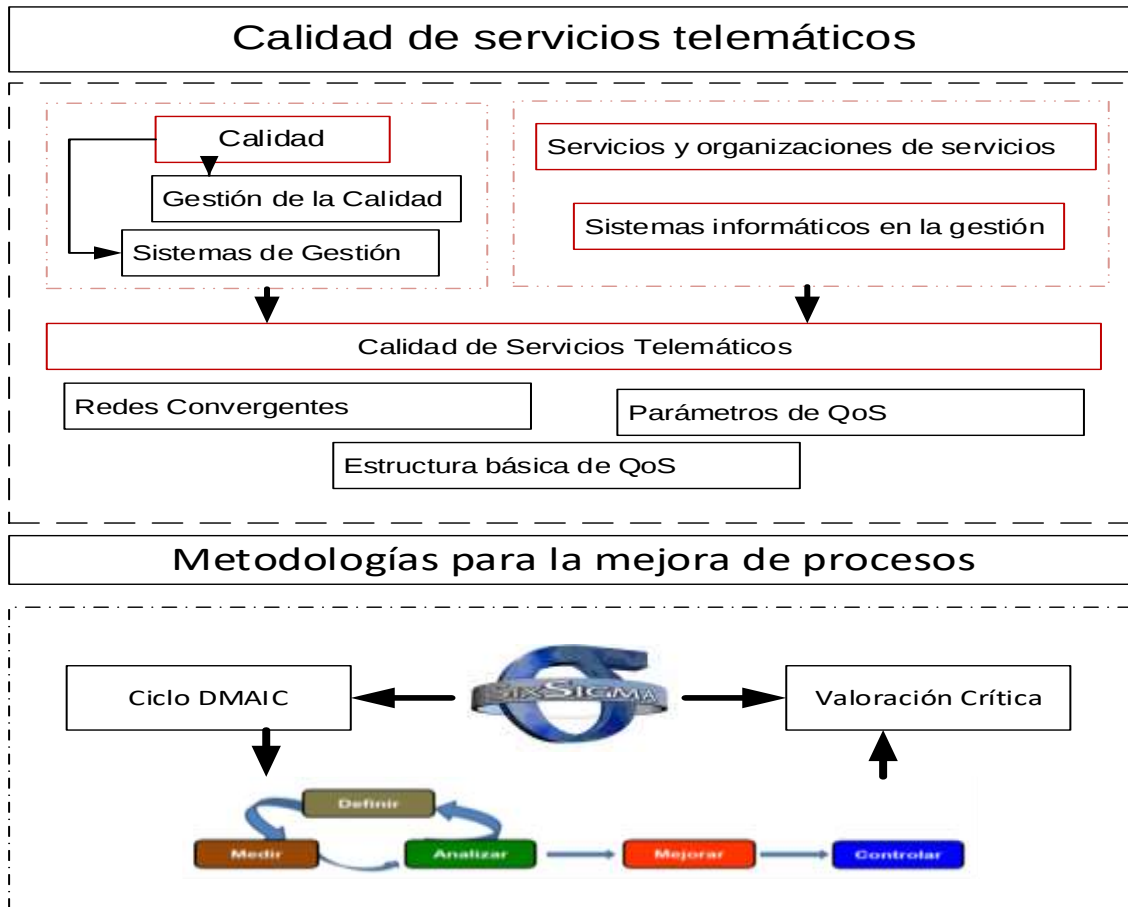


Figura 1.1: Hilo conductor. Fuente: Elaboración propia.

## 1.1. Calidad

El término “calidad” ha experimentado varios cambios en el transcurso del tiempo, contando con la incidencia de grandes autores o personalidades en el ámbito de la calidad que incorporan importantes aportes, variando su enfoque y nuevas definiciones. Inicialmente el enfoque era hacia la calidad del producto, después hacia los clientes y posteriormente hacia todos los grupos de interés de la organización hasta llegar a lo que hoy conocemos por “Calidad Total” o “Excelencia”. “La estrategia de gestión cuyo objetivo es que la organización satisfaga de una manera equilibrada las necesidades y expectativas de todos los grupos de interés, es decir, en general, los clientes, empleados, accionistas y la sociedad en general”. (Fernández J. , 2002).

El Dr. Kaoru Ishikawa, plantea la especificación de la calidad en diversos tipos, “calidad es calidad de trabajo, calidad del servicio, calidad de información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos, etc. (Ishikawa, 1985).

(Juran, 2010) define la calidad como: “Que un producto sea adecuado para su uso. Así la calidad consiste en la ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente”.

Según criterios de Gutiérrez and de la Vara (Gutiérrez H. &. -L.-V., 2009) “Es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el que un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos”.

Los autores anteriormente citados tienen una influencia directa en la evolución del concepto de calidad, pero aun, cuando existen divergencias en sus análisis, todos definen de una forma u otra, que la calidad tiene que estar dirigida a satisfacer las necesidades del cliente, criterio que se maneja en las normas ISO 9000 de los sistemas de gestión de calidad.

La Norma ISO 9000 del año 2015, la define como: “Calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”.

El concepto que se adopta por considerarse más completo, es el que ofrece la Norma ISO 9000: 2015, la que expone que “una organización orientada a la calidad promueve una cultura que da como resultado comportamientos, actitudes, actividades y procesos para proporcionar valor mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras. La calidad de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes. La calidad de los productos y servicios incluye no solo su función y desempeño previstos, sino también su valor percibido y beneficio para el cliente”.

Por ello, es necesario resaltar la importancia del ser humano en el sentido de operar con personal capacitado, que cuente con una cultura de trabajo, calidad, productividad y de servicio, que le

permita a la organización evolucionar a medida que aprende y las circunstancias cambian, enfrentando las metas y objetivos de trabajo con la mejor eficiencia y eficacia posible (Cantú J. H., 2011). Junto a la calidad en si se integran sistemas que permiten una mejor gestión en cuanto al control de los procesos y sus interacciones con otros subsistemas, denominados como sistemas de gestión, a continuación, hacemos referencias sobre este tipo de sistemas.

### **1.1.1. Sistemas de Gestión**

La gestión como disciplina surge a raíz del propio desarrollo de la sociedad y las transformaciones que han ido ocurriendo en el sector empresarial, debido al incremento de la competencia y los constantes cambios en el entorno (Ortiz Pérez, 2014).

(Zamora Molina, 2017) define sistema de gestión como un conjunto de decisiones que se toman a partir de desarrollar un proceso de planificación, organización, dirección y control, en cada uno de los sistemas y subsistemas de la organización con la finalidad de lograr determinados objetivos, metas o propósitos.

De acuerdo con la NC ISO 9001:2015 es un “conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr esos objetivos”.

Un sistema de gestión puede tratar una o varias disciplinas, estas definiciones tienen como rasgo común el planteamiento de los sistemas de gestión como un conjunto, pero al mismo tiempo se realiza una distinción en la idea central de estas, enfocándose cada una en determinados puntos dados por la categorización que ofrece el autor en función de su interés, destacándose la clasificación en elementos, decisiones, etapas, políticas, entre otras, coincidiendo en la necesidad de estos sistemas para el logro de metas, objetivos y propósitos, identificándose el autor con el concepto dado en la NC ISO 9001:2015.

Los sistemas de gestión se basan en el ciclo Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) que constituye una herramienta de gestión que se considera la base de la mejora continua. Se realiza de manera ascendente permitiendo una retroalimentación en las empresas, así como, la toma de medidas preventivas y correctivas para el cumplimiento de las metas (Zamora Molina, 2017).

Existen sistemas que su gestión se torna compleja, pues abarcan gran número de aspectos a gestionar dentro de él, estos tipos de sistemas mayormente se componen por subsistemas; lo que permite dividirlos en partes más manejables y fáciles de gestionar.

Cada empresa presenta particularidades para el logro de sus objetivos, lo que conforma su modelo de gestión; el que debe estar enfocado en hacer eficiente los sistemas, satisfaciendo a la vez las exigencias que le generen las no conformidades (Zamora Molina, 2017).

El 17 de agosto de 2007 entra vigor para Cuba el Decreto No. 281, cuya última modificación se realiza el 17 de diciembre del 2018, aportando un Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de gestión en lo adelante SDG conformado por 18 subsistemas.

En Cuba la Oficina Nacional de Normalización (ONN), institución encargada de adoptar las normas internacionales a Normas Cubanas (NC), para su implementación en el país, presenta en su sitio web oficial el registro de empresas con sistemas de gestión certificados, se constata que los sistemas certificables en Cuba, son: Sistema de Gestión de la Calidad, Sistema de Gestión Ambiental; Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, Sistema de inocuidad de los Alimentaria (SIA), Sistema de Gestión de la Energía, Sistema de Gestión de Calidad de Equipos y el Sistema de Gestión de I+D+i y Sistema de Vigilancia e Inteligencia lo que conforma el Sistema de Gestión Integrada (SGI) (Normalización, 2020).

Los sistemas de gestión están compuestos por normativas que rigen y controlan procesos, estos exigen variedades de cambios para su desarrollo y optimización, lo cual permite un crecimiento en cuanto la calidad, permitiendo el enfoque hacia políticas de gestión de calidad, en el empeño de un crecimiento productivo más favorable, para un mejor entendimiento desarrollamos el siguiente epígrafe sobre la gestión de la calidad.

### **1.1.2. Gestión de la Calidad**

La gestión de la calidad se define como parte de un sistema de gestión relacionada con la calidad (NC ISO 9000:2015) (9001, 2015). Un sistema de gestión de la calidad comprende actividades mediante las que la organización identifica sus objetivos y determina los procesos y recursos requeridos para lograr los resultados deseados. En este se gestionan los procesos que interactúan y los recursos que se requieren para proporcionar valor y lograr los resultados para las partes interesadas pertinentes. Posibilita además a la alta dirección optimizar el uso de los recursos considerando las consecuencias de sus decisiones a largo y corto plazo (NC ISO 9000:2015) (9001, 2015).

La adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible (NC ISO 9001:2015) (9001, 2015).

ISO 9000 es un conjunto de estándares internacionales para sistemas de calidad, diseñado para la gestión y aseguramiento de la calidad, especifica los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto. ISO 9001 se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente y pueden utilizarse para su aplicación a nivel interno por las organizaciones o para la certificación.

ISO 9004 se centra especialmente en la mejora continua del desempeño y de la eficacia global de la organización. Se recomienda como una guía para organizaciones que persiguen la mejora continua del desempeño, sin afán certificador (Romero Valdés, 2013).

Las normas ISO se revisan cada cinco años para establecer si se requiere una revisión para mantenerla actualizada y relevante para el mercado. ISO 9001, norma de gestión de calidad líder en el mundo, concluyó su proceso de revisión en el mes de septiembre de 2015. La norma ISO 9001:2015 responde a las últimas tendencias y es compatible con otros sistemas de gestión, tales como ISO 14001. Esta presenta una nueva estructura de nivel superior, para que sea más fácil de utilizar en conjunto con otras normas de sistemas de gestión, con una mayor importancia que se da al riesgo.

Esta norma propone un sistema de gestión de la calidad bien definido, basado en un marco de referencia que integra conceptos, principios, procesos y recursos fundamentales establecidos relativos a la calidad, para ayudar a las organizaciones a hacer realidad sus objetivos. Su objetivo es incrementar la consciencia de la organización sobre sus tareas y su compromiso para satisfacer las necesidades y las expectativas de sus clientes y sus partes interesadas y lograr la satisfacción con sus productos y servicios (NC ISO 9001:2015) (9001, 2015).

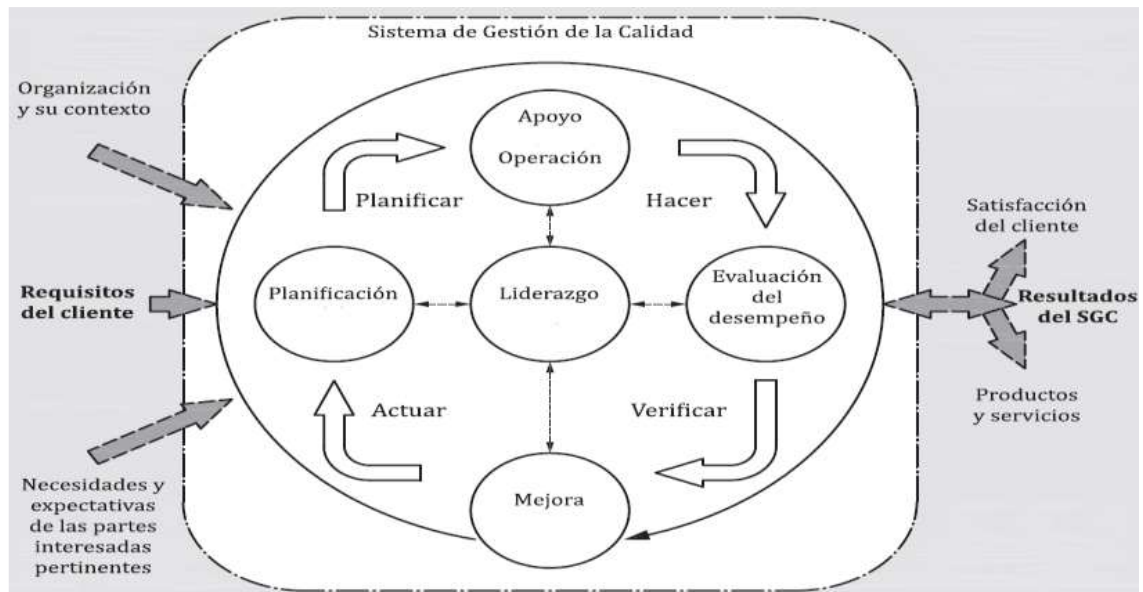
Los beneficios potenciales para una organización de implementar un sistema de gestión de la calidad basado en la norma NC ISO 9001:2015 son:

- Capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.
- Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente.
- Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.
- La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

Según la NC ISO 9001:2015 las organizaciones deben establecer, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de la calidad, incluidos los procesos necesarios y sus interrelaciones.

El ciclo PHVA puede aplicarse a todos los procesos y al sistema de gestión de la calidad como un todo. La siguiente figura 1.2 ilustra cómo los diferentes elementos del sistema analizado pueden agruparse en relación con el ciclo PHVA.

Los sistemas de gestión de calidad se aplican tanto a empresas de producción como a empresas encargadas de brindar servicios. A continuación se realiza un análisis de las características de esos sistemas en este tipo de empresas.



**Figura 1.2: Representación de la estructura de la NC ISO 9001:2015 con el ciclo PHVA.**

**Fuente: NC ISO 9001:2015.**

## 1.2. Servicios y organizaciones de servicios

El término servicio proviene del latín *servitium* y define a la acción y efecto de servir. También permite referirse a la prestación humana que satisface alguna necesidad social y que no consiste en la producción de bienes materiales. De esta forma, el servicio puede definirse como un bien inmaterial (Machado García Y. , 2012).

La Norma Internacional ISO 9000:2015 establece que el servicio es la salida de una organización con al menos una actividad, necesariamente llevada a cabo entre la organización y el cliente, siendo los elementos dominantes por lo general de tipo intangibles.

Son muchos los autores que se refieren al término servicio de diferentes maneras, todos coinciden en que un servicio es un conjunto de actividades mediante las que se logran satisfacer las necesidades y deseos del cliente, una interacción social en la que intervienen dos partes, cliente y productor del servicio, que causa una impresión positiva o negativa en estos, es esencialmente intangible, aunque puede estar presente algún componente tangible. Todo concepto de servicio ha de girar en torno a la satisfacción del cliente (AMA., 1960); (Cantú H. , Desarrollo de una cultura de calidad. (Segunda Edición.), 2001); (Gómez, 2001); ISO 9000: 2015; (Álvarez, 2015).

La definición más universal plantea que “un servicio es cualquier actuación que una parte puede ofrecer a otra, esencialmente intangible, sin transmisión de propiedad y su prestación puede ir o no ligada a productos físicos” (Parrado Hernández, 2016).

En los conceptos de servicios analizados se destaca la intangibilidad como una de las características que le hacen diferente de los productos tangibles que pueden ofrecerse en las organizaciones. Además, otra de las diferencias más relevantes es que en las organizaciones de servicio el cliente está presente durante el proceso de creación del valor. El éxito en los servicios radica fundamentalmente en la calidad de la interacción entre seres humano.

El campo de las empresas de servicios es amplio, este abarca actividades tales como: bancos, hostelería, ingeniería, comercio y su distribución, servicios públicos, transporte, sanidad y enseñanza. La comunicación y la estandarización han conseguido que los productos equivalentes sean iguales o similares, por lo que el campo de batalla de la competencia se centra muchas veces en el servicio. El servicio representa así un arma estratégica formidable, mediante la que una empresa puede conseguir una ventaja diferencial en el mercado (Hernández A. , 2000).

Actualmente diversas organizaciones se centran en producciones de productos orientados a determinados comercios, mientras otras se enfocan en la mercantilización de servicios, dentro de los que se destacan los servicios informáticos, ya que se encuentran en casi todos los procesos, gracias a la generalización de los sistemas informáticos. Estos servicios están soportados por Empresas Proveedoras de Servicios Informáticos (ISP) o Departamentos de Tecnologías de la Información (TI), que se encarga de proporcionar infraestructura, implementar y administrar hardware, software, redes y gestionar bases de datos.

Este tipo de organizaciones al igual que las empresas de productos o bienes, las empresas de servicios responden a las necesidades y demandas de los consumidores; sin embargo, también son parte indispensable en el desarrollo de productos y mercancías, ya que tiene la opción de funcionar como un insumo intermedio y forma parte indispensable para garantizar la calidad de dichos servicios, en el siguiente enunciado veremos como mediante sistemas informatizados se realizan la automatización de procesos donde se garantiza la gestión de manera más eficiente de estos procesos

### **1.3. Sistemas informáticos en la gestión**

Resulta imposible concebir una empresa exitosa sin el apoyo de tecnologías de la información y comunicación (TIC) para administrar sus procesos de negocio. Por ello, proveedores mundiales de software Empresarial de Planeación de Recursos (ERP) se han asociado con firmas de consultoría para ofrecer distintas soluciones de negocios a sus clientes. A partir del año 2007

estos proveedores de ERP, antes enfocados únicamente a la administración de procesos de negocios BPM [Business Process Management], comienzan a utilizar mapas de creación de valor, a fin de que las necesidades del negocio sean las que determinen la solución a implementar. Inclusive, han incorporado una nueva solución conocida como Business Intelligence, la que se enfoca en la medición y toma de decisiones con base en indicadores de creación de valor para el negocio. (Saavedra García, 2013)

Es importante destacar que el fin último de un sistema para la gestión del conocimiento no es sólo el almacenamiento de la información (Alarcón y otros, 2020), sino que deben cumplir con las necesidades sociales, económicas, académicas y otras de los usuarios que la utilicen. Así pues, los sistemas informáticos involucrados en el proceso de la gestión del conocimiento, deben cumplir en mayor o menor medida con dos características técnicas:

- Facilitar el trabajo colaborativo de los usuarios involucrados en el proceso de la gestión del conocimiento.
- Establecer una estructura robusta para la administración de la información que integra el conocimiento a gestionar. (Cobos, 2002)

Los sistemas informáticos para la gestión de la información (SGI) tienen entre sus principales virtudes el procesamiento inmediato y en tiempo real de los datos ingresados, reduciendo al máximo el tiempo y entregando resultados altamente confiables y casi sin restricción de ubicación, pues gracias al internet se tiene acceso a ella en todo momento y lugar. Sobre la importancia del uso de las TIC's, los autores del estudio "El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales", citan a (Saavedra García, 2013), quienes señalan que: *"las vías por las cuales las TIC ayudan a mejorar el desempeño en las empresas son cuatro: automatización, accesibilidad a la información, costos de transacción y procesos de aprendizaje"*.

Este grupo de herramientas de software encargadas del monitoreo de variables, procesos, flujos, etc., ideales para tomas de decisiones y el análisis de los procesos que gestionan en aras de una mejor la aplicación de la calidad, seguidamente analizaremos la calidad en dichos servicios.

#### **1.4. Calidad de servicios telemáticos**

Tradicionalmente se ha considerado que la filosofía y las técnicas de calidad eran aplicables solamente a las empresas industriales. Ello es debido a una cierta deformación profesional que tiene su origen en que la calidad, desde el punto de vista científico, se empieza a desarrollar como control estadístico del proceso en industrias de producción en serie. Pero desde siempre han

existido empresas de servicios que se han diferenciado de la competencia por una mejor política de servicio y ello los ha llevado a conseguir una posición de liderazgo en el mercado.

Actualmente para una mejor comprensión de las implicaciones de la calidad de servicio, es necesario tener una noción clara de lo que significa “calidad total” y esta refiere a una filosofía o cultura o estándar que se desea establecer en la empresa (Sangüesa, 2019). Mientras que, la calidad del servicio se considera parte de la ventaja competitiva de una organización y una herramienta eficaz que permite gestionar la fidelización del cliente (Arellano, 2017). En ese sentido, atribuir un sistema de calidad eficiente en términos empresariales constituye un medio que permite controlar una relación estable con los consumidores.

Según (García J. D., 2017), los clientes se han vuelto tan conscientes de los que les debe brindar un servicio, por ello sus expectativas sobre el servicio se han elevado, a tal punto que ya no agradecen un servicio superficial. Esto al menos indica cuan generalizados se han vuelto los programas de servicio al cliente; sin embargo, además de estas expectativas cada vez mayores, parece haber un escepticismo creciente en cuanto a uno de ellos, los clientes son los verdaderos beneficiarios. En virtud de ello, las nuevas tendencias, sugieren lo que los clientes quieren ahora es profundidad (sustancia) en el servicio.

La calidad del servicio es importante para cada red y para cada servicio en el mundo de las telecomunicaciones o tecnologías de la información y comunicación (TIC). La importancia y la necesidad del servicio de telecomunicaciones imponen requisitos en su entrega (Janevski, 2019), los que varían según la empresa proveedora de estos servicios. En otras palabras, la calidad del servicio facilita la creación de relaciones rentables con los clientes y, a largo plazo, incrementa las referencias positivas y disminuye la sensibilidad a los precios. Esto, a su vez, impacta positivamente en la motivación de los colaboradores (Fernández P. &, 2019), garantizando así el incremento de la fidelidad de los clientes.

Por otro lado, es necesario establecer la diferenciación existente entre calidad y excelencia. La calidad hace referencia a brindar al cliente lo que se promete, mientras que la excelencia se trata de sorprender al cliente brindando más de lo que se promete (Escudero, 2017). Este último intenta dar constantemente pasos en aras de una calidad superior y en constante desarrollo, fundamentalmente en el ágil y cambiante mundo del entorno digital.

En el mundo de las telecomunicaciones, la calidad de servicio, suele venir dirigida a un conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para dar un tratamiento preferente a unas clases de tráficos frente a otras. Puede ser implementada en diferentes situaciones, para gestionar la congestión o para evitarla. Permite controlar algunas características significativas de la transmisión de paquetes. Estas características pueden especificarse en términos cuantitativos o

estadísticos tales como: caudal, latencia, jitter y pérdida de paquetes en la red; asegurando un grado de fiabilidad preestablecido que cumpla los requisitos de tráfico, en función del perfil y caudal para un determinado flujo de datos.

Otros autores también (García C. G., 2006) refieren al QoS como la capacidad de una red para proporcionar un servicio mejorado al tráfico de red seleccionado a través de diversas tecnologías subyacentes, entre las que se incluyen redes de retransmisión de tramas, ATM, Ethernet y 802.1, SONET y redes con enrutamiento IP. En particular, las características de QoS proporcionan un servicio de red mejorado y más predecible proporcionando los siguientes servicios:

- Mejora de las características de pérdida
- Evitar y gestionar la congestión de la red
- Configuración del tráfico de red
- Establecimiento de prioridades de tráfico en toda la red

En el sentido más amplio de la calidad de servicio, el término QoS (Quality of Service), se define según la (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2009) como: El efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio. Al contar con QoS, es posible asegurar una correcta entrega de la información necesaria o crítica, para ámbitos empresariales o institucionales, dando preferencia a aplicaciones de desempeño crítico, donde se comparten simultáneamente los recursos de red con otras aplicaciones no críticas.

Implementar QoS en una red convergente de datos hace el rendimiento de la misma más predecible, y la utilización del ancho de banda más eficiente, permitiendo ver la calidad del servicio desde dos puntos de vista: la calidad de funcionamiento de la red y la calidad percibida por el usuario; en esta última gran parte de la satisfacción del usuario tiene relación con el funcionamiento de la RED, es por ello que determinados trabajos de la QoS se orientan a los aspectos técnicos de la red, como los originados por el Comité de Tareas de Ingeniería de Internet (IETF, Internet Engineering Task Force), este define la QoS como: Conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo, por lo que la calidad del funcionamiento de la red se puede ver a partir de parámetros de QoS que están en consonancia con las exigencias de los usuarios.

Todas las redes pueden aprovechar los aspectos de la QoS para lograr una eficiencia óptima, ya sea que se trate de una pequeña empresa, una empresa o un proveedor de servicios de Internet (ISP). Las diferentes categorías de usuarios de redes, como las grandes empresas, los proveedores de servicios de red y los usuarios de redes de pequeñas y medianas empresas,

tienen sus propios requisitos de calidad de servicio; sin embargo, en muchas áreas estos requisitos se solapan (Viracucha Piloza, 2019).

Las redes empresariales, por ejemplo, deben proporcionar soluciones de QoS de extremo a extremo a través de las diversas plataformas que componen la red; proporcionar soluciones para plataformas heterogéneas a menudo requiere que se adopte un enfoque de configuración de QoS diferente para cada tecnología. A medida que las redes empresariales transportan aplicaciones más complejas y de misión crítica, y experimentan un aumento en el tráfico de las aplicaciones Web multimedia, QoS sirve para priorizar este tráfico y asegurar que cada aplicación obtenga el servicio que necesita (Viracucha Piloza, 2019).

Además, la QoS permite que las redes complejas controlen y presten servicio de forma predecible a una variedad de aplicaciones de red y tipos de tráfico. Casi cualquier red puede aprovechar la calidad de servicio para lograr una eficiencia óptima, ya sea una pequeña red corporativa, un proveedor de servicios de Internet o una red empresarial. Esto proporciona algunos beneficios:

- Control sobre los recursos: Se tiene el control sobre qué recursos (ancho de banda, equipos, instalaciones de área amplia, etc.) se están utilizando. Por ejemplo, puede limitar el ancho de banda consumido en un enlace de red troncal mediante transferencias FTP o dar prioridad a un acceso importante a una base de datos (García C. G., 2006).
- Uso más eficiente de los recursos de la red: Utilizando las herramientas de contabilidad y gestión de análisis de red, se sabe para qué se está utilizando su red y que está atendiendo el tráfico más importante para su negocio.
- Servicios a medida: El control y la visibilidad proporcionados por QoS permiten a los proveedores de servicios de Internet ofrecer a sus clientes grados de diferenciación de servicio cuidadosamente adaptados.

#### **1.4.1. Redes Convergentes**

Las redes convergentes o redes de multiservicio hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red. La arquitectura de esta red está constituida básicamente, por el media Gateway, el controlador de media Gateway, el Gateway de señalización y el gatekeeper. Las redes de convergencia han tenido y tendrán aún dificultades técnicas que superar ya que los distintos servicios por ofrecer tienen diferentes características y requerimientos de red, por tanto, es importante el desarrollo de ingeniería de tráfico y mecanismos que garanticen calidades de servicio.

El uso de redes especializadas para la obtención de servicios específicos provoca la existencia de redes independientes, lo que implica un proceso de mantenimiento y administración

independientes, con el correspondiente incremento en costos y la dificultad para dar respuesta oportuna a los requerimientos de servicio de los clientes. Adicionalmente, el tráfico de datos no sólo ya es mayor al tráfico de voz, sino que el primero crece exponencialmente mientras que el segundo lo hace linealmente. Esta situación contrasta con el hecho de que las principales ganancias económicas de las empresas de telecomunicaciones provienen en su gran mayoría del tráfico de voz, generando un interés especial en la integración de voz sobre la infraestructura ya existente, lo que permite mejores servicios a sus clientes y mayores ingresos para las empresas. (Fajardo & Marcela, 2014)

Es en estas condiciones donde las redes de convergencia basadas en IP adquieren su importancia. A diferencia de los modelos de servicios integrados anteriores, las redes de convergencia basadas en IP permiten aprovechar las habilidades de los desarrolladores de aplicaciones de la Internet en la innovación y desarrollo de nuevos productos, reduciendo significativamente el tiempo de introducción al mercado. Más aún, como los fabricantes no pueden construir todas sus soluciones “desde cero”, soluciones basadas en estándares abiertos, de manera que los diferentes equipos y redes puedan interoperar.

Una red de convergencia basada en IP se construye sobre tres elementos claves:

- Tecnologías que permitan ofrecer múltiples servicios sobre una red de datos.
- Una red multipropósito, construida sobre una arquitectura de red funcionalmente distribuida y basada en IP.
- Un sistema abierto de protocolos estándares, maduro e internacionalmente aceptado.

La integración de servicios de voz sobre redes IP (VoIP) como ejemplo de red convergente, pues se trata de una manera eficiente, flexible y económica de construir redes de convergencia de voz y datos. En efecto, VoIP es un término que describe la transmisión de tráfico de voz digitalizada utilizando el protocolo IP. Como IP no fue diseñado para los requerimientos del tráfico de voz (los paquetes pueden sufrir retardos excesivos y, peor aún, variables), VoIP se basa en procesos adicionales, implementados en los *media Gateways*, para manejar problemas relacionados con la calidad de voz tales como supresión de silencios y cancelación de ecos. Por supuesto, se necesitan protocolos adicionales para garantizar una mínima QoS (Quality of Service), tales como MPLS (multiprotocol label switching) y DiffServ (servicios diferenciados).

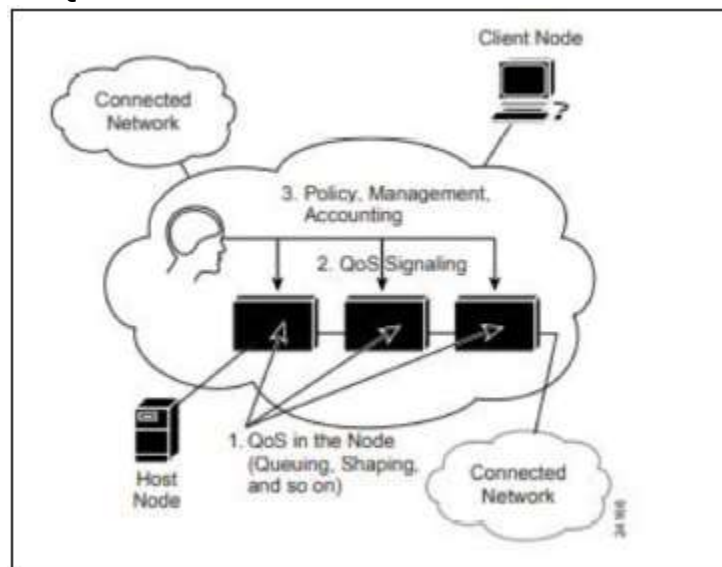
La arquitectura de MPLS es un estándar del IETF que permite llevar a cabo procedimientos avanzados de ingeniería de tráfico y funciones de calidad de servicio, gracias a la separación de las funciones de enrutamiento y conmutación. (Fajardo & Marcela, 2014)

MPLS encapsula paquetes IP en paquetes etiquetados que viajan dentro de la red de conmutación de etiquetas a lo largo de una conexión virtual llamada LSP (label switched path). Los enrutadores que constituyen la red MPLS se denominan LSRs (label switched routers) y los LSRs de ingreso y egreso del dominio MPLS son denominados E-LSR (edge label switched router). Teniendo en cuenta los elementos que constituyen una arquitectura MPLS, veamos brevemente cómo se establecen los circuitos y como se lleva cabo el proceso de enrutamiento y conmutación.

#### 1.4.2. Estructura básica de QoS

La arquitectura básica presenta tres etapas fundamentales para la implementación de la QoS (ver figura 1.3): QoS dentro de un único elemento de red (por ejemplo, herramientas de formación de colas, programación y tráfico) Técnicas de señalización de QoS para coordinar la QoS de extremo a extremo entre elementos de red. Funciones de política, gestión y contabilidad de la calidad de servicio (QoS) para controlar y administrar el tráfico de extremo a extremo a través de una red.

#### 1.4.3. Parámetros de QoS



**Figura 1.3: Arquitectura básica de QoS. Fuente: (García C. G., 2006).**

Una red debe garantizar un nivel de QoS para un determinado tráfico que sigue un conjunto de parámetros los que se explican a continuación (Díaz Laurencio y otros, 2013). Para que un nivel de calidad sea medible se deben manejar mediante determinados factores descritos por (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2000):

- **Red:** Conjunto de nodos y enlaces que proporciona conexiones entre dos o más puntos definidos para facilitar la telecomunicación entre ellos.

- **Disponibilidad:** Medida del grado de acceso a un determinado recurso o conjunto de recursos.
- **Fiabilidad:** Probabilidad de que un producto o sistema actúe como se necesita durante un periodo de tiempo especificado.
- **Latencia:** Tiempo entre el envío de un mensaje por parte del equipo transmisor y la recepción del mensaje por parte del equipo receptor. Se tiene en cuenta además los retardos ocurridos durante el canal o en los dispositivos de interconexión por los que transita. Los factores que influyen en la latencia de una red son los siguientes: Retardo de propagación, velocidad de transmisión y el procesamiento en el equipamiento de interconexión. Esta puede variar dependiendo del volumen de otros datos en el sistema y de otras características de la carga del sistema.
- **Pérdida de paquetes:** El porcentaje de paquetes que no llegan a su destino mide la pérdida de paquetes de la red. Esta pérdida puede producirse por errores en alguno de los equipos que permiten la conectividad de la red o por sobrepasar la capacidad de algún buffer de algún equipo o aplicación en momentos de congestión. Normalmente en aplicaciones que no funcionan en tiempo real pueden aprovecharse de la retransmisión de los paquetes, pero, por ejemplo, la telefonía IP funciona en tiempo real y sus paquetes no pueden ser retransmitidos. Según (Fajardo & Marcela, 2014), las pérdidas son un fenómeno común en todas las redes conmutadas por paquetes como las redes IP. En particular, no se establecen circuitos físicos entre extremos y los paquetes provenientes de diferentes fuentes se almacenan en colas en espera de ser transmitidos por el enlace de salida de cada enrutador. Un paquete que llega se pierde en la red si no encuentra espacio en la cola. Mientras más personas accedan la red, los enrutadores más se congestionan y se produce la pérdida de paquetes.
- **Ancho de banda:** Una medida de la capacidad de transmisión de datos, expresada generalmente en Kilobits por segundo (kbps) o en Megabits por segundo (Mbps). Indica la capacidad máxima teórica de una conexión, pero esta capacidad teórica se ve disminuida por factores negativos tales como el retardo de transmisión, que pueden causar un deterioro en la calidad. Aumentar el ancho de banda significa poder transmitir más datos, pero también implica un incremento económico y en ocasiones resulta imposible su ampliación sin cambiar de tecnología de red.

Estos parámetros no son los únicos mencionados en la bibliografía al tratar los términos de QoS, pero si son determinantes para analizar el comportamiento de la calidad en Redes de Área Local

(LAN), en estas redes se debe tener en cuenta la utilidad de los dispositivos de interconexión según las capas del modelo OSI y su relación con la QoS. Para la realización de estas mejoras se aplican estructuras metodológicas que garanticen una mejora continua, a continuación, hacemos mención a métodos para la realización de estas metodologías.

### **1.5. Metodologías para la mejora de procesos**

A partir de los criterios expuestos por (Brown, 2013) quien explica la dirección futura de la calidad y explora mediante la identificación de una serie de cuestiones que afectan a la misma en las organizaciones, se destacan un grupo de metodologías de mejoramiento de procesos y de la calidad, realizando una valoración de cada una de ellas a partir de fortalezas y debilidades.

Según (McCarty, 2004) y (Brown, 2013) dentro de las metodologías de mejoramiento de procesos sobresalen las siguientes:

- Reingeniería de Procesos de Negocio.
- Seis Sigma.

#### **1.5.1. Metodología de Reingeniería de Procesos de Negocio**

La aparición de la metodología de reingeniería de procesos de negocio (BPR) se remonta a principios de los años noventa. La misma está basada en una escuela diferente de pensamiento a la mejora del proceso continuo. La reingeniería asume que el proceso actual no es pertinente, no funciona, por lo que debe empezarse a diseñar un nuevo proceso.

(Roberts, 1994) presenta un procedimiento concentrado en un conjunto de pasos relacionados con BPR exponiendo de esta manera la forma en que las compañías deben ejecutar la Reingeniería del Proceso como una pauta por lograr el éxito. El procedimiento tiene nueve pasos fundamentales, los que son: identificación de la oportunidad, análisis de la capacidad actual del proceso, diseño del proceso, riesgo y valoración del impacto, plan de transición, prueba piloto, modificaciones de la infraestructura, aplicación, transición y evaluación del desempeño del proceso. Después de la realización de todos los pasos, el autor mencionado enfatiza en la necesidad de la mejora continua.

#### **1.5.2. Valoración crítica a la metodología de BPR**

(Aubyn Salkey, 2008) resume un grupo de críticas, las que se exponen a continuación:

- BPR asume que el factor que limita el desempeño de la organización es la ineficacia de sus procesos.

- BPR no proporciona una manera eficaz de enfocar los esfuerzos de mejora en las restricciones de la organización.
- Las recomendaciones de forma general se basan en la reestructuración radical, reduciendo el número de departamentos, sobre todo los que están relacionados con el trato de clientes, y reduciendo los números de empleados (Needle, 2004).
- Se ha criticado por no sólo enfocar la calidad como un costo, sus críticas más frecuentes se basan en que se utiliza como medio para reducir la mano de obra y como una novedad de paso (Needle, 2004).

### 1.5.3. Seis Sigma como metodología de mejora de procesos

Seis sigma es una herramienta de la gestión de calidad desarrollada en el contexto industrial, donde han demostrado su utilidad durante décadas (Abbas Shirazi, 2012). Es un programa de mejora de la calidad que tiene como objetivo reducir la variabilidad del proceso a través de la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad. El programa seis sigma atrae la atención de ganancias financieras obtenidas por algunas empresas con el desarrollo de proyectos de seis sigma [ (Sanders, 2001); (Hoerl, 2001); (Schroeder, 2007); (Arthur, 2014); (Duarte, 2013), coincidiendo con estos criterios autores tales como (Gutiérrez Pulido, 2010); (Gremyr, 2012); (Galvania, 2013). Esta metodología permite controlar el sistema mediante variables de control y se utilizarlas como un medio de gestión de la calidad destinada al cero error (ISO 13053: 2011; (Ingelsson, 2014)).

Cada etapa requiere la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad ( (13053, 2011)). Tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos ( (Gutiérrez Pulido, 2010)).

Es una metodología sistemática para la mejora continua de la calidad del proceso y para el logro de la excelencia operativa (Antony, 2011), así como de la mejora de procesos, que permite a las organizaciones aumentar sus ganancias a través de la eficiencia de los procesos mediante la mejora la calidad y la eliminación de fallos y errores. Estudios realizados en las empresas manufactureras instaladas en Brasil, Tailandia y los Estados Unidos demuestran lo planteado anteriormente (Andrietta, 2007); (Lertwattanapongchai, 2014)

Autores como (Huang, 2010) y (Goodman, 2012) plantean que la misma es aplicable a cualquier área de trabajo, utilizada de manera continua puede convertirse en una forma de trabajo y una filosofía para cualquier organización. Seis sigma ha sido empleada por grandes empresas para mejorar el rendimiento de sus procesos. Sin embargo, el interés y la aplicación de esta metodología en las empresas pequeñas y medianas es algo emergente (Gonçalves Amitrano,

2015). Esta metodología se contextualiza como nuevos conocimientos para ser absorbido por empresas medianas y pequeñas (McAdam, 2014).

La meta de seis sigmas, que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad seis sigmas, es decir, procesos que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades (García Guerra, 2014).

El proceso "seis sigmas" es un método sistemático que utiliza datos, rigurosamente medidos y analizados, para identificar las fuentes de error (causas raíces de un problema) y las formas de eliminarlas, generando mayor satisfacción del cliente y ahorros económicos sustanciales. Tiene seis niveles, donde 1 sigma es cometer muchos errores y 6 sigma muy pocos. Si se quiere saber en qué nivel sigma se encuentra una organización la lista siguiente puede ayudar (García Guerra, 2014)

- sigma = 690.000 errores por millón de unidades.
- 2 sigma = 308.538 errores por millón de unidades.
- 3 sigma = 66.807 errores por millón de unidades.
- 4 sigma = 6.210 errores por millón de unidades.
- 5 sigma = 233 errores por millón de unidades.
- 6 sigma = 3,4 errores por millón de unidades.

Esta metodología se basa en el ciclo iterativo definir, medir, analizar, mejorar, controlar (DMAIC) empleada para optimizar los procesos existentes (Gutiérrez Pulido, 2010); (13053, 2011). El objetivo de DMAIC es elevar la calidad (John, 2008), la imagen a continuación muestra la secuencia.



**Figura 1.4: Secuencia seis sigma DMAIC. Fuente: ISO 13053:2011.**

A continuación, se explican cada una de estas etapas, a partir de lo expuesto por (García Guerra, 2014):

- **DEFINIR:** Consiste en realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa identificando cuáles son los elementos seleccionados para aplicar la metodología. Ello puede partir de sus objetivos estratégicos, desempeño de los procesos y los aspectos

deficientes de servicio al cliente que dan respuesta a los requisitos del producto y/o servicio.

- **MEDIR:** Se deben determinar cuáles son las características críticas que influyen sobre las variables resultantes del proceso y medirlas. Se debe preparar un plan de recolección de datos, para lo cual es importante asegurarse de la confiabilidad de los dispositivos de medición que pueden ser instrumentos de medición o cuestionarios de evaluación para el servicio.
- **ANALIZAR:** Consiste en analizar los datos obtenidos de la etapa de medición identificando las fuentes de variabilidad. En la misma se deducen las relaciones existentes entre las variables de entrada y salida del proceso. Esta etapa es la de mayor contenido técnico ya que se comprueba las teorías o hipótesis sobre el funcionamiento del proceso, donde es necesario acudir a herramientas estadísticas avanzadas (Harry, Mikel, Schroeder y Richard, 2000). Como salidas de esta etapa se tiene el análisis de la influencia de estas variables, capacidad de procesos, identificación de las fuentes de variabilidad y preparación de la etapa de mejora a partir de las causas raíces.
- **MEJORAR:** Comienza una vez que se han identificado las citadas causas vitales. Se desarrolla un plan de implantación de mejoras que aporte soluciones sólidas para eliminar los defectos en los que incurre el proceso y se realiza un análisis costo - beneficio de las soluciones, de forma que puedan ser una ayuda a la toma de decisiones de la Dirección de la Empresa. Generalmente, antes de ser implantadas las mejoras, es recomendable hacer una prueba piloto de las mismas para determinar su alcance.
- **CONTROLAR:** Se comprueba la validez de las soluciones propuestas y probadas en escala piloto. Se deben establecer controles, no sólo sobre las salidas del proceso sino también sobre las causas vitales que inciden en su consecución. En ocasiones los procesos, pasado un tiempo pierden regularidad en su comportamiento, por lo que, para evitarlo, la metodología seis sigma impone controles que monitorizan permanentemente los procesos con el fin de mantener las ganancias conseguidas.

Según estudios realizados por Galvania y Carpinettib (2013) definen once factores críticos para la implementación efectiva de un programa seis sigma, estando entre ellos: el cambio cultural; capacitación; capacidad para la gestión de proyectos, entre otros, coincidiendo con estos Martínez Hernández (2014) y Marín Rodríguez (2015) y el autor que desarrolla la actual investigación.

Antony (2006) añade que seis sigma se ha implementado con éxito en muchas empresas de fabricación, sin embargo, su aplicación en el sector de los servicios sigue siendo limitada. Él lo atribuye al hecho de que muchas empresas todavía tienen la impresión que seis sigma es sólo para industrias de fabricación.

Para (Gibbons, 2012) el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y la mejora DMAIC pueden ser estructurados para que se complementan entre sí; reforzando el marco proporcionado por DMAIC.

#### **1.5.4. Valoración crítica de la metodología seis sigma**

Seis sigma tiene sus propias limitaciones, las críticas principales se resumen a continuación (Aubyn Salkey, 2008):

- Los procesos se mejoran independientemente.
- Falta de consideración por los factores humanos.
- La infraestructura requiere una inversión significativa.
- La meta Seis Sigma (3.4 partes por millones de oportunidades) es absoluta, pero esto no siempre es una meta apropiada y no necesita ser cumplida rigurosamente.
- Trabaja solo sobre la calidad.
- Debido a las demandas dinámicas del mercado, las características críticas de calidad de hoy necesariamente no son significativas mañana.

Los investigadores (Reosekar, 2014) realizan un análisis de 179 artículos de investigación publicados entre 1995 y 2011 en 52 revistas seleccionadas de renombre, con el objetivo de explorar el campo de seis sigma, indagar en sus limitaciones, aspectos emergentes y tendencias futuras. Entre los resultados obtenidos por estos investigadores se encuentran:

- Necesidad de la difusión de la investigación en el ámbito de aplicación de seis sigma.
- Necesidad de colaboraciones de investigación más interregionales.
- Necesidad de la integración de la filosofía seis sigmas con otras filosofías.
- Falta de implementación, es decir, las pruebas y la validación de los modelos o marcos propuestos por los investigadores.

El autor de esta investigación coincide con los criterios de (Machado García F., 2013); (Martínez Hernández, 2014); (Marín Rodríguez, 2015) y (Román Acosta, 2016)), los que seleccionan seis sigma como la metodología a utilizar en sus trabajos de campo, debido a que es una metodología

más comprensiva y fácil de aplicar, una vez que se tienen claras las herramientas requeridas y por otra parte contiene un acercamiento sistemático para encontrar soluciones a los problemas ocultos y controlar el desempeño de los resultados.

Durante la revisión bibliográfica realizada en la investigación se constató que existen carencias en la práctica cotidiana empresarial en este sector en Cuba, en cuanto al uso de técnicas y herramientas estadísticas y la aplicación de metodologías de mejora de procesos como seis sigma, que permitan controlar y mejorar continuamente los procesos de servicios.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

1. En la calidad de los servicios la percepción de los clientes es definitoria dadas las particularidades de este sector, convirtiéndose en una pieza clave y de compleja comprensión para muchos empresarios, identificándose la intangibilidad como la característica más relevante de los servicios.
2. La metodología seis sigma constituye un proceso de mejora continua basado en herramientas estadísticas, permitiendo un acercamiento sistemático para encontrar soluciones a los problemas ocultos, controlar el desempeño de los resultados y mejorar la capacidad de los procesos. Aun cuando se plantea por los autores que puede ser aplicada en cualquier tipo de entorno, es en la actividad productiva en la que se reportan la mayor cantidad de aplicaciones.
3. Durante el proceso de revisión bibliográfica se evidenció la carencia de aplicaciones de metodologías de mejora como seis sigma en servicios de telemática en Cuba, razón por la que se considera un aporte práctico su implementación en este tipo de organizaciones.

## **CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE CALIDAD DE SERVICIOS TELEMÁTICOS**

En el presente capítulo se realiza la caracterización de la UEB EICMA Cienfuegos, así como se expone un procedimiento de mejora de procesos basado en la metodología seis sigma.

### **2.1. Caracterización de la UEB EICMA Cienfuegos**

Desde los años 70, el Ministerio de la Agricultura (MINAG) introdujo el uso de la computación a Nivel Central con la puesta en funcionamiento de la IRIS-50, en 1975 se crean los Departamentos SAD en cada una de las provincias introduciéndose mini computadoras de fabricación nacional CID 201B, iniciándose de esta forma el procesamiento de información estadística, contable y financiera en las Delegaciones Provinciales del MINAG. El desarrollo de las tecnologías de la informática y la importación de equipos, permitió el mejoramiento de la tecnología con la introducción de la CID-300 en 1985 y seguidamente las computadoras personales, ampliándose el alcance del procesamiento a nivel empresarial, e introduciéndose el control de algunos procesos agrícolas, pecuarios y forestales, no obstante, la agricultura quedó rezagada durante el resto de la década del 80 y principios del 90.

En el año 1996 comienza un proceso de recuperación tanto en el nivel central como en las empresas, desarrollándose software de aplicación práctica en la producción y gestión económica. También se logran avances significativos traducidos en la puesta en explotación de la intranet del ministerio, el correo electrónico, se continúa la automatización del sistema estadístico, además se capacita al personal en general en el uso y explotación de las técnicas más novedosas.

En el año 2000 los propósitos fueron amplios y en esta actividad por el volumen de servicios que prestaba, los proyectos a ejecutar y las demandas de automatización que existían tanto dentro como fuera del organismo tienden a ser concebidos y estructurados de forma más descentralizada, a fin de lograr la independencia económica, liberación de los gastos del presupuesto del estado, autonomía en la dirección, así como la posibilidad de ingresar financiamiento tanto en MN como en USD que se puedan revertir en la propia actividad.

La base fundamental de esta propuesta es crear la Empresa de Informática, en lo adelante (EIMA), con sede en Ciudad de la Habana, con una UEB en cada provincia, exceptuando la provincia de Ciudad de la Habana en donde se proyectan cuatro UEB, la misma se fundamenta por:

- Existencia de Centros de Cálculos en todas las provincias que funcionan como parte de la Unidad Presupuestada Delegación Provincial que pasan a ser UEB.

- Existencia de una Dirección de Computación en el Nivel Central con conocimiento en la actividad a partir de la cual se conforma la Dirección de la EIMA.
- Existencia de un Taller especializado dentro del Ministerio para el servicio de mantenimiento, reparación de equipos de computación, que se integra formando parte de una de las UEB.

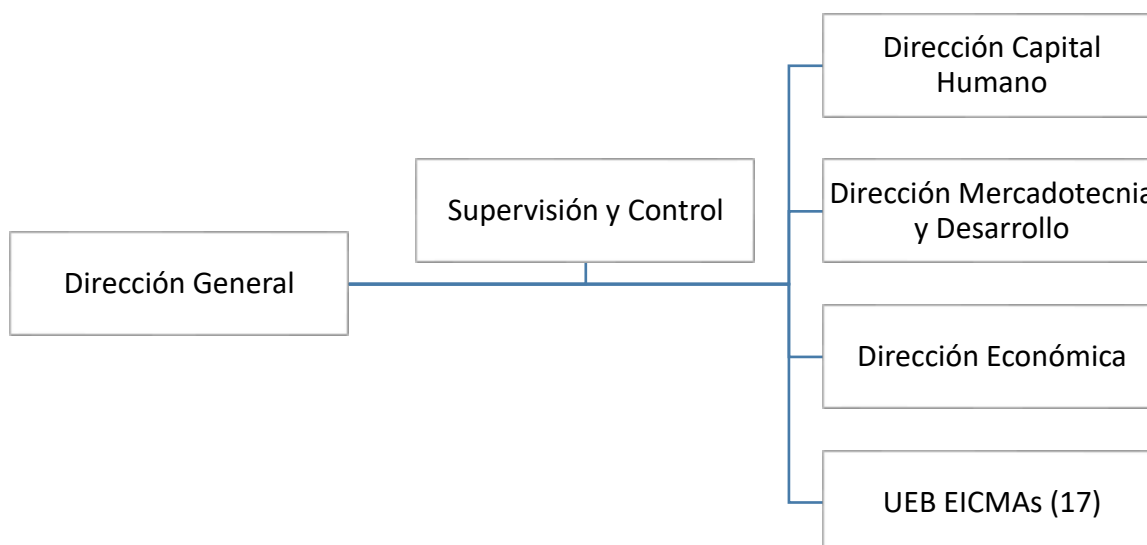
La Resolución No.101/2000 del Ministerio de Economía y Planificación autoriza la creación de la empresa, subordinada al Ministerio de la Agricultura, así como la Resolución No.117 del 2000 del Ministerio de la Agricultura crea la EIMA, con domicilio social en la calle Conill, Esq. Ave. Independencia, Municipio Plaza de la Revolución, Ciudad de la Habana.

La empresa en un inicio contaba con 274 trabajadores, se organizaba por la Dirección General, con cuatro direcciones funcionales y 18 UEB. En Ciudad de la Habana radicaban 4 UEB, para diseño de software, procesamiento, servicios técnicos y redes. En cada provincia se creó una UEB que realizaba todos los servicios y producciones para los que fue creada la empresa.

Como parte del reordenamiento del Ministerio de la Agricultura se propone la integración de las actividades de Comunicaciones, Informática, Ofimática y Automática en una única entidad de ámbito de actuación nacional, con el objetivo de asegurar la existencia de una estructura económica dentro del sector que garantice el desarrollo, explotación y mantenimiento sostenido, oportuno, coherente y efectivo de las actividades, funciones y tareas; y en función del incremento de la producción agrícola, la eficacia en los procesos y el perfeccionamiento en la gestión y dirección empresarial.

La actual Empresa de Informática y Comunicaciones del Ministerio de la Agricultura EICMA, es creada el 16 de noviembre del 2009 por la Resolución 747 del Ministro de la Agricultura; finalmente constituida por 17 UEB territoriales subordinadas, ubicadas en cada provincia y el municipio especial Isla de la Juventud. A la actividad de informática se une la de comunicaciones que hasta ese momento la atendía la Empresa de Comunicaciones del MINAG, con sede en La Habana y los Departamentos de Comunicaciones que en las provincias eran atendidos por las empresas de Suministros y Talleres Agropecuarios.

La EICMA comienza retomar nuevas líneas de seguimiento impulsando a su capital humano la inserción en una constante actualización y al tanto de los avances y cambios informáticos, para brindarle un servicio de excelente calidad. Los trabajadores son Ingenieros Informáticos, Economistas, entre otros. Los mismos forman parte de proyectos Informáticos implantados en distintas instituciones de la agricultura. A continuación, se muestra en la figura 2.1 el organigrama general de la empresa.



**Figura 2.1: Organigrama de la Empresa de Informática y Comunicaciones del Ministerio de la Agricultura (EICMA). Fuente: Elaboración propia.**

En el **Anexo No.1** se encuentran identificados los procesos de la Empresa de Informática y Comunicaciones del Ministerio de la Agricultura (EICMA) a través de un Mapa General de Procesos, en el que se exponen los procesos estratégicos, operacionales y de apoyo que rigen la organización.

La empresa presenta seis líneas de negocio: aplicaciones informáticas, ofimática, telemática, comunicaciones, automática y audiovisuales, dentro de las que se destacan los servicios de análisis y diseño, programación y mantenimiento de aplicaciones informáticas, instalación e implementación de aplicaciones informáticas, el procesamiento estadístico, la seguridad informática, la venta de licencias de software, revisión y diagnóstico de equipos, reparación de medios técnicos y mantenimiento preventivo planificado, la venta de medios técnicos de computación, instalación y configuración de servicios, conectividad a la Red Privada Virtual de la Agricultura (VPN EICMA), hospedaje virtual de servidores, el diseño e instalación de redes de voz y datos, la automatización de los procesos agroalimentarios.

#### *Estructura organizativa de la empresa*

La empresa opera con una estructura de dirección alineada con la visión y misión aprobada y conectada con los objetivos estratégicos y de trabajo, su diseño responde en cierta medida al de una estructura horizontal (Plana) con un perfil de dirección que se encuadra entre consultivo y participativo, aunque la tendencia es al participativo.

## Misión

Lograr la informatización y el desarrollo de la automática y las comunicaciones en el sector agropecuario, forestal y tabacalero.

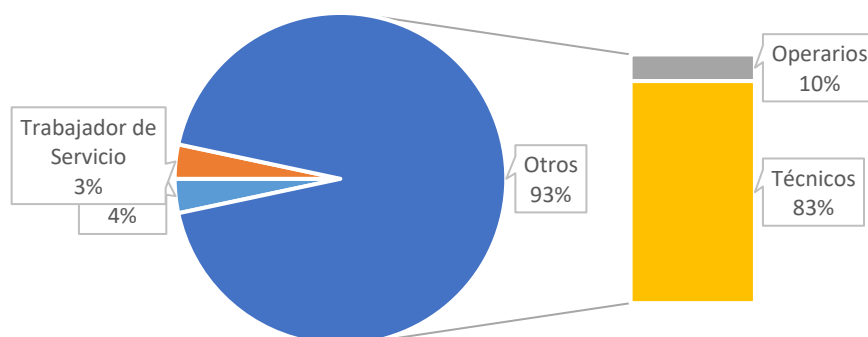
## Visión

Ser una empresa líder en el campo de la informática, automática y las comunicaciones obteniendo un alto reconocimiento social.

La plantilla aprobada para el 2021 fue de 32 trabajadores y cierra el mes de diciembre con un real cubierta de 30 para un 85% de cumplimiento. El colectivo actual está compuesto por 12 mujeres (40% del total) y 18 hombres.

**Tabla 2.1: Categoría Ocupacional. Fuente: Elaboración propia.**

| Rango de edades        | Cantidad de Trabajadores |
|------------------------|--------------------------|
| Cuadro                 | 1                        |
| Trabajador de Servicio | 1                        |
| Operarios              | 3                        |
| Técnicos               | 25                       |
| <b>Total</b>           | <b>30</b>                |

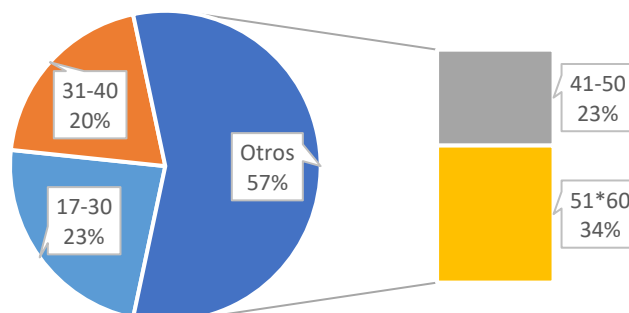


**Figura 2.2: Categoría Ocupacional. Fuente: Elaboración propia.**

Se evidencia que la mayor cantidad de personas tienen más de 50 años de edad, por lo que la empresa tiene un nivel de envejecimiento alto, pero a su vez cuenta con una fuerza de trabajo con experiencia y alta profesionalidad.

**Tabla 2.2: Rango de edades. Fuente: Elaboración propia.**

| Rango de edades | Cantidad de Trabajadores |
|-----------------|--------------------------|
| 17 – 30 años    | 7                        |
| 31 – 40 años    | 6                        |
| 41 – 50 años    | 7                        |
| 51 – 60 años    | 10                       |
| <b>Total</b>    | <b>30</b>                |

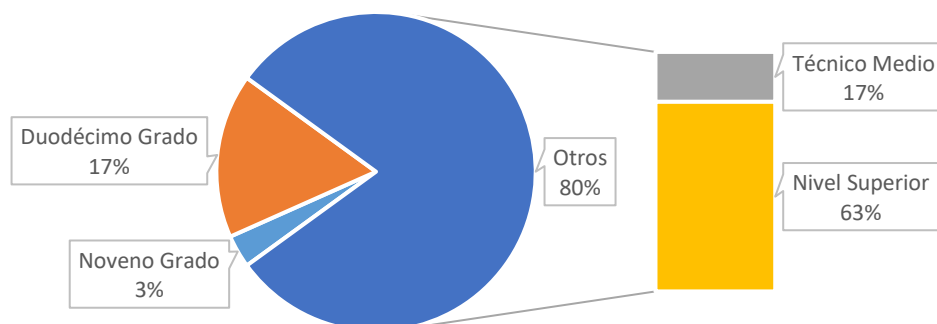


**Figura 2.3: Rango de edades. Fuente: Elaboración propia.**

Del total de la fuerza calificada el 61% son profesionales destacando altos niveles de profesionalidad y preparación de los trabajadores, el 33% lo forman egresados de Pre Universitario o Nivel medio y el 3% un egresado de Secundaria Básica.

**Tabla 2.3: Nivel Educacional. Fuente: Elaboración propia.**

| Nivel de Escolaridad | Cantidad de Trabajadores |
|----------------------|--------------------------|
| Nivel Superior       | 19                       |
| Técnico Medio        | 5                        |
| Duodécimo Grado      | 5                        |
| Noveno Grado         | 1                        |
| <b>Total</b>         | <b>30</b>                |



**Figura 2.4: Nivel Educacional. Fuente: Elaboración propia.**

La UEB cuenta con un total de 46 clientes de manera general, los que presentan 94 conexiones establecidas con los servidores. Estos clientes garantizan un nivel de ingresos actualmente sobre los 928 766,95 pesos como promedio mensual representando el 70% del plan total de la entidad, de ellos 875 752.50 pesos representan el 94.29%, pertenecen al servicio de paquete de enlace, donde se incluye acceso a la VPN, acceso nacional, acceso a internet, nombre de dominio y asistencia técnica.

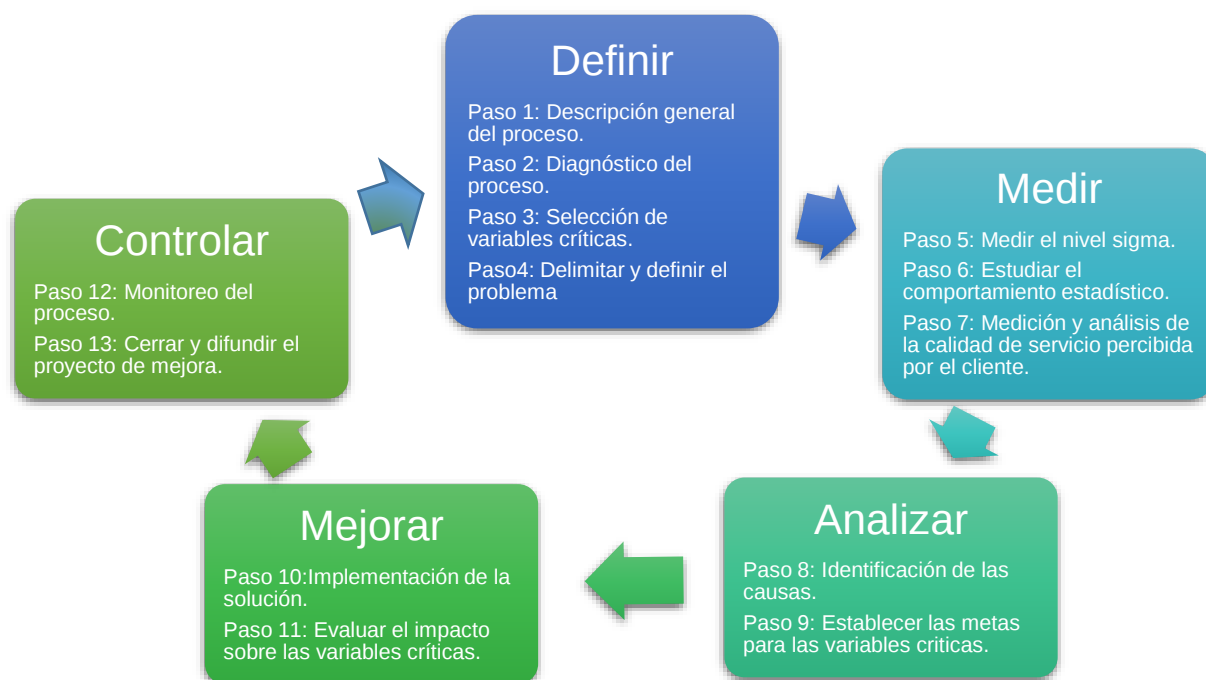
Hoy del total de clientes, 17 de ellos, representan un total de 36 conexiones, no cuentan con servicios propios, brindándoseles el total de sus necesidades computacionales. Estos consumidores presentan quejas, producto de la calidad de la infraestructura, las altas latencias en las peticiones de navegación, la disponibilidad del servicio y el monitoreo de la actividad de los sistemas informáticos. Esta situación trajo consigo que se realizara un análisis de nuevas mejoras que de manera sostenida garanticen un servicio estable en correspondencia con los requerimientos que solicitaban los clientes finales.

A partir de este análisis se evidencia la necesidad de realizar un estudio sobre las características de calidad de este servicio. El autor de la actual investigación selecciona la metodología seis sigma para ser aplicada en la UEB EICMA, debido a que la misma es más comprensiva y fácil de aplicar, una vez que se tienen claras las herramientas requeridas y también porque contiene un acercamiento sistemático para encontrar soluciones a los problemas ocultos y controlar el desempeño de los resultados, siendo tratada la misma en el siguiente apartado.

## **2.2. Procedimiento para la mejora de la calidad de los servicios de telemática.**

El procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos de servicios de telemática propuesto en la presente investigación, se encuentra fundamentado en la metodología seis sigmas para el mejoramiento continuo de procesos, la que se basa en el ciclo gerencial básico de Deming. Dicho procedimiento busca encontrar y eliminar causas de errores o defectos en los procesos, y se enfoca en las variables de importancia crítica para los clientes. Para su elaboración se utilizan criterios de diferentes autores, tales como: (Sánchez Ávila & Chávez Rodríguez, 2009), (Barrera Prado, 2019), (C. Gette et al., 2019), (Cecilio Nuñez & Forte Moreno, 2021), (Mateos, 2019), (Díaz Laurencio et al., 2013), Gutiérrez y de la Vara (2009); ISO 13053: 201, entre otros.

El procedimiento se organiza en cinco etapas básicas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (ver figura a continuación), cada una de ellas con su correspondiente sistema de actividades y herramientas para su diseño y ejecución.



**Figura 2.5: Procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos de servicios de telemática. Fuente: Elaboración propia.**

Antes de comenzar la investigación es necesario la creación o consolidación de un grupo de trabajo, el que debe estar formado por un directivo, especialistas que atienden mercadotecnia y desarrollo, en especial la telemática, además de conocedores del proceso y trabajadores de experiencia, estos deben dominar lo planteado en la NC ISO 9001:2015 e ISO 13053:2011, (CISCO, 2022) y además de todos los decretos y resoluciones contempladas en la Gaceta Oficial No.45 Ordinaria de 4 de julio del 2019. De ser necesario se realizará una capacitación en el tema.

A continuación, se expone la descripción de cada una de las etapas del procedimiento propuesto para ser aplicado al proceso de servicios telemáticos, teniendo en cuenta los criterios de los autores mencionados.

### **Etapas I: Definir**

En esta etapa se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto seis sigmas. Por lo que es esencial una presentación del proceso, detallando el mismo en términos de su contexto, alcance y requisitos.

Es fundamental en esta etapa identificar las variables críticas para el proceso de servicios telemáticos, establecer metas, definir el alcance del proyecto y los beneficios potenciales que se

esperan. Todo lo anterior se debe hacer con base en el conocimiento que el equipo tiene sobre las prioridades del proceso, de las necesidades del cliente y de lo que necesita ser mejorado.

### *Paso 1: Descripción general del proceso*

Se hace necesario responder la pregunta, ¿Cómo se encuentra funcionando actualmente el proceso?

Por tanto, es preciso recopilar la información que permita la familiarización con el mismo. En esta caracterización pueden utilizarse diferentes herramientas, tales como:

- SIPOC
- Diagramas de flujo de actividades (OPERIN, OTIDA)
- Diagramas de bloque
- Diagramas Qué-Quién

### Mapeo del proceso

El mapeo del proceso permite visualizar cada una de las operaciones (subprocesos) involucradas, de manera aislada o interrelacionadas, debido a que este flujo detallado deja clara la trayectoria de la actividad desde su inicio hasta su conclusión. Se visualizan los subprocesos y se hace una narración general sobre cómo cada uno de estos contribuye a las características del producto final o servicio.

### Descripción del contexto

Este aspecto pretende dar respuesta a la pregunta, ¿Cuál es la naturaleza del proceso?

Para llegar a conocer el proceso en su totalidad es preciso especificar:

- La esencia de la actividad
- El resultado esperado del proceso
- Los límites del proceso: ¿Dónde comienza? (entradas) y ¿Dónde termina? (salidas)
- Las interfaces con otras actividades (¿Cómo el proceso interactúa con otros procesos?)
- Los actores involucrados en la actividad (ejecutores, clientes, proveedores)

Sin duda alguna, es fundamental que se establezca una comunicación directa, positiva y efectiva entre los responsables de la actividad, los clientes y los proveedores.

Se debe describir con claridad el proceso para tener una visión amplia sobre él. El producto final esperado de esta etapa de caracterización, es un documento que permita entender y visualizar de manera global en qué consiste el mismo, además de elaborar la ficha del proceso.

### *Paso 2: Diagnóstico del proceso*

En cuanto a la identificación de problemas, la pregunta a responder es; ¿Cuáles son los principales problemas relacionados con la calidad del servicio que afronta el proceso de telemática en la organización?

Para ello se considera importante definir las fortalezas y debilidades de la actividad, especificando:

- ¿Qué está bien? (éxito)
- ¿Qué está mal? (fracaso)
- ¿El porqué de cada una de estas situaciones?

Por tanto, se definen los aspectos a que irá dirigido el diagnóstico, fundamentalmente: requisitos legales vigentes, los tiempos de respuestas de las peticiones de los servicios, ancho de banda y disponibilidad de los servicios en línea, la mayoría de estos aspectos que se proponen analizar están en función directa con la respuesta en un intervalo de tiempo.

Análisis de los elementos de que inciden en los servicios objetos de estudio.

### Requisitos legales aplicables en materia de telemática

Tomando como base la legislación emitida por el Ministerio de las Comunicaciones (MINCOM), el Compendio de Documentos Regulatorios (Ministerio de Comunicaciones de Cuba, 2021), además de todos los decretos y resoluciones contempladas en la Gaceta Oficial No. 45 Ordinaria de 4 de julio del 2019.

### Análisis de indicadores

Con respecto al análisis de los indicadores en el proceso de telemática se tienen definidos los mismos. En la siguiente tabla se muestra los indicadores utilizados con el umbral correspondiente.

**Tabla 2.4: Listado de indicadores. Fuente: Elaboración propia.**

| Indicadores                       | Umbrales bajo y alto |
|-----------------------------------|----------------------|
| Pérdidas (%)                      | 0 – 20               |
| Disponibilidad de servicio (%)    | > 95                 |
| Utilización de ancho de banda (%) | < 95                 |

Este paso tiene como objetivo conocer el estado del proceso y actividades con respecto a la calidad de los servicios telemáticos, así como del funcionamiento del proceso de forma general, para de esta forma identificar fortalezas y debilidades.

#### *Paso 3: Seleccionar las variables críticas para el proceso*

Para la selección de las variables críticas para el proceso es fundamental preguntarse qué aspectos del producto final del proceso son importantes para los clientes y por qué, además de considerar los resultados del diagnóstico realizado en el paso anterior. Se pueden utilizar otras posibles fuentes que publiquen respecto al tema, así como otras que casuísticamente puedan identificar y fundamentar los integrantes del equipo de trabajo de acuerdo con su conocimiento y su experiencia.

Una vez concluido este proceso, el grupo de expertos debe validar el listado de variables identificadas, mediante un proceso de valoración, utilizando una escala Likert, donde se determina el grado de influencia de cada variable sobre el resultado final para los clientes.

#### *Paso 4: Delimitar y definir el problema*

En este paso se define el problema sobre el que se va a trabajar, a partir de lo detectado durante el diagnóstico. En ello es importante partir de la descripción del proceso y entender en qué consiste y la forma en que se desarrolla en la organización. Se debe conocer el estado del cumplimiento de los requisitos legales aplicables en la materia, así como las no conformidades en su gestión y sus principales dificultades relacionadas con la calidad de los servicios telemáticos.

Para ayudar a la formulación, se pueden tener en consideración las siguientes preguntas: ¿cuál es el problema? ¿qué tan grande es? ¿cómo se puede resolver? ¿cómo se puede mantener la resolución del problema con éxito para la mejora del proceso?

Finalmente debe definirse de manera concreta y precisa el problema a resolver, lo que garantiza la correcta aplicación de las siguientes etapas del procedimiento.

### **Etapas II: Medir**

Esta es una etapa importante porque se da continuidad a la anterior, se precisa la magnitud del problema actual y generar bases para encontrar la solución. Esta segunda etapa está compuesta por la siguiente secuencia de pasos.

#### *Paso 5: Medición del nivel sigma*

Seis sigma es una métrica que permite medir y describir un proceso, producto o servicio con una capacidad de proceso extremadamente alta (precisión del 99,9997%). Seis sigma significa «seis

desviaciones estándar de la media», lo cual se traduce matemáticamente a menos de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar (2004) explican que mediante la métrica DPMO (Defecto Por Millón de Oportunidad) y su correspondiente nivel sigma, es posible caracterizar el desempeño del proceso. La determinación del Defecto por Millón de Oportunidades (DPMO) se realiza según la fórmula referida en ISO 31053-1:2011 punto 5.2, la que se indica a continuación:

$$Y_{DPMO} = \frac{c}{n_{units} \times n_{ccp}} \times 1000000 \quad (2.1)$$

donde:

c: Número de defectos (no conformidades)

$n_{ccp}$ : Número de características críticas para el proceso

$n_{units}$ : Número de unidades examinadas

Las puntuaciones sigma se interpretan según lo expuesto en la tabla siguiente:

**Tabla 2.5: Puntuaciones sigma. Fuente: ISO 53013-1:2011.**

| Valor calculado DPMO ( $Y_{DPMO}$ ) | Puntuación Sigma ( $Z_{value}$ ) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 308 538,0                           | 2                                |
| 66 807,0                            | 3                                |
| 6 210,0                             | 4                                |
| 233,0                               | 5                                |
| 3,4                                 | 6                                |

Para su cálculo es necesario contabilizar los requisitos que pueden incumplirse en el contexto de los servicios telemáticos (requisitos plasmados en la base legal vigente), éstos requisitos se asumen como el número de características críticas para el proceso ( $n_{ccp}$ ), ya que su incumplimiento puede generar una no conformidad si la misma es detectada por los inspectores o clientes, mientras que las áreas que se controlan pueden ser consideradas como el número de unidades examinadas vs requisitos.

#### *Paso 6: Estudiar el comportamiento estadístico del proceso*

Se emplea para ello las herramientas del Control Estadístico de la Calidad, en específico los gráficos de control. Se verifica el estado de control estadístico de los datos analizados, sobre la base del tipo de gráfico de control correspondiente. El gráfico de control elaborado permite afirmar si el proceso se encuentra o no en control aparente.

Se recomienda además realizar un estudio de la capacidad, a partir de la utilización de los índices correspondientes, constituyendo una herramienta fundamental en la aplicación de la metodología seis sigma. Con este estudio se evalúa el estado del proceso considerando las insuficiencias que

presenta en el momento analizado. Al evaluar la capacidad de un proceso se comprueba qué tan bien cumplen sus variables de salida con las especificaciones.

El procesamiento de los datos se realiza con la ayuda de programas estadísticos como el SPSS y el Statgraphics Centurión.

#### *Paso 7: Medición y análisis de la calidad de servicio percibida por el cliente*

Este paso tiene como objetivo determinar el estado actual de la calidad de servicio percibida por el cliente.

El equipo de trabajo es el encargado de diseñar o seleccionar el instrumento más adecuado para medir el nivel de calidad de servicio percibida. Para el caso en que el equipo de trabajo decida aplicar o diseñar un nuevo instrumento de medición referenciándonos por investigaciones como: (Dirección de calidad en el servicio público, 2018), (Subsecretaria de telecomunicaciones, 2008), (Cademo, 2016) y (Calle Peláez y otros, 2013).

Luego de seleccionar o diseñar dicho instrumento de medición se aplica el mismo. Para ello se debe calcular el tamaño de muestra necesario y determinar el tipo de muestreo a utilizar.

El procesamiento de las encuestas se realiza con la ayuda de programas estadísticos como el SPSS y el Statgraphics Centurión. Una vez procesada la información se analizan los resultados obtenidos con vistas a identificar oportunidades de mejora.

Dando un adecuado uso a los datos e informaciones obtenidas es posible detectar y caracterizar las causas responsables de las fallas y de los resultados indeseados en el proceso seleccionado vinculados con la calidad de los servicios telemáticos.

### **Etapas III: Analizar**

Esta etapa examina los datos recolectados y resultados obtenidos en la etapa de medición, con el objetivo de generar una lista de prioridades de las fuentes de variación. Su propósito es analizar e identificar las brechas existentes entre el desempeño del proceso y las metas en aras de comprender las raíces de la variación y priorizar las prioridades de mejoras. Los hallazgos en esta pueden alterar la comprensión del problema y conducir a una redefinición del proyecto.

#### *Paso 7: Identificación de las causas*

Luego de haber registrado y analizado cada uno de los problemas estudiados se propone identificar las causas que los generan. Se recomienda la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa.

En este paso se deben seleccionar las que se crean que son las causas principales, explicar cuál es la razón y confirmar con datos la situación existente.

### *Paso 8: Establecer las metas para las variables críticas del proceso*

Tomando en cuenta la situación para las variables críticas seleccionadas, se deben establecer metas para éstas, es decir, los resultados que se desean alcanzar luego de implementada las mejoras (ver tabla 3). Dichas metas deben balancear el que sean ambiciosas pero alcanzables.

**Tabla 2.6: Metas del proyecto. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>Variables</b> | <b>Situación actual</b> | <b>Meta</b> |
|------------------|-------------------------|-------------|
| VCP <sub>1</sub> |                         |             |
| VCP <sub>2</sub> |                         |             |
| VCP <sub>n</sub> |                         |             |

### **Etapas IV: Mejorar**

En esta etapa se está listo para que se propongan, implementen y evalúen las soluciones que atiendan las causas raíces detectadas. Así, el objetivo último de esta etapa es demostrar, con datos, que las soluciones propuestas resuelvan el problema y llevan a las mejoras buscadas. Con este propósito se propone completar los siguientes pasos.

#### *Paso 9: Implementación de la solución*

Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas. Luego es importante evaluarlas a partir de diferentes criterios o prioridades sobre los que se debe tomar la solución.

Para implementar la solución es importante elaborar un plan en el que se especifiquen las diferentes tareas, su descripción (en qué consiste, cómo se va a hacer, dónde se va a implementar), las fechas para cada una, los recursos monetarios que se requieren, las personas responsables y participantes. Para este fin se recomienda utilizar la técnica de las 5W y 2H.

En el caso que sea conveniente, inicialmente, puede adoptarse un procedimiento de carácter experimental, que consista en:

- Realizar un proyecto piloto
- Observar, controlar y evaluar la experiencia implantada
- Realizar la implantación definitiva como consecuencia de los resultados positivos obtenidos

#### *Paso 10: Evaluar el impacto de la mejora sobre las variables críticas del proceso*

Para la evaluación de la solución se debe comparar el estado del proceso antes y después de las acciones tomadas. Este tipo de estudio obedece a una búsqueda permanente del mejoramiento

continuo de un proceso. Si los resultados no son satisfactorios, entonces se debe revisar por qué se obtiene lo esperado y con esa base revisar lo hecho nuevamente.

### **Etapa V: Controlar**

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas y realizar la comparación de los indicadores utilizados en el diagnóstico inicial. En otras palabras, el objetivo de esta etapa es que el equipo de trabajo desarrolle un conjunto de actividades con el propósito de mantener el estado y desempeño del proceso a un nivel que satisfaga las necesidades del cliente y esto sirva de base para buscar la mejora continua. En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimientos obtenidos se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

#### *Paso 11: Monitoreo del proceso*

Para el monitoreo de los resultados, se dirige a responder la pregunta; ¿Funciona el proceso de acuerdo con los requisitos establecidos?, lo que consiste en verificar si el proceso está funcionando de acuerdo con las exigencias legisladas, así como la ejecución de las acciones correctivas.

Este monitoreo del proceso es permanente y forma parte de la rutina diaria de trabajo de todas las personas que participan en el proceso, siempre sobre la base del ciclo gerencial básico de Deming (PHVA).

#### *Paso 12: Cerrar y difundir el proyecto de mejora*

El objetivo de este último paso es asegurarse que el proyecto de mejora sea fuente de evidencia de logros, de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión. Por ello el equipo de trabajo debe desarrollar los siguientes aspectos:

- Documentar el proyecto: Integrar todos los documentos que reflejen el trabajo realizado en las cinco etapas.
- Principales logros alcanzados: Elaborar un resumen de los cambios o soluciones dadas para el problema, el impacto de las mejoras, entre otros.

Difundir lo hecho y logros alcanzados: Presentación ante colegas y directivos, difusión interna por los canales adecuados.

### 2.3. Descripción de las herramientas propuestas en el procedimiento

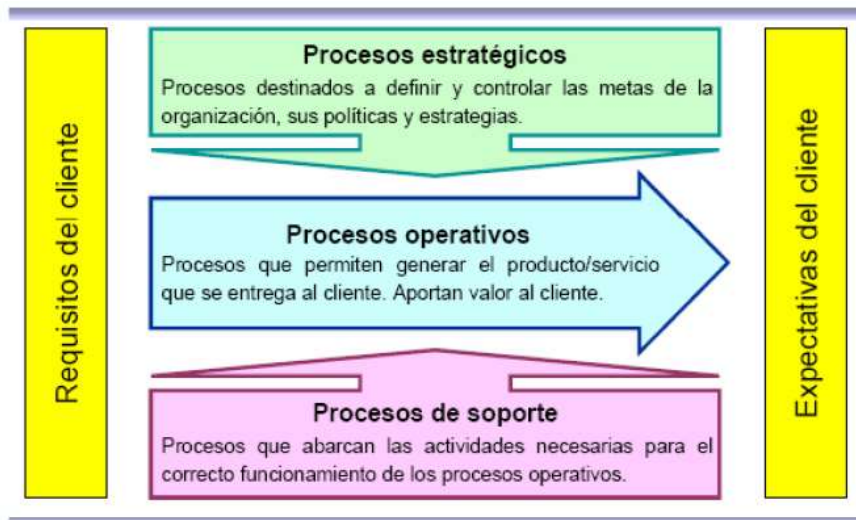
A continuación, se realiza una breve descripción de algunas de las herramientas para llevar a cabo esta investigación.

#### Mapa general de procesos

El mapa de procesos es definido por Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas, y Tejedor (2002) como la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión.

Para la elaboración de un mapa de procesos es necesario reflexionar previamente en las posibles agrupaciones en las que pueden encajar los procesos identificados. La agrupación de los procesos dentro del mapa permite establecer analogías entre procesos, al tiempo que facilita la interrelación y la interpretación del mapa en su conjunto. El tipo de agrupación puede y debe ser establecido por la propia organización, no existiendo para ello ninguna regla específica (Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas, y Tejedor, 2002).

No obstante, en la literatura se identifican de manera general tres tipologías de procesos de acuerdo a la influencia de estos en la actividad principal de la organización (ver figura 2.3).



**Figura 2.3: Tipos de procesos. Fuente: (Villa y Pons, 2006).**

Ha de destacarse además que el nivel de detalle de los mapas de procesos depende del tamaño de la organización y de la complejidad de sus actividades. El mapa de procesos permite a una organización identificar los procesos y conocer la estructura de los mismos, reflejando las interacciones que se establecen entre ellos, aunque no permite saber cómo son por dentro y cómo permiten la transformación de entradas en salidas.

### Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es una de las herramientas que posibilita el comienzo de una gestión por procesos. Se utiliza para identificar los elementos relevantes de un determinado proceso y posibilita el establecimiento de los límites y actividades del mismo. Al construir este diagrama deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Proveedores del proceso (Suppliers):** Suministran al proceso las entradas necesarias para el desarrollo y ejecución de las actividades que constituyen el mismo.
- **Entradas (Inputs):** Materiales, informaciones, productos, documentos, energía requeridos por el proceso para poder realizar sus actividades. Se generan fuera del propio proceso y son requeridos por éste para funcionar.
- **Proceso (Process):** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las que transforman entradas en salidas.
- **Salidas (Outputs):** Son los resultados del proceso, los que deben ser coherentes con el objetivo del sistema. Son el producto o servicio creado por el proceso que el cliente o los clientes del mismo reciben.
- **Requerimientos de las salidas:** No es más que lo que el cliente del proceso desea, quiere y espera obtener de la salida de un proceso en concreto. Es la definición de las necesidades y/o expectativas del cliente del proceso. Estos requerimientos pueden estar establecidos por la propia organización, el cliente y/o la legislación vigente.
- **Clientes (Customer):** Se puede considerar como cliente cualquier persona institución u órgano que recibe el producto o servicio que el proceso genera. El cliente valora la calidad del proceso que pretende servirlo, determinando la medida en que éste con sus salidas ha logrado satisfacer sus necesidades y expectativas.

Esta herramienta posibilita:

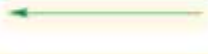
- Definir y mostrar visualmente un proceso.
- La identificación de las variables de salida claves del proceso.
- La identificación de los pasos claves del proceso.
- La identificación de las variables de entrada claves del proceso.

### Diagrama de Flujo

Los diagramas de flujo representan la descripción de las actividades de un proceso y sus interrelaciones, es decir, son la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza

para entenderlo mejor. Facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, pues permiten una percepción visual del flujo y la secuencia, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo. Se les denominan diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan mediante flechas para indicar la secuencia de las operaciones. En la siguiente imagen se muestra algunos de los símbolos más habituales para su utilización.

**Tabla 2.7: Símbolos más habituales para la representación de diagramas de flujo. Fuente: (Beltrán et al., 2002).**

| Símbolo                                                                            | Descripción                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Se suele utilizar este símbolo para representar el origen de una entrada o el destino de una salida. Se emplea para expresar el comienzo o el fin de un conjunto de actividades. |
|   | Dentro del diagrama de proceso, se emplea para representar una actividad.                                                                                                        |
|   | Representa una decisión. Las salidas suelen tener al menos dos flechas (opciones).                                                                                               |
|   | Representan el flujo de productos, información, etc. Y la secuencia en que se ejecutan las actividades.                                                                          |
|   | Representan un documento. Se suelen utilizar para indicar expresamente la existencia de un documento relevante.                                                                  |
|  | Representan una base de datos y se suele utilizar para indicar la introducción o registro de datos en una base de datos (habitualmente informática).                             |

La representación de las actividades a través de este esquema facilita el entendimiento de la secuencia e interrelación de las mismas y de cómo estas aportan valor y contribuyen a los resultados. La utilización del diagrama de flujo es muy útil cuando:

- Se quiere conocer o mostrar de forma global un proceso.
- Es necesario tener un conocimiento básico, común a un grupo de personas, sobre el mismo.
- Se deben comparar dos procesos o alternativas.
- Se necesita una guía que permita un análisis sistemático del proceso.

### Ficha de proceso

Una ficha de proceso se puede considerar como un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de las actividades definidas en el diagrama, así como para la gestión del proceso (Beltrán et al., 2002). La información a incluir en una ficha de proceso puede ser diversa y debe ser decidida por la propia organización. Beltrán et al. (2002) definen aquellos conceptos que se han considerado relevantes para la gestión de un proceso y que una organización puede optar por incluir en la ficha del proceso correspondiente.

### Revisión y análisis de documentos

Consiste en revisar documentos existentes en las organizaciones y analizarlos para obtener información necesaria para la investigación que se realice, cuyo sustento teórico nace de la revisión de la literatura. En cuanto a la información existente en documentos y en la literatura, son útiles (Hernández et al., 1998):

- Revisión de fuentes primarias de información: libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, revistas científicas, que proporcionen datos de primera mano.
- Revisión de fuentes secundarias y terciarias de información: Consisten en compilaciones, listados de referencias publicadas en un área del conocimiento en particular, bases de datos, son publicaciones que se refieren a las fuentes primarias y secundarias.

Particularmente la revisión de la literatura puede iniciarse con el apoyo de medios de búsqueda como los que se encuentran en Internet, mediante el acercamiento a especialistas en el tema, o acudiendo a bibliotecas, tres de las variantes más empleadas en la actualidad.

### Encuesta

La encuesta, como método de investigación científica, es uno de los más utilizados, porque persigue obtener respuestas a un conjunto de preguntas. Estas pueden presentarse en forma de entrevista o cuestionario.

**Entrevista:** Es una conversación de carácter planificado entre el entrevistador y el (o los) entrevistado(s), en la que se establece un proceso de comunicación en el que se intercambia información (Hernández et al., 1998). En su tipología la más abordada es la que la clasifica en: estructurada y no estructurada. La entrevista se considera estructurada si se basa en un grupo de preguntas predeterminadas y no estructurada si en esta el investigador puede formular preguntas no previstas, posibilitando mayor flexibilidad en el tipo de pregunta y respuesta a ejecutar.

**Cuestionario:** Es un instrumento que se elabora por escrito y en el que se realizan interrogantes que permiten obtener información con determinados objetivos, estos deben quedar explícitos al intercambiar con los participantes que representan a una población determinada para el que es diseñado. Las preguntas se organizan de acuerdo con determinados requisitos en un cuestionario, cuya elaboración requiere de un trabajo cuidadoso y, a su vez, esfuerzo y tiempo para prepararlo adecuadamente, y que sirva para despertar el interés de los sujetos que lo responderán. Las interrogantes pueden ser abiertas o cerradas, y de acuerdo con esta forma

también se clasifican las encuestas. Las interrogantes abiertas son útiles cuando no se tiene información sobre las posibles respuestas de las personas o cuando esta información es insuficiente. Las preguntas cerradas contienen categorías o alternativas de respuesta que han sido limitadas porque se proponen a los encuestados para que estos indiquen su posición (Hernández et al., 1998 y Pons y Villa, 2005).

### Método Delphi

La metodología Delphi consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opinión. Los pasos que se siguen para ello son (Cortés e Iglesias, 2005):

- **Concepción inicial del problema:** Esclarecer qué objetivo se persigue en el intercambio con los expertos.
- **Selección de los expertos:** En cuanto a la selección de los expertos debe calcularse el tamaño de muestra y demostrar, a partir del cálculo del coeficiente de competencia, que poseen conocimientos y argumentación suficiente en el tema que se analiza, tal y como se comenta en la Etapa I del procedimiento descrito en el apartado anterior.
- **Preparación de los cuestionarios o encuestas:** Se preparan las encuestas para hacerlas llegar a los expertos y someterlas a su criterio.
- **Procesamiento y análisis de la información:** En este paso se define si existe concordancia entre los expertos o no mediante una prueba de hipótesis donde:

*Ho: El juicio de los expertos no es consistente. (No comunidad de preferencia)*

*H1: El juicio de los expertos es consistente. (Comunidad de preferencia)*

Para esta prueba se debe calcular el coeficiente de Kendall (W) que no es más que un coeficiente de regresión lineal que da el grado de correlación entre los expertos o la llamada concordancia. Este es un índice, entre 0 y 1, que indica que no existe concordancia entre los expertos, o que los expertos concuerdan totalmente con los criterios planteados y el orden de los mismos, respectivamente.

Las hipótesis planteadas pueden probarse si  $k \geq 7$  (Cantidad de criterios para la evaluación de los expertos) utilizando el estadígrafo Chi- Cuadrado que se calcula:

$$\chi^2_{calculada} = n(k - 1)W \quad \chi^2_{tabulada} = \lambda^2(\alpha, k - 1) \quad (2.2)$$

Región crítica:  $\chi^2_{calculada} > \chi^2_{tabulada}$ .

Chi – Cuadrado tabulado se localiza en la tabla estadística que se corresponde con tal distribución para  $k - 1$  grados de libertad y un nivel de significación prefijada. Si se procesa la información en el paquete de programas SPSS se considera como región crítica:  $P\text{-Value} < \alpha$ . De no existir concordancia entre los expertos se sigue a otra ronda de análisis hasta lograrla realizando los cambios pertinentes en función de lo que evalúan.

En caso de que el número de características sea menor que siete ( $k < 7$ ) se tiene:

$$\text{Región crítica: } S_{\text{calculada}} = \sum \left( R_i - \frac{\sum R_i}{k} \right)^2 > S_{\text{tabulada}} \quad (2.3)$$

donde:

$S_{\text{tabulada}}$ : Se encuentra en la Tabla de Friedman (Friedman, 1940)

$R_i$ : Sumatoria de las evaluaciones dadas por los expertos para cada una de los criterios

### Análisis de fiabilidad

La confiabilidad es la probabilidad de que un componente o sistema desempeñe satisfactoriamente la función para la que fue creado, durante un período establecido y bajo condiciones específicas de operación (Gutiérrez y de la Vara, 2007).

Para el análisis de confiabilidad pueden utilizarse diferentes procedimientos, estos son explicados por Hernández et al. (1998). Uno de los que más se emplea es el Alfa de Cronbach, recomendándose generalmente para que una escala sea confiable que tome valores mayores que 0,7.

### Análisis de validez

**Demostración de la validez de contenido:** Para ello es necesario un amplio estudio cualitativo de la literatura relevante y recoger las impresiones de expertos en el tema investigado, académicos y profesionales, que aporten sus criterios de acuerdo a la experiencia que poseen respecto al tema en cuestión (Díaz, 2006).

**Demostración de la validez de criterio:** La validez de criterio se analiza comparando los resultados del instrumento empleado y un criterio externo a este fielmente establecido (Hernández et al., 1998).

**Demostración de la validez de constructo:** La validez de constructo se suele determinar mediante un procedimiento denominado análisis factorial, según Hernández et al. (1998) y Frías (2005). Este posibilita agrupar las variables, de acuerdo a sus relaciones, en un conjunto de factores representativos.

Generalmente el análisis factorial se efectúa tomando como modelo el análisis de componentes principales, apropiado cuando el interés primordial se centra en la predicción del mínimo número de factores necesarios para explicar un alto porcentaje de la varianza representada en la serie de variables original.

El análisis factorial puede tener carácter exploratorio o confirmatorio (Hair, Anderson, Thatam, y Black, 1999):

- La aproximación inductiva o exploratoria supone delimitar un número amplio de indicadores que supuestamente miden un constructo, encontrar los factores o dimensiones que explican las relaciones entre este conjunto de variables a partir de criterios estadísticos, y definir cada uno en función de las mismas.
- La aproximación deductiva o confirmatoria va de la teoría hacia los hechos, permitiendo una valoración de la correspondencia entre las características entre el concepto planteado en la teoría y los resultados obtenidos a partir de los datos. El análisis factorial confirmatorio, aunque ya se han desarrollado procedimientos para realizarlo independientemente, todavía se aplica a partir de una aproximación exploratoria con estos fines.

Al realizar un análisis factorial debe tenerse en cuenta, considerando los criterios de Hair et al. (1999), los elementos siguientes:

- La comprobación de los supuestos de este:
  - ✓ Tamaño muestral: Debe ser 100 o más grande, por lo general el mínimo es tener por lo menos un número de observaciones cinco veces mayor que el número de variables a ser analizadas, siendo el tamaño aceptable un ratio de diez a uno.
  - ✓ Medida de suficiencia de muestreo (MSA): Una medida para cuantificar el grado de inter correlaciones entre las variables y la conveniencia del análisis factorial. Este índice se extiende de 0 a 1, llegando a 1 cuando cada variable es perfectamente predicha sin error por las otras variables. La medida puede ser interpretada con las siguientes directrices: 0,80 o superior, sobresaliente; 0,70 o superior, regular; 0,60 o superior, mediocre; 0,50 o superior, despreciable; por debajo de 0,50, inaceptable. Se deben examinar primero los valores MSA para cada variable y excluir aquellos que caen en la gama de inaceptables.
  - ✓ Prueba de esfericidad de Bartlett: Es una estadística que se utiliza para estudiar la presencia de correlaciones entre las variables, contrastándose dos hipótesis:

*Ho: Las variables no están correlacionadas en la población, la matriz de correlaciones es una matriz identidad.*

*H1: Existe correlación entre las variables.*

Para que el análisis factorial sea apropiado debe rechazarse la hipótesis nula.

- ✓ Medida de adecuación de la muestra de Kaiser- Meyer-Olkin (KMO): Explica el grado de adecuación muestral a partir de una comparación de los coeficientes de correlación observados con los coeficientes de correlación parciales, indicando la fuerza de esas relaciones entre variables. Este índice puede estar entre 0 y 1 considerándose como aceptable, a efectos del factorial, un  $KMO > 0,5$ .

Las estadísticas mencionadas son las más significativas para asegurar que el análisis factorial es adecuado para el estudio que se realiza, en caso de que no suceda así deben realizarse transformaciones para lograrlo o cambiar la técnica de análisis. Por ejemplo, cuando el  $KMO < 0,5$  se debe revisar la diagonal principal de la matriz de correlaciones antimagen que contiene los valores de la medida de adecuación muestral (MSA) para cada una de las variables y eliminar las de  $MSA < 0,5$  consideradas inaceptables, lo que evidencia un aumento del KMO (Hair et al., 1999).

- Criterio que se emplea para el cálculo de la cantidad de factores a ser extraídos

En este sentido existen varios criterios:

- ✓ Criterio de raíz latente (con base en valores específicos): Sólo se consideran los factores que tienen raíces latentes o autovalores mayores que uno, es decir que explican al menos una variable. Los factores con autovalores menores que uno no son significativos y por tanto se desestiman a la hora de incorporarlos en la interpretación. El uso del autovalor para establecer un corte es más fiable cuando el número de variables está entre 20 y 50.
- ✓ Criterio a priori: El investigador establece el número de factores.
- ✓ Criterio de porcentaje de varianza: Se basa en obtener un porcentaje acumulado especificado de la varianza total extraída. Tal porcentaje depende del tipo de investigación que se realiza, pero, generalmente, se establece un porcentaje de varianza explicada mayor o igual que el 60%.

Estos son tres de los criterios más utilizados, aunque también se emplean: criterio del contraste de caída y heterogeneidad de la muestra, entre otros.

- Método de rotación de factores

En la rotación de factores se distinguen varios métodos clasificados en dos categorías:

- ✓ Rotación ortogonal: Rotación de factores en la que los ejes se mantienen formando ángulos de  $90^\circ$ , se incluyen en esta los métodos: Quartimax, Equimax y Varimax, este último reduce el número de variables con cargas elevadas en un factor.
- ✓ Rotación oblicua: Rotación de factores cuando los ejes no se conservan en ángulo recto, entre estos métodos se señalan: Oblimin, Promax, Ortoblique, entre otros.

La elección del método depende del criterio del investigador.

- Criterio para la significación de las cargas factoriales

La definición del criterio para seleccionar las cargas significativas es una de las consideraciones más importantes al desarrollar un análisis factorial porque de acuerdo a este se procede a la interpretación final de los factores. Generalmente se evidencia en la literatura la utilización de cargas superiores a 0,5.

Tales aclaraciones son indispensables para la organización y resumen de datos mediante el análisis factorial, lo que permite demostrar la existencia de validez de constructo y a su vez, rediseñar el instrumento de evaluación para que este tenga mejores propiedades métricas.

### Estadística descriptiva

La estadística descriptiva se refiere a procedimientos para resumir y presentar datos cuantitativos de manera que revele las características de la distribución de los datos.

Entre los análisis de la estadística descriptiva que tienden a ser reiteradamente realizados en la literatura revisada se encuentran la determinación de: moda, mediana, media, rangos, la desviación estándar y la varianza, además de las frecuencias. Los resultados que se obtienen permiten caracterizar a las muestras o poblaciones a partir de datos que guardan relación con el objetivo del estudio que se realice. Dichos resultados se pueden obtener haciendo uso de paquetes de programas como el SPSS, el Statgraphics y/o Microsoft Excel.

### Diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto)

El diagrama de causa-efecto es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuáles son las verdaderas causas.

El diagrama de causa-efecto se debe utilizar cuando pueda contestarse “sí” a una o las dos preguntas siguientes:

- ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?

- ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los que dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica. Estos son (Gutiérrez y de la Vara, 2007):

- Método de las 6M's: Consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final.
- Método de flujo del proceso: Consiste en construir la línea principal del diagrama de Ishikawa siguiendo el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas.
- Método de estratificación o enumeración de causas: Implica construir el diagrama de Ishikawa yendo directamente a las causas potenciales del problema sin agrupar de acuerdo con las 6M's.

#### Análisis de capacidad del proceso (Índices de capacidad y métricas Seis Sigma)

La capacidad de un proceso se define como la manera en que las variables de salida de un proceso cumplen con sus especificaciones (Gutiérrez & De la Vara, 2013). Para este análisis es necesario tener en cuenta el tipo de característica de calidad a estudiar de acuerdo al tipo de especificación. En dependencia del tipo de característica de calidad se calculan diferentes índices de capacidad y métricas Seis Sigma, que permiten evaluar el proceso en cuanto a capacidad.

La capacidad de un proceso queda determinada por:

- Los límites de especificación.
- La variabilidad del proceso y su comportamiento en el tiempo.
- El centrado del proceso.

La interpretación de estos índices se fundamenta en tres supuestos:

- Que la característica de calidad siga distribución normal.
- Que el proceso sea estable o esté en control estadístico.
- Que la desviación estándar del proceso sea conocida.

### Conclusiones parciales del capítulo

1. El procedimiento propuesto está fundamentado en la metodología seis sigma para el mejoramiento continuo de procesos, basado en el ciclo gerencial básico de Deming. En este se incluye el diagnóstico inicial, así como un grupo de criterios planteados por diferentes autores, tales como: (Sánchez Ávila & Chávez Rodríguez, 2009), (Barrera Prado, 2019), (C. Gette et al., 2019), (Cecilio Nuñez & Forte Moreno, 2021), (Mateos, 2019), (Díaz Laurencio et al., 2013), Gutiérrez y de la Vara (2009); ISO 13053: 2011, entre otros, llegándose a especificar en cada una de sus etapas las técnicas y herramientas que deben ser aplicadas.
2. La aplicación de la metodología seis sigma en el mejoramiento de la calidad del servicio incluye etapas que pueden ser realizadas por un solo investigador como es el caso de Definir, Medir y Controlar, mientras que otras como las de Analizar y Mejorar deben ser realizadas por un grupo de expertos

### **CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS TELEMÁTICOS EN LA UEB EICMA CIENFUEGOS**

En este capítulo se presentan los resultados relacionados con la aplicación del procedimiento para la mejora de la calidad del servicio de telemática en la UEB EICMA, sobre la base de la evaluación de las variables de calidad de dicho servicio, así como de un conjunto de elementos propios en la temática, trayendo como resultado el conocimiento de las principales debilidades y los aspectos a mejorar.

#### **3.1. Aplicación del procedimiento para la mejora de calidad del servicio de telemática.**

La aplicación del procedimiento se realiza siguiendo en orden los pasos propuestos en el capítulo anterior, tomando como objeto de estudio la UEB EICMA Cienfuegos.

En el comienzo de la investigación se crea el grupo de trabajo compuesto por 13 especialistas y trabajadores con vasta experiencia (anexo No.2). Para la descripción de la competencia de los expertos, se combina la autovaloración y la evaluación de la competencia (anexo No.3). En el perfil de competencia de los expertos, como puede observarse no hay expertos de perfil de competencia bajo, mayoritariamente se encuentran entre medio y alto (anexo No.4).

#### **Etapas I: Definir**

Este estudio se realiza desde junio del 2021 hasta febrero del 2022. Se efectúa un análisis del estado inicial del proceso, donde se determinan las pautas para el comienzo de la investigación. El examen exhaustivo arroja la información para el análisis detallado de la calidad y disponibilidad del servicio, se enfoca en los factores que provocan una incidencia directa en el resultado final de cara al cliente y en la relación cliente-proveedor para fidelizar una relación bidireccional.

##### *Paso 1: Descripción general del proceso*

La empresa tiene definido como proceso clave el de mercadotecnia y desarrollo, teniendo como subprocesos: Telemática, Aplicaciones, Ofimática y Comunicaciones. Por decisión de la empresa se selecciona el proceso de Telemática como objeto de estudio de la presente investigación. En él se centra lo relacionado con la prestación de los servicios de telemática a los clientes y es uno de los que mayores ingresos generan, siendo este alrededor del 70% de los ingresos totales de la UEB.

Este proceso se encuentra compuesto por un grupo de actividades, las que se representa en el anexo No.5 mediante un diagrama Quién-Qué, mientras en los anexos No.6 y 7 se muestran los diagramas de flujo del proceso y SIPOC respectivamente.

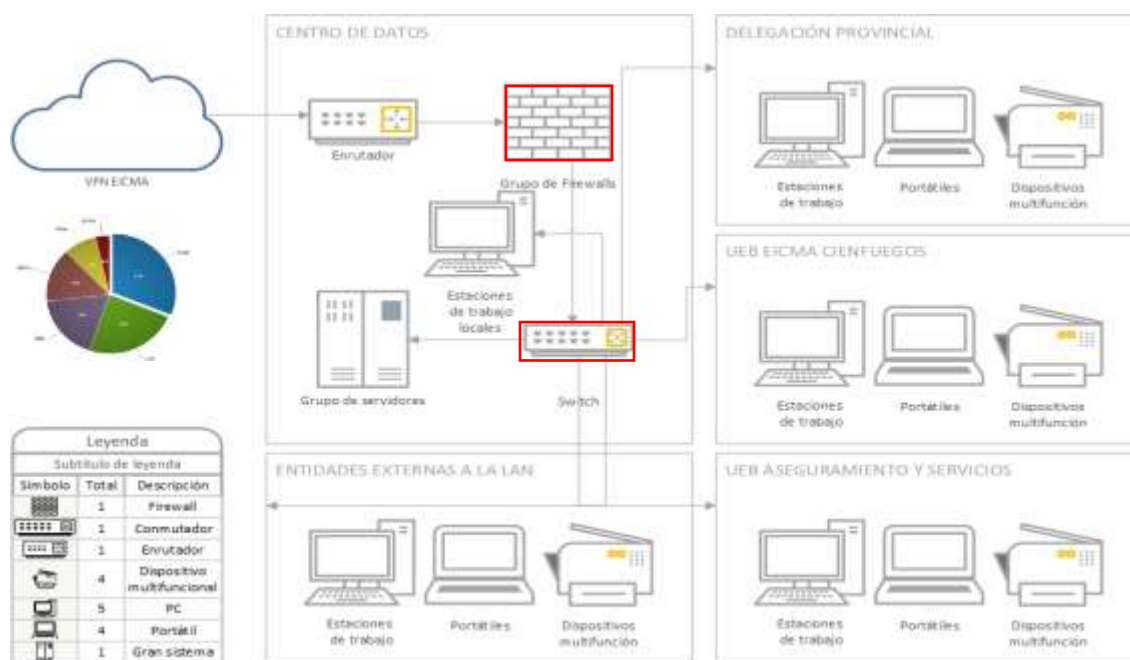
## Paso 2: Diagnóstico del proceso

### Requisitos legales aplicables en materia de telemática

Se realiza la actualización de la legislación, normas cubanas y otras regulaciones relativas a dicha materia. Se elabora un listado de referencia de acuerdo a lo establecido por el organismo rector y el título de la legislación aplicable en la UEB. Se verifica la existencia o no de estas, resultando que la organización cuenta con todas ellas, ya sea en formato impreso o digital.

De forma general la UEB dispone de la legislación emitida (resoluciones, normas, decretos, decreto-ley) aplicables en el país por el organismo rector: Ministerio de Comunicaciones (MINCOM).

Dentro de la normativa legal uno de los aspectos a tomar en cuenta es la incorporación de estructuras de red que permitan tanto la optimización de red como la seguridad de la misma. Cumpliendo con lo establecido se opta por un cambio de distribución que permita garantizar un aislamiento tanto total como parcial de puntos estratégicos y a su vez redistribuir las peticiones de los clientes, lo que garantiza diversos puntos de conexión y la disminución de las latencias. En la figura 3.1 se aprecia la estructura que se presenta inicialmente, donde se señalan los puntos de mayor incidencia en el tráfico de red.



**Figura 2.1: Estructura de red inicial UEB EICMA Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.**

### Análisis de indicadores

En la tabla 3.1 se muestran los resultados de los indicadores de desempeño, donde se refleja el comportamiento del proceso de servicio de telemática durante el periodo comprendido entre los

meses de junio a septiembre del 2021. Es válido precisar que el registro de datos se realiza sin tomar en consideración factores externos que detengan el proceso, ejemplo: cortes de fluido eléctrico, etc.

**Tabla 2.1: Resultado de los indicadores de desempeño durante los meses de junio a septiembre de 2021. Fuente: Elaboración propia.**

| Indicadores                       | Junio | Julio | Agosto | Septiembre |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|------------|
| Pérdidas de paquetes (%)          | 20,92 | 13,31 | 22,62  | 30,95      |
| Disponibilidad de servicio (%)    | 99.30 | 99.57 | 99.27  | 98,97      |
| Utilización de ancho de banda (%) | 20.95 | 18.03 | 27.73  | 38,91      |

A partir del análisis anterior se evidencia el comportamiento entre los meses de junio a septiembre del 2021 en cuanto a estos tres indicadores, denotándose como indicador más relevante el de pérdidas de paquetes, promediando un 21.95% en dicho período, esto destaca la existencia de deficiencias con respecto a la calidad del total de las solicitudes que se procesan ya que existe un alto índice de solicitudes que no llegan a su destino final. También se puede apreciar que la disponibilidad del servicio y la utilización del ancho de banda están dentro de parámetros aceptables.

#### Análisis de quejas e insatisfacciones

En la prestación del servicio de telemática se detectan quejas que se reportan por varias vías, como: telefónica, mensajería instantánea, correo, contacto directo. Mediante estos medios se manifiesta las insatisfacciones que presentan los clientes en cuanto a la calidad percibida. Este servicio presenta un gran volumen de insatisfacciones producto a diversos factores, dentro de los que se destacan por su nivel de repetición: problemas de conectividad y disponibilidad del servicio.

#### *Paso 3: Seleccionar las variables críticas para el proceso*

Para definir las variables críticas del proceso se realiza en una sesión de trabajo con el equipo de especialista, resultando las siguientes:

- Pérdidas de paquetes
- Ancho de banda
- Tiempo de respuesta

Estas variables se definen por consenso entre los expertos y se validan a partir del criterio expuesto por los mismos mediante una tormenta de ideas.

#### Paso 4: Delimitar y definir el problema

A partir del análisis realizado en los pasos anteriores, se definen las principales deficiencias del proceso de telemática relacionadas con la calidad del servicio. El autor de la actual investigación propone evaluar el desempeño de dicho proceso a partir de la identificación, evaluación, seguimiento y mejora de las variables críticas identificadas. Por tanto, el problema se define como: *El proceso de telemática presenta insuficiencias relacionadas con la calidad del servicio, que atentan contra su buen desempeño.*

#### Etapa II: Medir

En esta etapa se realiza la medición de las variables críticas de calidad definidas en la etapa anterior.

#### Paso 5: Medición del nivel sigma

La evaluación general del proceso se realiza mediante la medición de las variables críticas que inicialmente son identificadas en la etapa anterior. Las denominaciones y definiciones operativas de las variables se presentan a continuación:

- Pérdidas: porciento de paquetes no entregados.
- Ancho de banda: cantidad de información que recibes cada segundo.
- Tiempo de respuesta: velocidad de respuesta en atender a una petición.

Luego se elabora un plan para determinar el nivel sigma del proceso objeto de estudio (ver tabla 3.2).

**Tabla 2.2: Plan para estudio del nivel sigma. Fuente: Elaboración propia.**

| Variables           | Tipo de estándar de desempeño | LIE | LSE                                                    | Forma de recolectar los datos |
|---------------------|-------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Pérdidas            | Cuanto más pequeño mejor      | 0   | $\leq 20 \%$                                           | Registro del software         |
| Ancho de banda      | Ancho de banda contratado     | 0   | $\leq$ ancho de banda contratado por los clientes MB/s | Registro del software         |
| Tiempo de respuesta | Cuanto más pequeño mejor      | 0   | $\leq 20$ ms                                           | Registro del software         |

A partir de las variables descritas en la tabla anterior se puede estimar el nivel sigma del proceso. Se parte de las no conformidades detectadas en auditorías internas y externas, inspecciones, señalamientos, deficiencias, incumplimientos, entre otras, asociados a las variables críticas del proceso. Para medir el nivel de sigmas, se determina el Defecto por Millón de Oportunidades (DPMO), para ello se realiza el siguiente análisis.

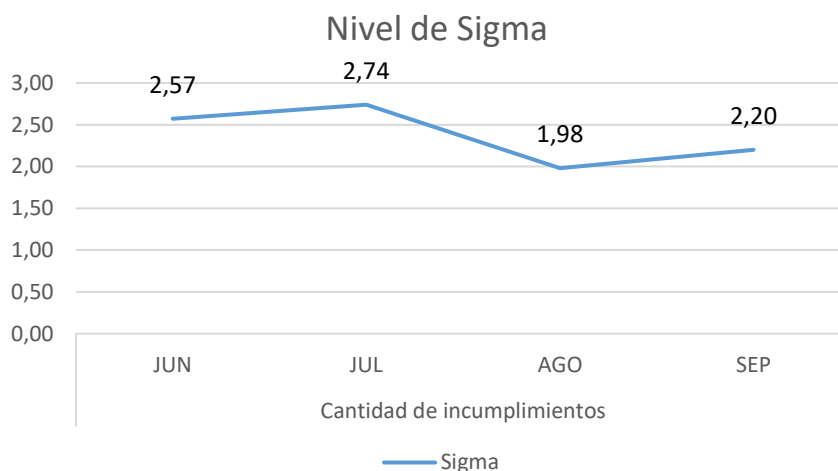
**Tabla 2.3: Información primaria para el cálculo del nivel sigma del proceso. Fuente: Elaboración propia.**

| Variables/Meses          | Cantidad de incumplimientos |             |              |              |
|--------------------------|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|
|                          | Junio                       | Julio       | Agosto       | Septiembre   |
| Pérdidas                 | 20,92%                      | 13,31%      | 22,62%       | 30,95%       |
| Ancho de banda           | 0,00                        | 0,00        | 0,00         | 0,00         |
| Tiempo de respuesta (ms) | 14,36                       | 35,13       | 26,89        | 71,55        |
| <b>Total</b>             | <b>0,22</b>                 | <b>0,17</b> | <b>0,495</b> | <b>0,381</b> |
| Sigma                    | 2,57                        | 2,74        | 1,98         | 2,20         |
| DPMO                     | 141828,39                   | 106726,56   | 314095,70    | 241741,40    |

La determinación del Defecto por Millón de Oportunidades (DPMO) se realiza según la fórmula referida en ISO 31053-1:2011 punto 5.2.

El proceso de telemática debe cumplir con 295 requisitos aproximadamente y se analizan un total de 465 unidades. Éstos se asumen como el número de características críticas para el proceso (nCTQC), ya que su incumplimiento puede generar una “no conformidad”.

El cálculo del nivel sigma se realiza mensual, a partir de la fórmula (2.1) expuesta en el capítulo II de la presente investigación. El comportamiento durante el período analizado se representa en la figura siguiente.



**Figura 2.2: Comportamiento del nivel sigma durante el período de junio a septiembre de 2021. Fuente: Elaboración propia.**

El nivel de calidad en sigmas del proceso puede en términos prácticos considerarse no satisfactorio, pues es inferior a un proceso tres sigmas, es decir, el proceso es potencialmente incapaz de cumplir con sus especificaciones, por lo que su desempeño es insatisfactorio.

### Paso 6: Estudiar el comportamiento estadístico del proceso

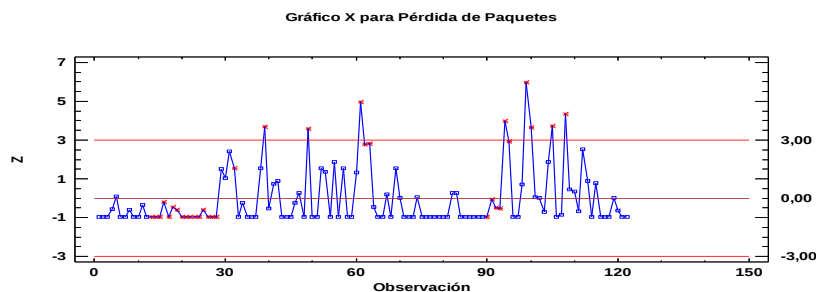
#### Pérdidas de paquete

Se analiza el comportamiento estadístico de las variables críticas de calidad identificadas, utilizando el software Statgraphics Centurion. Se comienza por la variable pérdidas de paquete, inicialmente se realiza una comparación de distribuciones para conocer qué tipo de distribución se ajusta más a los valores registrados, demostrándose que siguen una distribución exponencial (ver tabla 3.4). Como los datos siguen una distribución diferente a la Normal, estos valores deben ser normalizados (transformados a su equivalente en Z) antes de que se realicen las cartas de control. La normalización es revertida para que el gráfico se elabore en la métrica original.

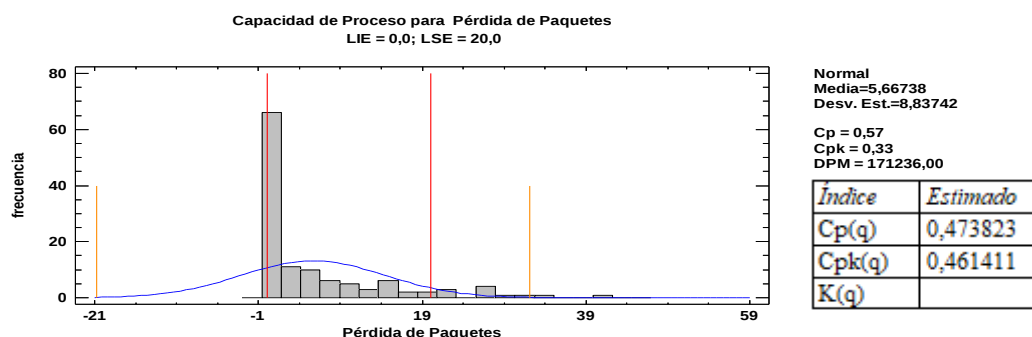
**Tabla 2.4: Comparación de distribuciones alternativas para la variable pérdida de paquetes. Fuente: Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

| Distribución             | Parámetros Est. | Log Verosimilitud | KS D     |
|--------------------------|-----------------|-------------------|----------|
| Exponencial              | 1               | -333,637          | 0,516393 |
| Valor Extremo Más Grande | 2               | -402,063          | 0,308533 |
| Laplace                  | 2               | -418,201          | 0,5      |
| Logística                | 2               | -429,436          | 0,289419 |
| Normal                   | 2               | -438,448          | 0,260665 |
| Uniforme                 | 2               | -451,106          | 0,564755 |
| Valor Extremo Más Chico  | 2               | -474,778          | 0,331534 |
| Lognormal                | 2               | -1,E9             | 0,516393 |
| Weibull                  | 2               | -1,E9             | 0,632777 |
| Gamma                    | 2               | -1,E9             | 0,516393 |
| Pareto                   | 1               | -1,E9             | 0,52459  |
| Loglogística             | 2               | -1,E9             | 0,516393 |
| Gaussiana Inversa        | 2               | -1,22E11          | 0,516393 |
| Birnbaum-Saunders        | <sin ajuste>    |                   |          |

Para el análisis de los datos de se obtienen el gráfico de control de la figura 3.3, que muestra el valor individual de la medición durante el período de junio a septiembre del 2021, utilizando cartas de control para variables, específicamente la carta x (individuales). En la figura 3.4 se muestra el histograma de frecuencias y los índices de capacidad.



**Figura 2.3: Gráfico de X en el análisis de pérdida de paquetes. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**



**Figura 2.4: Gráfico de capacidad de pérdidas de paquetes. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

Mediante el análisis estadístico de la variable pérdidas de paquetes se puede apreciar que, se presentan 8 puntos especiales, esta variable se comporta de manera inadecuada para el trabajo puesto que el Cp es inferior a 0.67, lo que no llega a valores de capacidad satisfactoria indicando la inestabilidad de esta variable. Gran parte de las peticiones realizadas no llegan a completarse, esto enfatiza la necesidad de realizar modificaciones.

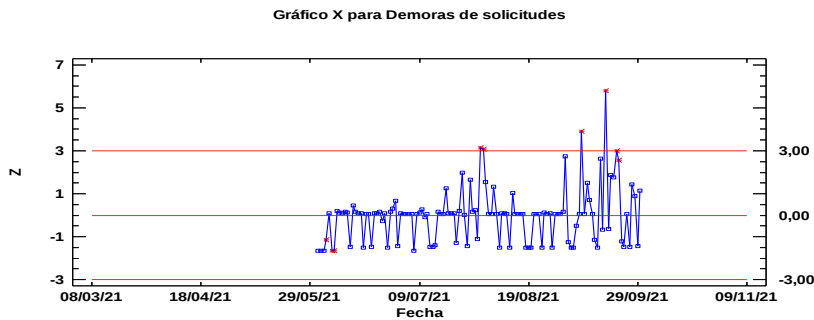
#### Velocidad de respuesta (mejoras)

Para esta variable se realiza igual análisis que la variable anterior. Se comparan las distribuciones para los valores registrados en la variable velocidad de respuesta para el período de tiempo analizado (junio – septiembre), resultando que la distribución Laplace es la que más se ajusta (ver tabla 3.5). Los datos siguen una distribución diferente a la Normal, por tanto, estos son normalizados (transformados a su equivalente en Z) antes de que se construyan los gráficos de control y se realice el análisis de capacidad.

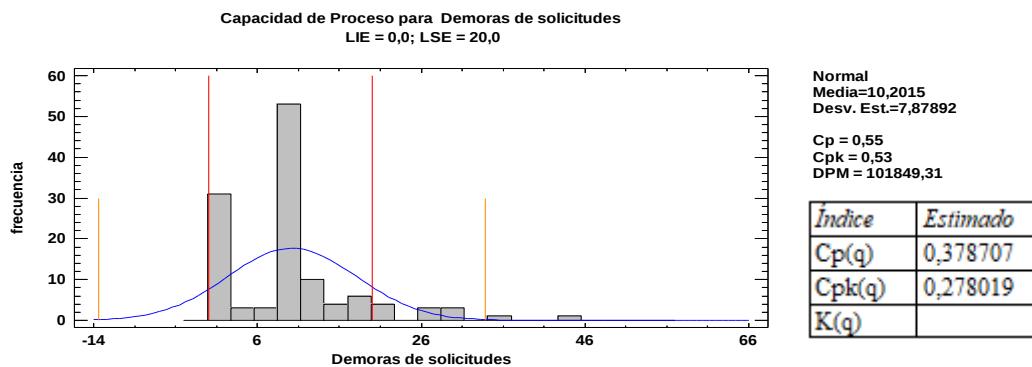
**Tabla 2.5: Comparación de distribuciones alternativas para la variable velocidad de respuesta (demoras). Fuente: Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

| Distribución             | Parámetros Est. | Log Verosimilitud | KS D     |
|--------------------------|-----------------|-------------------|----------|
| Laplace                  | 2               | -405,037          | 0,218778 |
| Exponencial              | 1               | -405,349          | 0,320245 |
| Valor Extremo Más Grande | 2               | -412,275          | 0,26288  |
| Logística                | 2               | -418,244          | 0,228322 |
| Normal                   | 2               | -424,442          | 0,229435 |
| Valor Extremo Más Chico  | 2               | -459,918          | 0,265271 |
| Uniforme                 | 2               | -465,922          | 0,547428 |
| Lognormal                | 2               | -1,E9             | 0,511453 |
| Weibull                  | 2               | -1,E9             | 0,687648 |
| Gamma                    | 2               | -1,E9             | 0,757017 |
| Pareto                   | 1               | -1,E9             | 0,773455 |
| Loglogística             | 2               | -1,E9             | 0,473101 |
| Gaussiana Inversa        | 2               | -1,22E11          | 0,959016 |
| Birnbaum-Saunders        | <sin ajuste>    |                   |          |

Para el análisis de los datos de se obtienen el gráfico de control de la figura 3.5, que muestra el valor individual de la medición durante el período de junio a septiembre del 2021, utilizando cartas de control para variables, específicamente la carta x (individuales). En la figura 3.6 se muestra el histograma de frecuencias y los índices de capacidad.



**Figura 2.5: Gráfico de X en el análisis de velocidad de respuesta (demoras). Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**



**Figura 2.6: Gráfico de capacidad en el análisis de velocidad de respuesta (demoras). Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

Mediante el análisis estadístico de la variable velocidad de respuesta (demoras) se puede apreciar que se presentan 4 puntos especiales. Esta variable se comporta de manera inadecuada para el trabajo puesto que el Cp es inferior a 0.67, lo que no llega a valores de capacidad satisfactoria indicando que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones. Esta variable incide directamente en la calidad percibida del cliente, pues representa índices muy altos de inestabilidad representado por grandes flujos de solicitudes que afecta al procesamiento óptimo, lo que indica la necesidad de realizar modificaciones.

### Ancho de banda

A continuación, se realiza el análisis de la variable ancho de banda, de igual forma que en las variables precedentes se realiza la comparación de distribuciones, resultando que la distribución

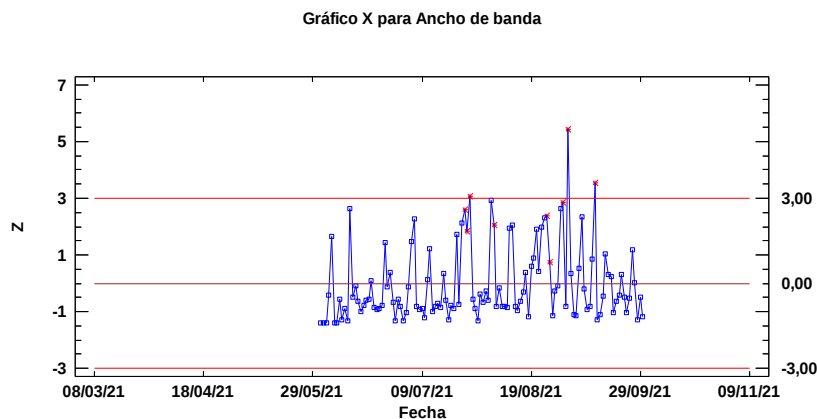
exponencial es la que mejor se ajusta (ver tabla 3.6). Los valores registrados siguen una distribución diferente a la Normal, por tanto, al igual que en las dos variables anteriores se procede a normalizar los datos (transformados a su equivalente en Z) antes de que se realice los gráficos de control y el análisis de capacidad.

**Tabla 2.6: Comparación de distribuciones alternativas para la variable ancho de banda.**

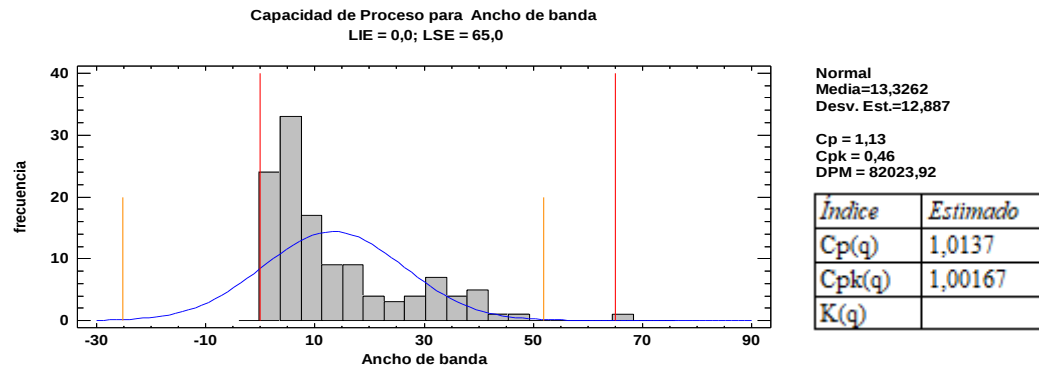
**Fuente:** Fuente: Salida del software Statgraphics v16.

| Distribución             | Parámetros Est. | Log Verosimilitud | KS D      |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Exponencial              | 1               | -437,948          | 0,0714624 |
| Valor Extremo Más Grande | 2               | -460,208          | 0,143248  |
| Laplace                  | 2               | -477,585          | 0,211697  |
| Logística                | 2               | -481,336          | 0,163895  |
| Normal                   | 2               | -484,47           | 0,198107  |
| Uniforme                 | 2               | -510,229          | 0,479377  |
| Valor Extremo Más Chico  | 2               | -515,948          | 0,249643  |
| Lognormal                | 2               | -1,E9             | 0,209181  |
| Weibull                  | 2               | -1,E9             | 0,564447  |
| Gamma                    | 2               | -1,E9             | 0,883535  |
| Pareto                   | 1               | -1,E9             | 0,891699  |
| Loglogística             | 2               | -1,E9             | 0,48221   |
| Gaussiana Inversa        | 2               | -1,22E11          | 0,959016  |
| Birnbaum-Saunders        | <sin ajuste>    |                   |           |

Para el análisis de los datos de se obtienen el gráfico de control de la figura 3.7, que muestra el valor individual de la medición durante el período de junio a septiembre del 2021, utilizando cartas de control para variables, específicamente la carta x (individuales). En la figura 3.8 se muestra el histograma de frecuencias y los índices de capacidad.



**Figura 2.7: Gráfico de X en el análisis de ancho de banda. Fuente:** Salida del software Statgraphics v16.



**Figura 2.8: Gráfico de capacidad en el análisis de ancho de banda. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

Mediante el análisis estadístico de la variable velocidad de respuesta se puede apreciar que, se presentan 3 puntos especiales. Esta variable se comporta de manera adecuada para el trabajo, puesto que el Cp se encuentra entre los valores 1 y 1.33, lo cual destaca que se encuentran parcialmente adecuado, aunque se requiere un control estricto en cuanto a consumo sostenido superior al 95% del total disponible.

#### *Paso 7: Medición y análisis de la calidad de servicio percibida por el cliente*

En este paso se diseña el cuestionario para evaluar la calidad percibida por los clientes, a partir de la revisión de la literatura para la obtención de variables relacionadas con la temática analizada, además, se revisan trabajos relacionados con la evaluación de la calidad percibida en servicios de telemática. Para el caso de la UEB EICMA Cienfuegos, no se cuenta con un instrumento de evaluación que sea aplicado periódicamente y que permita conocer las percepciones de los clientes.

Luego de la revisión de la literatura se elabora una lista que incluye 24 ítems, teniendo en cuenta los aportes de las investigaciones realizadas por autores como (Calle Peláez y otros, 2013). Dichos ítems son concentrados en cinco posibles dimensiones, especificado en la tabla 3.7.

**Tabla 2.7: Cantidad de ítems en la lista inicial de características. Fuente: Elaboración propia.**

| Dimensiones            | Cantidad de ítems |
|------------------------|-------------------|
| Elementos tangibles    | 3                 |
| Confiabilidad          | 5                 |
| Capacidad de respuesta | 7                 |
| Aseguramiento          | 4                 |
| Empatía                | 5                 |
| <b>Total</b>           | <b>24</b>         |

Luego se realizar la consulta a expertos para reducir ítems, aplicando como herramienta la metodología Delphi. Se entrevista a cada uno de ellos, derivándose las siguientes acotaciones tenidas en cuenta en la investigación:

Los expertos consideran que deben incluirse en el cuestionario dos preguntas generales: la primera relacionada con la satisfacción y una última sobre si continuaría utilizado el servicio.

En su mayoría consideran que no debe incluirse los ítems (menor rango promedio):

- Disponibilidad y respuesta brindada en el punto de información de la institución.
- Facilidad de acceso, espacio físico y áreas señalizadas en las instalaciones de la institución.
- Utilización de equipos informáticos, formularios e insumos para brindar el servicio.
- Requisitos que solicita la institución para obtener el servicio.
- Tiempo que le lleva para obtener el servicio.
- Cortesía, capacidad profesional y calidez en la atención de los servidores públicos.
- Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual.

El análisis de las sugerencias recopiladas permite reducir la lista a 17 ítems. En el **Anexo No.8** se muestra el resultado obtenido con los expertos. Estos se procesan con el paquete estadístico SPSS Versión 22.0. Para valorar si existe comunidad de criterios entre los expertos se realiza la prueba no paramétrica W de Kendall, para el caso en análisis se presenta más de siete características (K), por lo que la prueba de hipótesis que debe realizarse es  $\lambda^2$ .

$H_0$ : No hay comunidad de preferencia entre los expertos

$H_1$ : Existe comunidad de preferencia entre los expertos

Región Crítica:  $\lambda^2_{calculada} \geq \lambda^2_{tabulada}$

Si se cumple la región crítica se rechaza  $H_0$ , existiendo comunidad de preferencia entre los expertos, con lo que se cumple en la presente investigación. En este caso  $\lambda^2_{calculada} = 203,688$  y W de Kendall = 0,681. La región crítica se cumple, llegando a la conclusión que los resultados obtenidos en este procesamiento son confiables y existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Luego de la consulta a expertos se procede a diseñar el cuestionario para la evaluación de la calidad percibida en los servicios de telemática. Este brinda la posibilidad de intercambiar con los clientes, de una forma estructurada.

En el **Anexo No.9** se muestra el cuestionario diseñado. El mismo tiene como objetivo general conocer el nivel de calidad percibida que se presenta con respecto a los servicios de telemática. Todas las declaraciones que se encuentran en el cuestionario están enunciadas en sentido positivo en relación con la calidad del servicio. El mismo tiene tres apartados acompañados de las instrucciones para responderlo: datos generales, evaluación de la calidad percibida de servicios y finalmente las sugerencias. Se utiliza una escala tipo Likert de dimensión 5, donde (1) significa estar totalmente en desacuerdo y (5) estar totalmente de acuerdo con una declaración dada.

Para la aplicación del cuestionario se toma una muestra piloto de 30 clientes, utilizando el muestro aleatorio simple. El objetivo es evaluar las propiedades métricas del instrumento de medición, teniendo en cuenta:

- Análisis de fiabilidad: Se utiliza el Alpha de Cronbach que debe ser mayor que 0.7 para considerarse aceptable.
- Demostración de la validez de constructo: Se realiza mediante un análisis factorial de componentes (ver **Anexo No.10**). Es importante resaltar que se tienen en cuenta como variables significativas las que carguen en más de 0.50 a un factor. Para aplicar el análisis factorial se verifica el cumplimiento de los supuestos fundamentales: determinante distinto de 0, KMO superior a 0.5, existencia de correlaciones mediante la Prueba de Esfericidad de Bartlett, medida de adecuación muestral (MSA) superior a 0.5 y altas comunalidades.
- Demostración de validez de contenido: La validez de contenido queda demostrada con la consulta realizada a expertos siguiendo la metodología Delphi.
- Demostración de la validez de criterio: La validez de criterio se analiza más adelante al comparar los resultados alcanzados con las deficiencias detectadas por la UEB.

Para probar la fiabilidad del instrumento se emplea el coeficiente Alpha de Cronbach. La tabla 3.8 muestra el valor del coeficiente Alpha de Cronbach. La fiabilidad del instrumento se considera adecuada, puesto que dicho coeficiente se encuentra por encima de 0,7.

**Tabla 2.8: Estadísticas de fiabilidad. Fuente: Salida del Software SPSS V.22.**

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,705             | 17             |

En Tabla 3.9 se muestra el resumen de los resultados del análisis factorial.

**Tabla 2.9: Propiedades métricas del instrumento. Fuente: Elaboración propia.**

| Criterios                                                        | Resultados |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| Tamaño muestral                                                  | 30         |
| Cantidad de variables                                            | 17         |
| Variables a excluir- Criterio de exclusión                       | -          |
| Por ciento de varianza explicada                                 | 62,39%     |
| Determinante                                                     | 0,006      |
| KMO                                                              | 0,534      |
| Significación asintótica de la prueba de Esfericidad de Bartlett | 0,000      |

La significación asintótica menor que 0.05 indica que existen correlaciones entre las variables, los MSA llegan a ser todos mayores que 0.5 al igual que las comunales. Se cumplen por tanto los supuestos del análisis factorial y se evidencia que todas las variables deben ser incluidas en el instrumento.

Dado que el instrumento ya ha sido validado por los expertos y teniendo en cuenta que cumple con las propiedades métricas (fiabilidad y validez), no se considera oportuno realizar ajustes al mismo y se pasa directamente a aplicar el cuestionario a una muestra mayor de clientes.

Para la aplicación del cuestionario diseñado se calcula el tamaño de muestra necesario. Para ello se trabaja con la fórmula de cálculo de población finita y varianza desconocida:

$$n = \frac{NPq}{\frac{(N-1)B^2}{z^2} + Pq}$$

$$n = 101$$

Se consideran: p y q de un 50% respectivamente, un error permisible (B) del 5%, un nivel de confianza del 95% por lo que z es 1.96. El tamaño de muestra calculado es de 101 clientes. El tipo de muestreo a utilizar es aleatorio simple.

El procesamiento del cuestionario se realiza con la ayuda del Software Estadístico SPSS Versión 22.0.

En el **Anexo No.11** se muestra el análisis de frecuencia para cada uno de los ítems contenidos en el cuestionario (ver tabla 3.10). Se resumen las opiniones de los clientes respecto al servicio recibido, donde se considera en desacuerdo a los encuestados que marcaron del 1 al 2 en la escala likert de 5 niveles, indiferente (ni de acuerdo ni en desacuerdo) a los que marcaron 3 y de acuerdo a los que marcaron entre 4 y 5.

**Tabla 2.10: Análisis descriptivo de los resultados de la aplicación del cuestionario. Fuente: Elaboración propia.**

| No. | Descripción                                                                                                                               | % de satisfacción |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1   | Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen.                                                                      | 83%               |
| 2   | La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud.                                                                          | 31%               |
| 3   | Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve.                                        | 33%               |
| 4   | El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio.                                             | 81%               |
| 5   | El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza.                                                             | 65%               |
| 6   | Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple. | 34%               |
| 7   | El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.                                                                            | 80%               |
| 8   | Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual                                               | 63%               |
| 9   | Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.                                                                | 81%               |
| 10  | El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.                                         | 79%               |
| 11  | El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.                                                        | 83%               |
| 12  | El personal le atendió con amabilidad                                                                                                     | 56%               |
| 13  | La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.                                     | 85%               |
| 14  | La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses                                                                                   | 38%               |
| 15  | Velocidad                                                                                                                                 | 65%               |
| 16  | Continuidad de Acceso                                                                                                                     | 86%               |
| 17  | Atención a quejas                                                                                                                         | 62%               |

Como se puede apreciar no se evidencian notables insatisfacciones, puesto que en la mayoría de las preguntas más del 80% de los encuestados manifiestan estar de acuerdo. No obstante, para algunos ítems se identifican por su nivel de insatisfacciones superiores, es el caso de:

- La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud.
- Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve.
- Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple.
- La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses

Las principales insatisfacciones están relacionadas con:

- Velocidad de acceso a internet
- Resolución de problemas
- Asistencia técnica

### Etapa III: Analizar

#### Paso 8: Identificación de las causas

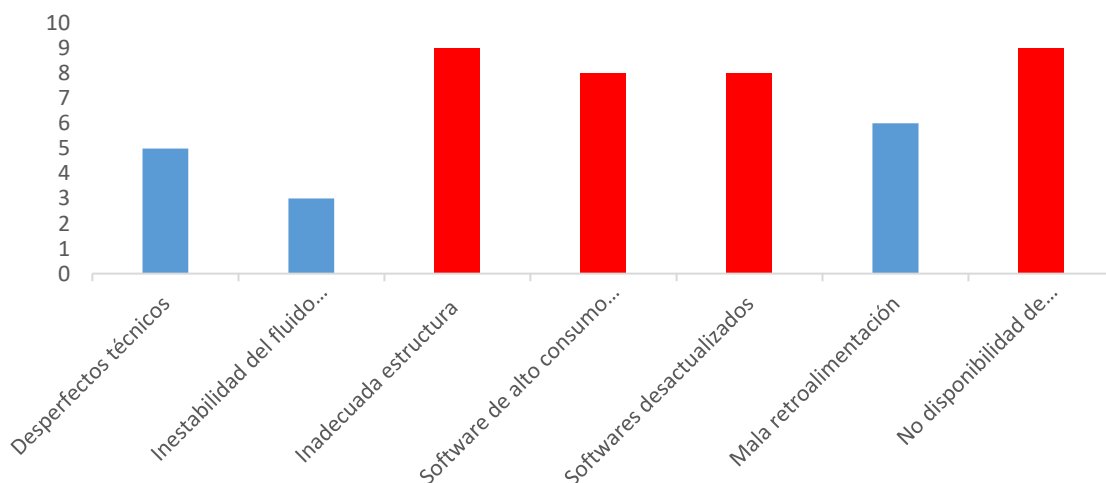
Después de haber identificado los problemas existentes, se hace un análisis de las causas. Este se divide en dos aspectos:

- Preparación del diagrama causa-efecto.
- Verificación de las causas más probables.

*Preparación del Diagrama Causa-Efecto:* Se realiza el análisis de causa y efecto para determinar las causas posibles que influyen en las deficiencias en el servicio de telemática. El diagrama de causa-efecto que se muestra en el **Anexo No.12**, es construido en una sesión de tormenta de ideas de conjunto con el equipo de mejora.

*Verificación de las causas más probables:* El equipo de mejora revisa las causas posibles y selecciona las más probables mediante una votación basada en la experiencia. Estas causas se enumeran en el **Anexo No.13**, basándose en esta lista, se verifican las más probables.

Con el fin de priorizar las oportunidades de mejora definidas en el paso anterior, se emplea el método Delphi (ver **Anexo No.14**), donde se ordenan descendientemente, es decir, valor 10 máxima prioridad. Este resultado se muestra en el siguiente gráfico de barras.



**Figura 2.9: Rangos promedios para las oportunidades de mejora. Fuente: Elaboración propia.**

Por consenso del equipo de trabajo se arriba a la conclusión de priorizar las cuatro primeras oportunidades de mejora, las que se definen de la forma siguiente:

- Inadecuada estructura física y lógica
- Software de alto consumo de recursos
- Softwares desactualizados
- No disponibilidad de software de monitoreo

*Paso 9: Establecer las metas para las variables críticas del proceso*

Con el objetivo de mejorar el desempeño del proceso de servicios telemáticos es necesario establecer las metas a alcanzar luego de implementar las mejoras. En la tabla 3.11 se muestra por cada una de las variables críticas la situación actual y la meta que se propone la UEB lograr a partir de su situación tecnológica actual.

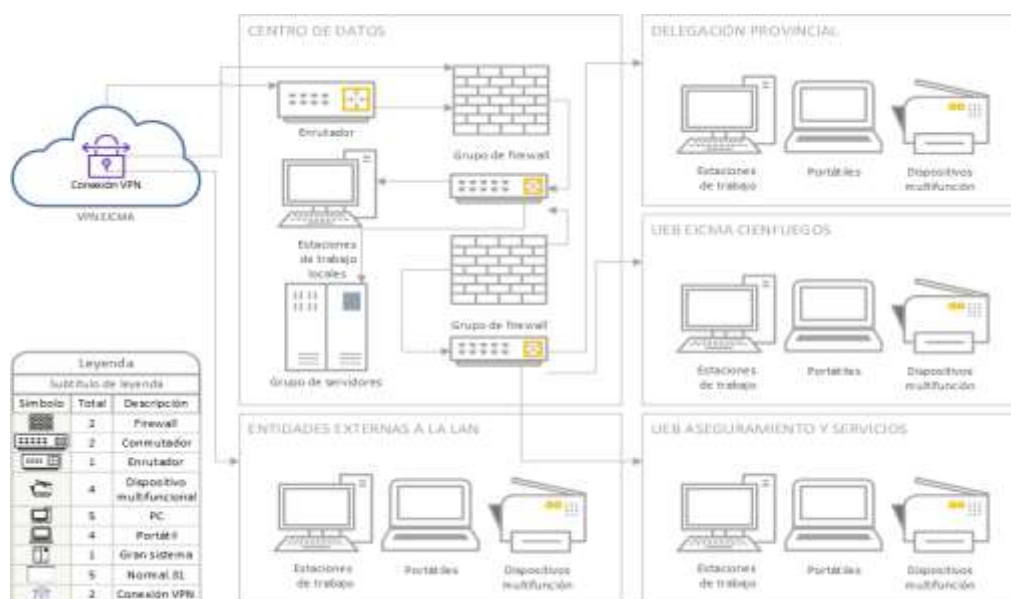
**Tabla 2.11: Metas del proyecto. Fuente: Elaboración propia.**

| Variables           | Situación actual | Meta      |
|---------------------|------------------|-----------|
| Pérdidas            | 0-8 %            | 0-4%      |
| Ancho de banda      | 0-30 MB/s        | 0-30 MB/s |
| Tiempo de respuesta | 0-20 ms          | 0-10 ms   |

**Etapas IV: Mejorar**

*Paso 10: Implementación de la solución*

Para realizar la implementación de las soluciones inicialmente como se muestra en la figura 3.9, se realiza un cambio en la estructura de red, cumpliendo con la legislación vigente y con medidas que garantizan una mejor gestión y control de los servicios. Se realiza la aplicación de herramientas de software QoS mediante sistemas informáticos como es el uso de firewall (pfsense), para caracterizar las prioridades en cada una de las solicitudes. Para la propuesta de dichas medidas se diseña de un plan de acción, haciendo uso de la técnica de las 5W2H (qué, quién, cómo, por qué, dónde, cuándo y cuánto). Dicho plan se encuentra en el **Anexo No.15**, donde se refleja en qué consiste la propuesta, dónde se implementan, la forma en qué se va a realizar, las fechas para cada una, las personas responsables, entre otros.



**Figura 2.10: Estructura de red actual. Fuente: Elaboración propia.**

La implementación de las medidas se realiza durante el período de octubre a diciembre del 2021, donde se percibe una mejora luego de su implementación. Estas son detalladas a continuación.

*Paso 11: Evaluar el impacto de la mejora sobre las variables críticas del proceso*

A partir de su implementación se calculan nuevamente los indicadores que miden el desempeño del proceso, inicialmente se recalcula los indicadores (ver tabla 3.12), para ir realizando una comparativa entre las dos etapas.

**Tabla 2.12: Distribución de indicadores meses de diciembre a febrero. Fuente elaboración propia.**

| Indicadores                       | Diciembre | Enero | Febrero |
|-----------------------------------|-----------|-------|---------|
| Pérdidas de paquetes (%)          | 0,32      | 4,87  | 2,96    |
| Disponibilidad de servicio (%)    | 99,99     | 99,84 | 99,89   |
| Utilización de ancho de banda (%) | 23,31     | 17,40 | 37,81   |

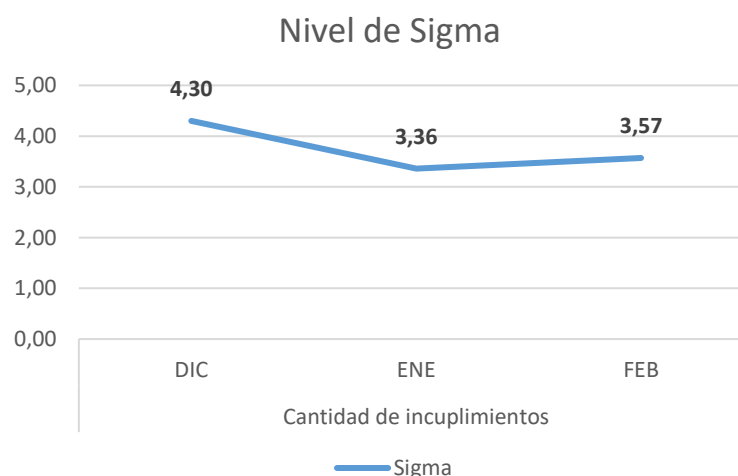
Los valores de los indicadores destacan la disminución del número de pérdidas, se mantiene de manera estable la utilización del ancho de banda, dado que no existe variación del consumo en cuanto a la incorporación de nuevos clientes, además el nivel de disponibilidad se comporta de manera similar al del período anterior.

A continuación, se realiza el análisis de las variables críticas de calidad para el período de diciembre de 2021 a febrero de 2022, luego de implementadas las medidas (ver tabla 3.13).

**Tabla 2.13: Información primaria para el cálculo del nivel sigma del proceso en el período diciembre 2021 a febrero 2022. Fuente: Elaboración propia.**

| Variables/Meses          | Cantidad de incumplimientos |                |                |
|--------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|
|                          | Diciembre                   | Enero          | Febrero        |
| Pérdidas (%)             | 0,32                        | 4,87           | 2,96           |
| Ancho de banda           | 0                           | 0              | 0              |
| Tiempo de respuesta (ms) | 0,085                       | 0,092          | 0,084          |
| <b>Total</b>             | <b>0,00405</b>              | <b>0,04962</b> | <b>0,03044</b> |
| Sigma                    | 4,3                         | 3,36           | 3,57           |
| DPMO                     | 2569,35484                  | 31479,3548     | 19311,3978     |

Se observa cierta estabilidad y una disminución sustancial del tiempo de respuesta de las solicitudes, estableciéndose valores inferiores al 1% del total de peticiones, también se denota gran disminución del nivel de pérdidas, las que se mantienen entre 0,32 y 4,87. Es de destacar que estas variables cumplen con las metas trazadas para la investigación. Se evidencia el aumento del nivel sigma (ver figura 3.10) del proceso con respecto al período anterior, pasando de un rango de valores entre 1,98 a 2,74 a niveles que se encuentran entre los 3,36 a 4,3 categorizando el proceso de satisfactorio.



**Figura 2.11: Comportamiento del nivel sigma durante el período de diciembre a febrero de 2022. Fuente: Elaboración propia.**

Una vez analizado los parámetros generales del proceso, se realiza el análisis del comportamiento estadístico de cada una de las variables críticas de calidad, para de esta forma poder comparar los resultados alcanzados luego de implementar las mejoras con los obtenidos en el período anterior, para de esta forma conocer la efectividad de las medidas.

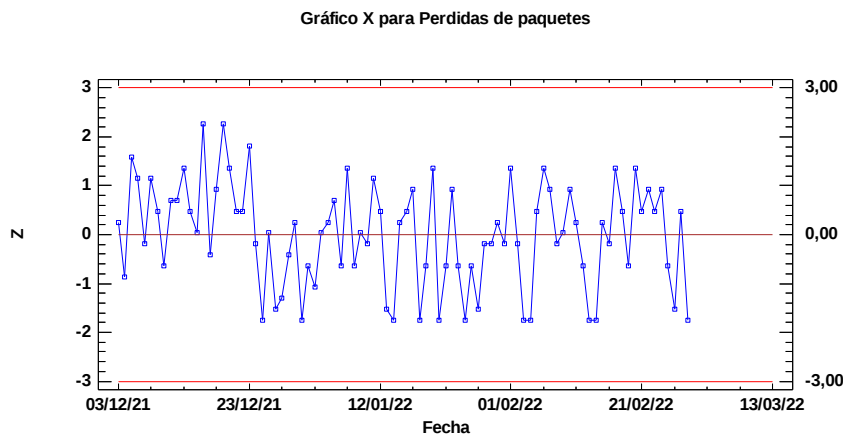
### Pérdidas de paquete

Se comienza por la variable pérdidas de paquete, se realiza la comparación de distribuciones para conocer qué tipo de distribución se ajusta más a los valores registrados, demostrándose que siguen una distribución exponencial (ver tabla 3.14). Como los datos siguen una distribución diferente a la Normal, estos valores deber ser normalizados (transformados a su equivalente en Z) antes de que se realicen las cartas de control y el análisis de capacidad.

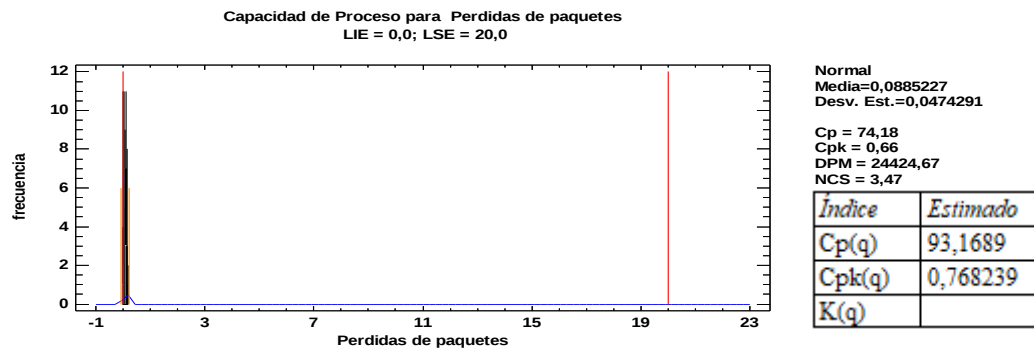
**Tabla 2.14: Comparación de distribuciones alternativas para la variable pérdida de paquetes. Fuente: Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

| Distribución             | Parámetros Est. | Log Verosimilitud | KS D      |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Uniforme                 | 2               | 150,902           | 0,176768  |
| Normal                   | 2               | 143,903           | 0,0961895 |
| Weibull                  | 2               | 142,203           | 0,143819  |
| Logística                | 2               | 141,441           | 0,0959717 |
| Valor Extremo Más Chico  | 2               | 141,141           | 0,0982161 |
| Valor Extremo Más Grande | 2               | 138,055           | 0,138452  |
| Laplace                  | 2               | 137,058           | 0,110678  |
| Gamma                    | 2               | 136,659           | 0,184276  |
| Loglogística             | 2               | 126,588           | 0,154485  |
| Exponencial              | 1               | 125,356           | 0,287718  |
| Lognormal                | 2               | 123,889           | 0,235951  |
| Birnbaum-Saunders        | 2               | 123,214           | 0,300978  |
| Gaussiana Inversa        | 2               | 117,743           | 0,312308  |
| Pareto                   | 1               | -8,9E10           | 1,0       |

Para el análisis de los datos de se obtienen el gráfico de control de la figura 3.11, que muestra el valor individual de la medición durante el período de diciembre 2021 a febrero 2022, utilizando cartas de control para variables, específicamente la carta x (individuales). En la figura 3.12 se muestra el histograma de frecuencias y los índices de capacidad.



**Figura 2.12: Gráfico de X en el análisis de pérdida de paquetes. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**



**Figura 2.13: Gráfico de capacidad de pérdidas de paquetes. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

Mediante el análisis de la variable pérdidas de paquetes se puede apreciar que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, siendo un proceso estable y en control estadístico. Esta variable se comporta de manera adecuada para el trabajo puesto que el Cp se encuentra en valores que se consideran muy buenos, destacando su capacidad para cumplir con las especificaciones.

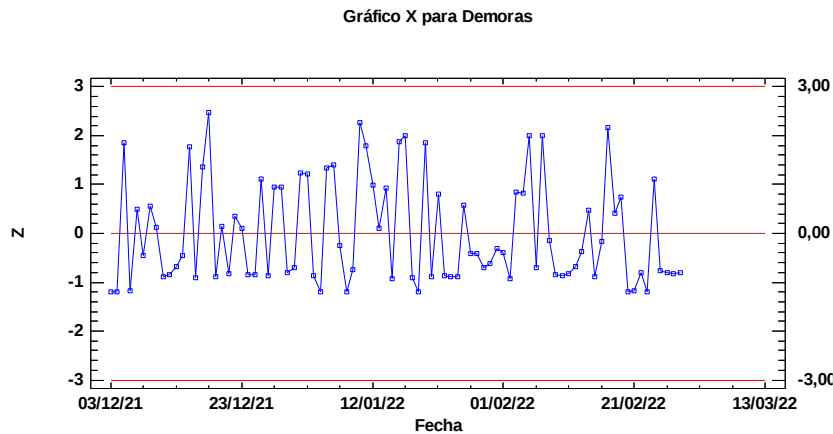
#### Velocidad de respuesta (demoras)

Se realiza la comparación de distribuciones para conocer qué tipo de distribución se ajusta más a los valores registrados, demostrándose que siguen una distribución Weibull (ver tabla 3.15). Como los datos siguen una distribución diferente a la Normal, estos valores deber ser normalizados (transformados a su equivalente en Z) antes de que se realicen las cartas de control y el análisis de capacidad.

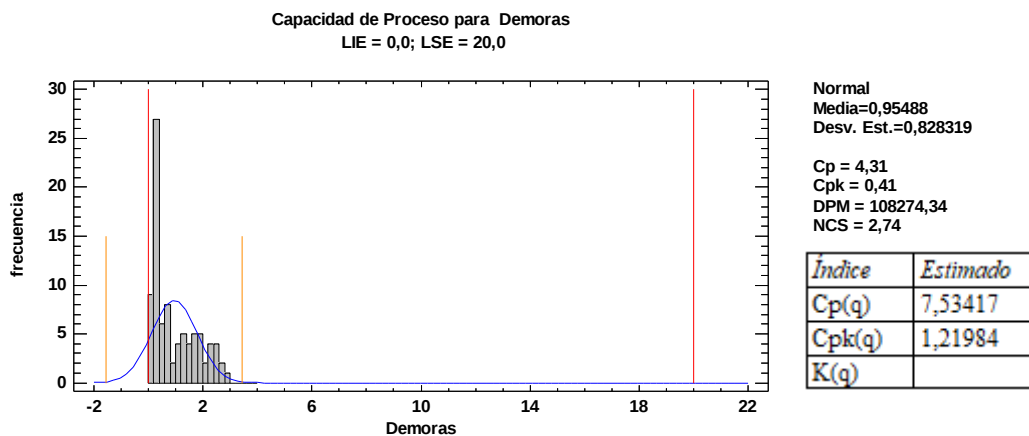
**Tabla 2.15: Comparación de distribuciones alternativas para la variable velocidad de respuesta (demoras). Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

| Distribución             | Parámetros Est. | Log Verosimilitud | KS D     |
|--------------------------|-----------------|-------------------|----------|
| Weibull                  | 2               | -83,7639          | 0,118799 |
| Gamma                    | 2               | -83,8797          | 0,110051 |
| Exponencial              | 1               | -83,9371          | 0,117101 |
| Loglogística             | 2               | -91,5571          | 0,100326 |
| Uniforme                 | 2               | -91,9778          | 0,321996 |
| Lognormal                | 2               | -91,9909          | 0,147555 |
| Birnbaum-Saunders        | 2               | -93,8079          | 0,254882 |
| Valor Extremo Más Grande | 2               | -98,0636          | 0,186731 |
| Gaussiana Inversa        | 2               | -105,224          | 0,275347 |
| Normal                   | 2               | -107,791          | 0,201489 |
| Logística                | 2               | -110,455          | 0,172324 |
| Laplace                  | 2               | -115,092          | 0,208443 |
| Valor Extremo Más Chico  | 2               | -120,019          | 0,192011 |
| Pareto                   | 1               | -8,9E10           | 5,87753  |

Para el análisis de los datos de se obtienen el gráfico de control de la figura 3.13, que muestra el valor individual de la medición durante el período de diciembre 2021 a febrero 2022, utilizando cartas de control para variables, específicamente la carta x (individuales). En la figura 3.14 se muestra el histograma de frecuencias y los índices de capacidad.



**Figura 2.14: Gráfico de X en el análisis de velocidad de respuesta (demoras). Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**



**Figura 2.15: Gráfico de capacidad en el análisis de velocidad de respuesta (demoras). Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

Mediante el análisis de la variable velocidad de respuesta (demoras) se puede apreciar que, todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, por tanto, es un proceso estable, está en control estadístico. Esta variable se comporta de manera adecuada para el trabajo, puesto que el Cp da como resultados valores que se consideran buenos, destacando su capacidad para cumplir con las especificaciones.

### Ancho de banda

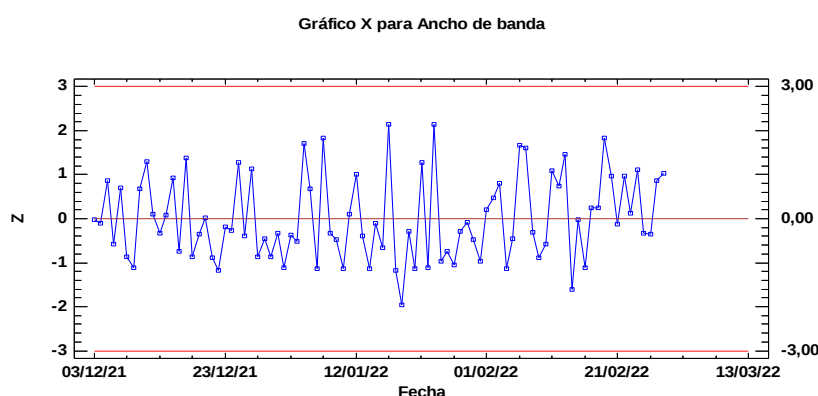
Se realiza la comparación de distribuciones para conocer qué tipo de distribución se ajusta más a los valores registrados, demostrándose que siguen una distribución gamma (ver tabla 3.16). Como los datos siguen una distribución diferente a la Normal, estos valores deben ser normalizados (transformados a su equivalente en Z) antes de que se realicen las cartas de control y el análisis de capacidad.

**Tabla 2.16: Comparación de distribuciones alternativas para la variable ancho de banda.**

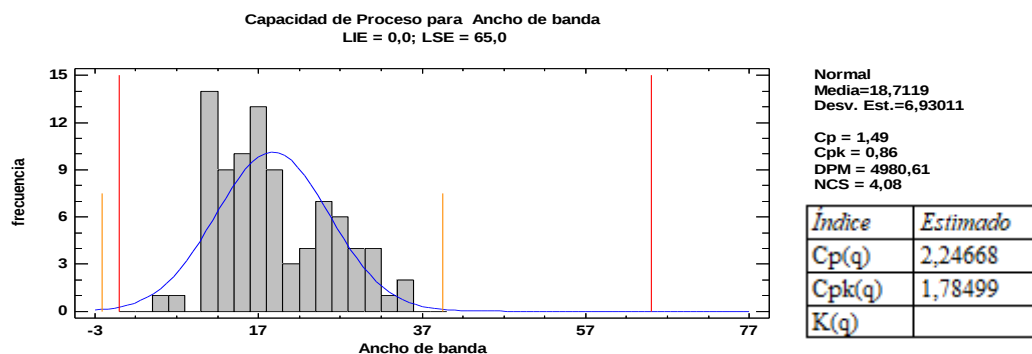
**Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

| Distribución             | Parámetros Est. | Log Verosimilitud | KS D      |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Gamma                    | 2               | -291,72           | 0,087135  |
| Valor Extremo Más Grande | 2               | -292,333          | 0,0913272 |
| Lognormal                | 2               | -293,004          | 0,0896714 |
| Weibull                  | 2               | -293,025          | 0,106758  |
| Birnbaum-Saunders        | 2               | -293,194          | 0,0903841 |
| Gaussiana Inversa        | 2               | -293,369          | 0,0910461 |
| Loglogística             | 2               | -294,204          | 0,0972178 |
| Normal                   | 2               | -294,724          | 0,119271  |
| Logística                | 2               | -297,163          | 0,098683  |
| Uniforme                 | 2               | -298,459          | 0,167418  |
| Laplace                  | 2               | -300,608          | 0,161456  |
| Valor Extremo Más Chico  | 2               | -304,452          | 0,151379  |
| Exponencial              | 1               | -345,766          | 0,397833  |
| Pareto                   | 1               | -431,892          | 0,533757  |

Para el análisis de los datos se obtienen el gráfico de control de la figura 3.15, que muestra el valor individual de la medición durante el período de diciembre 2021 a febrero 2022, utilizando cartas de control para variables, específicamente la carta x (individuales). En la figura 3.16 se muestra el histograma de frecuencias y los índices de capacidad.



**Figura 2.16: Gráfico de X en el análisis de ancho de banda. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**



**Figura 2.17: Gráfico de capacidad en el análisis de ancho de banda. Fuente: Salida del software Statgraphics v16.**

Mediante el análisis de la variable ancho de banda se puede apreciar que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, siendo un proceso estable y en control estadístico. Esta variable se comporta de manera adecuada para el trabajo, debido a que el Cp da como resultados valores que se consideran satisfactorios, destacando su capacidad para cumplir con las especificaciones.

Una vez analizado los parámetros estadísticos después de implementada las mejoras se procede a la aplicación de la encuesta al mismo número de participantes que en la etapa anterior, destacándose un incremento en la satisfacción general con respecto a los servicios brindados (ver **Anexo No.16**).

De manera general se realiza un resumen de cada una de las variables analizadas (ver tabla 3.17) donde se refleja una variación en los parámetros evaluados. Estos valores crecen en sentido positivo, garantizando una calidad superior en correspondencia con el servicio brindado inicialmente. También se aprecia que en la aplicación de la encuesta para la etapa final todas las preguntas son respondidas con resultados superiores (ver **Anexo No.17**), lo que reafirma la efectividad de las mejoras realizadas.

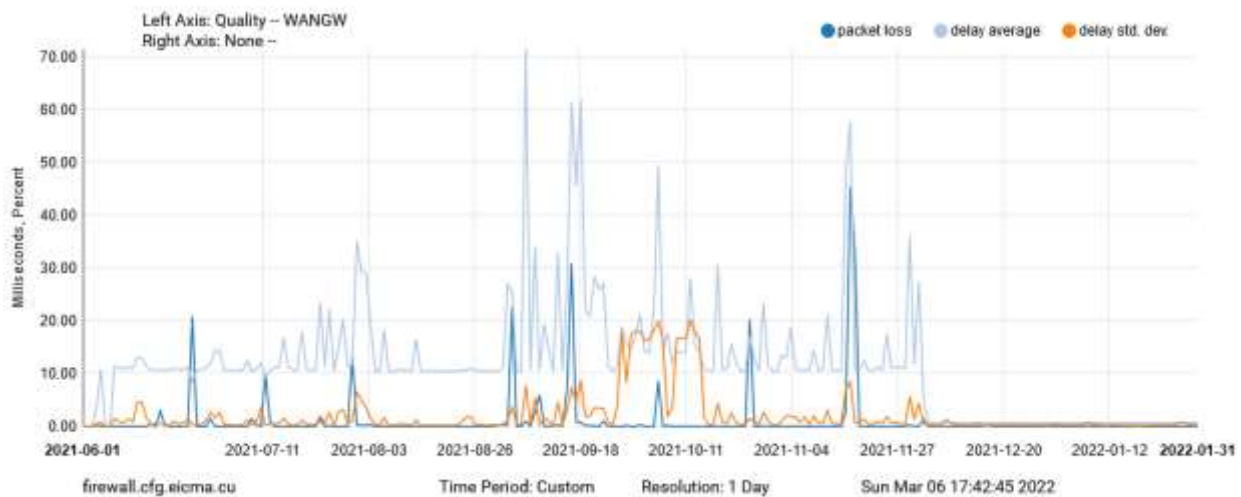
**Tabla 2.17: Resumen de parámetros por variable. Fuente: Elaboración propia.**

| Parámetros/variables-etapas          | Pérdida de paquetes |          | Velocidad de respuesta |          | Ancho de banda |         |
|--------------------------------------|---------------------|----------|------------------------|----------|----------------|---------|
|                                      | Inicial             | Final    | Inicial                | Final    | Inicial        | Final   |
| Promedio                             | 21,95%              | 2,71%    | 36,98 ms               | 0,087 ms | -              | -       |
| Nivel de calidad Sigma               | 2,45                | 3,47     | 2,77                   | 2,74     | 2,89           | 4,08    |
| Cp(q)                                | 0,473823            | 93,1689  | 0,378707               | 7,53417  | 1,0137         | 2,24668 |
| Cpk(q)                               | 0,461411            | 0,768239 | 0,278019               | 1,21984  | 1000167        | 1,78499 |
| Satisfacción general con el servicio | Inicial             |          |                        | Final    |                |         |
|                                      | 65%                 |          |                        | 81%      |                |         |

## Etapa V: Controlar

### Paso 12: Monitoreo del proceso

Para realizar el monitoreo en los sistemas que brindan los servicios, se utilizan los estudios de estabilidad, en los que se mide cada cierto intervalo de tiempo la disponibilidad de dicho servicio. Estos proveen información clave sobre el estado del proceso de medición. Para la realización de dicho monitoreo se implementan un software de control (pfsense), que permiten previsualizar en tiempo real cada variable de manera individual o el comportamiento del sistema en general, debido al gran volumen de resultados, se asocian a estos sistemas otros capaces de graficar dichos datos. Estas herramientas a su vez permiten obtener una visualización del comportamiento de las mediciones realizadas por los diferentes sistemas instalados (ver figura 3.17).



**Figura 2.18: Gráfico de pérdidas de paquetes y demoras. Fuente: Sistema de monitoreo y control**

Este gráfico muestra el comportamiento general de dos variables críticas durante el tiempo de realización del estudio, se puede apreciar la incidencia favorable de las medidas aplicadas en estas variables de calidad, mejorando las incidencias de estas en el proceso. En el **Anexo No.18** se pueden apreciar otras salidas que se obtienen del software.

### Paso 13: Cerrar y difundir el proyecto de mejora

El objetivo de este último paso es asegurarse de que el proyecto de mejora es fuente de evidencia de logros, de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión.

Finalmente se realiza una recopilación de todos los documentos utilizados en la investigación, donde se refleja el trabajo realizado, quedando redactado un documento final, para ser consultado por el personal interesado.

Se refleja en el mismo los principales logros alcanzados, entre los que sobresalen:

- Mejora en el rendimiento de la red.
- Escalabilidad de la red.
- Disminución de los tiempos de respuestas a peticiones.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

1. Se verificó el cumplimiento de las principales características de calidad del servicio de telemática de la UEB EICMA Cienfuegos a partir del estudio de estabilidad y capacidad realizado, resultando que el proceso es estable y capaz de cumplir con el funcionamiento óptimo del proceso con una disponibilidad real superior al 99,84% y un aumento del rendimiento por peticiones alcanzando valores dentro de las metas propuestas en la investigación.
2. El cuestionario diseñado es un instrumento de medición de la calidad percibida fiable y válido, en el mismo se tienen en cuenta variables que se agrupan en cinco dimensiones, para identificar las principales insatisfacciones que poseen los clientes con la calidad del servicio de telemática.
3. Luego de proponer y aplicar las mejoras se evidencia un mejor desempeño de las variables críticas de calidad identificadas en el servicio de telemática y el nivel sigma del proceso, así como en la estabilidad y capacidad, lo que se revierte en un aumento en la calidad del servicio de telemática, por tanto, mayor satisfacción en el uso del servicio por el cliente final.

## CONCLUSIONES GENERALES

1. La aplicación de la metodología seis sigma permitió realizar el diagnóstico sobre la calidad del servicio de telemática en la red convergente de datos en la UEB EICMA Cienfuegos, determinando los problemas fundamentales relacionados con la temática, sobresaliendo la presencia de altos porcentajes insatisfacción de calidad perciba.
2. A partir de la realización del diagnóstico se identifican los principales factores que influyen en la calidad del servicio telemático sobresaliendo el mal estado de la infraestructura, el alto nivel de respuesta a peticiones y la necesidad de implementar sistemas de comunicación bidireccional más eficientes.
3. Se verificó el cumplimiento de las principales características de calidad del servicio de telemática de la UEB EICMA Cienfuegos a partir del estudio de estabilidad y capacidad realizado, resultando que el proceso es estable y capaz de cumplir con el funcionamiento óptimo del proceso con una disponibilidad real superior al 99,84% y un aumento del rendimiento por peticiones alcanzando valores dentro de las metas propuestas en la investigación.
4. El cuestionario diseñado es un instrumento de medición de la calidad percibida, demostrándose su fiabilidad y validez a partir de su aplicación a una muestra de clientes, en el mismo se tienen en cuenta variables que se agrupan en cinco dimensiones, para identificar las principales insatisfacciones que poseen los clientes con la calidad del servicio recibido, identificándose como mayores insatisfacciones: velocidad de acceso a internet; resolución de problemas y asistencia técnica.
5. . Con el estudio realizado se demostró que es posible la adecuación de la metodología seis sigma a procesos de servicios telemáticos, especificando en cada una de sus etapas las técnicas y herramientas que deben ser aplicadas.

## RECOMENDACIONES

- Generalizar la aplicación de este procedimiento a todas las UEB EICMA del país.
- Modelar nuevas alternativas de software y hardware que actualicen u optimicen los resultados alcanzados para su posterior integración al sistema.
- Continuar el monitoreo para no disminuir la calidad percibida por el cliente.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Norma ISO 13053. (2011). *Quantitative methods in process improvement. Six Sigma*. ISO 13053-1:2011.
- Norma NC:ISO 9000. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario*.
- Norma NC:ISO 9001 (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*. La Habana. Oficina Nacional de Normalización.
- Abbas Shirazi, S. A. (2012). Lean Thinking and Six Sigma: proven techniques in industry. Can they help health care? *International Journal of Care Pathways*.
- Acuña Vega, L. E., & Castro Rojas, A. (2012). *Simulación de nodos de acceso de banda ancha, DSLAM*.
- Ahmet Dikici, O. O. (2018). *Factors influencing the understandability of process models: A systematic literature review*. Information and Software Technology.
- Alarcón, G. J., Alarcón, P. I., Guamán, C. G., & Rivera, D. I. (2020). El Sistema de Gestión de Indicadores de Procesos SGIP. *Espacios*, Vol. 41(07), 4p.
- Álvarez, R. y. (2015). Satisfacción con los servicios de alimentación: Propuesta de medición y aplicación en una Universidad en Costa Rica. *Punto de Vista*, 1(10), 161–177.
- AMA. (1960). *Marketing Definitions. A Glossary of Marketing Terms*. Committee on Definitions of the A.M.A. American Marketing Association.
- Andrietta, J. M. (2007). *Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras*. In *Gestão y Produção*.
- AnnChristine Strigen, & Sabah Audo. (2010). *Logistics Optimization: Application of Optimization Modeling in Inbound Logistics*.
- Antony, J. K. (2011). Anapplication of Six Sigma methodology to reduce the engine-overheating problem in an automotive company. In *Asia Pacific Business Review*, 7(3), pp. 98-106.
- González Sanchez, C. N. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. (2016). *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 19-35.
- Arellano, H. (2017). La calidad en el servicio como ventaja competitiva. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 72-83.

- Arthur Nicholson, D., & Álvarez Valderas, R. C. (2009). *Calidad de Servicio (QoS) en Redes IP*. (Tesis de Grado). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Arthur, J. (2014). *Lean Six Sigma: A Fresh Approach to Achieving Quality Management*. Quality Management Journal.
- Aubyn Salkey, M. (2008). *Procedimiento para la mejora de procesos, haciendo uso de las técnicas Lean Six Sigma, en el proceso de préstamos hipotecarios de Jamaica National Building Society*. (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Barrera Prado, A. (2019). *Metodología Six Sigma para mejorar el servicio de Mesa de Ayuda TI en una organización del Sector Público*. Valparaíso.
- Batista Díaz, C. M., Lujo Aliaga, Z., Cedeño Galindo, L. V., Pérez Céspedes, A., & Pantaleón Fernández, R. E. (2018). Proposal and implementation of the lantern architecture in the acinox las tunas company. *Riti Journal*, Vol. 6, 11.
- Beltrán, J., Carmona, M., Carrasco, R., Rivas, M., & Tejedor, F. (2002). *Guía para una gestión basada en procesos*. Instituto Andaluz de Tecnología.
- Brown, A. (2013). *Quality: where have we come from and what can we expect?* *The TQM Journal*.
- Bustamante, M. Z. (2019). Fundamentos de calidad de servicio, el modelo Servqual. *Empresarial*, 13(2), 1-15.
- C. Gette, M., Sánchez, A., Salgado, C., & Peralta, M. (2019). *Gestión de la Calidad en empresas de Software y Servicios Informáticos (SSI) de la República Argentina: Un Modelo para su implementación eficiente*. In ASSE, *Simposio Argentino de Ingeniería de Software* (pp. 121-130).
- Cademo. (2016). *Encuesta de Satisfacción de Usuarios y Medición del Nivel de Calidad de Servicios de Telecomunicaciones*.
- Calle Peláez, J. T., Rivera Loja, M. E., & Barrera Salgado, F. (2013). *Propuesta para la medición de la calidad del servicio de Internet en la zona urbana de la ciudad de cuenca aplicando la norma ISO 9001:2008, e identificación de los factores que influyen en la decisión de compra de los clientes caso: ETAPA EP*. Cuenca: Universidad Politécnica de Salesiana.
- Camargos Gomes, L. P., Nonato Marques<sup>1</sup>, D. M., & Muller Guerrini<sup>1</sup>, F. (2017). *Self-organizing Six Sigma Program: as-is model and need for changes*. *Gest. Prod.*
- Cantú, H. (2001). *Desarrollo de una cultura de calidad*. Mc Graw Hill Interamericana S.A.

- Cantú, H. (2006). *Desarrollo de una cultura de calidad*. México. McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Cantú, J. H. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*.
- Carballo González, C., Conde del Oso, L. E., & Anías Calderón, C. (2016). Propuesta de soluciones de acceso para la introducción por etecsa de los servicios de banda ancha en cuba . *Telem@tica*, 15(1), 1-16.
- Cecilio Nuñez, Y. L., & Forte Moreno, A. (2021). Pruebas de escenarios para la implementación de la voz sobreip en cuba . *Telem@tica*, 20(2), 85-96.
- CISCO. (2022). Cisco Systems. Cisco Systems: [http://www.cisco.com/en/US/tech/tk869/tk769/technologies\\_white\\_paper09186a008011fd e2.shtml?referring\\_site=bodynav](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk869/tk769/technologies_white_paper09186a008011fd e2.shtml?referring_site=bodynav)
- CISCO. (2022). Cisco Systems. Cisco Systems: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/availability/high-availability/15115-perfmgmt.pdf](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/availability/high-availability/15115-perfmgmt.pdf)
- Cobos, R. E. (2002). Herramientas informáticas para la Gestión del Conocimiento: un estudio de la situación actual. *Novática*, 20-26.
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2005). *Generalidades sobre la Metodología de la Investigación*. UNACAR.
- Cruz Felipe, M., Martínez Gómez, R., & Hierrezuelo, C. (2013). Análisis de tráfico de la rRED UCI mediante la simulación. *Telem@tica*, 76-89.
- Delgado Guerrero, J. S. (2018). Desarrollo e Implementación de un sistema de información para directivos basado en la plataforma móvil Android aplicando el control de Cuadro de Mando Integra. In *Revista Espacios*. (7), pp. 23-40.
- Díaz Castellanos, E. E., Barroso-Moreno, L. A., Díaz- Ramos, C., & Pico-González, B. (2015). Development of a Mathematical Model for Multivariate Process by Balanced Six Sigma. *Ingeniería Investigación y Tecnología*.
- Díaz Laurencio, E., Martínez Gómez, R., Cruz Felipe, M., & Puig Diaz, P. M. (2013). QoS en redes de área local. *Revista Digital Sociedad de la Información*, pp.1-10.
- Díaz, R. (2006). *Interrelación entre imagen y comunicación en destinos turísticos*. Tesis de Doctorado.

- Dirección de calidad en el servicio público. (2018). *Guía metodológica para la medición y evaluación de la percepción de la calidad de los servicios públicos*.
- Duarte, S. y. (2013). *Modelling lean and green: a review from business models*. International Journal of Lean Six Sigma.
- Dueñas Santos, C. L., & Cruz Enriquez, H. (2017). Impacto de la implementación de mecanismos de qos en redes wi-fi. *Revista Telemática*, pp. 54-63.
- Duro Novoa, V., & Gilart Iglesias, V. (2016). Competitiveness in Higher Education Institutions. Application of Business Management Philosophy: LEAN, SIX SIGMA and BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM). *Economía y Desarrollo*, pp.166-181.
- Escudero, M. J. (2017). *Comunicación y atención al cliente*. Ediciones Paraninfo S.A.
- Esteban Prados, A., & Navarro Andrés, E. (2009). *Gestor de ancho de banda para general LAB*. Catalunya.
- Fajardo, M., & Marcela, Á. (2014). Redes convergentes. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 1-15.
- Fernández, J. (2002). Gestión de la calidad total: El modelo EFQM de excelencia. *Medifam*, (12), 41-45.
- Fernández, P. &. (2019). *La gestión del marketing de servicios: principios y aplicaciones para la actividad gerencial*. Ediciones Granica S.A.
- Frías, R. A. (2005). *Diseño y validación de un modelo de gestión del cliente interno en procesos hoteleros*.
- Galvania, L. R. (2013). Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços. In *Produção*, (4), 695-704.
- García Guerra, Y. (2014). *Aplicación de la Metodología Seis Sigma para el mejoramiento de la calidad de las reparaciones, en la Agencia SASA Villa Clara. (Tesis de Maestría)*. Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas.
- García, C. G. (2006). *Propuesta de arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros*. (Trabajo de Diplomado). Universidad Carlos III de Madrid.
- García, J. D. (2017). Dirección estratégica del talento humano para el fomento de valores en los cuerpos policiales venezolanos. *Revista Espacios*, (38)  
<https://www.revistaespacios.com/a17v38n32/a17v38n32p16.pdf>

- Gibbons, P. M. (2012). The development of a value improvement model for repetitive processes (VIM). In *International Journal of Lean Six Sigma*. (4), 315-338.
- Gómez Díaz, R., Cordon García, J. A., & Alonso Arévalo, J. (2013). *Fuentes de información especializadas de la documentación: análisis y criterios de calidad*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Gómez, M. y. (2001). *La Logística Moderna y la Competitividad Empresarial*. Logespro, CETA.
- Gonçalves Amitrano, F. A. (2015). Six Sigma application in small enterprise. In *Concurrent Engineering*.
- Gonzales Carachule, L. M., Huanca Vilca, E. D., & Medrano Rodríguez, C. A. (2020). La calidad del servicio y su relación con la satisfacción de los consumidores de restaurantes de pollos a la brasa de Mariano Melgar, Arequipa 2018.
- Goodman, E. (2012). Information Analysis: A Lean and Six Sigma case study. In *Business Information Review*. (2), 105-110.
- Gremyr, I. y. (2012). Design for Six Sigma and lean product development. In *International Journal of Lean Six Sigma*. 3(1), 45-58.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. McGraw-Hill.
- Gutiérrez, H. &.-L.-V. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2007). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Félix Varela.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1999). *Análisis Multivariado*. Prentice Hall.
- Hernández, A. (2000). *Calidad en las empresas de servicios*. Centro para la Calidad en Asturias. Asturias.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Hevia, E. C. (2003). *El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) en el proceso de enseñanza-aprendizaje a comienzos del siglo XXI*". Félix Varela.
- Hoerl, R. W. (2001). Six sigma black belts: what do they need to know? *Journal of Quality Technology*,.
- Huang, C. F. (2010). Enhancement of Axle Bearing Quality in Sewing Machines Using Six Sigma. In *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*. (10), 1581-1590

- Hung, J. C.-C. (2016). *Frontier Computing Theory, Technologies and Applications*. Fukushima. Springer.
- Ingelsson, P. y. (2014). Measuring the importance and practices of Lean values. In *The TQM Journal*. (5), 463-474.
- Ishikawa, K. (1985). *¿Qué es Control Total de la Calidad? El modelo japonés*. Prentice Hall.
- ISO. (2017, 05 23). *International Organization for Standardization*. ISO: <https://www.iso.org/about-us.html>
- ISOTools. (2015). ¿En qué consiste el ciclo PHVA de mejora continua? : <https://www.isotools.org/2015/02/20/en-que-consiste-el-ciclo-phva-de-mejora-continua>
- ISSQ Consulting. (2020). *Seis Sigma en una empresa de informática*. Issq-consulting.com: <https://issq-consulting.com/seis-sigma-informatica/>
- Janevski, T. (2019). *QoS for fixed and mobile ultra-broadband*. Hoboken: IEEE Press.
- John, A. M. (2008). *Six Sigma + Lean Toolset*. Germany: Library of Congress.
- Juran, I. (2010). *Evaluación de la Cultura de Calidad*.
- K. McCloghrie, F. K. (1997). *The Interfaces Group MIB using SMIv2*. Cisco Systems, Network Working Group. <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc2233.txt.pdf>
- L. Hallowell, D., & A. Gack, G. (2016). *Caso de Estudio de un Proyecto de Seis Sigma en un Centro de Soporte de Informática*.
- Lazzari, L. L. (2013). *Evaluación de la calidad del servicio brindado por una PYME. (Tesis Doctoral) dissertation, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires*.
- Lertwattanapongchai, S. y. (2014). Assessing the change process of Lean Six Sigma: a case analysis. In *International Journal of Lean Six Sigma* (4), 5p.
- Lescay Arias, M., Montoya Acosta, L. A., Estrada Ladoy, L., Torre de la Vega, G., & Barrera Yero, L. G. (2019). Training Strategy for the Use of Proxmox and PfSense in Health Institutions. *Revista Cubana de Informática Médica*, 100-114.
- Linares Amado, E., Cortés Cortés, M. E., & Peña Matos, M. (2012). *Modelo de Simulación aplicado al servicio de acceso remoto de la red telemática de la Universidad de Cienfuegos*. (Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos.

- López Carbonell, A. A., Cruz Enríquez, H., & Marín Muro, Y. (2016). La virtualización y el centro de datos como puente para la convergencia en operadores de telecomunicaciones. *Telemática*, 15(1), 93-106.
- Machado García, F. (2013). *Mejora de la gestión de las mediciones en el proceso de Tratamiento y Almacenamiento del Turbo combustible Jet A1 en la Unidad de Negocios Refinería de Cienfuegos. (Tesis de Grado)*. Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos.
- Machado García, Y. (2012). *Diseño de un procedimiento para la evaluación de la satisfacción del cliente y el grado de orientación hacia los mismos. Aplicación en el área de restaurante buffet internacional del Hotel "Meliá Las Dunas". (Tesis de Grado)* Universidad Central de Las Villas.
- Mantilla Yunga, C. G., & Valdivieso Caraguay, Á. L. (2021). *Análisis del Impacto de un Ataque DoS en la Calidad de Servicio de Sistemas Streaming Multimedia en Redes SDN*.
- Marín Rodríguez, M. A. (2015). *Evaluación de la incertidumbre de medición en los sistemas de medición fiscal y transferencia de custodia en la Unidad de Negocio Refinería de Cienfuegos. (Tesis de Grado)*. Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos.
- Martínez Hernández, T. (2014). *Mejora de la gestión de las mediciones en el proceso de recepción, manipulación y entrega de gas licuado del petróleo en la Unidad de Negocio Refinería. (Tesis de Grado)*. Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos.
- Mary Riccio, Bryan Astudillo, & Mayra Vega. (2019). *Analysis of perception of the quality of customer service in a telecommunication agency . Cuadernos de Economía y Administración*.
- Mateos, M. A. (2019). *Atención al cliente y calidad en el servicio*. IC Editorial.
- McAdam, R. A. (2014). Absorbing new knowledge in small and medium-sized enterprises: A multiple case analysis of Six Sigma. In *International Small Business*. (1), 81-109.
- McCarty, T. B. (2004). *Six Sigma Black Belt Handbook*. McGraw-Hill.
- Ministerio de Comunicaciones de Cuba. (2021). *Compendio de documentos regulatorios. Telemática e informática*.
- Montón, F. J. (2016). *Manual. Gestión de compras en el pequeño comercio (MF2106\_2). Certificados de profesionalidad. Actividades de gestión del pequeño comercio*. CEP.
- Morán García, D. (2010). *Diagnóstico del Sistema de Gestión de la Calidad de EPASIME Matanzas. (Trabajo de Diploma)*. Universidad de Matanzas.

- Moya Villegas, A., & Hermosilla Monckton, P. (2016). *Propuesta Metodológica para la implementación de CEPH*.
- Needle, D. (2004). *Business in Context: An introduction to business and its environment*. Thomson Learning.
- Netgate. (2022). *Netgate Documentation*. Netgate Documentation: <https://docs.netgate.com/>
- Netgate Docs. (2022- 02- 01). *Netgate Docs*. <https://docs.netgate.com/>
- Neyra Bencomo, A. I., & Vento Alvarez, J. R. (2004). *Propuesta de implementación de la tecnología de Redes Privadas Virtuales en intranet de ETECSA*.
- Normalización, O. N. (2020). [www.ncnorma.cu](http://www.ncnorma.cu).  
<http://www.ncnorma.cu/index.php/component/jdownloads/send/3-certificacion/199-res-27-2020-y-rpg-sg-v12>
- Noya, J. M. (2019). *La clave está en el servicio*. Entrepreneur.
- Ortiz Pérez, A. (2014). *Tecnología para la gestión integrada de los procesos en universidades. Aplicación en la Universidad de Holguín*. (Tesis de Grado) Universidad de Holguín.
- Pacheco, D. A. (2014). Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. *PRODUCTION*, 24.
- Parrado Hernández, C. (2016). *Evaluación de la calidad percibida de servicios del restaurante Las Mamparas*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Pons, R., & Villa, E. (2006). Gestión por Procesos.: <http://www.gestiopolis.com/.../procedimiento-y-procesos-para-el-mejoramiento-de-la-calidad.htm>
- Reosekar, R. S. (2014). Six Sigma methodology: A structured review. In *International Journal of Lean Six Sigma*. (4), 5p.
- Roberts, L. (1994). *Process reengineering: The key to achieving breakthrough success*. ASQC Quality Press.
- Rodríguez, F. (2015). Six Sigma in a computer service company. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 56-61. <https://doi.org/ISSN 1909-8367>
- Román Acosta, A. A. (2016). *Evaluación de la calidad de las mediciones en el sistema de medición fiscal y transferencia de custodia por ducto en la Unidad de Negocio Refinería de Cienfuegos*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos.

- Romero Valdés, R. (2013). *Análisis de la mejora de la calidad del proceso de fabricación de cilindros en la UEB " Excilgas". (Trabajo de Diploma)*. Universidad de Matanzas.
- Ruiz-Torres, A., Ayala-Cruz, J., Alomoto, N., & Acero-Chavez, J. (2015). Revisión de la literatura sobre gestión de la calidad: caso de las revistas publicadas en Hispanoamérica y España. *ESTUDIOS GERENCIALES*, 319-334.
- Saavedra García, M. &. (2013). El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales mexicanas. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 85-104.
- Sánchez Ávila, R., & Chávez Rodríguez, M. (2009, Junio). Metodología basada en seis sigma para la mejora de procesos de Asistencia Técnica de la Red de Abonados de la Dirección de ETECSA en Villa Clara. Universidad Central de Villa Clara.
- Sanders, D. y. (2001). Common myths about Six Sigma. *Quality Engineering*.
- Sangüesa, M. M. (2019). *Teoría y práctica de la CALIDAD*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Schroeder, R. L. (2007). *sigma: definition and underlying theory*. *Journal of Operations Management*.
- Subsecretaria de telecomunicaciones. (2008). *Encuesta sobre Acceso, Uso y Usuarios de Internet Banda Ancha en Chile*. Universidad Alberto Hurtado.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2000, 03). *Serie y: infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo internet*. Infraestructura mundial de la información – Generalidades: [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=s&id=T-REC-Y.101-200003-I!!PDF-S&type=items](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-Y.101-200003-I!!PDF-S&type=items)
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2009, 10 16). *Calidad de los servicios de telecomunicación: conceptos, modelos, objetivos, planificación de la seguridad de funcionamiento – Términos y definiciones relativos a la calidad de los servicios de telecomunicación*. [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=s&id=T-REC-E.800-200809-I!!PDF-S&type=items](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-E.800-200809-I!!PDF-S&type=items)
- Verde Acosta, J., & Pérez Mallea, I. (2020). Integral Method for the Measurement and Analysis of Service Quality Parameters in a Local Area Network. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 134-145.

- Viracucha Piloza, M. A. (2019). *Implementación de técnicas de calidad de servicio (QoS) en un prototipo de RED convergente de datos, video y telefonía usando IPv6 en una empresa PYME tipo*. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Waldbusser, S. (1995). *Remote Network Monitoring Management Information Base*. Carnegie Mellon University, Network Working Group. <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc1757.txt.pdf>
- Zamora Molina, T. (2017). *Sistemas de Gestión y su integración. Caso de Estudio: Centro de Inmunología Molecular. (Tesis de Doctorado)*. Universidad de La Habana.

## ANEXOS

## Anexo No.1

Mapa de procesos. Fuente: Manual de Identidad Empresarial de la EICMA.



## Anexo No.2

### Selección de los expertos. Fuente: Elaboración propia.

Para la selección del grupo de trabajo se debe determinar la cantidad y luego la relación de los candidatos de acuerdo a los criterios de competencia, creatividad, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis, pensamiento lógico y espíritu de trabajo en equipo.

Se calcula el número de expertos para llevar a cabo el desarrollo de este método:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

$$n = \frac{0.05 (1 - 0.05) * 3.8416}{0.12^2}$$

| 1-α | k      |
|-----|--------|
| 99% | 6,6564 |
| 95% | 3,8416 |
| 90% | 2,6896 |

$n \approx 13$  expertos

donde:

k: Cte. que depende del nivel de significación estadística.

p: Proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos. (0.05)

i: Precisión del experimento. (0.12)

La determinación del coeficiente es acorde al nivel de confianza escogido para el trabajo ( $\alpha=0.05$ ).

**Anexo No.3****Evaluación del coeficiente de competencia. Fuente: (Cruz Ramírez, 2009)**

1. Marque con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponda con el grado de conocimiento o información que tenga sobre la temática en función de la evaluación de la calidad percibida en servicios telemáticos.

| Escala  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Experto |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

2. Realice una autovaloración, según la tabla siguiente, de sus niveles de conocimiento sobre la evaluación de la calidad percibida en servicios telemáticos.

| Argumentación                                                   | A(alto) | M(Medio) | B(Bajo) |
|-----------------------------------------------------------------|---------|----------|---------|
| Análisis teóricos realizados por usted en la temática tratada   |         |          |         |
| Experiencia obtenida                                            |         |          |         |
| Trabajo de autores nacionales                                   |         |          |         |
| Trabajo de autores extranjeros                                  |         |          |         |
| Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero |         |          |         |
| Su intuición                                                    |         |          |         |

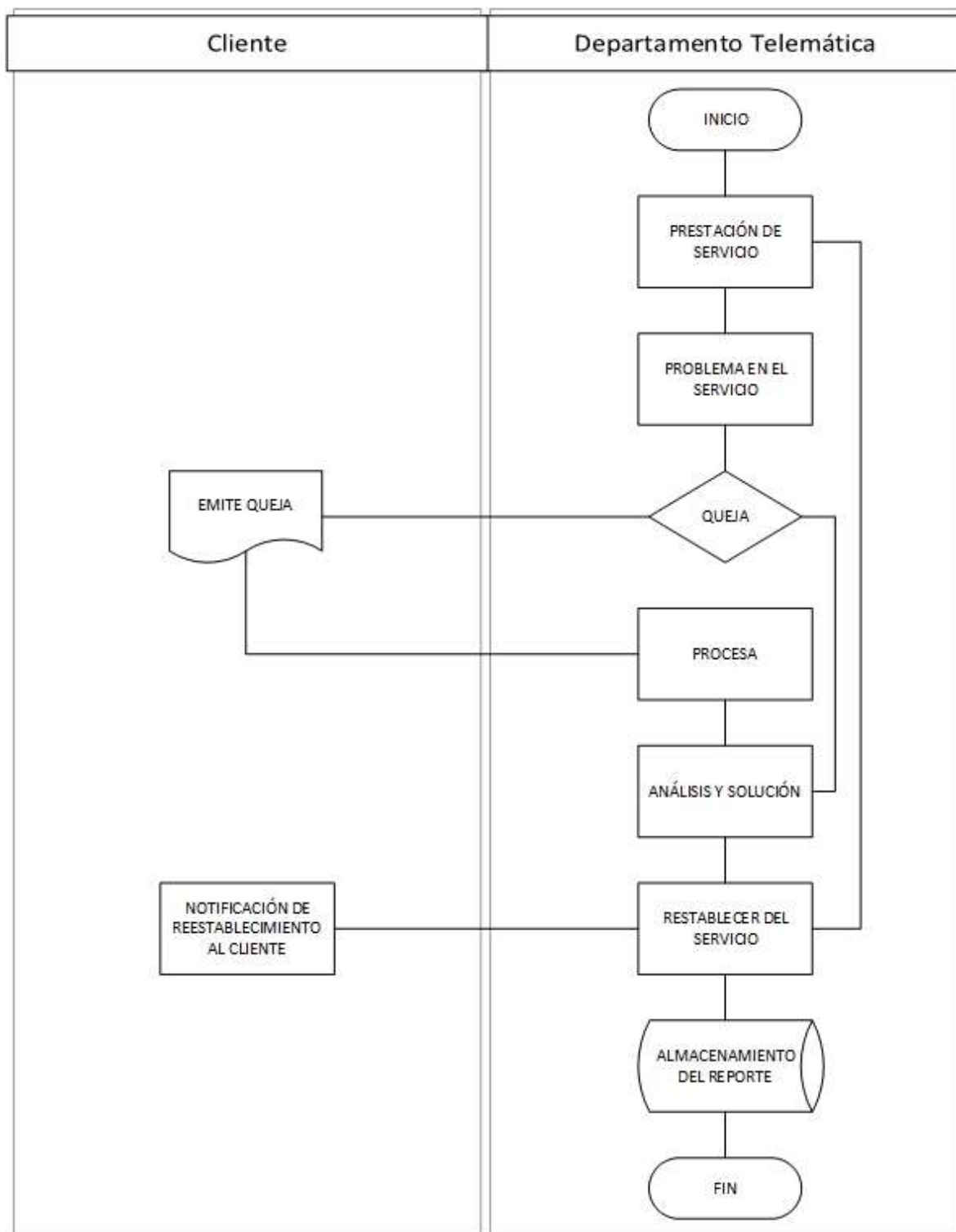
**Anexo No.4**

**Cálculo del coeficiente de competencia de los expertos. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>Expertos</b> | <b>Ka</b> | <b>Kc</b> | <b><math>K=1/2(Ka+Kc)</math></b> | <b>Clasificación</b> |
|-----------------|-----------|-----------|----------------------------------|----------------------|
| 1               | 0,8       | 0,9       | 0,85                             | Alto                 |
| 2               | 0,8       | 1,0       | 0,9                              | Alto                 |
| 3               | 0,7       | 0,6       | 0,65                             | Medio                |
| 4               | 0,8       | 0,9       | 0,85                             | Alto                 |
| 5               | 0,8       | 0,8       | 0,8                              | Medio                |
| 6               | 0,8       | 0,7       | 0,75                             | Medio                |
| 7               | 0,8       | 0,9       | 0,85                             | Alto                 |
| 8               | 0,5       | 0,6       | 0,55                             | Medio                |
| 9               | 0,7       | 0,8       | 0,75                             | Medio                |
| 10              | 0,6       | 0,8       | 0,7                              | Medio                |
| 11              | 0,6       | 0,7       | 0,65                             | Medio                |
| 12              | 0,5       | 0,7       | 0,6                              | Medio                |
| 13              | 0,6       | 0,7       | 0,65                             | Medio                |

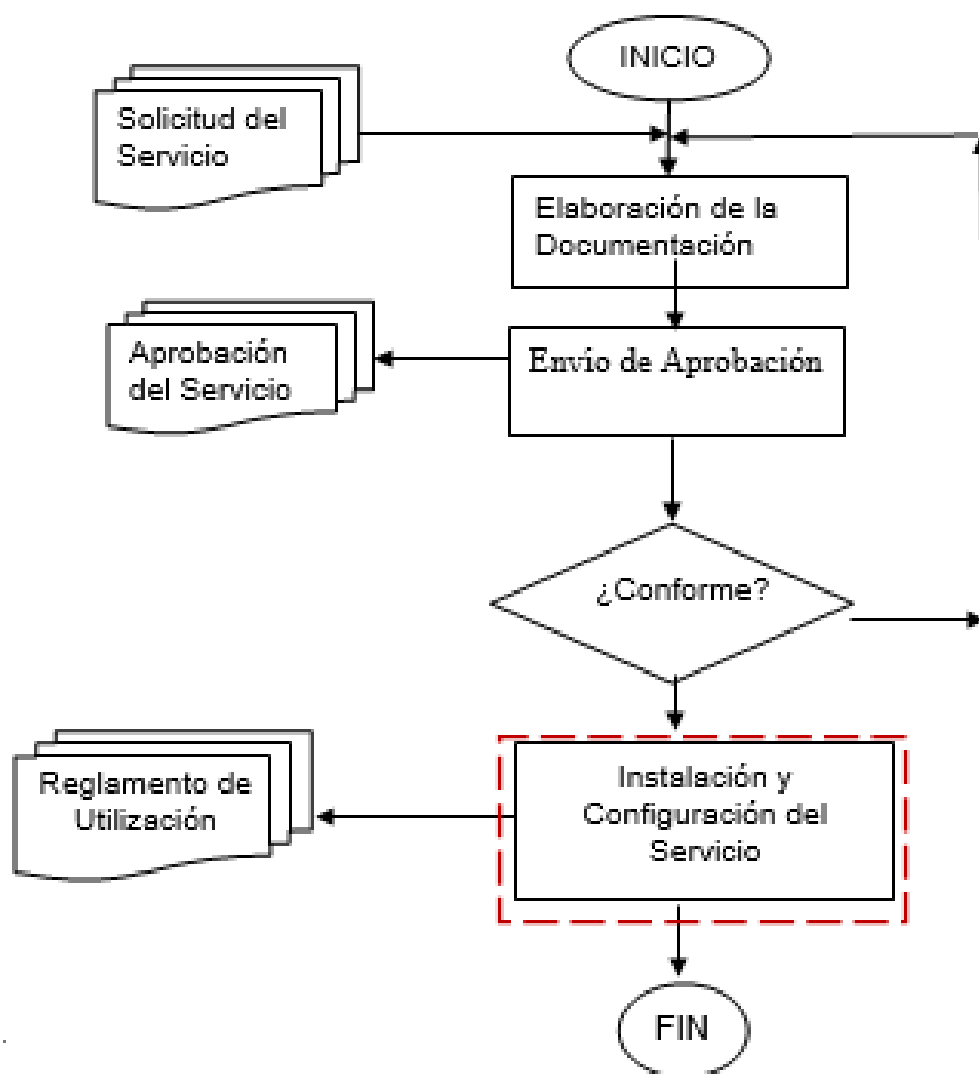
## Anexo No.5

Diagrama Quién-Qué. Fuente: Elaboración propia.



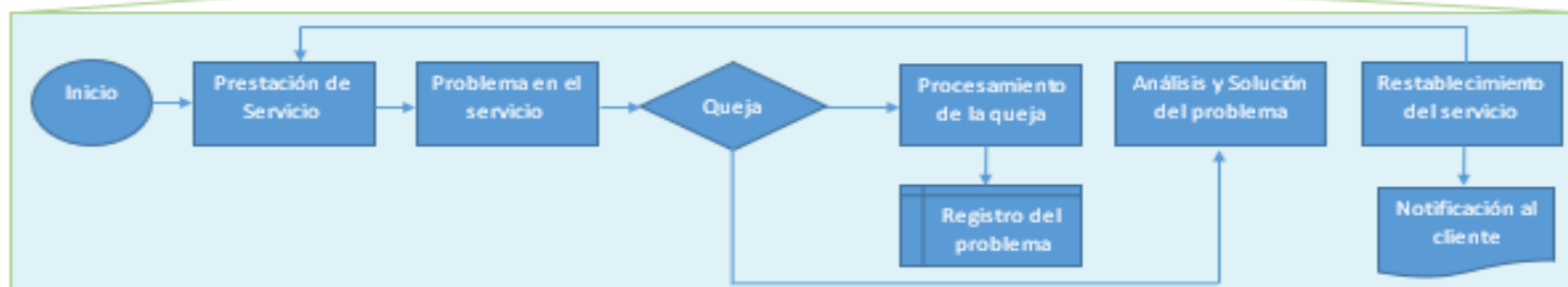
## Anexo No.6

Sub-Proceso telemática. Fuente: Manual de Identidad Empresarial de la EICMA.



## Anexo No.7

Diagrama SIPOC. Fuente: Manual de Identidad Empresarial de la EICMA.



### Anexo No.8

#### Prueba W de Kendall. Fuente: Salida del software SPSS V.22.0.

|                                                                                                                                           | Rango promedio |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Disponibilidad y respuesta brindada en el punto de información de la institución                                                          | 3,85           |
| Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen.                                                                      | 19,00          |
| La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud.                                                                          | 15,50          |
| Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve.                                        | 13,73          |
| Facilidad de acceso, espacio físico y áreas señalizadas en las instalaciones de la institución                                            | 4,65           |
| El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio.                                             | 13,81          |
| El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza.                                                             | 16,23          |
| Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple. | 14,23          |
| El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.                                                                            | 15,77          |
| Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual                                               | 17,96          |
| Utilización de equipos informáticos, formularios e insumos para brindar el servicio                                                       | 3,46           |
| Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.                                                                | 16,62          |
| Requisitos que solicita la institución para obtener el servicio                                                                           | 4,42           |
| El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.                                         | 15,15          |
| El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.                                                        | 16,50          |
| El personal le atendió con amabilidad                                                                                                     | 17,50          |
| Tiempo que le lleva para obtener el servicio                                                                                              | 4,12           |
| La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.                                     | 17,00          |
| La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses                                                                                   | 17,00          |
| Cortesía, capacidad profesional y calidez en la atención de los servidores públicos                                                       | 4,62           |
| Velocidad                                                                                                                                 | 16,04          |
| Continuidad de Acceso                                                                                                                     | 14,00          |
| Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual                                               | 2,88           |
| Atención a quejas                                                                                                                         | 15,96          |

**Estadísticos de contraste**

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| N                         | 13      |
| W de Kendall <sup>a</sup> | ,681    |
| Chi-cuadrado              | 203,688 |
| gl                        | 23      |
| Sig. asintót.             | ,000    |

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

### Anexo No.9

**Modelo de encuesta. Fuente: Elaboración propia adaptado de (Calle Peláez y otros, 2013).**

Modelo de encuesta para medir la satisfacción del los clientes de la UEB EICMA Cienfuegos.

Nombre del cliente:

Fecha de encuesta:

Teléfono:

Edad:

En la escala 1 al 5, siendo 1 pésimo, 2 malo, 3 aceptable, 4 bueno y 5 excelente, ¿Cómo clasifica el servicio de conectividad?

| DETALLE                                                                                                                                   | 1               | 2           | 3                | 4            | 5                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|------------------|--------------|------------------|
| <b>ELEMENTOS TANGIBLES</b>                                                                                                                |                 |             |                  |              |                  |
| Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen.                                                                      |                 |             |                  |              |                  |
| La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud.                                                                          |                 |             |                  |              |                  |
| <b>CONFIABILIDAD</b>                                                                                                                      |                 |             |                  |              |                  |
| Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve.                                        |                 |             |                  |              |                  |
| El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio.                                             |                 |             |                  |              |                  |
| El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza.                                                             |                 |             |                  |              |                  |
| <b>CAPACIDAD DE RESPUESTA</b>                                                                                                             |                 |             |                  |              |                  |
| Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple. |                 |             |                  |              |                  |
| El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.                                                                            |                 |             |                  |              |                  |
| Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual                                               |                 |             |                  |              |                  |
| <b>ASEGURAMIENTO</b>                                                                                                                      |                 |             |                  |              |                  |
| Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.                                                                |                 |             |                  |              |                  |
| El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.                                         |                 |             |                  |              |                  |
| El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.                                                        |                 |             |                  |              |                  |
| <b>EMPATÍA</b>                                                                                                                            |                 |             |                  |              |                  |
| El personal le atendió con amabilidad                                                                                                     |                 |             |                  |              |                  |
| La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.                                     |                 |             |                  |              |                  |
| La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses                                                                                   |                 |             |                  |              |                  |
| <b>DETALLE</b>                                                                                                                            | Muy Malo<br>(1) | Malo<br>(2) | Aceptable<br>(3) | Bueno<br>(4) | Muy Bueno<br>(5) |
| Velocidad                                                                                                                                 |                 |             |                  |              |                  |
| Continuidad de Acceso                                                                                                                     |                 |             |                  |              |                  |
| Atención a quejas                                                                                                                         |                 |             |                  |              |                  |

¿Alguna vez usted ha utilizado el servicio de internet con otro proveedor?

SI NO

De acuerdo a la experiencia obtenida durante el uso del servicio. ¿Cómo clasifica el servicio telemático en comparación con la competencia?

| GRADO     | CALIFICACIÓN | ¿POR QUÉ? (COMENTARIOS ADICIONALES) |
|-----------|--------------|-------------------------------------|
| Muy bueno | 5            |                                     |
| Bueno     | 4            |                                     |
| Aceptable | 3            |                                     |
| Malo      | 2            |                                     |
| Muy Malo  | 1            |                                     |

El servicio telemático ofrecido satisface sus necesidades.

SI NO ¿Por qué?

¿Por qué eligió a la UEB EICMA Cienfuegos como su proveedor del servicio telemático?

¿Tiene usted algún comentario o sugerencia sobre el servicio que ofrece la UEB EICMA Cienfuegos?

## Anexo No.10

### Resultados del análisis factorial. Fuente: Elaboración propia.

#### KMO y prueba de Bartlett

|                                                      |            |         |
|------------------------------------------------------|------------|---------|
| Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin. |            | ,517    |
| Prueba de esfericidad de Chi-cuadrado                |            | 152,886 |
| Bartlett                                             | aproximado |         |
|                                                      | gl         | 136     |
|                                                      | Sig.       | ,153    |

#### Varianza total explicada

| Componente | Autovalores iniciales |                  |             | Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción |                  |             |
|------------|-----------------------|------------------|-------------|--------------------------------------------------------|------------------|-------------|
|            | Total                 | % de la varianza | % acumulado | Total                                                  | % de la varianza | % acumulado |
| 1          | 2,896                 | 17,032           | 17,032      | 2,896                                                  | 17,032           | 17,032      |
| 2          | 2,293                 | 13,491           | 30,523      | 2,293                                                  | 13,491           | 30,523      |
| 3          | 2,007                 | 11,806           | 42,330      | 2,007                                                  | 11,806           | 42,330      |
| 4          | 1,828                 | 10,756           | 53,085      | 1,828                                                  | 10,756           | 53,085      |
| 5          | 1,450                 | 8,532            | 61,617      | 1,450                                                  | 8,532            | 61,617      |
| 6          | 1,081                 | 6,359            | 67,976      | 1,081                                                  | 6,359            | 67,976      |
| 7          | 1,036                 | 6,093            | 74,070      | 1,036                                                  | 6,093            | 74,070      |
| 8          | ,853                  | 5,018            | 79,088      |                                                        |                  |             |
| 9          | ,740                  | 4,351            | 83,438      |                                                        |                  |             |
| 10         | ,666                  | 3,918            | 87,356      |                                                        |                  |             |
| 11         | ,594                  | 3,493            | 90,849      |                                                        |                  |             |
| 12         | ,499                  | 2,933            | 93,782      |                                                        |                  |             |
| 13         | ,387                  | 2,279            | 96,061      |                                                        |                  |             |
| 14         | ,266                  | 1,567            | 97,628      |                                                        |                  |             |
| 15         | ,167                  | ,981             | 98,610      |                                                        |                  |             |
| 16         | ,146                  | ,857             | 99,467      |                                                        |                  |             |
| 17         | ,091                  | ,533             | 100,000     |                                                        |                  |             |

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

#### Comunalidades

|                                                                                                   | Inicial | Extracción |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen                               | 1,000   | ,619       |
| La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud                                   | 1,000   | ,854       |
| Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve | 1,000   | ,673       |

|                                                                                                                                           |       |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio                                              | 1,000 | ,579 |
| El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza                                                              | 1,000 | ,864 |
| Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple. | 1,000 | ,771 |
| El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.                                                                            | 1,000 | ,651 |
| Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual                                               | 1,000 | ,842 |
| Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.                                                                | 1,000 | ,892 |
| El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.                                         | 1,000 | ,801 |
| El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.                                                        | 1,000 | ,558 |
| El personal le atendió con amabilidad                                                                                                     | 1,000 | ,785 |
| La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.                                     | 1,000 | ,769 |
| La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses                                                                                   | 1,000 | ,732 |
| Velocidad                                                                                                                                 | 1,000 | ,692 |
| Continuidad de Acceso                                                                                                                     | 1,000 | ,790 |
| Atención a quejas                                                                                                                         | 1,000 | ,720 |

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

## Anexo No.11

### Resultados del análisis de frecuencia. Fuente: Elaboración propia.

#### Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 19         | 18,8       | 18,8              | 18,8                 |
|         | Bueno     | 34         | 33,7       | 33,7              | 52,5                 |
|         | Excelente | 48         | 47,5       | 47,5              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

#### La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Pésimo    | 8          | 7,9        | 7,9               | 7,9                  |
|         | Malo      | 42         | 41,6       | 41,6              | 49,5                 |
|         | Aceptable | 34         | 33,7       | 33,7              | 83,2                 |
|         | Bueno     | 17         | 16,8       | 16,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

#### Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 40         | 39,6       | 39,6              | 39,6                 |
|         | Bueno     | 50         | 49,5       | 49,5              | 89,1                 |
|         | Excelente | 11         | 10,9       | 10,9              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

#### El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 14         | 13,9       | 13,9              | 13,9                 |
|         | Bueno     | 31         | 30,7       | 30,7              | 44,6                 |
|         | Excelente | 56         | 55,4       | 55,4              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

#### El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 27         | 26,7       | 26,7              | 26,7                 |
|         | Bueno     | 24         | 23,8       | 23,8              | 50,5                 |
|         | Excelente | 50         | 49,5       | 49,5              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 12         | 11,9       | 11,9              | 11,9                 |
|         | Bueno     | 31         | 30,7       | 30,7              | 42,6                 |
|         | Excelente | 58         | 57,4       | 57,4              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 48         | 47,5       | 47,5              | 47,5                 |
|         | Bueno     | 26         | 25,7       | 25,7              | 73,3                 |
|         | Excelente | 27         | 26,7       | 26,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 48         | 47,5       | 47,5              | 47,5                 |
|         | Bueno     | 28         | 27,7       | 27,7              | 75,2                 |
|         | Excelente | 25         | 24,8       | 24,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 43         | 42,6       | 42,6              | 42,6                 |
|         | Bueno     | 27         | 26,7       | 26,7              | 69,3                 |
|         | Excelente | 31         | 30,7       | 30,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 50         | 49,5       | 49,5              | 49,5                 |
|         | Bueno     | 38         | 37,6       | 37,6              | 87,1                 |
|         | Excelente | 13         | 12,9       | 12,9              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 25         | 24,8       | 24,8              | 24,8                 |

|           |     |       |       |       |
|-----------|-----|-------|-------|-------|
| Bueno     | 41  | 40,6  | 40,6  | 65,3  |
| Excelente | 35  | 34,7  | 34,7  | 100,0 |
| Total     | 101 | 100,0 | 100,0 |       |

#### El personal le atendió con amabilidad

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 43         | 42,6       | 42,6              | 42,6                 |
|         | Bueno     | 16         | 15,8       | 15,8              | 58,4                 |
|         | Excelente | 42         | 41,6       | 41,6              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 40         | 39,6       | 39,6              | 39,6                 |
|         | Bueno     | 27         | 26,7       | 26,7              | 66,3                 |
|         | Excelente | 34         | 33,7       | 33,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 10         | 9,9        | 9,9               | 9,9                  |
|         | Bueno     | 60         | 59,4       | 59,4              | 69,3                 |
|         | Excelente | 31         | 30,7       | 30,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

#### Velocidad

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Muy Malo  | 28         | 27,7       | 27,7              | 27,7                 |
|         | Malo      | 8          | 7,9        | 7,9               | 35,6                 |
|         | Aceptable | 34         | 33,7       | 33,7              | 69,3                 |
|         | Bueno     | 31         | 30,7       | 30,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

#### Continuidad de Acceso

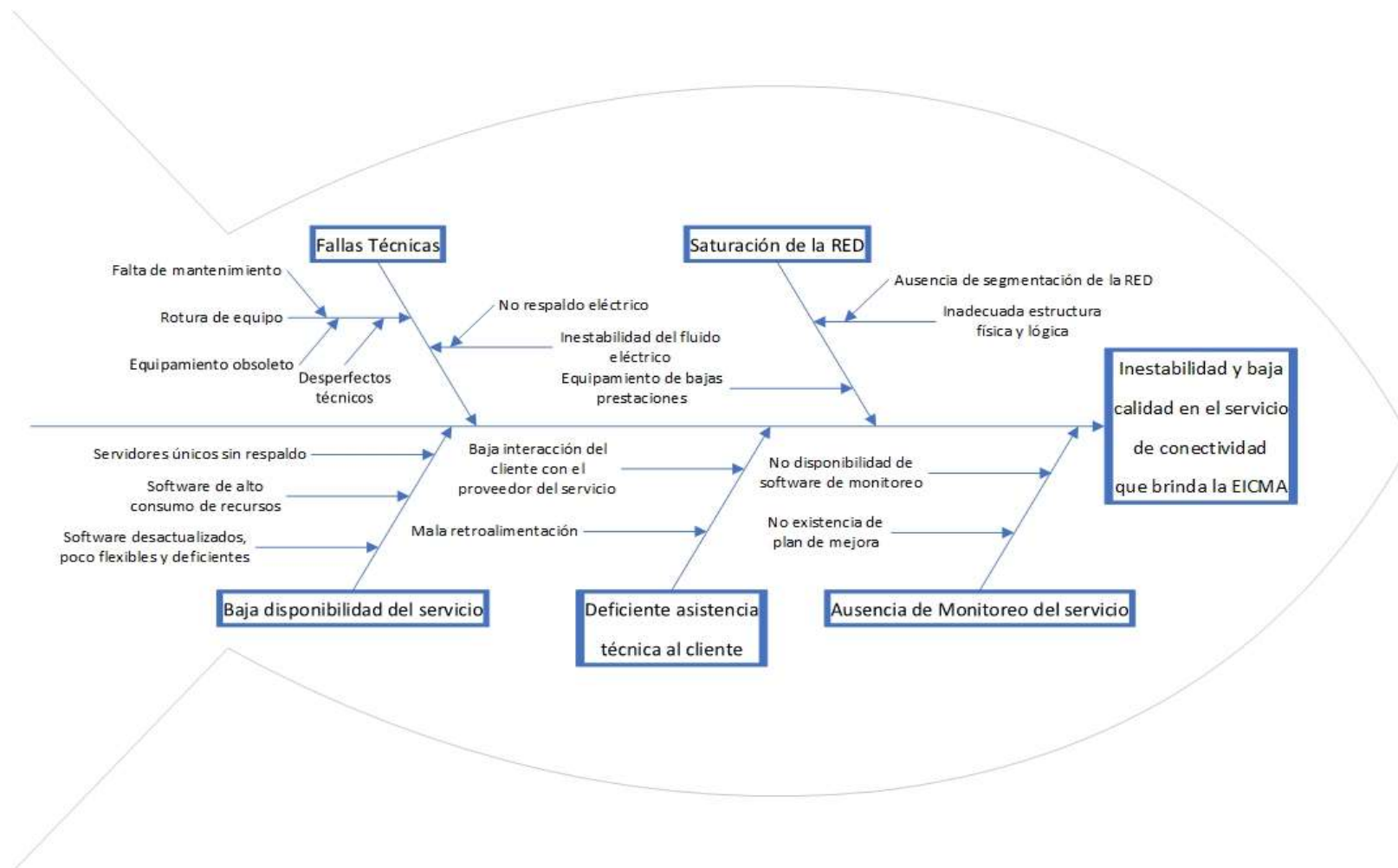
|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Muy Malo  | 26         | 25,7       | 25,7              | 25,7                 |
|         | Malo      | 34         | 33,7       | 33,7              | 59,4                 |
|         | Aceptable | 27         | 26,7       | 26,7              | 86,1                 |
|         | Bueno     | 14         | 13,9       | 13,9              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Atención a quejas**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje<br>válido | Porcentaje<br>acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos | Aceptable | 16         | 15,8       | 15,8                 | 15,8                    |
|         | Bueno     | 36         | 35,6       | 35,6                 | 51,5                    |
|         | Excelente | 49         | 48,5       | 48,5                 | 100,0                   |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0                |                         |

## Anexo No.12

Diagrama Causa-Efecto. Fuente: Elaboración propia.



**Anexo No.13****Verificación de causas más probables. Fuente: Elaboración propia.**

| <b>Causas probables</b>                    | <b>Verificación de las causas</b>                        | <b>Oportunidades de mejora</b>                                     |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Desperfectos técnicos                      | Inspección del correcto funcionamiento                   | Reparación o sustitución del equipamiento                          |
| Inestabilidad del fluido eléctrico         | Corte eléctrico                                          | Equipamiento de respaldo                                           |
| Inadecuada estructura física y lógica      | Legislación vigente                                      | Aplicación de la normativa                                         |
| Software de alto consumo de recursos       | Inspección visual del uso de recursos                    | Alternativas de software libre de menores prestaciones             |
| Softwares desactualizados                  | Inspección visual del uso de recursos                    | Actualizar software de sus repositorios                            |
| Mala retroalimentación                     | Escasa información de los clientes                       | Sistemas de comunicación más eficientes                            |
| No disponibilidad de software de monitoreo | Dificultad de realizar análisis de registros almacenados | Implementación de software que permitan un análisis en tiempo real |

## Anexo No.14

### Método Delphy para las causas más probables. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el grupo de trabajo reúne a los principales expertos en el tema en la UEB EICMA Cienfuegos, se les aplica una lista con el objetivo de dar un orden de prioridad a las causas probables.

Para el caso en análisis se presentan siete características (K), por lo que la prueba de hipótesis que debe realizarse es  $\lambda^2$  la cual establece:

Hipótesis:

H0: no hay comunidad de preferencia entre los expertos.

H1: existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Región Crítica:  $\lambda^2_{calculada} \geq \lambda^2_{tabulada}$

Si se cumple la región crítica se rechaza  $H_0$ , existiendo comunidad de preferencia entre los expertos, con lo cual se cumple en la presente investigación. En este caso  $\lambda^2_{calculada}=60,404$  y  $\lambda^2_{tabulada}= 14,067$ . El procesamiento de los resultados se efectúa mediante el paquete de programa SPSS versión 22.0. Los resultados muestran que la región crítica se cumple con lo cual se llega a la conclusión que los resultados obtenidos en este procesamiento son confiables y existe comunidad de preferencia entre los expertos.

#### Estadísticos descriptivos

|                                            | N  | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típ. |
|--------------------------------------------|----|--------|--------|-------|------------|
| Desperfectos técnicos                      | 13 | 3      | 6      | 4,46  | 1,127      |
| Inestabilidad del fluido eléctrico         | 13 | 2      | 5      | 3,85  | 1,068      |
| Inadecuada estructura                      | 13 | 6      | 9      | 7,77  | 1,301      |
| Software de alto consumo de recursos       | 13 | 6      | 9      | 7,46  | 1,050      |
| Softwares desactualizados                  | 13 | 6      | 9      | 7,77  | 1,092      |
| Mala retroalimentación                     | 13 | 3      | 5      | 4,54  | ,660       |
| No disponibilidad de software de monitoreo | 13 | 6      | 9      | 7,85  | 1,144      |
| N válido (según lista)                     | 13 |        |        |       |            |

**Rangos**

|                                            | <b>Rango promedio</b> |
|--------------------------------------------|-----------------------|
| Desperfectos técnicos                      | 2,19                  |
| Inestabilidad del fluido eléctrico         | 1,69                  |
| Inadecuada estructura                      | 5,58                  |
| Software de alto consumo de recursos       | 4,92                  |
| Softwares desactualizados                  | 5,69                  |
| Mala retroalimentación                     | 2,23                  |
| No disponibilidad de software de monitoreo | 5,69                  |

**Estadísticos de contraste**

|                 |        |
|-----------------|--------|
| N               | 13     |
| W de Kendall(a) | ,774   |
| Chi-cuadrado    | 60,404 |
| gl              | 6      |
| Sig. asintót.   | ,000   |

a Coeficiente de concordancia de Kendall

### Anexo No.15

#### Plan de acción para las mejoras propuestas. Fuente: Elaboración propia.

Meta: Elevar la calidad del servicio “Paquete de enlace dedicado a internet”

Responsables: Especialistas de telemática

| ¿Qué?                                                                                       | ¿Quién?                                    | ¿Cómo?                                                                                                                             | ¿Por qué?                                                                                  | ¿Dónde?                                | ¿Cuándo?       | ¿Cuánto? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|----------|
| Reestructurar la red                                                                        | Especialistas de telemática y redes        | Se llevan a cabo acciones de cambio de estructura de red e interconexiones directas entre equipos de red y redundancia entre ellos | Incumple con la legislación vigente                                                        | Nodo Provincial EICMA y redes LAN      | Noviembre/2021 | 1 mes    |
| QoS                                                                                         | Especialistas de telemática                | Se instala y configura una herramienta de software                                                                                 | No existe                                                                                  | Servidores en el Nodo Provincial EICMA | Diciembre/2021 | 7 días   |
| Desarrollo e implementación de software para la comunicación bidireccional con los clientes | Especialistas de telemática y aplicaciones | Se lleva a cabo el desarrollo e implementación de software para el acceso informativo entre ambas partes                           | Existe un mecanismo poco efectivo para la comunicación con el contacto técnico del cliente | Nodo Provincial EICMA                  | Agosto/2021    | 6 meses  |

|                            |                                                               |                                                                                                                                                                                             |                                       |                                           |                    |        |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|--------|
| Interrelación<br>Proveedor | Cliente-<br>Especialistas de<br>telemática y<br>mercadotecnia | Se realiza mediante los datos<br>obtenidos en la contratación de<br>los servicios y la actualización en<br>un software desarrollado para la<br>comunicación bidireccional con el<br>cliente | Actualización de datos<br>del sistema | Nodo<br>Provincial<br>EICMA y<br>clientes | Julio/2021         | 1 mes  |
| Monitoreo y control        | Especialista de<br>telemática                                 | Se realizó la instalación de<br>software para el monitoreo y<br>control en tiempo real de los<br>parámetros del servicio                                                                    | Actualización de datos<br>del sistema | Nodo<br>Provincial<br>EICMA               | Diciembre/<br>2021 | actual |

## Anexo No.16

**Resultados del análisis de frecuencia luego de implementar las mejoras. Fuente:**

**Elaboración propia.**

**Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 23         | 22,8       | 22,8              | 22,8                 |
|         | Bueno     | 42         | 41,6       | 41,6              | 64,4                 |
|         | Excelente | 36         | 35,6       | 35,6              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 7          | 6,9        | 6,9               | 6,9                  |
|         | Bueno     | 32         | 31,7       | 31,7              | 38,6                 |
|         | Excelente | 62         | 61,4       | 61,4              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 40         | 39,6       | 39,6              | 39,6                 |
|         | Bueno     | 44         | 43,6       | 43,6              | 83,2                 |
|         | Excelente | 17         | 16,8       | 16,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 20         | 19,8       | 19,8              | 19,8                 |
|         | Bueno     | 24         | 23,8       | 23,8              | 43,6                 |
|         | Excelente | 57         | 56,4       | 56,4              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 26         | 25,7       | 25,7              | 25,7                 |
|         | Bueno     | 35         | 34,7       | 34,7              | 60,4                 |
|         | Excelente | 40         | 39,6       | 39,6              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 18         | 17,8       | 17,8              | 17,8                 |
|         | Bueno     | 22         | 21,8       | 21,8              | 39,6                 |
|         | Excelente | 61         | 60,4       | 60,4              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 40         | 39,6       | 39,6              | 39,6                 |
|         | Bueno     | 20         | 19,8       | 19,8              | 59,4                 |
|         | Excelente | 41         | 40,6       | 40,6              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 49         | 48,5       | 48,5              | 48,5                 |
|         | Bueno     | 19         | 18,8       | 18,8              | 67,3                 |
|         | Excelente | 33         | 32,7       | 32,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 49         | 48,5       | 48,5              | 48,5                 |
|         | Bueno     | 30         | 29,7       | 29,7              | 78,2                 |
|         | Excelente | 22         | 21,8       | 21,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 32         | 31,7       | 31,7              | 31,7                 |
|         | Bueno     | 47         | 46,5       | 46,5              | 78,2                 |
|         | Excelente | 22         | 21,8       | 21,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 20         | 19,8       | 19,8              | 19,8                 |
|         | Bueno     | 37         | 36,6       | 36,6              | 56,4                 |
|         | Excelente | 44         | 43,6       | 43,6              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**El personal le atendió con amabilidad**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 46         | 45,5       | 45,5              | 45,5                 |
|         | Bueno     | 20         | 19,8       | 19,8              | 65,3                 |
|         | Excelente | 35         | 34,7       | 34,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 40         | 39,6       | 39,6              | 39,6                 |
|         | Bueno     | 33         | 32,7       | 32,7              | 72,3                 |
|         | Excelente | 28         | 27,7       | 27,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 23         | 22,8       | 22,8              | 22,8                 |
|         | Bueno     | 51         | 50,5       | 50,5              | 73,3                 |
|         | Excelente | 27         | 26,7       | 26,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Velocidad**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 46         | 45,5       | 45,5              | 45,5                 |
|         | Bueno     | 31         | 30,7       | 30,7              | 76,2                 |
|         | Excelente | 24         | 23,8       | 23,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Continuidad de Acceso**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 39         | 38,6       | 38,6              | 38,6                 |
|         | Bueno     | 39         | 38,6       | 38,6              | 77,2                 |
|         | Excelente | 23         | 22,8       | 22,8              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Atención a quejas**

|         |           | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Aceptable | 29         | 28,7       | 28,7              | 28,7                 |
|         | Bueno     | 39         | 38,6       | 38,6              | 67,3                 |
|         | Excelente | 33         | 32,7       | 32,7              | 100,0                |
|         | Total     | 101        | 100,0      | 100,0             |                      |

## Anexo No.17

**Comparación de los resultados del encuentro luego de implementar las mejoras con respecto al período anterior. Fuente: Elaboración propia.**

| No. | Descripción                                                                                                                               | Julio 2021        | Febrero 2022      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|     |                                                                                                                                           | % de satisfacción | % de satisfacción |
| 1   | Los empleados de contacto con el cliente proyectan una buena imagen.                                                                      | 83%               | 83%               |
| 2   | La velocidad fluctúa, pasando de momentos de rapidez a lentitud.                                                                          | 31%               | 91%               |
| 3   | Cuando tiene un problema con el servicio y lo presenta al departamento de telemática, se resuelve.                                        | 33%               | 75%               |
| 4   | El personal se muestra interesado en ayudar a resolver sus inquietudes en cuanto al servicio.                                             | 81%               | 87%               |
| 5   | El comportamiento del personal de atención al cliente le transmite confianza.                                                             | 65%               | 83%               |
| 6   | Cuando el departamento de telemática establece una fecha específica para resolver su inconveniente en el servicio de internet, lo cumple. | 34%               | 89%               |
| 7   | El personal brinda solución a sus necesidades de forma rápida.                                                                            | 80%               | 80%               |
| 8   | Facilidad para obtener información y/o acceder al servicio de manera telefónica y/o virtual                                               | 63%               | 77%               |
| 9   | Usted siente seguridad en el servicio que realiza la UEB EICMA Cienfuegos.                                                                | 81%               | 75%               |
| 10  | El personal entiende cuáles son sus necesidades específicas para ofrecer el servicio de internet.                                         | 79%               | 78%               |
| 11  | El personal demostró tener el conocimiento necesario para responder sus consultas.                                                        | 83%               | 85%               |
| 12  | El personal le atendió con amabilidad                                                                                                     | 56%               | 78%               |
| 13  | La UEB EICMA Cienfuegos ofrece horarios convenientes para brindar el servicio de atención al cliente.                                     | 85%               | 78%               |
| 14  | La empresa conoce con claridad cuáles son sus intereses                                                                                   | 38%               | 81%               |
| 15  | Velocidad                                                                                                                                 | 65%               | 76%               |
| 16  | Continuidad de Acceso                                                                                                                     | 86%               | 76%               |
| 17  | Atención a quejas                                                                                                                         | 62%               | 81%               |

## Anexo No.18

Salidas de gráficos período final. Fuente: Software de monitoreo (grafana y pfsense).

