



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**Reducción del tiempo de reparación de máquinas de cómputo  
en una empresa de servicio técnico, aplicando herramientas de  
mejora alineadas a la metodología DMAIC.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentado por:**

**Carlos Eduardo González Rodríguez**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2021**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mi amada esposa Cristina y mi hijo Daniel, por su apoyo incondicional en todo momento durante este largo proceso. A mi director de proyecto, la Msc. María F. López, al gerente y al personal del taller que se comprometieron con este proyecto.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la memoria de mi amada madre y de mi querido abuelo, a mi padre y hermanas, a mi esposa y mi hijo, quienes me motivan siempre, más en estos tiempos de pandemia, son la razón fundamental y fortaleza incondicional para seguir adelante en mi formación académica y poder alcanzar mis objetivos.

# TRIBUNAL DE TITUACIÓN

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.**  
**DECANO DE LA FIMCP**  
**PRESIDENTE**

---

**María López S., M.Sc.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Marcos Buestan B., Ph.D.**  
**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Carlos Eduardo González Rodríguez

## RESUMEN

El presente proyecto se enfocó en el aumento de la eficiencia en la reparación de equipos de cómputo mediante la reducción de los tiempos de reparación en un taller técnico de la ciudad de Guayaquil, mediante la aplicación de herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC (Definición, Medición, Análisis, Implementación, Control), metodología enfocada a la mejora continua.

El taller pertenece a un distribuidor mayorista de equipos tecnológicos, el cual recepta una gran variedad de productos con defectos de la gama tecnológica (computadoras, notebooks, televisores, monitores, periféricos, celulares, electrodomésticos, equipos de redes, entre otros), algunos derivados del compromiso de garantía que ofrece el distribuidor y otros propios del servicio técnico que se oferta.

Para la reparación de equipos de cómputo el taller ofrece a sus clientes un tiempo de respuesta de 5 días, sin embargo, un estudio realizado a inicios del 2019 dejó en evidencia que no se estaba cumpliendo en su totalidad con esta oferta, lo cual generaba molestias e insatisfacción a sus clientes. El objetivo general del proyecto fue mejorar la eficiencia en la reparación de equipos de cómputo de 68% a 73% mediante la reducción de los tiempos de reparación analizando las causas raíz que lo generan e implementando mejoras que mitiguen o eliminen dichas causas.

Como lo establece la metodología DMAIC, en la etapa de definición se identificó el problema respondiendo a las interrogantes de Qué, Dónde, Cuándo, Qué tanto y Cómo lo sé; logrando definir el problema específico a solucionar y formando el equipo de trabajo. En la etapa de medición se realizó un plan de recolección de datos de la variable de interés, la estratificación de estos, la declaración enfocada del problema y el análisis de capacidad del proceso. En la etapa de análisis se encontraron las causas raíz de los problemas mediante la técnica de los cinco Por qué. Para la etapa de implementación se plantearon soluciones que mitiguen las causas raíz y se ejecutaron de forma parcial. Finalmente, en la etapa de control se diseñaron herramientas que permitieron validar el cumplimiento de las mejoras en el tiempo.

El objetivo planteado del proyecto fue reducir el tiempo de procesamiento de 5,74 días de tal manera que aumente la eficiencia en las reparaciones de un 68% a un 73%. Con la implementación de las medidas correctivas se logró aumentar la eficiencia hasta un 75,51 % hasta el último periodo de análisis.

Para el control en el tiempo de las mejoras se desarrollaron documentos internos como guías y manuales de procedimientos que el taller no disponía y que son necesarios para que las actividades se desarrollen con normalidad y de forma eficiente aportando al objetivo del taller de mejorar el nivel de servicio basado en mantener un tiempo de respuesta mínimo.

Finalmente, como parte de los mecanismos de control se elaboraron diagramas esquemáticos para que el personal del taller los aplique como parte de un plan de acción ante medidas que pueden presentarse eventualmente.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Planteamiento del Problema .....	3
1.3 Objetivo General: .....	4
1.4 Objetivos Específicos:.....	4
1.5 Justificación .....	4
1.6 Alcance del Proyecto.....	6
<b>CAPÍTULO 2</b>	
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Calidad.....	8
2.2 Kaoru Ishikawa.....	9
2.3 Principios de la Gestión de calidad.....	10
2.4 Seis Sigma .....	11
2.5 El control de la calidad total.....	12
2.6 Herramientas para la mejora de la calidad .....	12
2.7 Herramientas de control de calidad.....	12
2.8 Mejora Continua .....	13
<b>CAPÍTULO 3</b>	
3. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Definición .....	15
3.1.1 Situación Actual.....	15
3.1.2 Levantamiento de Información.....	17
3.1.3 SIPOC.....	18
3.1.4 Declaración del Problema .....	18
3.1.5 Línea Base.....	19
3.1.6 Variable de respuesta.....	20
3.1.7 Equipo de Trabajo .....	20

3.1.8 Project Charter .....	21
3.2 Medición.....	21
3.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso de Reparación.....	22
3.2.2 Plan de Recolección de Datos .....	26
3.2.3 Estratificación.....	29
3.2.4 Declaración del problema enfocado .....	32
3.2.5 Confiabilidad de los Datos.....	35
3.2.6 Análisis de Capacidad Actual del Proceso .....	37
3.3 Análisis.....	39
3.3.1 Causas potenciales .....	40
3.3.2 Matriz de Causa y Efecto.....	42
3.3.3 Diagrama AMEF.....	43
3.3.4 Plan de Verificación de Causas.....	44
Prueba de Hipótesis para X1 .....	45
3.3.5 Determinación de Causa Raíz, los 5 ¿por qué? .....	49
3.4 Mejora (IMPROVEMENT) .....	50
3.4.1 Medidas Correctivas.....	50
3.4.2 Priorización de Medidas Correctivas.....	50
3.4.3 Implementación de las Medidas Correctivas .....	52
- Intercambio de conocimientos entre técnicos: .....	53
- Stock de Repuestos en Departamento de RMA:.....	55
- Soporte técnico para casos eventuales:.....	57
- Estandarizar el Proceso de Revisión.....	58
3.4.4 Resultados .....	59
3.4.5 Análisis del tiempo total de reparación después de las medidas correctivas .....	60
Prueba de Hipótesis para TTR después de Mejoras.....	63
Prueba de Hipótesis para T_Revisión después de Mejoras .....	63
3.4.6 Grafica de Corridas después de las medidas correctivas .....	64
3.5 Control.....	65
<b>CAPÍTULO 4</b>	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
4.1 Conclusiones Generales .....	66
4.2 Recomendaciones .....	67

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ABREVIATURAS

RMA	Return Merchandise Authorization
DOA	Dead on Arrival
FUEGA	Fuera de Garantía
AIO	All in One
MAQ	Máquina
MB	Mother Boards (Mainboards)
HD	Hard disk (Discos Duro)
DVD	Unidades Ópticas
TV	Tarjeta de Video
RAM	Random Access Memory (Memoria de acceso aleatorio)
C	Case
P	Procesador
N	Número de muestras
INV-TR	Transferencia de Inventario
T1	Técnico 1
T2	Técnico 2
O1	Operador 1 Recepción
O2	Operados 2 Recepción
TRec	Tiempo de Recepción
TRev	Tiempo de Revisión
TC	Tiempo de Cambio o Reemplazo
TR	Tiempo de Reparación
TD	Tiempo de Despacho
TTR	Tiempo Total de reparación
ESR	Eficiencia del Servicio de Reparación

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Casos atendidos en el taller al año .....	1
Figura 1.2 Percha de Equipos de COMPUTO pendientes de Revisión .....	3
Figura 1.3 Eficiencia – Órdenes Procesadas a tiempo.....	3
Figura 1.4 Segmentación de productos por Categorías .....	6
Figura 1.5 Casos atendidos en el taller por año según Categoría de Productos .....	6
Figura 2.1 Tipos de mejora a partir de la implementación de la metodología Seis Sigma .....	12
Figura 2.2 Herramientas de control de calidad.....	12
Figura 3.1 Ingresos por RMA - Equipos de COMPUTO 2019 .....	15
Figura 3.2 Eficiencia de Servicio de Reparación - Equipos de COMPUTO 2019 .....	16
Figura 3.3 Cobros por Reparación RMA - Equipos de COMPUTO 2019.....	16
Figura 3.4 Pérdidas por Reparación (> 5 días) - Equipos de COMPUTO 2019.....	17
Figura 3.5 Macroproceso del Taller de Servicio .....	17
Figura 3.6 Declaración del Problema .....	19
Figura 3.7 Project charter del proyecto .....	21
Figura 3.8 Diagrama de Flujo Cruzado del Proceso de Garantía del Taller.....	24
Figura 3.9 Diagrama de Proceso de Reparación de equipos de Cómputo.....	25
Figura 3.10 Resumen Estadístico Tiempo Total de Reparación.....	28
Figura 3.11 Prueba T de 1 muestra para el Tiempo Total de Reparación .....	28
Figura 3.12 Diagrama de Pareto – Tiempos de proceso por Actividad.....	29
Figura 3.13 Diagrama de Pareto – Tiempos de Revisión por Técnico.....	29
Figura 3.14 Diagrama de Pareto – Tiempos de Reparación por Técnico .....	30
Figura 3.15 Diagrama de Pareto – Tiempos de Reemplazo por Operador.....	30
Figura 3.16 Diagrama de Cajas – Tiempos de proceso por actividad .....	31
Figura 3.17 Análisis de Varianza – Tiempos de proceso por actividad.....	31
Figura 3.18 Prueba T de dos muestras – Tiempo de reemplazo y reparación.....	32
Figura 3.19 Resumen Grafico – Tiempo de Revisión.....	33
Figura 3.20 T de una muestra – Tiempo de Revisión.....	33
Figura 3.21 Tiempos de Revisión por equipo de cómputo (días) .....	34
Figura 3.22 Resumen estadístico Tiempo Recepción Sistema .....	35
Figura 3.23 Resumen Estadístico Tiempo Recepción Manual .....	35
Figura 3.24 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Recepción.....	36
Figura 3.25 Resumen Estadístico Tiempo de Revisión Técnico 1.....	36
Figura 3.26 Resumen Estadístico Tiempo de Revisión Técnico 2.....	37
Figura 3.27 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Revisión.....	37

Figura 3.28 Test de Normalidad Tiempo Total de Reparación .....	38
Figura 3.29 Gráfica de Control Tiempo Total de reparación.....	38
Figura 3.30 Análisis de Capacidad Tiempo total de reparación.....	39
Figura 3.31 Diagrama de Ishikawa.....	41
Figura 3.32 Relación de Varianzas .....	45
Figura 3.33 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Reparación .....	45
Figura 3.34 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Reparación .....	46
Figura 3.35 Comparación de Criterios Evaluador vs Estándar .....	48
Figura 3.36 Análisis de Concordancia para atributos .....	48
Figura 3.37 Técnica de 5 Por qué X1.....	49
Figura 3.38 Técnica de 5 Por qué X2.....	49
Figura 3.39 Minga de Limpieza Departamento Técnico .....	52
Figura 3.40 Herramientas de Trabajo .....	53
Figura 3.41 Revisiones Técnicas Conjuntas .....	53
Figura 3.42 Percha de Repuestos – Departamento RMA .....	55
Figura 3.43 Diagrama de Pareto – Modos de fallo equipos de cómputo .....	56
Figura 3.44 Sistema Interno en Departamento Técnico .....	57
Figura 3.45 Eficiencia de las reparaciones – Antes y Después de las mejoras .....	59
Figura 3.46 Resumen Grafico Tiempo Total de Reparación Después de Mejoras .....	60
Figura 3.47 Gráfica de Probabilidad 1.....	61
Figura 3.48 Gráfica de Probabilidad 2.....	61
Figura 3.49 Gráfica de Probabilidad 3.....	62
Figura 3.50 Gráfica de Probabilidad 4.....	62
Figura 3.51 T de una Muestra para el TTR después de Mejoras .....	63
Figura 3.52 T de una Muestra para el Tiempo de Revisión después de Mejoras .....	63
Figura 3.53 Gráfica de Control TTR después de Mejoras .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagrama SIPOC.....	18
Tabla 2 Parámetros Línea Base .....	19
Tabla 3 Escenarios.....	20
Tabla 4 Equipo de Trabajo DMAIC.....	20
Tabla 5 Plan de recolección de datos .....	26
Tabla 6 Datos de Tiempos de Proceso.....	27
Tabla 7 Escenarios – Problema Enfocado .....	34
Tabla 8 Nivel de Afectación .....	42
Tabla 9 Matriz de causa – efecto.....	42
Tabla 10 AMEF .....	43
Tabla 11 Plan de Recolección de Verificación de Causas .....	44
Tabla 12 Perfil Profesional de los Técnicos .....	44
Tabla 13 Datos Criterios operadores RMA (Productos Sustituto) .....	47
Tabla 14 Soluciones Propuestas .....	50
Tabla 15 Matriz de Prioridad – Causa Raíz 1 .....	51
Tabla 16 Matriz de Prioridad – Causa Raíz 2.....	51
Tabla 17 Medidas correctivas a Implementar .....	51
Tabla 18 Stock de Repuestos – Departamento RMA.....	57
Tabla 19 Medidas correctivas a Implementar .....	64

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El taller pertenece a un distribuidor mayorista de equipos tecnológicos que tiene cobertura a nivel nacional, su oficina matriz funciona en la ciudad de Guayaquil, con una sede en Quito, comercializa sus productos tecnológicos mediante retails, los mismos que tienen sus tiendas en las ciudades más importantes del Ecuador.

El taller receipta una gran variedad de productos (computadoras, notebooks, televisores, monitores, periféricos, celulares, electrodomésticos, etc.), derivados del compromiso de garantía que ofrece el distribuidor y otros productos propios del servicio de reparación que se oferta.

Las operaciones las realiza en la ciudad de Guayaquil, pero por el compromiso de garantía asumido, también receipta casos que llegan de distintas ciudades del Ecuador. Dentro de los procesos que el taller desarrolla para la gestión de reparación, este tiene distintas áreas de trabajo entre las cuales se encuentran: Recepción, donde se reciben los productos con defectos procedentes de provincias o de clientes locales; los Departamento técnicos donde trabajan 8 técnicos dedicados a la generación de diagnóstico y reparación de los diferentes productos que ingresan al taller; el departamento de Reemplazos, el cual tramita las partes defectuosas y las reemplaza por nuevas para abastecer a los técnicos y de esta manera culminar con la reparación de los productos. El horario de atención al público es de lunes a viernes en el horario de 8H30 am hasta las 18H00 pm.

Actualmente se oferta a los clientes un servicio de reparación en un tiempo de respuesta de máximo 5 días, los 3 primeros para la generación de un diagnóstico y los 2 restantes para la ejecución del trámite correspondiente (Garantía o Servicio); esta medida fijada en función del tiempo de respuesta que la competencia oferta.

Los casos que ingresan al taller son muy altos debido a la amplia gama de productos tecnológicos que se receiptan. Un análisis previo desarrollado a inicios del 2018 permitió identificar que el mayor ingreso de productos corresponde a la categoría de equipos de cómputo (desktop, AIO, servidores) la misma que año tras año tiende a incrementarse como muestra la figura 1.1.

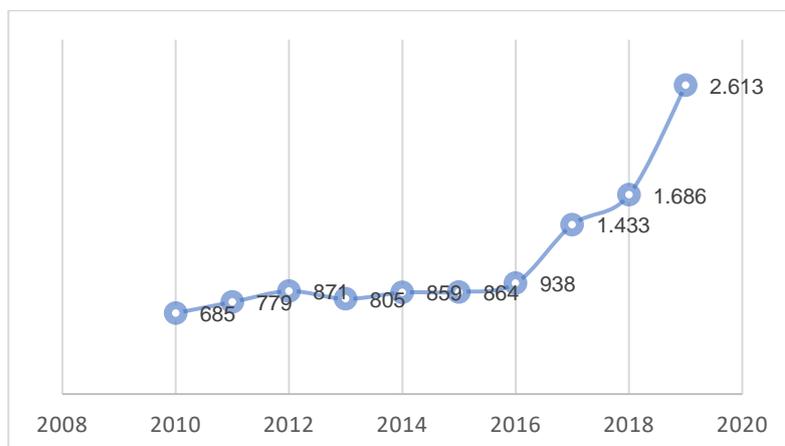


Figura 1.1 Casos atendidos en el taller al año  
Fuente: Elaboración Propia

Por este motivo la categoría de cómputo se vuelve un punto crítico para las operaciones que realiza el taller, priorizándola sobre las demás categorías de productos que se receptan.

## 1.1 Antecedentes

La empresa objeto de estudio está dedicada a la venta de equipos de cómputo de diferentes marcas en el mercado ecuatoriano y ha venido funcionando ininterrumpidamente durante los últimos 20 años. Su sede matriz se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil y tiene sucursales en 15 ciudades del Ecuador que desarrollan el proceso de venta a nivel nacional. La empresa es importadora directa de equipos computacionales de diferentes marcas, siendo distribuidor autorizado en el país de diferentes marcas de tecnología reconocidas a nivel mundial. Al desarrollarse la venta de los productos, estos son entregados a los clientes finales en perfecto estado y con el certificado de garantía que proporciona el fabricante original del producto. En ciertos equipos, se ofrece una garantía adicional directa de la empresa, de acuerdo a las políticas institucionales.

El área de servicio técnico recibe diariamente equipos de cómputo que han sido adquiridos por los clientes que, por algún motivo que se encuentre dentro de las consideraciones del certificado de garantía, se debe proceder a la reparación integral del dispositivo. Para la aplicación de la garantía se debe determinar que el daño o desperfecto del equipo no corresponde a un uso inadecuado del dispositivo. En caso de que se determine que el desperfecto se debe a un mal uso por parte del cliente, los arreglos se facturan como servicio técnico de reparación.

De acuerdo con el desperfecto del equipo, que puede ser a nivel de hardware o software, el tiempo de atención de cada uno de los casos difiere completamente, por lo cual los clientes deben esperar por sus equipos. En ocasiones existen desperfectos en equipos que son mínimos que, sin embargo, deben pasar por el proceso de espera y atención por cuanto existe una prioridad por fecha de llegada de cada equipo. El equipo de soporte técnico está integrado por un coordinador general y dos técnicos expertos en los aparatos que vende la compañía. El único documento válido para ejecutar la garantía es la factura de compra y dependiendo de la fecha de facturación se categoriza en garantía DOA o RMA. Los casos que ingresan al taller por garantía DOA tienen prioridad y dependiendo del tipo de producto deben solucionarse de inmediato ya sea con un cambio completo del equipo o con la generación de una nota de crédito comercial. Los casos que se categorizan como garantía RMA aplican en primera instancia a una reparación esto establecido en las políticas de garantía que emiten los proveedores.

Diariamente ingresan al departamento de servicio técnico aproximadamente 9 equipos para la revisión, de los cuales unos 7 ingresan al proceso de refacción por garantía y los restantes a refacción con cargo al cliente. Las principales quejas de los clientes se dan por el tiempo de atención en las reparaciones correspondientes. De acuerdo con los datos preliminares recopilados, existen casos que se ha llegado a demorar hasta 9 días desde que el equipo ha sido ingresado al departamento técnico.

## 1.2 Planteamiento del Problema

El problema está relacionado con la insatisfacción de los clientes del taller, derivado de los altos tiempos de entrega de los equipos reparados, principalmente en los casos que conforman la categoría de cómputo.

La gerencia está preocupada por el incumplimiento en el tiempo de respuesta que oferta a los clientes (5 días). Sin embargo, una encuesta realizada durante el 2018 a los clientes del taller evidenció que no están conformes con los tiempos de respuesta lo cual repercute con la percepción de calidad y eficiencia en el servicio del taller. La figura 1.2, muestra los equipos de cómputo que están pendientes de revisión en el departamento técnico al final de un periodo (mes).



Figura 1.2 Percha de Equipos de COMPUTO pendientes de Revisión  
Fuente: Elaboración Propia

Los altos tiempos de reparación implican una afectación directa en la eficiencia del taller, la misma que se mide en función del número de máquinas que se reparan dentro del periodo establecido (5 días).

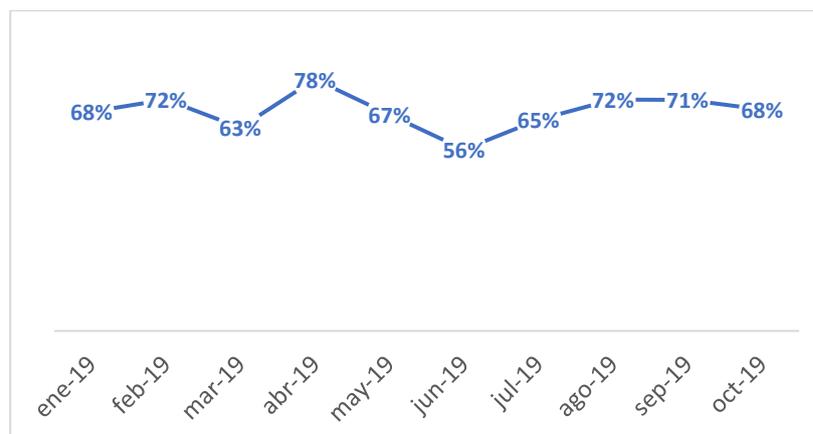


Figura 1.3 Eficiencia – Órdenes Procesadas a tiempo  
Fuente: Elaboración Propia

La figura 1.3, muestra el porcentaje de las ordenes procesadas a tiempo mensualmente, es decir, de los casos que recepta el taller al mes, en promedio el 68% de esos casos son procesados y solucionados dentro de los primeros 5 días. Sin embargo, hay periodos donde se ha logrado aumentar esta tasa, lo cual indica que el taller tiene la capacidad de mejorar los niveles de servicio.

Actualmente, es de mucho interés para los altos mandos de la empresa mejorar el nivel de servicio en el taller, ya que un objetivo de crecimiento es incrementar relaciones comerciales con otros proveedores y convertirse en talleres autorizados de nuevas marcas, lo cual, por el bajo nivel de servicio existente, no se logra alcanzar.

### **1.3 Objetivo General:**

Reducción de los tiempos de reparación de equipos de cómputo en el área de departamento técnico, a través de la aplicación de herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC.

### **1.4 Objetivos Específicos:**

- Analizar la información y datos recolectados para determinar la causa raíz del problema y plantear posibles soluciones.
- Mitigar los altos tiempos de reparación a través de la aplicación de herramientas alineadas a la metodología DMAIC.
- Establecer un plan de control para el mantenimiento a largo plazo de las mejoras implementadas.
- Contribuir con la mejora continua del taller, socializando la metodología para ponerla en práctica en otras líneas de productos y departamentos.

### **1.5 Justificación**

Dada la naturaleza del proyecto y el enfoque que se pretende dar en el taller de servicio técnico para el mejoramiento de su proceso de reparación de máquinas de cómputo, e investigando diversas herramientas en fuentes bibliográficas y considerando lo aprendido en los estudios de maestría, la metodología DMAIC, son las que ofrecen una mayor oportunidad de cambio para los objetivos que se pretenden alcanzar al finalizar este proyecto.

Las metodologías lean son reconocidas como herramientas de mejora continua, que se enfoca en la reducción de desperdicios o muda. Los desperdicios o mudas son clasificados como: espera, defectos, movimientos innecesarios, exceso de inventario, sobreproducción, exceso de transporte y reprocesos. (Tuesta, Viacava, & Raymundo, 2019)

Six Sigma es una de las herramientas de liderazgo más innovadoras, apoya los esfuerzos comerciales para ganar participación de mercado, reducir costos y mejorar significativamente la rentabilidad de un negocio. Esta metodología ayuda drásticamente a racionalizar las operaciones y mejorar la calidad mediante la eliminación de defectos o errores en todo proceso productivo o de servicios. (Dhirendra, Six Sigma Best Practices,2006)

El objetivo de reducir los tiempos de reparación busca a su vez generar un impacto en mejorar el nivel de servicio del taller, ya que, al ser más rápidos, el número de máquinas que procesaría el taller aumentarían, lo cual es crucial para los intereses de la empresa y para los altos mandos, al implementar soluciones que no representen una alta inversión y que a su vez la mejora muestre resultados a corto plazo.

Por este motivo la metodología DMAIC tiene una ventaja con respecto a las de lean manufacturing, ya que se puede enfocar en un problema específico en un corto plazo. Un estudio enfocado en la reducción de tiempos de reparación, que contribuyó al aumento de la calidad de servicio y la satisfacción al cliente en un centro de servicio, demostró que la metodología DMAIC es eficaz para explorar las causas raíz de los problemas y obtener soluciones. (Muraleedharan, Muruganatham, Elancheran, Rajesh, & Kalidas, 2020)

Otro estudio desarrollado en el 2019 muestra como la aplicación de la metodología DMAIC puede ser utilizada en el ámbito del servicio, específicamente en ámbito educativo y no solo en procesos de manufactura. En el estudio se lograron reducir tiempos de procesos, logrando cumplir con los estándares establecidos, aumentando el nivel de servicio ofrecido a sus clientes internos y externos (Abad, Vera, & Cabanilla, 2019)

Algunos textos indican que la metodología Six Sigma utilizada para la mejora de procesos es la metodología de definir, medir, analizar, mejorar y controlar, también conocida como DMAIC. Al abordar un problema, la solución resultante aborda la causa raíz. La metodología DMAIC toma un problema que ha sido identificado por la organización y utiliza un conjunto de herramientas y técnicas de manera lógica para llegar a una solución. Las soluciones resultantes minimizarán o eliminarán el problema. (Shankar, 2009)

Un estudio realizado por (Garza Ríos, 2016)., previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial muestra los resultados alcanzados al integrar la metodología Six Sigma, las técnicas de simulación discreta y las técnicas multicriteriales para la mejora de un servicio en que se deseaba obtener la mejor solución de compromiso entre los ingresos, los costos, la utilización de los recursos y la satisfacción del cliente. Se utilizó la metodología DMAIC proponiendo un procedimiento en el que se define para cada fase las herramientas de simulación, de toma de decisiones multiatributos, estadísticas de control y gestión de calidad. (Garza Ríos, 2016)

Las referencias citadas, resultado de la investigación, demuestran que la metodología DMAIC tiene la capacidad de implementación en el ámbito de servicio, por lo cual, se decide adoptarla para el desarrollo de este proyecto.

## 1.6 Alcance del Proyecto

El taller receipta una gran cantidad de productos tecnológicos, derivado de la cobertura a nivel nacional que tiene su distribuidor, son aproximadamente 100 marcas las que se comercializan. Los productos que se reciben se segmentan por categorías, las cuales se muestran en la figura 1.4.



Figura 1.4 Segmentación de productos por Categorías  
Fuente: Elaboración Propia

Datos históricos del taller recolectados desde 2016 al 2019 como muestra la figura 1.5, proveen información referente a la cantidad de casos que se han receiptado en función de la categoría de productos a la que corresponden.

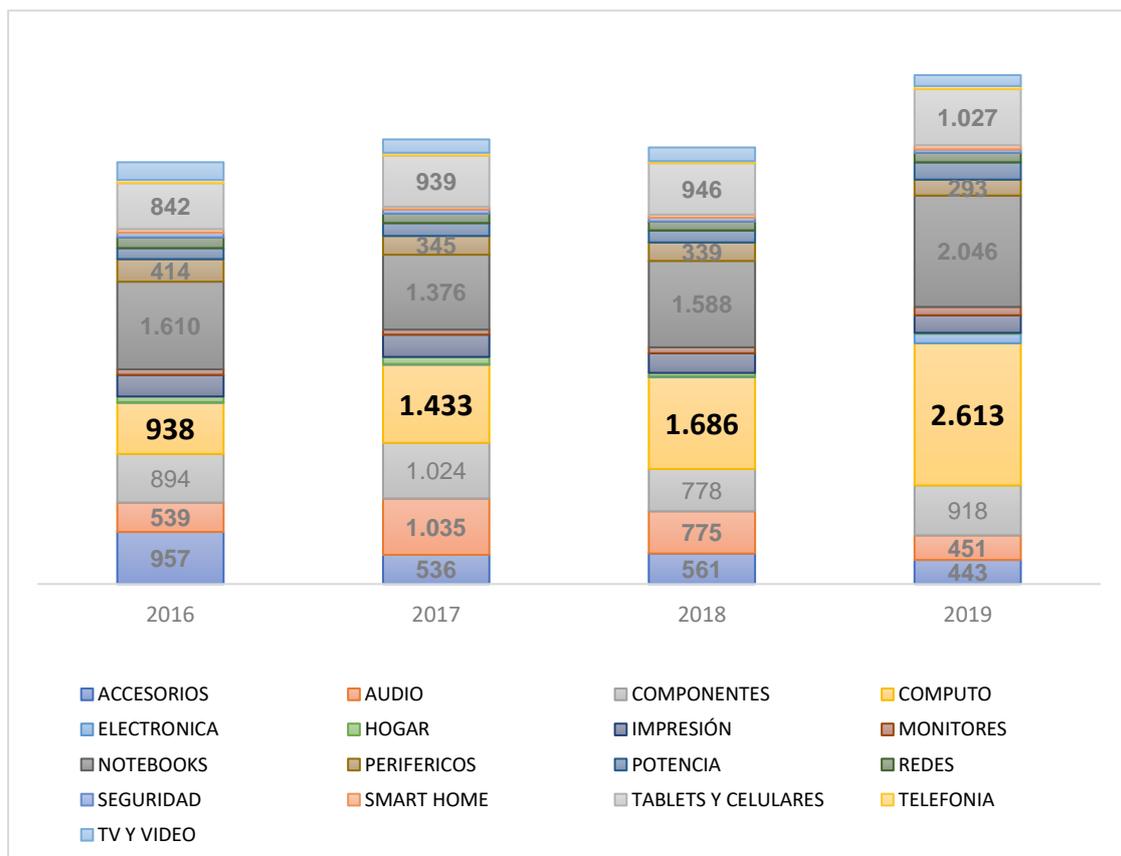


Figura 1.5 Casos atendidos en el taller por año según Categoría de Productos  
Fuente: Elaboración propia

La información recolectada indica claramente que los productos que conforman la categoría de COMPUTO, son los de mayor retorno. Esta familia hace referencia a los Cpu's o computadoras de escritorio que poseen los siguientes partes o componentes: cases(C), discos duros (HD), mainboards (MB), memorias (RAM), unidades ópticas (DVD), procesadores(P), tarjetas de video (TV), software, así como también servidores y equipos all in one (AIO).

Para el proyecto nos enfocamos en los casos de equipos de cómputo que retornan por motivos de garantía tipo RMA, dado que para los casos de garantías DOA y servicios, existe una normativa donde estos ingresos tienen prioridad sobre los demás y se dan una solución inmediata la misma que está dentro de los tiempos establecidos.

Basados en esta información, uno de los objetivos es encontrar la causa raíz de los principales problemas que generan altos tiempos de reparación en la categoría de cómputo, para luego mediante la aplicación de herramientas alineadas a la metodología DMAIC, plantear soluciones que de manera conjunta puedan mantenerse en el largo plazo.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Calidad

Según lo que menciona (Gaviria & Jaramillo, 2011), desde hace muchos años las diferentes organizaciones “utilizan la administración de la calidad como una herramienta para tener una mejora continua”. Los autores destacan que esta administración de la calidad “consiste en un sistema de trabajo para el desarrollo de pequeños cambios positivos en el personal de toda de toda la empresa, ya sea en grupo o en forma individual, cuyo compromiso y esfuerzo es continuo y permanente con la finalidad de comprender, cumplir y/o exceder con las expectativas de los clientes”. Todos los funcionarios de la empresa deben estar concienciados y alineados a los objetivos de calidad que deben estar debidamente socializado.

De acuerdo con (Gaviria & Jaramillo, 2011), el concepto de calidad “se refiere básicamente al grado en que un producto o servicio reúna y cumpla con los requisitos para la satisfacción del cliente”. Se menciona además que “que los procesos que antes se aplicaban estrictamente a una tarea de control ejercida en algún departamento de una empresa de servicios o de manufactura hoy se hayan convertido en una importante herramienta de gestión, que se aplica en todas las áreas de una organización” (pág. 14). Sin embargo, existe una diversidad de conceptos que definen las diferentes visiones de los autores que han desarrollado una amplia bibliografía al respecto.

Por su parte, el Deming Prize Committee de la JUSE (2004) en 1998 planteó “que la gestión de la calidad total es el conjunto de actividades sistemáticas conducidas a través de toda la organización para alcanzar eficaz y eficientemente los objetivos de la compañía, así como para proveer productos y servicios con un nivel de calidad que satisfaga a los clientes, en el tiempo y al precio apropiados” (Amaya, Felix, Rojas, & Díaz, 2020).

(Gaviria & Jaramillo, 2011) citando a Barba, Boix y Cuatrecasas (2000), mencionan que la calidad se define como “el conjunto de características que posee un producto o servicio obtenidos en un sistema productivo, así como su capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario”. Así también, de acuerdo con la Organización Internacional de Normalización la calidad se puede definir como “es el grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos”. Además, Scarnati&Scarnati (2002), citado por (Gaviria & Jaramillo, 2011) , determinan que “la calidad significa hacer las cosas bien, con eficacia, y tomando las medidas necesarias para asegurar la excelencia del producto o del servicio”.

Del análisis de la bibliográfico (Gaviria & Jaramillo, 2011) citan a Philip B. Crosby mencionando que en los años setenta presentó un programa de 14 pasos que llamó “cero defectos”. Adicionalmente, presenta su prescripción para la “salud corporativa” y la “vacuna de calidad”, que son dos ideas que utiliza para representar la necesidad de cualquier organización de vacunarse contra la ocurrencia de errores.

Estos elementos describen la idea de cumplir con las operaciones de la compañía para evitar errores y hace una referencia acerca sobre que la calidad es la “vacuna” para garantizar la “salud corporativa”. Así mismo, Crosby afirma que la calidad está basada en 4 principios absolutos:

- Calidad es cumplir los requisitos.
- El sistema de calidad es la prevención.
- El estándar de realización es cero defectos.
- La medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

Finalmente, P. Crosby enseña el uso de herramientas simples, así como estadísticas de control de calidad, pero en un sentido muy general, es decir, en un sentido no matemático (Cantú, 2001).

Joseph M. Juran. A mediados de los años cincuenta, enseñó en Japón conceptos de administración por calidad, contribuyendo también al éxito japonés en calidad. Juran ha publicado una gran cantidad de material relacionado al tema de calidad. Sin embargo, es en su libro "Juran en el liderazgo para la calidad" donde resume su conocimiento desarrollado en el área de administración de calidad total. El enfoque de Juran sobre la administración por calidad se basa en lo que llama la Trilogía de Juran: planear, controlar y mejorar la calidad. Joseph M. Juran es conocido como el Padre de la Calidad.

Juran recomienda seguir las siguientes estrategias utilizadas por Japón para ser líder en calidad a nivel mundial:

- Los administradores superiores se deben encargar personalmente de dirigir la revolución de la calidad.
- Todos los niveles y funciones de la organización deberán involucrarse en programas de capacitación en administración por calidad.
- El mejoramiento de la calidad se debe realizar continuamente, y a un paso revolucionario, no evolucionario.
- La fuerza de trabajo se involucra con el mejoramiento de la calidad a través de los ciclos de calidad.
- Los objetivos son parte del plan de negocio.

## **2.2 Kaoru Ishikawa.**

Fue el primero que intentó destacar las diferencias entre los estilos de administración japonés y los occidentales. Su hipótesis principal fue que diferentes características culturales en ambas sociedades fueron clave en el éxito japonés en calidad. Ishikawa fue el principal precursor de la calidad total en Japón y posteriormente tuvo una gran influencia en el resto del mundo, ya que fue el primero en resaltar las diferencias culturales entre las naciones como un factor importante para el logro del éxito en calidad. (Cantú, 2001)

Edwards W. Deming ha sido considerado el “padre de la administración moderna” quien, durante su estancia en Japón, estuvo en contacto con empresarios japoneses que lo contrataron para enseñar la teoría fundamental de variación al azar y técnicas sencillas como gráficas de control a cientos de ingenieros y técnicos de dicho país. De acuerdo con (Gaviria & Jaramillo, 2011), Deming “vivió la evolución de la calidad en Japón, y de esta experiencia desarrolló sus famosos 14 puntos para que la administración lleve a la empresa a una posición de productividad y competitividad”.

Algunas de las normas y herramientas de calidad más utilizadas por las empresas son:

- ISO9000 (International Standard Organization):
- Benchmarking
- Administración Total de la Calidad (TQM):

### 2.3 Principios de la Gestión de calidad

De acuerdo con (Amaya, Felix, Rojas, & Díaz, 2020) “los principios de gestión de la calidad representan elementos, dimensiones o características esenciales para encaminar a las organizaciones en el campo de la calidad en el mundo moderno”. Según Lizarzaburu (2016), citado por (Amaya, Felix, Rojas, & Díaz, 2020), hasta la versión de 2008 la norma ISO 9001 se basó en ocho principios de gestión de calidad, posteriormente en la versión 2015 (ISO 9001:2015), se establecen modificaciones de estos principios reduciendo los mismos de ocho a siete”.

1. Organización enfocada al cliente
2. Liderazgo
3. Participación del personal
4. Enfoque basado en procesos
5. Enfoque del sistema hacia la gestión
6. Mejora continua
7. Toma de decisiones basada en Hechos
8. Relación mutuamente beneficiosa con el proveedor

Para que las empresas puedan garantizar la calidad de sus procesos, productos y servicios, a nivel mundial se han implementado una serie de certificados y herramientas de calidad como, por ejemplo:

1. ISO9001:2000(Organización Internacional para la Normalización),
2. TQM (Administración Total de la Calidad),
3. QFD (Despliegue de la Función de la Calidad) y
4. Seis Sigma.

Estos certificados son emitidos por instituciones calificadas después de un análisis minucioso acerca del cumplimiento de las normas y estándares correspondientes. De acuerdo con (Gaviria & Jaramillo, 2011), “la implementación de estas normas de calidad exige una serie de requisitos y estándares a cumplir aún después de que la norma haya sido legalmente aceptada; puesto que es necesario que las empresas continúen presentando evidencias de mejoras en sus sistemas operativos ya que, de no cumplir con este requisito en un determinado plazo, corren el riesgo de perder el certificado de calidad”.

## 2.4 Seis Sigma

De acuerdo con López (2000) citado por (Gaviria & Jaramillo, 2011) menciona que:

En cualquier compañía, la elaboración de los productos en el área industrial involucra principalmente tres etapas: la entrada (personal, material, equipo, políticas, etc.), proceso (realización del producto o servicio) y la salida (brindar un servicio o elaboración de un producto). En cada una de estas etapas se cometen errores que afectan la calidad de un producto o servicio. Todos los días un defecto es creado durante un proceso (etapa), esto toma un tiempo adicional para la prueba, análisis y reparación. Estas actividades no adicionales requieren espacio, equipo, materiales y gente (pág. 24),.

Seis Sigma, según López (2011), citado por (Pérez-López & García-Cerdas, 2014) es "un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la calidad". De acuerdo con el citado autor, "ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección". Seis Sigma es "un método basado en datos para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección; es diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Específicamente, se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas" (pág. 3).

Además, (Pande et al., 2004). citados por (Pérez-López & García-Cerdas, 2014) mencionan que "en términos estadísticos, el propósito de Seis Sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de sus productos o servicios cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes".

Origen de Seis Sigma. Según Breyfogle III, Cupello y Meadows (2001), el creador del Seis Sigma fué Bill Smith, quien fué un ingeniero y científico de la compañía Motorola. Él mismo fué quien creó las estadísticas y fórmulas originales de los principios de la cultura del Seis Sigma. Bob Galvin, CEO de Motorola en esa época, pudo ver la fuerza del concepto y reaccionó favorablemente principalmente por la creencia y la pasión tan fuerte que tenía Bill para su idea. Bob Galvin impulsó a Bill para seguir adelante con su idea, para hacer del Seis Sigma el componente número uno en la cultura de la compañía. Más tarde el vicepresidente Jack Germaine fué nombrado como director de Calidad de la compañía e implementó la idea de Bob G. a través de toda la compañía. Muy pronto el entrenamiento para este nuevo método fue requerido por cada empleado de la compañía. El lenguaje de la calidad empezó a ser el lenguaje común de la compañía. El resultado fué una cultura de calidad impregnada en toda la compañía y la condujo a un período de ventas y crecimiento sin precedentes. Este crecimiento fué reconocido por el premio nacional de calidad Malcolm Baldrige. Motorola lanzó su programa de calidad denominado Seis Sigma el 15 de enero de 1987. La compañía fijó una meta de cinco años para alcanzar la perfección en él. Para el mes de marzo de 1988, la Universidad Motorola había empezado a ofrecer cursos para su implementación. 1.5.2 Definición de Seis Sigma. El programa Seis Sigma intenta abatir un enemigo de los procesos: la variabilidad. Para entender qué significa este concepto se emplean las siguientes definiciones:

De acuerdo con Misión de Seis Sigma. Su misión es la de proporcionar la información adecuada para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto o servicio en cualquier actividad, así como la de crear la confianza y comunicación entre todos los participantes, debido a que la actividad del negocio parte de la información, las ideas y la experiencia; ayudando de esta manera a elevar la calidad y el manejo administrativo. (López, 2000)



Figura 2.1 Tipos de mejora a partir de la implementación de la metodología Seis Sigma

Elaborado: López,2000

## 2.5 El control de la calidad total

- Técnicas estadísticas de gestión de procesos
- Círculos de calidad
- Ishikawa: 7 herramientas básicas de la calidad

## 2.6 Herramientas para la mejora de la calidad

- Herramientas de control de calidad
- Herramientas de mejora de la calidad

## 2.7 Herramientas de control de calidad

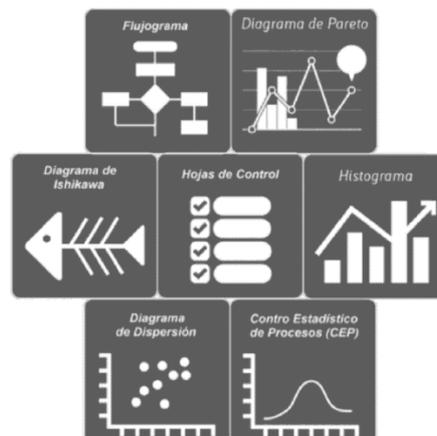


Figura 2.2 Herramientas de control de calidad  
Elaborado: López,2000

1. Herramientas de mejora de calidad
2. Diagrama de afinidad
3. Diagrama de relaciones
4. Diagrama de árbol
5. Diagrama de matriz
6. Matriz de priorización
7. Diagrama de proceso de decisión
8. Diagrama de flechas

## 2.8 Mejora Continua

Dada la naturaleza del proyecto y el enfoque que se pretende dar en el taller de servicio técnico, para el mejoramiento de sus procesos, investigando diversas herramientas en fuentes bibliográficas y considerando las herramientas aprendidas en los estudios de maestría, la metodología DMAIC con sus etapas, son las que ofrecen una mayor oportunidad de cambio para los objetivos que se pretenden alcanzar al finalizar este proyecto.

Las metodologías lean son reconocidas como herramientas de mejora continua, que se enfoca en la reducción de desperdicios o muda. Los desperdicios o mudas son clasificados como: espera, defectos, movimientos innecesarios, exceso de inventario, sobreproducción, exceso de transporte y reprocesos. (Tuesta, Viacava, & Raymundo, 2019)

Six Sigma es una de las herramientas de liderazgo más innovadoras, apoya los esfuerzos comerciales para ganar participación de mercado, reducir costos y mejorar significativamente la rentabilidad de un negocio. Esta metodología ayuda drásticamente a racionalizar las operaciones y mejorar la calidad mediante la eliminación de defectos o errores en todo proceso productivo o de servicios. (Dhirendra, Six Sigma Best Practices, 2006)

El objetivo de reducir los tiempos de reparación busca a su vez generar un impacto en mejorar el nivel de servicio del taller, ya que, al ser más rápidos, el número de máquinas que procesaría el taller aumentarían, lo cual es crucial para los intereses de la empresa y para los altos mandos, implementar soluciones que no representen una alta inversión y que a su vez la mejora muestre resultados al corto plazo.

Por este motivo la metodología DMAIC tiene una ventaja con las de lean manufacturing, ya que se puede enfocar en un problema específico en un corto plazo. Un estudio enfocado en la reducción de tiempos de reparación, que contribuyó al aumento de la calidad de servicio y la satisfacción al cliente en un centro de servicio, demostró que la metodología DMAIC es eficaz para explorar las causas raíz de los problemas y obtener soluciones. (Muraleedharan, Muruganatham, Elancheran, Rajesh, & Kalidas, 2020)

Otro estudio desarrollado en el 2019 muestra como la aplicación de la metodología DMAIC puede ser utilizada en el ámbito del servicio, específicamente en ámbito educativo y no solo en procesos de manufactura. En el estudio se lograron reducir tiempos de procesos, logrando cumplir con los estándares establecidos, aumentando el nivel de servicio ofrecido a sus clientes internos y externos (Abad, Vera, & Cabanilla, 2019)

Algunos textos indican que la metodología six sigma utilizada para la mejora de procesos es la metodología de definir, medir, analizar, mejorar y controlar, también conocida como DMAIC. Al abordar un problema, la solución resultante aborda la causa raíz.

La metodología DMAIC toma un problema que ha sido identificado por la organización y utiliza un conjunto de herramientas y técnicas de manera lógica para llegar a una solución. Las soluciones resultantes minimizarán o eliminarán el problema. (Shankar, 2009)

Un estudio realizado por Garza Ríos y Rosario C., previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial muestra los resultados alcanzados al integrar la metodología seis sigmas, las técnicas de simulación discreta y las técnicas multicriteriales para la mejora de un servicio en que se deseaba obtener la mejor solución de compromiso entre los ingresos, los costos, la utilización de los recursos y la satisfacción del cliente. Utilizó la metodología DMAIC proponiendo un procedimiento en el que se define para cada fase las herramientas de simulación, de toma de decisiones multiatributos, estadísticas de control y gestión de calidad. (Garza Ríos., 2016)

Las referencias citadas, resultado de la investigación, demuestran que la herramienta de mejora DMAIC tiene la capacidad de implementación en el ámbito de servicio, por lo cual se decide adoptar esta metodología para el desarrollo de este proyecto.

# CAPÍTULO 3

## 3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron herramientas alineadas a la metodología DMAIC.

En la primera etapa de definición, se identifica el proceso a mejorar, se forma el grupo de trabajo y se cuantifica el beneficio. En la etapa de medición se debe entender el rendimiento actual del proceso, asegurarnos que el sistema de medición no tenga errores, desarrollar un plan de recolección de datos y enunciar el problema enfocado. En la etapa de análisis se debe comprobar cuáles de las potenciales causas realmente afectan al proceso. Para la etapa de mejora se deben conseguir mejoras cuantificadas y probar la solución definitiva a implementar. Finalmente, en la etapa de control se debe transformar la manera habitual de trabajar para sostener las mejoras en el tiempo, estandarizar procedimientos o desarrollar un plan de acción.

### 3.1. Definición

En esta etapa se analizó la situación actual del taller de servicio, se levantó información utilizando herramientas tales como macroproceso y SIPOC. Posteriormente se realizó la declaración del problema y se conformó el equipo de trabajo.

#### 3.1.1 Situación Actual

Se analizaron los ingresos al taller de los equipos de cómputo que retornaron por efecto de garantía tipo RMA durante el año 2019, el cual muestra que se recibieron un total de 1.752 máquinas, de las cuales apenas 1.189 máquinas fueron reparadas dentro del tiempo establecido por el fabricante, es decir que se repararon dentro de los 5 primeros días, como se muestra en la figura 3.1. En términos generales se calcula también la eficiencia promedio de reparación en un 68% como lo muestra la figura 3.2.

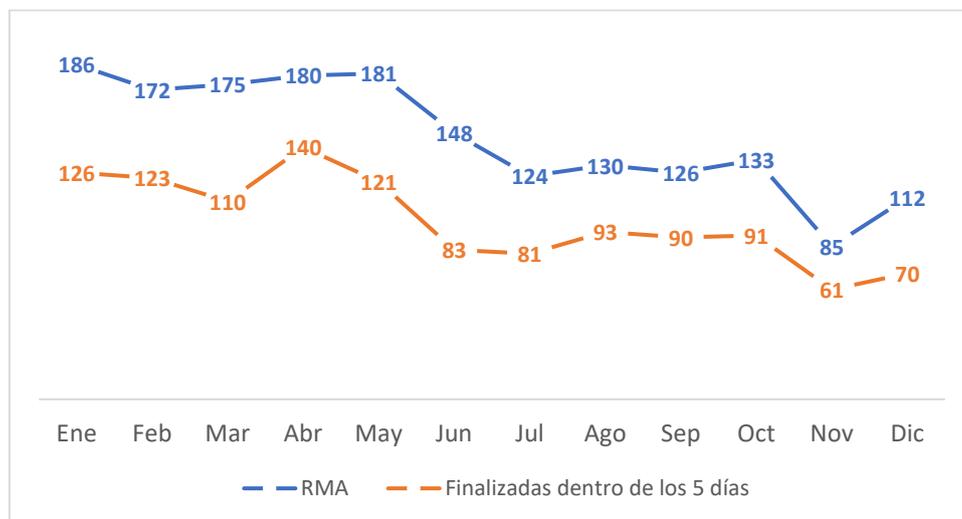


Figura 3.1 Ingresos por RMA - Equipos de COMPUTO 2019  
Elaboración propia

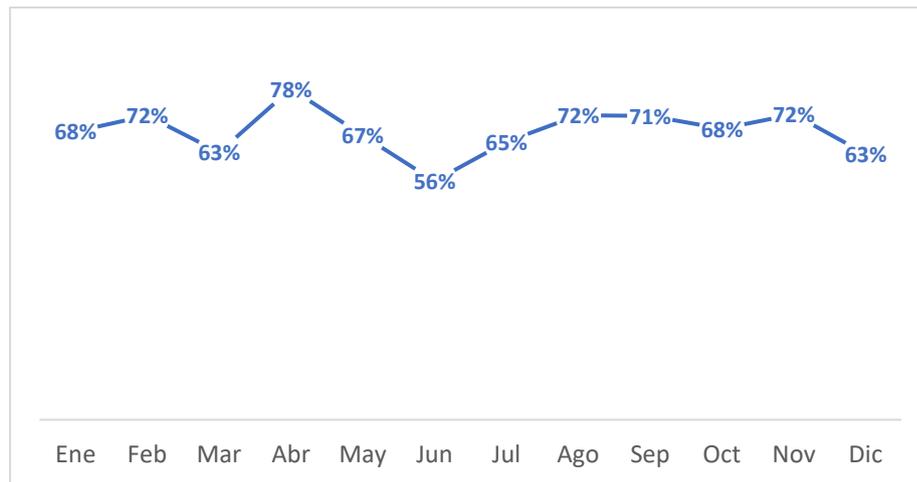


Figura 3.2 Eficiencia de Servicio de Reparación - Equipos de COMPUTO 2019  
Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo 2019 los equipos tipo RMA reparados dentro de los 5 días representaron al taller ingresos por un monto de \$ 10.293,50, esto debido a que el proveedor paga una tasa fija por reparación exitosa de 7,00 \$/máquina reparada, como se muestra en la figura 3.3.



Figura 3.3 Cobros por Reparación RMA - Equipos de COMPUTO 2019  
Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que para los equipos que no se lograron reparar dentro del tiempo establecido, el fabricante solo reconoce el 50% del costo de la reparación (\$3,50), por este motivo se generó un déficit para la empresa, lo cual es crítico y de vital importancia para los administradores del taller.

Este déficit por el incumplimiento en las reparaciones de equipos de cómputo generó una pérdida de \$ 1.970,50 durante el periodo de análisis como se muestra en la figura 3.4.



Figura 3.4 Pérdidas por Reparación (> 5 días) - Equipos de COMPUTO 2019  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 Levantamiento de Información

Para esta etapa se hizo seguimiento a las actividades que se realizan en el taller para la ejecución del proceso de reparación y se elaboró un diagrama macro del proceso como se observa en la figura 3.5.

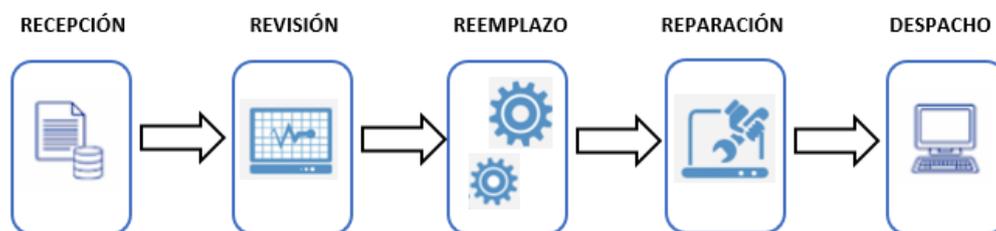


Figura 3.5 Macroproceso del Taller de Servicio  
Fuente: Elaboración propia

Se define entonces el procedimiento general de la siguiente manera. Los equipos ingresan en la etapa de recepción con la factura de compra para poder hacer efectiva la garantía y a su vez se realiza un diagnóstico técnico de las condiciones en las que está físicamente el equipo, luego se verifica la existencia del problema en caso de ser notorio, si el problema requiere de más tiempo, se ingresa para que posteriormente lo valide el técnico responsable.

Luego en el departamento técnico se procede con una revisión más detallada y se asigna un técnico quien valida el problema reportado en el ingreso y detecta el origen de la falla para solicitar el o los repuestos respectivos. La solicitud de repuesto pasa al departamento de RMA o reemplazos, donde se solicita mediante una transferencia de inventario (INV-TR) los repuestos requeridos, los mismo que se retiran en Bodega y posteriormente se entregan al técnico para que proceda con la reparación del equipo. Finalmente se coloca la maquina en la percha de equipos reparados a la espera del retiro por parte del cliente.

Actualmente el proceso registra un tiempo promedio total de reparación de 5,7 días que en ocasiones ha llegado a tardar hasta 7 días, lo cual afecta no solo los intereses económicos del taller sino también el nivel de servicio ya que los clientes perciben la demora en las reparaciones.

### 3.1.3 SIPOC

Continuando con el levantamiento de información, para comprender a fondo el proceso que se realiza para la reparación de equipos de cómputo, se desarrolla un diagrama SIPOC conversando con el personal involucrado, para identificar las diferentes etapas del proceso y cuáles son las entradas y salidas en cada una de ellas. Ver tabla 1.

Tabla 1 Diagrama SIPOC

Supplier	Inputs	Process	Outputs	Costumers
• Taller Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factura</li> <li>• Máquina</li> </ul>	RECEPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden de Trabajo</li> <li>• Detalle del Problema</li> </ul>	Departamento Técnico
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden de Trabajo</li> <li>• Técnico Responsable</li> <li>• Habilidades del Técnico</li> <li>• Herramientas</li> </ul>	REVISIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostico</li> <li>• Solicitud de parte defectuosa</li> <li>• Pieza dañada</li> </ul>	Departamento de RMA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza dañada</li> <li>• Reporte Técnico</li> </ul>	REEMPLAZOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de parte en el Sistema</li> <li>• Entrega de parte nueva</li> </ul>	Departamento Técnico
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parte Nueva</li> <li>• Habilidades del Técnico</li> <li>• Herramientas</li> </ul>	REPARACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe Técnico</li> <li>• Registro en el sistema</li> <li>• Equipo reparado</li> </ul>	Percha de Equipos Reparados
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe Técnico</li> <li>• Orden de Trabajo</li> <li>• Registro en el sistema</li> </ul>	DESPACHO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina Lista</li> <li>• Registro en el sistema</li> <li>• Revisión (Retrabajo)</li> <li>• Documento de Salida</li> </ul>	Cliente Final

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.4 Declaración del Problema

Con la información previa recolectada y los datos analizados correspondientes al año 2019, se realizó la declaración del problema, respondiendo a las preguntas claves como lo establece la metodología DMAIC en esta etapa como lo muestra la figura 3.6.

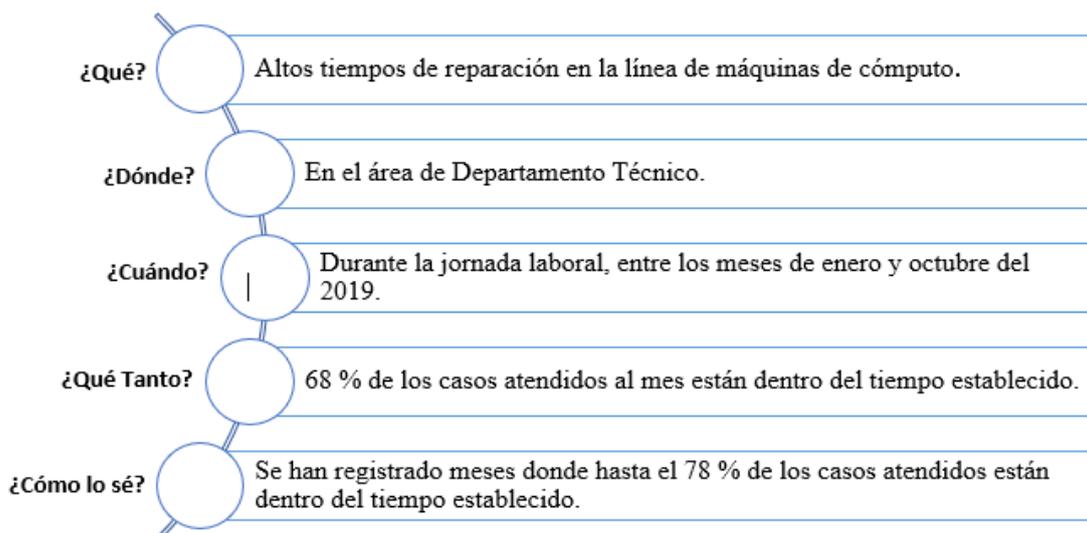


Figura 3.6 Declaración del Problema

Fuente: Elaboración Propia

El problema general se define como:

“Altos tiempos de reparación en la línea de máquinas de cómputo, en el área de departamento técnico durante la jornada laboral, entre los meses de enero a octubre del 2019, donde el 68% de los casos atendidos al mes están dentro del tiempo establecido, cuando se han registrado meses donde se ha alcanzado hasta el 78%”.

### 3.1.5 Línea Base

Es importante que el objetivo planteado sea alcanzable para establecer la meta del proyecto, para aquello se consideran varios parámetros como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Parámetros Línea Base

Eficiencia Promedio de Reparación	Máxima Eficiencia de Reparación	GAP
68%	78%	10%

Fuente: Elaboración Propia

Para fijar este objetivo se trabajó con los administradores del taller enfocados en conseguir resultados visibles en un corto plazo. De esta manera con un GAP del 10% se plantearon tres escenarios y en función de estos se definió que el objetivo alcanzar es la de mejorar la eficiencia en un 5 % sobre la actual, es decir mejorar a un 73% los equipos reparados dentro de un periodo de 5 días.

Tabla 3 Escenarios

	Pesimista	Neutro	Optimista
<b>GAP %</b>	10 %	10 %	10 %
<b>Mejora del GAP %</b>	20 %	50 %	80 %
<b>Objetivo %</b>	70 %	<b>73 %</b>	76 %

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.6 Variable de respuesta

Para este proyecto la variable de interés principal es el TTR (tiempo total de reparación) la cual se busca reducir de 5,7 días en promedio a 5 días para lograr cumplir con los requerimientos del proveedor y necesidades de los clientes. Sin embargo, es importante aclarar que esto va de la mano con la eficiencia del servicio, ya que es imposible revisar el 100% de los equipos de cómputo ingresados en el mes en los primeros 5 días de haber sido ingresados. Por esto se fija otro indicador que permita medir la mejora en las reparaciones, y este es la ESR (Eficiencia del servicio de reparación), el mismo que se estima de la siguiente manera:

$$TTR = TRec + TRev + TC + TR + TD$$

$$\% ESR = \frac{\text{Máquinas reparadas dentro de los primeros 5 días}}{\text{Máquinas ingresadas en el mes}} \times 100$$

### 3.1.7 Equipo de Trabajo

Continuando con la etapa de definición, se conforma el equipo de trabajo; para esto se reunió al personal del taller y se nombró a las cabezas de los departamentos involucrados en función del conocimiento que poseen del proceso. Ver tabla 4

Tabla 4 Equipo de Trabajo DMAIC

<b>ROL</b>	<b>CARGO</b>
 <i>Patrocinador (CHAMPION)</i>	Gerente del Taller
 <i>Dueño del Proceso</i>	Jefe de Técnicos
 <i>Líder del Proyecto</i>	Desarrollador del Proyecto – Supervisor de Bodega
 <i>Equipo</i>	Técnico1, Técnico 2, Asistente de Bodega, Coordinadora de Garantías

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.8 Project Charter

Los datos recolectados para este análisis corresponden al periodo 2019, desde el mes de enero hasta octubre; en ellos se registró el total de casos atendidos en el taller y se identificaron los casos que se procesaron correctamente (máquinas reparadas dentro de los 5 días).

Con la información que se recolectó se determinó el porcentaje promedio de máquinas que se reparan a tiempo en el taller, con un estimado del 68%, este indicador para las expectativas de la empresa de brindar un buen nivel de servicio es crítico. También se determinó que se han alcanzado niveles de hasta un 78% de máquinas reparadas satisfactoriamente. Por este motivo, la empresa desea mejorar su eficiencia actual y fijo un objetivo para este proyecto sobre el nivel actual, y es de aumentar un 5 % en el promedio de equipos de cómputo reparados a tiempo en el taller. A continuación, en la figura 3.7 se presenta de forma resumida los hallazgos realizados durante la etapa de Definición en el Project charter del proyecto:

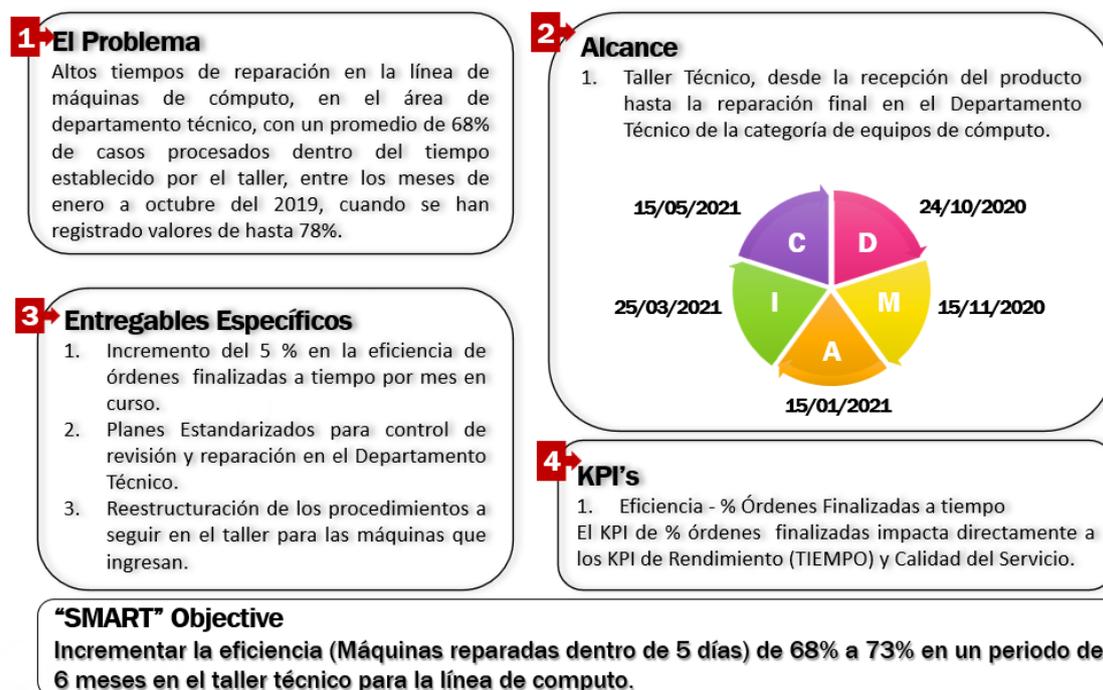


Figura 3.7 Project charter del proyecto  
Fuente: Elaboración Propia

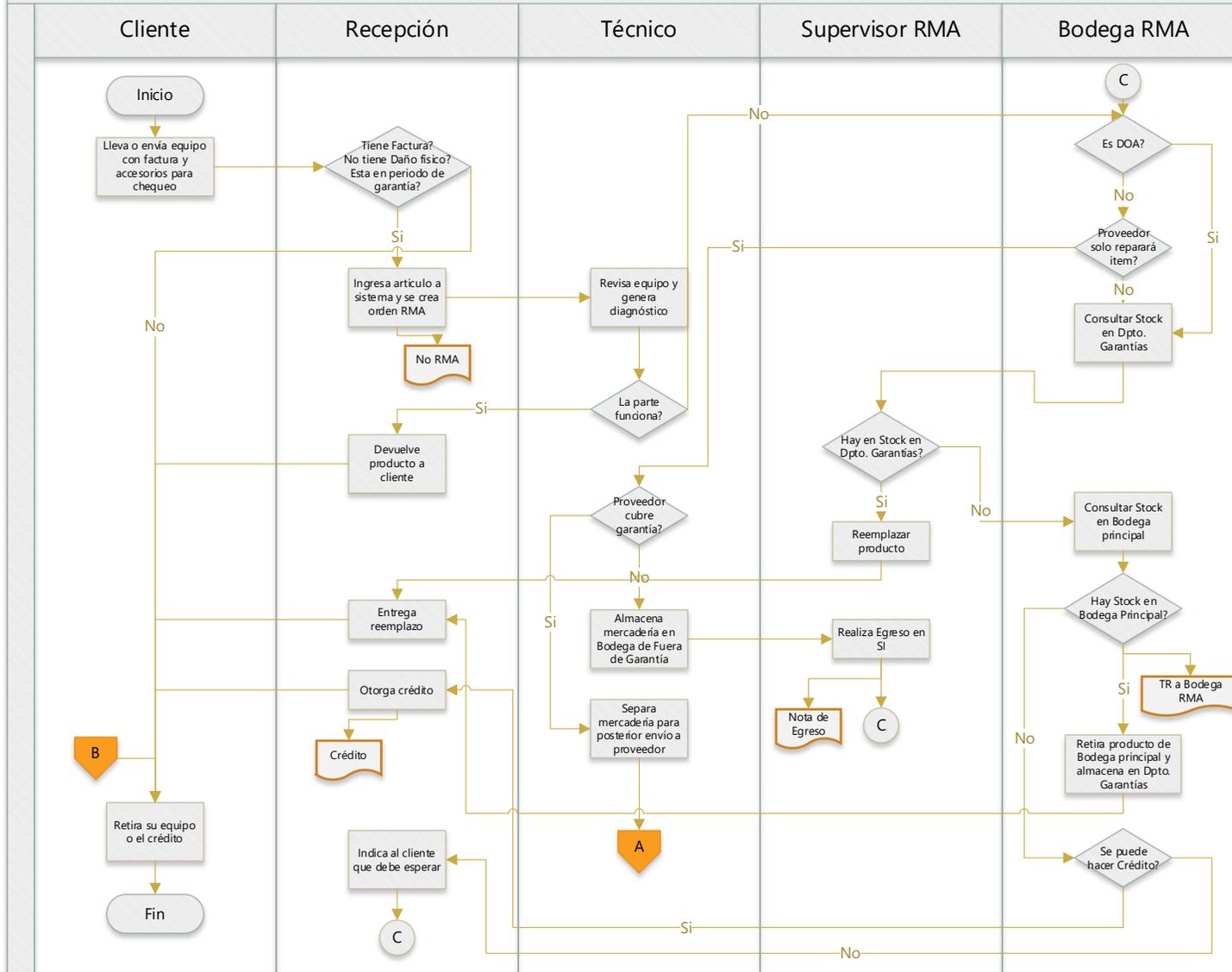
### 3.2 Medición

En esta etapa de la metodología DMAIC se desarrollaron actividades que permitieron recolectar los datos necesarios para medir las variables de interés como los tiempos de operación y la eficiencia en la reparación de los equipos de cómputo.

### **3.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso de Reparación.**

Con la ayuda previa del diagrama SIPOC realizado para comprender el proceso de forma macro, el equipo de trabajo decidió elaborar un diagrama de flujo de procesos general del trámite de garantías con los clientes y con los proveedores, y el diagrama de flujo del proceso de reparación para equipos de cómputo, detallando cada una de las actividades que se realizan en cada etapa. Los diagramas se muestran en la figura 3.8 y 3.9 respectivamente.

Diagrama de Flujo Cruzado: Proceso de Garantías del Taller



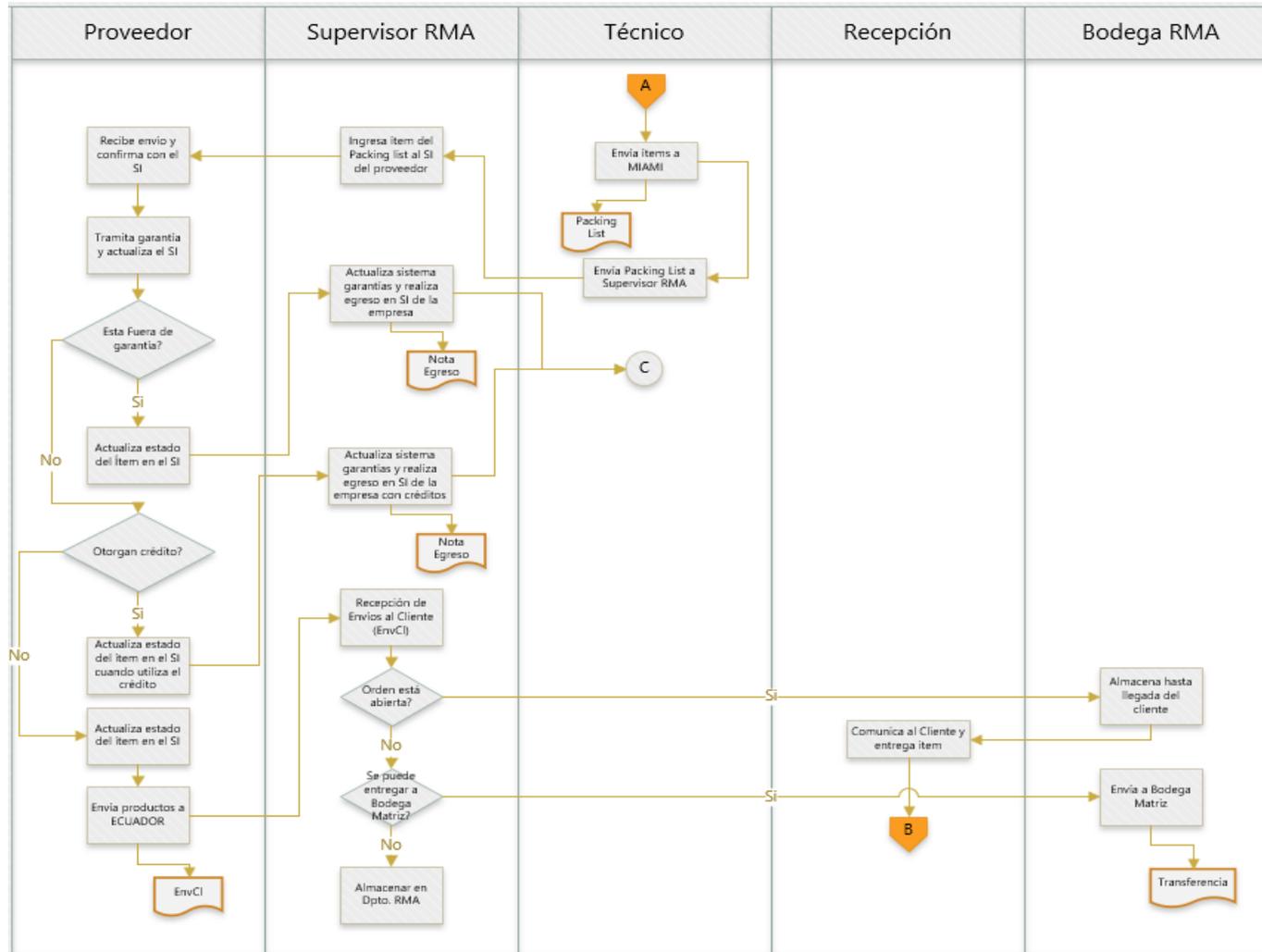


Figura 3.8 Diagrama de Flujo Cruzado del Proceso de Garantía del Taller  
Fuente: Elaboración Propia

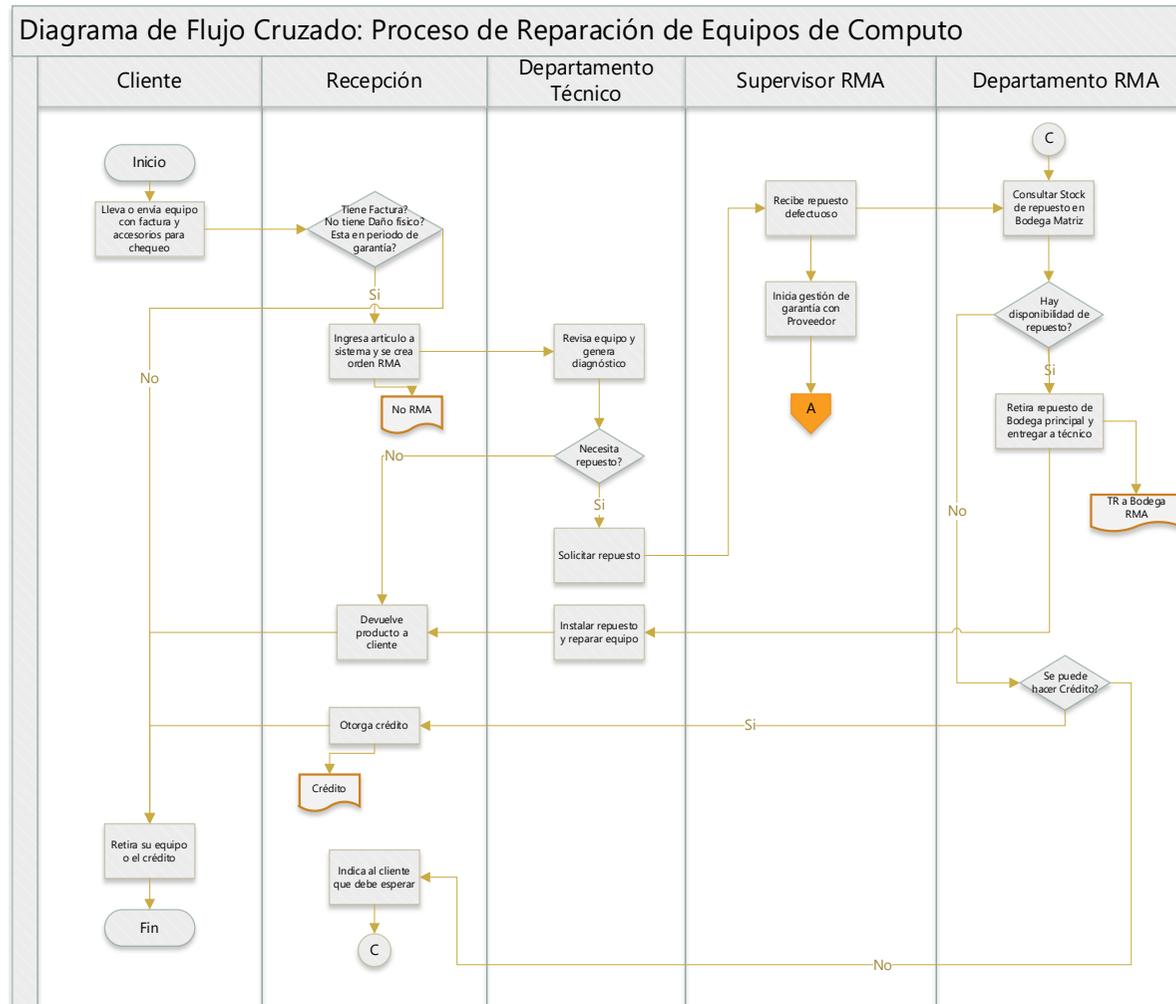


Figura 3.9 Diagrama de Proceso de Reparación de equipos de Cómputo  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2 Plan de Recolección de Datos

Para el análisis requerido, el taller no registraba de forma detallada información relevante respecto a los ingresos de los equipos de cómputo, únicamente se limitaba a determinar cuántos casos al mes ingresan para reparación y a qué tipo de garantía corresponden. Por este motivo el equipo de trabajo definió como se muestra en la tabla 5, cuáles son los datos a considerar y de qué forma deben ser registrados para realizar el estudio deseado.

Tabla 5 Plan de recolección de datos

Datos		Definición Operacional			
¿Qué?	Tipo de Dato	¿Cómo medir?	Factores de Estratificación	Muestreo	Dónde se registra
Máquinas Reparadas a tiempo	Discreto	En el sistema interno registra los casos que están pendientes y finalizados	Por Técnico	Se registra toda información generada en todas las jornadas de trabajo.	Reporte Digital que debe proveer el departamento técnico.
Tiempo de Procesamiento	Continuo	En el sistema interno se registra la fecha de inicio y de finalización de cada operación	Por Operador Por Actividad	Se registra toda información generada en todas las jornadas de trabajo.	Reporte digital que debe proveer el área de recepción

Fuente: Elaboración Propia

Debido a las limitaciones que presenta el sistema interno empresarial para exportar la información requerida, tanto operadores como técnicos deben copiar los tiempos del sistema y llevarlos a un formato en Excel, y con esta herramienta poder determinar los tiempos efectivos que toma realizar cada operación.

En el área de recepción, los encargados de llevar este control son los dos operadores del área; y en el departamento técnico, los dos técnicos deben mediante un formato registrar los tiempos de procesamiento (Anexo A), donde deben indicar las fechas que quedan registradas en cada orden de trabajo existente (Anexo B).

Con el plan de recolección de datos establecido y la ayuda del diagrama de procesos elaborado, se debatió sobre las actividades que agregan valor y las que no, de esta manera se realizó un muestreo a 40 equipos de cómputo para estimar los tiempos de cada una de las actividades como se muestra en la tabla 6; esto se realizó durante 4 meses observando al personal involucrado y apoyándose en los tiempos que se registran en el sistema interno del taller.

Tabla 6 Datos de Tiempos de Proceso

Dato	Mes	Recepción	Técnico	Tiempo de procesamiento (días)					TIEMPO DE REPARACION (días)
				Recepción	Revisión	Reemplazo	Reparación	Despacho	TOTAL
1	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	4,27	1,13	0,18	0,01	5,58
2	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,00	1,31	2,09	0,20	0,00	3,60
3	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,01	5,26	0,67	1,08	0,01	7,03
4	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,85	1,08	0,83	0,00	5,77
5	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,01	4,96	1,01	0,88	0,00	6,87
6	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,12	1,95	0,91	0,01	6,00
7	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,68	2,08	0,28	0,00	6,06
8	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,01	4,36	1,09	1,00	0,01	6,48
9	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,02	3,17	3,99	0,90	0,00	8,09
10	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,01	2,96	0,84	1,07	0,01	4,89
11	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,28	2,04	0,16	0,01	5,51
12	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,75	2,01	0,88	0,00	6,66
13	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,01	4,05	2,15	1,86	0,01	8,08
14	Jul	Operador 1	Técnico 2	0,01	2,07	3,18	0,83	0,01	6,10
15	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,02	4,09	3,14	1,01	0,01	8,26
16	Jul	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,28	1,72	0,23	0,01	5,25
17	Ago	Operador 1	Técnico 2	0,02	2,56	1,20	0,73	0,01	4,51
18	Ago	Operador 1	Técnico 2	0,01	4,12	1,79	0,27	0,01	6,19
19	Ago	Operador 1	Técnico 1	0,01	3,24	0,17	0,91	0,01	4,33
20	Ago	Operador 1	Técnico 1	0,02	2,60	2,22	0,10	0,01	4,95
21	Ago	Operador 2	Técnico 2	0,01	2,18	1,84	1,17	0,01	5,21
22	Ago	Operador 2	Técnico 1	0,01	3,24	0,86	0,26	0,01	4,39
23	Ago	Operador 2	Técnico 2	0,01	3,04	1,95	2,03	0,01	7,04
24	Ago	Operador 2	Técnico 2	0,01	3,13	2,75	1,32	0,01	7,22
25	Ago	Operador 2	Técnico 1	0,01	3,75	1,02	0,01	0,00	4,79
26	Ago	Operador 2	Técnico 2	0,01	3,12	2,06	1,04	0,01	6,23
27	Sep	Operador 2	Técnico 1	0,01	4,08	1,90	0,90	0,01	6,90
28	Sep	Operador 2	Técnico 2	0,01	2,20	0,68	1,17	0,01	4,07
29	Sep	Operador 2	Técnico 1	0,01	3,03	0,08	0,83	0,01	3,95
30	Sep	Operador 2	Técnico 2	0,01	2,88	1,07	0,21	0,01	4,17
31	Sep	Operador 2	Técnico 2	0,02	3,93	2,05	0,91	0,00	6,91
32	Oct	Operador 2	Técnico 1	0,01	2,49	0,17	0,90	0,01	3,58
33	Oct	Operador 2	Técnico 2	0,01	3,21	1,68	3,99	0,01	8,90
34	Oct	Operador 2	Técnico 2	0,01	3,76	0,73	0,08	0,01	4,59
35	Oct	Operador 2	Técnico 1	0,01	2,85	1,21	0,78	0,01	4,86
36	Oct	Operador 2	Técnico 2	0,02	4,03	1,97	0,82	0,01	6,84
37	Oct	Operador 2	Técnico 1	0,01	3,52	1,19	1,13	0,01	5,85
38	Oct	Operador 2	Técnico 2	0,01	2,31	0,74	0,93	0,01	4,00
39	Oct	Operador 2	Técnico 1	0,01	3,83	0,98	0,96	0,01	5,79
40	Oct	Operador 2	Técnico 1	0,01	2,32	1,68	0,08	0,01	4,11

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó una muestra de 40 equipos de cómputo y se registran los tiempos en días de cada operación requerida para llevar a cabo la reparación, se midieron los tiempos durante los meses de julio a octubre del 2020. Posteriormente se realizó un análisis estadístico a los tiempos totales de reparación (TTR), para tener una idea más clara de la situación actual del taller.

Los resultados obtenidos indican que el tiempo total de reparación promedio en el taller es de 5,74 días con una desviación estándar de 1,38 como se muestra en la figura 3.10.

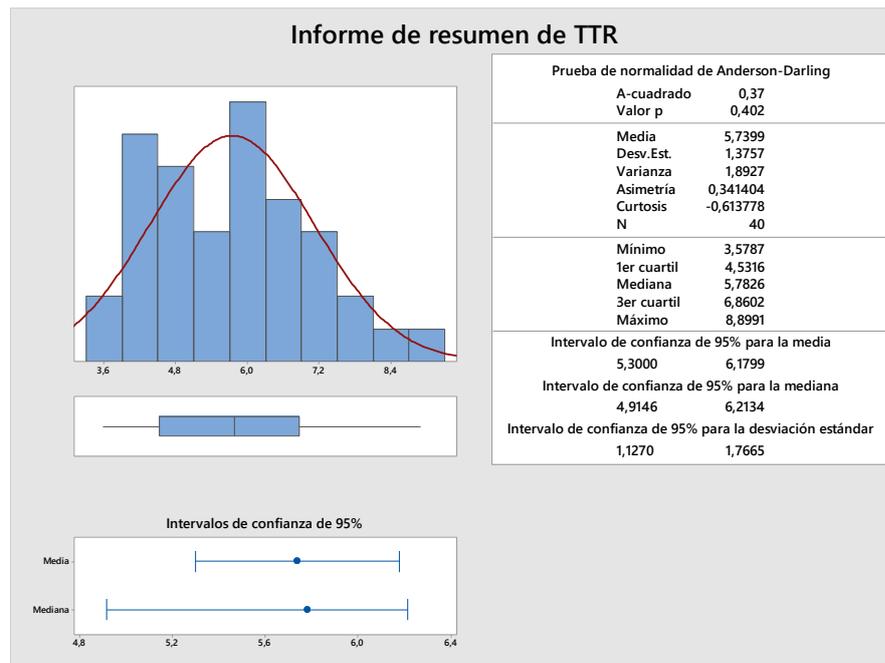


Figura 3.10 Resumen Estadístico Tiempo Total de Reparación  
Fuente: Elaboración Propia

Para corroborar estadísticamente las dudas de los administradores del taller, respecto a que no se estaba cumpliendo con el tiempo deseado para las reparaciones que es de 5 días; dado que los datos son normales (valor  $p=0,402$ ), se realizó la siguiente prueba de hipótesis.

$H_0: \mu$  Tiempo total de reparación = 5 días

$H_1: \mu$  Tiempo total de reparación > 5 días

T de una muestra: TTR							
Prueba de $\mu = 5$ vs. $> 5$							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
TTR	40	5,740	1,376	0,218	5,373	3,40	0,001

Figura 3.11 Prueba T de 1 muestra para el Tiempo Total de Reparación  
Fuente: Elaboración Propia

La figura 3.11 muestra los resultados de la prueba de hipótesis, donde se concluye con  $p$  valor de 0,001 menor al 0,05 (nivel de confianza 95%), que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los tiempos de reparación total que emplea el taller para reparar los equipos de cómputo superan los 5 días esperados.

### 3.2.3 Estratificación

En base a la información previa, se conversó con el equipo de trabajo y se debatió sobre los tiempos de procesos promedio que toman realizar cada una de las actividades del taller. Basado en el plan de recolección de datos se estratificaron los tiempos por actividad, por operador y por técnico para determinar si existe diferencias entre estas categorías.



Figura 3.12 Diagrama de Pareto – Tiempos de proceso por Actividad  
Fuente: Elaboración Propia

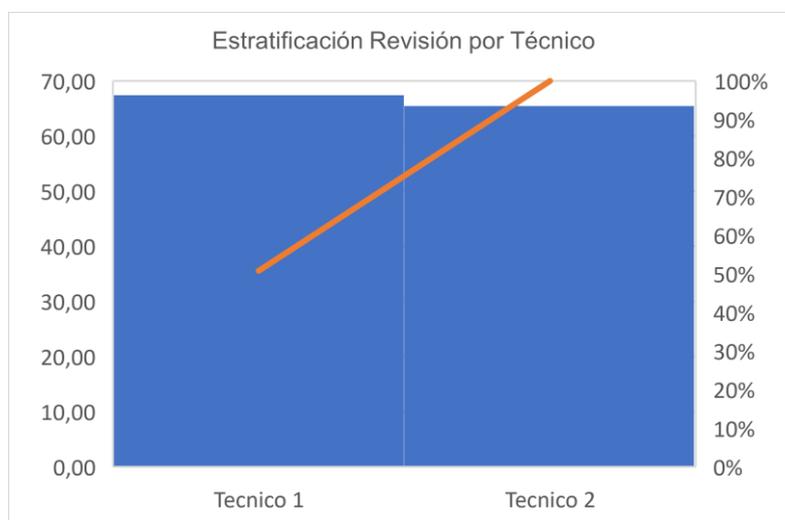


Figura 3.13 Diagrama de Pareto – Tiempos de Revisión por Técnico  
Fuente: Elaboración Propia

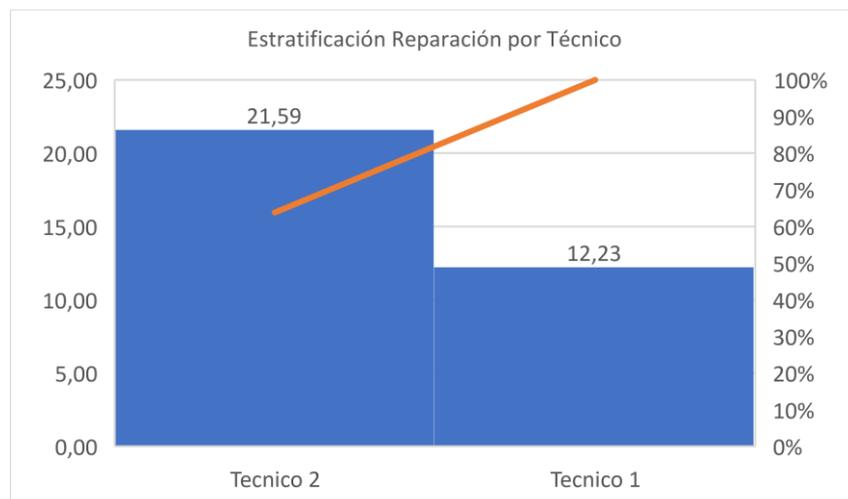


Figura 3.14 Diagrama de Pareto – Tiempos de Reparación por Técnico  
Fuente: Elaboración Propia

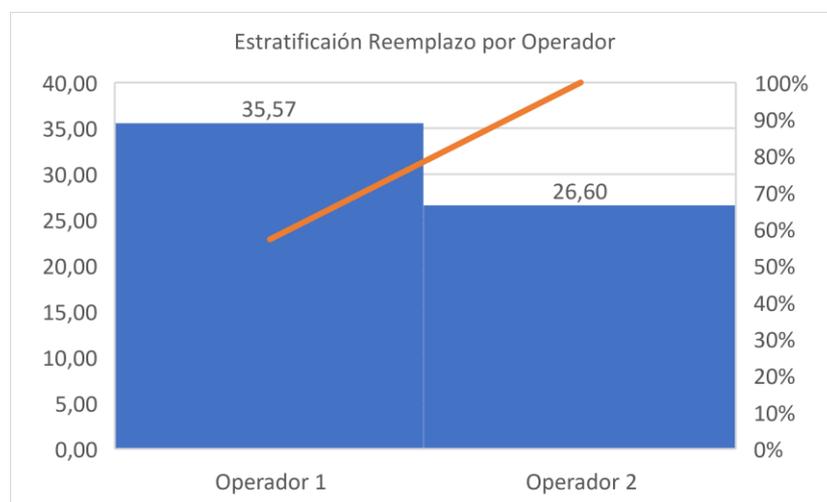


Figura 3.15 Diagrama de Pareto – Tiempos de Reemplazo por Operador  
Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en las figuras 3.12, hasta la 3.15, los tiempos de procesamiento en las actividades de revisión y de reemplazo no tienen diferencias significativas entre técnicos y operadores, pero en la etapa de reparación sí existe una diferencia entre los técnicos, de igual manera al comparar los tiempos por actividad, en revisión se genera el mayor tiempo de procesamiento con un estimado del 58,1% seguido de reemplazo con un 27,2% y de reparación con un 14,8%.

Para corroborar la información obtenida se realizó un análisis estadístico y se compararon los tiempos de las actividades de revisión, reemplazo y reparación ya que son las que demandan mayor tiempo en el proceso de reparación total de los equipos de cómputo,

Se realiza un ANOVA de un solo factor para evidenciar si las medias de los tiempos de cada actividad difieren entre ellas.

Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Factor	2	130,13	65,0650	105,56	0,000	
Error	117	72,11	0,6164			
Total	119	202,24				

Figura 3.16 Diagrama de Cajas – Tiempos de proceso por actividad  
Fuente: Elaboración Propia

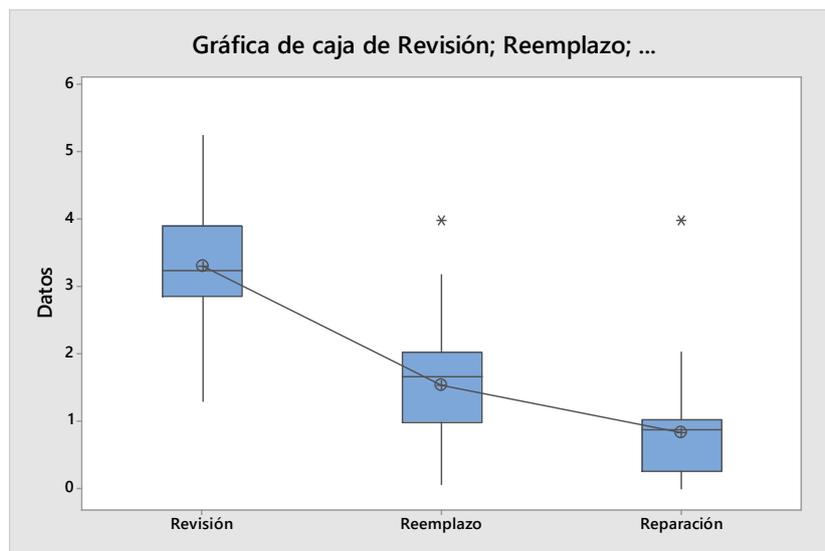


Figura 3.17 Análisis de Varianza – Tiempos de proceso por actividad  
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.16 se observa que el valor p obtenido de 0,00 es menor al nivel de significancia establecido de 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye estadísticamente que existe suficiente evidencia para afirmar que los tiempos de procesos de las actividades de revisión, reemplazo y reparación son diferentes. Lo que visualmente se evidencia en la figura 3.17 con el diagrama de cajas.

Posteriormente se realiza una prueba de hipótesis para determinar si los tiempos de reemplazo son mayores a los tiempos de reparación. Los resultados se muestran en la figura 3.18.

Prueba T e IC de dos muestras: Reemplazo; Reparación				
T de dos muestras para Reemplazo vs. Reparación				
	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Reemplazo	40	1,554	0,843	0,13
Reparación	40	0,846	0,691	0,11

Diferencia =  $\mu$  (Reemplazo) -  $\mu$  (Reparación)  
 Estimación de la diferencia: 0,709  
 Límite inferior 95% de la diferencia: 0,422  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 4,11 Valor p = 0,000 GL = 78  
 Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0,7709

Figura 3.18 Prueba T de dos muestras – Tiempo de reemplazo y reparación  
 Fuente: Elaboración Propia

El valor p obtenido es menor al valor de significancia ( $\alpha=0,05$ ) se concluye que existe evidencia estadística que confirma que los tiempos de la actividad de reemplazo son mayores a los tiempos de reparación.

Con esta información el equipo de trabajo se enfocará en las actividades de revisión y reparación que se realizan en el departamento técnico con el fin de determinar las causas raíz que generan los altos tiempos de procesamiento.

### 3.2.4 Declaración del problema enfocado

Es importante mencionar que en la etapa de revisión el taller tiene establecida una política empresarial que tiene vigencia desde los inicios del taller, la cual establece que para generar un diagnóstico el taller tiene un tiempo máximo de 72 horas, es decir 3 días, esta política es válida para todas las categorías de productos que se receptan en el taller.

Para validar si se estaba cumpliendo con este requerimiento se utilizaron los datos recolectados y se realizó un análisis estadístico para determinar el cumplimiento o no de la misma.

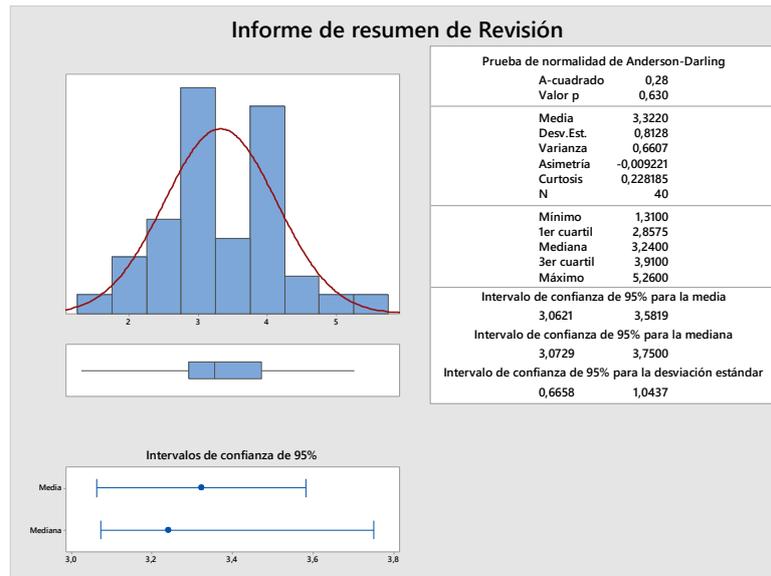


Figura 3.19 Resumen Grafico – Tiempo de Revisión  
Fuente: Elaboración Propia

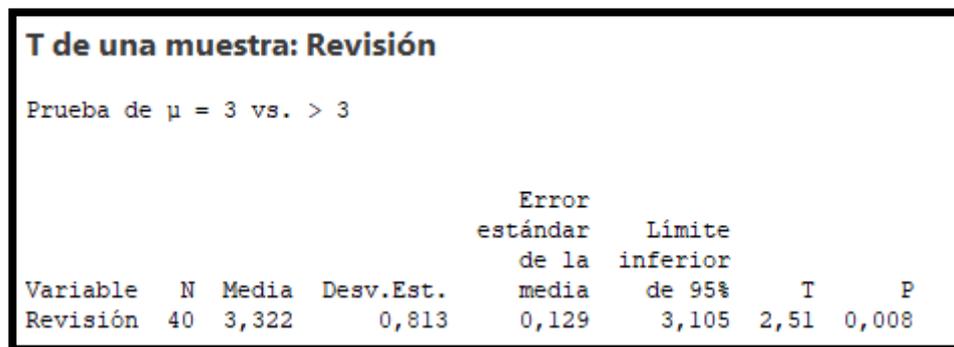


Figura 3.20 T de una muestra – Tiempo de Revisión  
Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 3.19 se muestra el resumen grafico de los tiempos de operación de la actividad de revisión, el valor p indica que los datos siguen una distribución normal, dado esto se continua con una prueba de hipótesis para validar si se está cumpliendo con la política de calidad de generar un diagnostico dentro de las primeras 72 horas (3 días). En la gráfica 3.20 se muestran los resultados de la prueba de hipótesis y con un valor p de 0,008 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe evidencia estadística para afirmar que no se está cumpliendo con la política de calidad establecida y que los tiempos de revisión están por encima de las 72 horas.

Se analizan los datos recolectados de julio a octubre del 2020 de los equipos de cómputo que ingresaron al departamento técnico para revisión y se determinó que en promedio se tardan en generar un diagnóstico 3,32 días, habiendo ocasiones en que se la ha realizado en un tiempo menor de 1,31 días como se muestra en la figura 3.21.

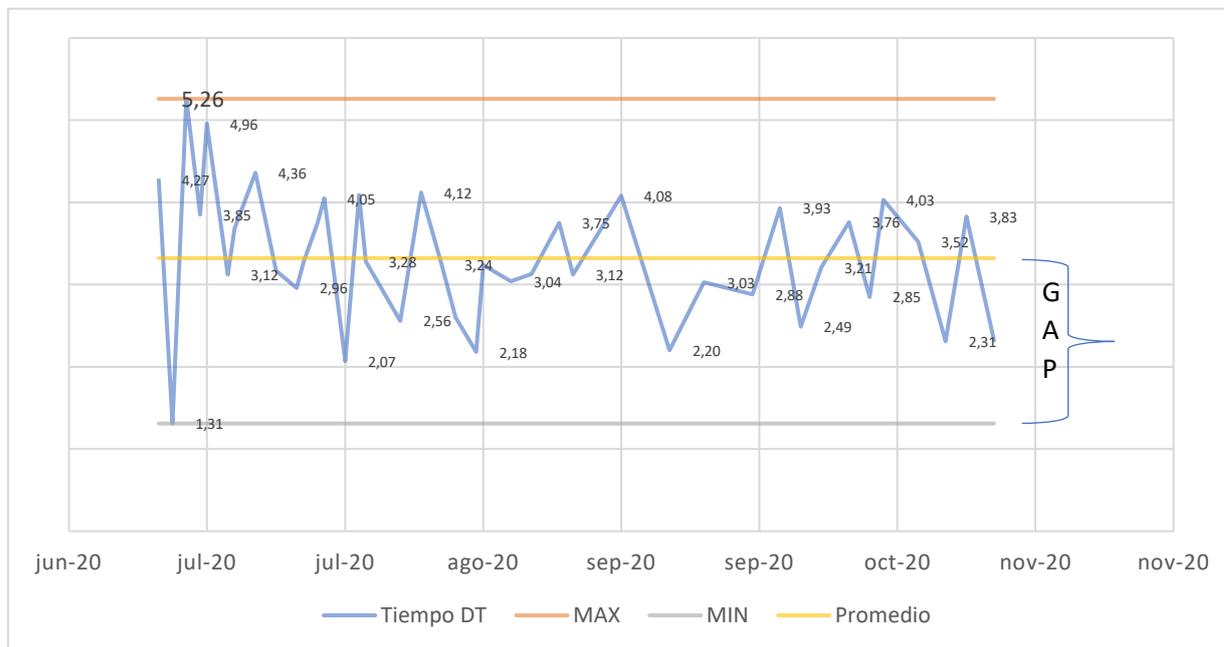


Figura 3.21 Tiempos de Revisión por equipo de cómputo (días)  
Fuente: Elaboración Propia

Para este periodo de análisis el Gap es de 2,01 días como se muestra en la tabla 7, y el objetivo es reducir los tiempos para la generación de diagnóstico a 2,14 días que equivalen a 52 horas posterior al ingreso del equipo de cómputo, con esta medida se busca reducir la política empresarial establecida para esta categoría de productos y contribuir de esta manera a la reducción total de los tiempos de reparación.

Tabla 7 Escenarios – Problema Enfocado

	Pesimista	Neutro	Optimista
<b>GAP %</b>	50 %	50 %	50 %
<b>GAP (días)</b>	2	2	2
<b>Mejora del GAP %</b>	20 %	50 %	80 %
<b>Objetivo %</b>	10 %	<b>25 %</b>	40 %
<b>Objetivo (días)</b>	2.92	<b>2.32</b>	1.72

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se declara el problema enfocado de la siguiente manera:

“Altos tiempos de procesamiento en el área de departamento técnico desde julio a octubre del 2020, con un tiempo para la generación de diagnóstico de 3,32 días en promedio cuando se ha registrado tiempos menores de hasta 1,31 días”.

### 3.2.5 Confiabilidad de los Datos

Para determinar la confiabilidad de los datos se realizó un análisis estadístico para comparar los tiempos de procesamiento en la etapa de recepción. Se comparó los tiempos que los operadores registraron en el sistema con los tiempos que se tomaron de forma manual y de esta manera constatar si la información del sistema es confiable.

Con la ayuda del software MINITAB, se desarrolló un análisis previo a los datos para determinar los parámetros estadísticos básicos y se aplicó la prueba de normalidad de Anderson Darling como se muestran en la figura 3.22 y 3.23.

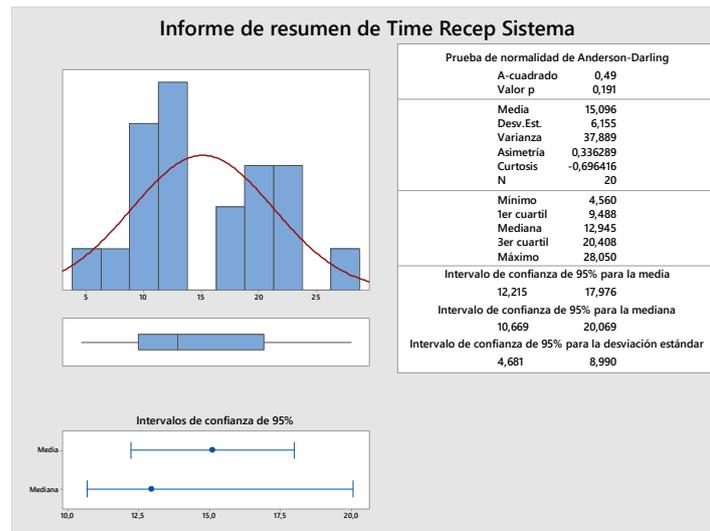


Figura 3.22 Resumen estadístico Tiempo Recepción Sistema  
Fuente: Elaboración Propia

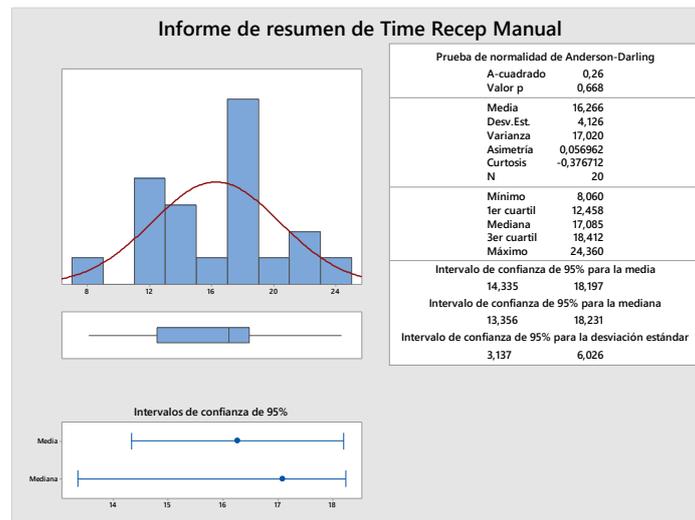


Figura 3.23 Resumen Estadístico Tiempo Recepción Manual  
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se realizó la prueba t de 2 muestras para comparar si los tiempos de recepción que se registran en el sistema difieren de los tiempos tomados manualmente.

```

T de dos muestras para Time Recep Sistema vs. Time Recep Manual

                                Error
                                estándar
                                de la
                                media
Time Recep Sistema  20  15,10  6,16  1,4
Time Recep Manual   20  16,27  4,13  0,92

Diferencia =  $\mu$  (Time Recep Sistema) -  $\mu$  (Time Recep Manual)
Estimación de la diferencia: -1,17
IC de 95% para la diferencia: (-4,54; 2,20)
Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -0,71  Valor p = 0,485  GL = 33

```

Figura 3.24 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Recepción  
Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis se define un nivel de significancia del 95%. El valor p obtenido es de 0,485 como muestra la figura 3.24, por este motivo no se rechaza la hipótesis nula y concluimos que no existe suficiente evidencia estadística que demuestre que los tiempos registrados en el sistema y los tiempos registrados manualmente difieren significativamente, es decir que podemos confiar en la veracidad del sistema.

Se desarrolló el mismo procedimiento para la etapa de revisión, pero en este caso son dos técnicos (T1 y T2) los que registran la información en el sistema. Se obtienen parámetros estadísticos básicos a los tiempos de ambos técnicos como se muestran en las figuras 3.25 y 3.26.

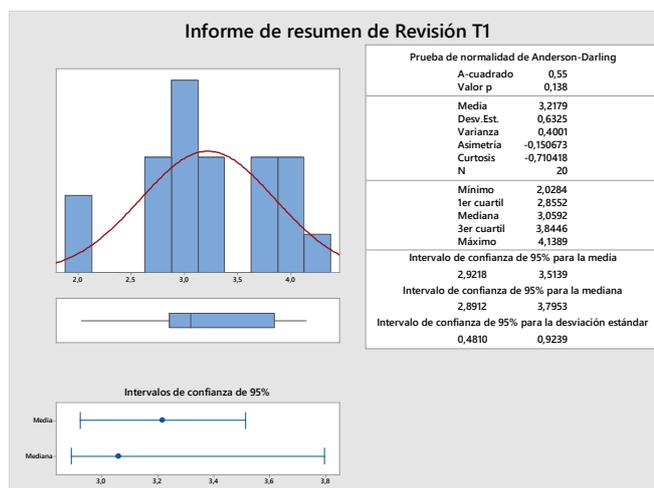


Figura 3.25 Resumen Estadístico Tiempo de Revisión Técnico 1  
Fuente: Elaboración Propia

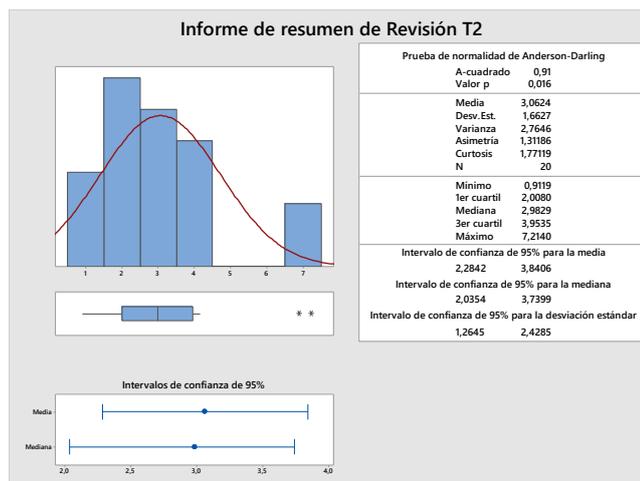


Figura 3.26 Resumen Estadístico Tiempo de Revisión Técnico 2  
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se realizó una prueba t, y se valida que estos no difieren significativamente, como muestra la gráfica 3.27 el p valor obtenido es de 0,699 mayor al nivel de significancia, es decir que no se rechaza la hipótesis nula y no existe suficiente evidencia estadística que confirme que los tiempos de revisión de ambos técnicos sea diferente.

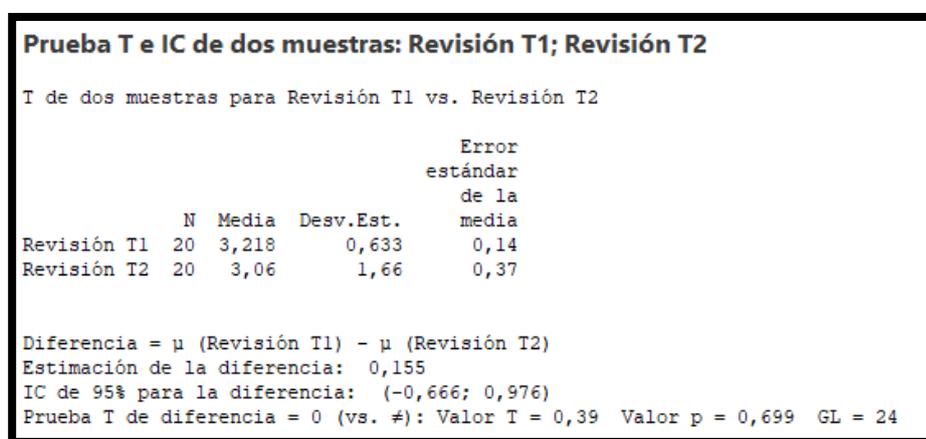


Figura 3.27 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Revisión  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.6 Análisis de Capacidad Actual del Proceso

Mediante este análisis se buscó evaluar si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones de los administradores y de los clientes, es decir, reparar los equipos de cómputo dentro de los 5 primeros días.

Previo al análisis se revisó si los datos son normales mediante la prueba de Anderson-Darling como se muestra en la figura 3.28, el valor p es de 0,402 mayor al 0,05 lo que nos indica que existe suficiente evidencia estadística para decir que los datos son normales.

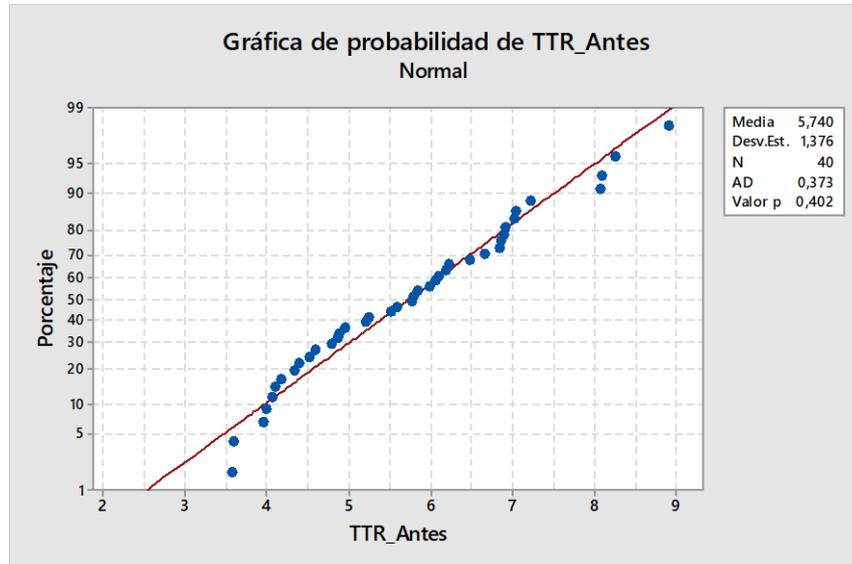


Figura 3.28 Test de Normalidad Tiempo Total de Reparación  
Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se confirmó que los datos siguen una distribución normal, con la ayuda del software MINITAB se procedió a determinar la gráfica de control para los tiempos totales de reparación, para esto se realizó una gráfica para valores individuales I-MR como se muestra en la figura 3.29.

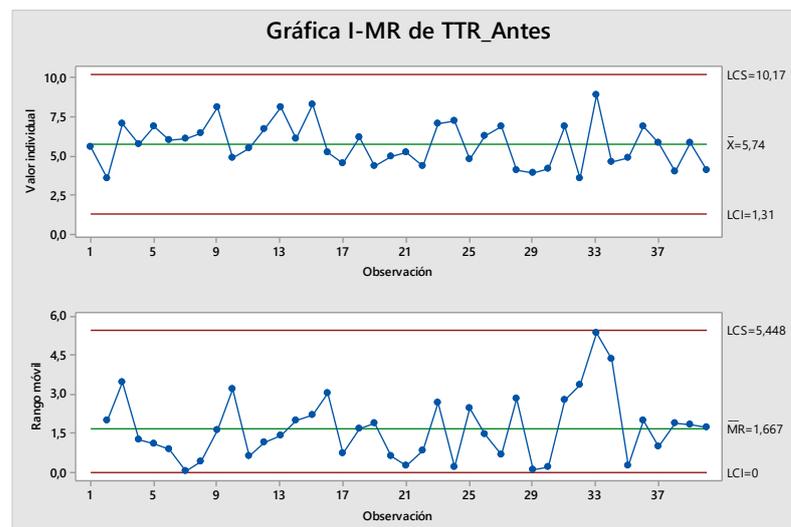


Figura 3.29 Gráfica de Control Tiempo Total de reparación  
Fuente: Elaboración Propia

Observando los resultados concluimos que el proceso si está bajo control estadístico, porque no hay puntos fuera de los límites de control es decir que es un proceso estable que solo está sometido a causas comunes de variación.

Finalmente se realizó el análisis de capacidad teniendo en cuenta que el tiempo máximo de reparación deseado por el proveedor y los clientes es de 5 días como se muestra en la figura 3.30.

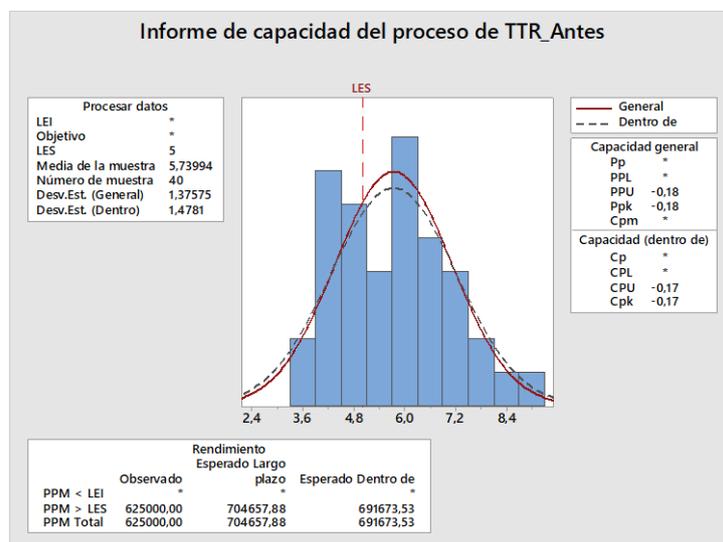


Figura 3.30 Análisis de Capacidad Tiempo total de reparación  
Fuente: Elaboración Propia

Dado que el proceso se encuentra bajo control estadístico, nos enfocamos en el resultado del índice Cpk el mismo que dio como resultado un valor negativo de -0,17 lo que significa que indudablemente la media del proceso en su situación actual no cumple con las especificaciones y también posee una alta variabilidad dado que lo ideal o recomendado es un Cpk de 1,33.

Esto se sustenta también evaluando los resultados de las PPM, donde se obtuvo un resultado de 704.657,88 PPM; lo que significa que en el largo plazo dada la alta variación del proceso por cada millón de máquinas que ingresen al taller aproximadamente 704.657,88 van a tomarse más de los 5 días para su reparación.

### 3.3 Análisis

En la etapa de análisis se reunió al equipo de trabajo y mediante el desarrollo de un diagrama de Ishikawa se buscó determinar las posibles causas potenciales que generan los altos tiempos en el proceso; se analizaron en función del personal, procedimientos, sistemas, productos y/o repuestos cuáles son los inconvenientes que desembocan en el incumplimiento del tiempo esperado por el taller (5 días), afectando a la eficiencia en la reparación de los equipos de cómputo.

### **3.3.1 Causas potenciales**

En la figura 3.31 se muestra el diagrama de Ishikawa que se desarrolló con el equipo de trabajo, mediante una lluvia de ideas enfocándose en las posibles causas que generan los altos tiempos de revisión y reparación que se efectúan en el departamento técnico.

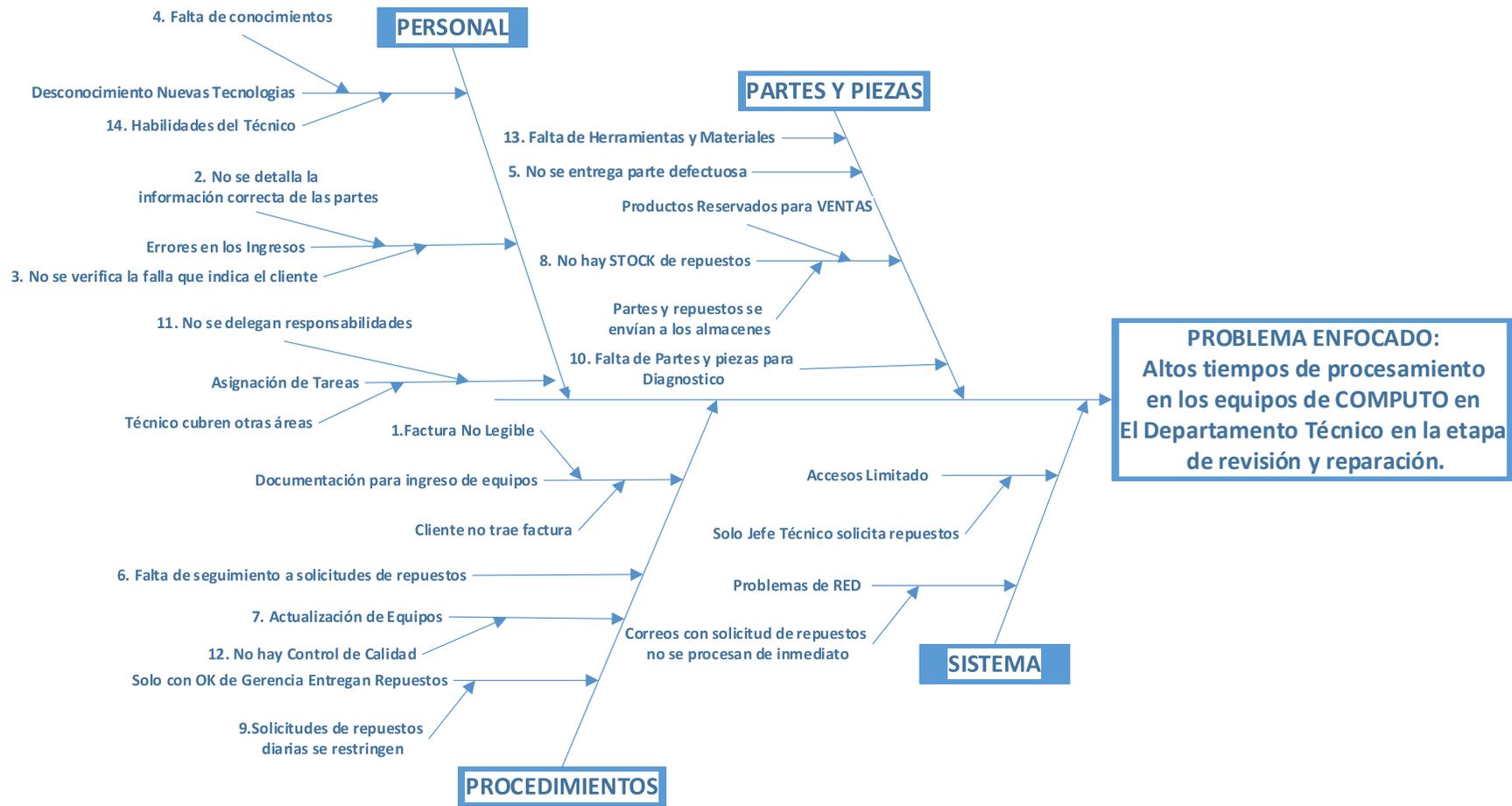


Figura 3.31 Diagrama de Ishikawa  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2 Matriz de Causa y Efecto

El siguiente paso fue cuantificar las probables causas identificadas por el equipo de trabajo, en una reunión se buscó darle un enfoque cuantitativo al mismo desarrollando una matriz causa-efecto para el proceso realizado en el taller en sus distintas etapas. Para el desarrollo se utilizó una escala de valoración de afectación de la causa raíz detallada en la tabla 8.

Tabla 8 Nivel de Afectación

Niveles de Relación
<b>1 = Correlación muy remota</b>
<b>3 = Correlación moderada</b>
<b>9 = Correlación fuerte</b>
<b>Blanco = Ninguna Correlación</b>

Fuente: Elaboración Propia

Este análisis nos permite corroborar los resultados cualitativos obtenidos en los análisis previos, ya con una ponderación cuantitativa del impacto que generan las variables de entrada en cada una de las etapas del proceso, podemos identificar las variables críticas de salida, a considerar para seguir con el desarrollo del proyecto.

Tabla 9 Matriz de causa – efecto

Matriz Causa Efecto – Altos Tiempos de Reparación (Departamento Técnico)		Variables de salida Y'S
<b>Variables de entrada X'S</b>	<b>Ingreso y Diagnóstico de Equipos de Computo</b>	
	1. Factura de compra no legibles	1
	2. Detalle erróneo de partes que ingresan en los Equipos de Computo	3
	3. Verificación del problema que reporta el cliente	3
	<b>Solicitud de Repuesto y Cambio de partes</b>	
	4. Falta de conocimiento del personal (nuevas tecnologías)	3
	5. No se recibe la parte dañada acorde al reporte registrado en el sistema.	1
	6. No existe seguimiento de las solicitudes de repuestos a otras bodegas.	3
	7. Procedimientos para actualizaciones de equipos no están estandarizados.	3
	8. No hay disponibilidad de repuestos	9
	9. Restricción de solicitudes diarias y con aprobación de Gerencia.	3
	<b>Reparación e Instalación de Repuestos</b>	
	10. Falta de partes básicas para realizar pruebas a las Máquinas.	3
	11. No existe delegación de responsabilidad cuando el técnico titular se ausenta	1
12. Revisión General con estándares de Calidad.	3	
13. Herramientas y Materiales no tienen definido una frecuencia de revisión de condiciones básicas y limpieza.	1	
14. Metodología de Trabajo (técnicos).	9	

Fuente: Elaboración Propia

La matriz causa efecto determinó dos áreas críticas en el proceso, en la de abastecimiento de repuestos y en la etapa de reparación. Las dos causas que sobresalieron fueron: la metodología de trabajo que posee cada técnico (X1) y la de falta de disponibilidad de repuestos (X2) para los equipos de cómputo.

### 3.3.3 Diagrama AMEF

El estudio se complementó con el análisis del modo y efecto de fallas (AMEF), para poder tomar medidas correctivas sobre cada una de las problemáticas encontradas en el proceso.

Tabla 10 AMEF

Ítem o paso del proceso	Modo Falla Potencial	Efectos potenciales de la falla	Severidad	Causas potenciales/mecanismo de falla	Ocurrencia	Control de proceso actual	Detección	NPR
Recepción Física de parte defectuosa.	El encargado en Dpto. RMA no tienen conocimiento del requerimiento hasta que no reciba la parte con daño	No se pide la parte y genera retraso en el proceso de reparación	5	Técnico olvida entregar la parte dañada	5	Solicitud debe realizarse vía mail al Dpto. RMA previo a la entrega de la parte dañada	3	75
Falta de inducción del personal del Dpto. RMA (niveles de polivalencia).	Encargado de Dpto. RMA desconoce de alternativas sustitutas en caso de no tener el repuesto requerido.	Escaso conocimiento técnico, poca experiencia y practica	8	Falta de inducción y programa Semestral de actualización de nuevas tecnologías.	3	Evaluaciones Semestrales	7	168
Disponibilidad de Repuestos - Políticas priorizan requerimientos para ventas.	Órdenes de ventas tienen vigencia 48 horas para poderse anular y solicitar parte.	Ocasiona falta de disponibilidad de repuestos o generar solicitudes externas que tardan más tiempo.	8	No se han definido las políticas adecuadas que refuercen la gestión de garantías.	3	No se controla la vigencia de las órdenes de venta generada por los vendedores.	7	168
Proceso de solicitud de partes a otras bodegas.	El encargado en Dpto. RMA no hace seguimiento a las solicitudes realizadas.	Oferta fechas de entrega erróneas y genera espera de repuesto.	5	No se han definido los procedimientos correctos para este tipo de solicitudes conjuntamente con bodega Matriz.	3	No se controla las solicitudes y no se prioriza la necesidad de repuestos para garantía.	7	105

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.4 Plan de Verificación de Causas

Para la verificación de causas únicamente se enfocó en las causas que fueron de mayor relevancia según el análisis de la matriz de causa y efecto, dado que estas serían las X del estudio. A continuación, se muestra en la tabla 11, el plan de verificación de causas definido por el desarrollador del proyecto

Tabla 11 Plan de Recolección de Verificación de Causas

Xs POTENCIALES	TEORIAS	COMO SE VERIFICARÁ
<b><u>Metodología de trabajo (Técnico)</u></b>	Dependiendo de la forma de trabajo del técnico la revisión puede realizarse de forma más rápida y efectiva.	<b>Prueba de Hipótesis Diferencia de medias</b>
<b><u>Disponibilidad de Repuestos Sustitutos</u></b>	Con un mejor conocimiento los operadores de RMA pueden identificar repuestos sustitutos eficazmente, reduciendo los tiempos de abastecimiento en la operación de reemplazo.	<b>Análisis de concordancia para atributos</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### X1: Metodología de trabajo de los Técnicos

Previo a este análisis es importante aclarar que se elaboró un perfil a cada técnico en función de su nivel académico, experiencia laboral, cursos realizados y certificaciones adquiridas, para evidenciar que poseen conocimientos similares y se encuentran a un mismo nivel técnico.

Tabla 12 Perfil Profesional de los Técnicos

	<b>Técnico 1</b>	<b>Técnico 2</b>
<b>Nivel Académico</b>	Superior – No finalizada Ingeniería en Sistemas	Superior – No finalizada Licenciatura Informática
<b>Experiencia Laboral</b>	Asesor Técnico – Servicio al Cliente Jefe Dpto. Técnico Analista de Control de Calidad	Encargado Dpto. Sistemas Jefe Dpto. Técnico Técnico Equipos Computacionales Docente Informático
<b>Cursos Realizados</b>	Mantenimiento y Reparación de SO Redes Cisco Servidores Linux – Nivel Medio	Networking Help Desk Soporte Técnico
<b>Certificaciones</b>	Cableado Estructurado Redes	Mantenimiento Server

Fuente: Elaboración Propia

Se tomaron los tiempos de reparación de ambos técnicos, pero segmentado en función del tipo de daño que presenta el equipo de cómputo, es decir que se identificaron aquellos donde el daño o falla ameritaba cambiar una parte en particular, para este muestreo fue aquellos donde los técnicos solicitaban disco duro.

Para verificar si esta causa es significativa, se realizó una prueba de hipótesis entre los tiempos de reparación de ambos técnicos para evidenciar si son similares o difieren. Se empleó la ayuda del software MINITAB y se aplicó la t de dos muestras. Previamente se realizó una prueba para ver si las varianzas de los tiempos de reparación de ambos técnicos son iguales.

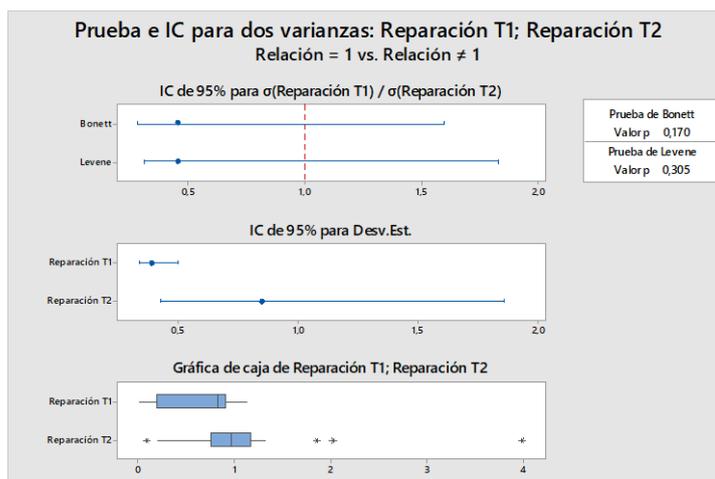


Figura 3.32 Relación de Varianzas  
Fuente: Elaboración Propia

La figura 3.32 muestra los resultados de la prueba de varianzas de ambos tiempos de reparación y se obtuvo un p valor mayor a 0,05; por esto no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no existe evidencia estadística suficiente para decir que ambas varianzas son diferentes.

### Prueba de Hipótesis para X1

$$H_0: \mu \text{ reparación T1} - \mu \text{ reparación T2} = 0$$

$$H_1: \mu \text{ reparación T1} - \mu \text{ reparación T2} \neq 0$$

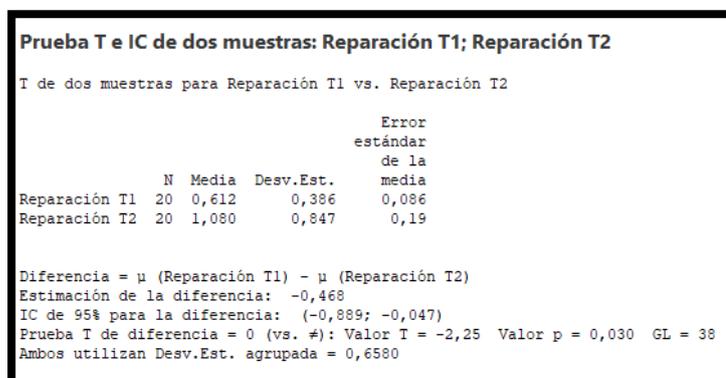


Figura 3.33 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Reparación  
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.33 se muestran los resultados de la prueba de hipótesis donde se obtiene un p valor de 0,030 que es menor al  $\alpha$  de 0,05 dado que se trabajó con un nivel de significancia del 95%, por este motivo se rechaza la hipótesis nula y se concluyó que existe suficiente evidencia estadística que afirma que los tiempos de reparación de ambos técnicos difieren. Es decir que las habilidades del técnico si tienen impacto en los tiempos de reparación, por este motivo se modificó la prueba de hipótesis para determinar que técnico posee tiempos de reparación menores. Ver Figura 3.34.

$H_0: \mu$  reparación T1 –  $\mu$  reparación T2  $\geq 0$

$H_1: \mu$  reparación T1 –  $\mu$  reparación T2  $< 0$

Prueba T e IC de dos muestras: Reparación T1; Reparación T2				
T de dos muestras para Reparación T1 vs. Reparación T2				
	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Reparación T1	20	0,612	0,386	0,086
Reparación T2	20	1,080	0,847	0,19

Diferencia =  $\mu$  (Reparación T1) -  $\mu$  (Reparación T2)  
 Estimación de la diferencia: -0,468  
 Límite superior 95% de la diferencia: -0,117  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2,25 Valor p = 0,015 GL = 38  
 Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0,6580

Figura 3.34 Prueba T de 2 muestras para el tiempo de Reparación  
Fuente: Elaboración Propia

El análisis para la nueva prueba de hipótesis generó un p valor de 0,015; con lo cual podemos concluir que existe evidencia estadística que valida con un 95% de confianza que los tiempos de reparación del técnico 1 son menores a los tiempos de reparación del técnico 2, esta información es de vital importancia ya que podríamos analizar a fondo que actividades realiza el técnico 1 o de qué manera las realiza que lo vuelven más rápido.

## X2: No hay disponibilidad de Repuestos

Previo a la verificación de esta causa, es importante mencionar el trasfondo de esta situación. En la etapa previa de investigación, cuando se recolectaba información de los técnicos mencionaron que uno de los principales problemas que percibían era que no los abastecían de repuestos de forma oportuna, haciendo énfasis en aquellos casos cuando el equipo de cómputo requería mainboard o tarjetas de video. El equipo de trabajo ahondo más en estos casos y logró evidenciar que en varios de estos casos la demora se generaba porque efectivamente no había stock del repuesto solicitado, sin embargo, un dato importante en la investigación es que en estos casos era posible reemplazar la parte por un repuesto sustituto.

El equipo de trabajo sospechó que, en esta etapa del proceso, cuando los operadores de RMA reciben una solicitud de repuesto, no se están considerando de forma oportuna otras alternativas cuando el repuesto original no existe en stock y que los operadores no están empleado un criterio adecuado para validar la existencia del mismo.

Para verificar esta causa, se plantea analizar 10 casos o equipos de cómputo que se van a seleccionar de tal manera que sepamos previamente que el repuesto original que requiere no está disponible y en su lugar se evidencia que existan productos sustitutos, considerando que este repuesto cumpla con dos requerimientos específicos definidos por los administradores del taller como son: que cumpla con las características básicas del repuesto original y que la diferencia de costos tolerable sea de  $\pm$  \$5,00. Se trabaja con la colaboración de los técnicos expertos del taller, y se evaluará el criterio de los trabajadores del departamento RMA o reemplazos, ya que son ellos quienes intervienen en esta etapa del proceso y los responsables de gestionar el abastecimiento de los repuestos que se solicitan. Se les pedirá a los operadores del departamento RMA de manera individual un repuesto para cada caso y ambos deberán indicar si existe algún producto sustituto en la bodega que cubra este requerimiento.

El enfoque es analizar a ambos operadores del departamento de RMA cuando estos deben identificar si existe un producto sustituto o no. A continuación, se muestra en la tabla 13 los datos recolectados para realizar el análisis estadístico respectivo.

Tabla 13 Datos Criterios operadores RMA (Productos Sustituto)

Caso (MAQ)	Opciones (Producto Sustituto)(unidades)	Operador RMA	Observación del Operador(unidades)
1	2	Operador 1	1
	2	Operador 2	0
2	0	Operador 1	0
	0	Operador 2	1
3	1	Operador 1	1
	1	Operador 2	0
4	1	Operador 1	0
	1	Operador 2	1
5	2	Operador 1	1
	2	Operador 2	1
6	1	Operador 1	0
	1	Operador 2	1
7	0	Operador 1	0
	0	Operador 2	0
8	2	Operador 1	1
	2	Operador 2	0
9	1	Operador 1	0
	1	Operador 2	0
10	1	Operador 1	0
	1	Operador 2	1

Fuente: Elaboración Propia

La segunda columna de la tabla 13, indica la cantidad de opciones de producto sustituto que se disponen en la bodega como una alternativa para responder al requerimiento de repuesto y poder llevar a cabo la reparación. La columna 4 indica las alternativas de productos sustitutos consideradas por los operadores del departamento RMA.

La figura 3.35 muestra los resultados del análisis de forma gráfica, donde se puede visualizar por operador el porcentaje de aciertos con respecto a los técnicos de la existencia de un repuesto sustituto para cada caso o equipo de cómputo. El operador 1 tiene un 30% de acierto mientras que el operador 2 un 40% como se puede observar en la gráfica 3.36.

Para ambos operadores del departamento RMA estos niveles de acierto son demasiados bajos, esto se traduce en que, cuando no existe el repuesto original en bodega y se debe optar por un producto sustituto, los operadores reportan que tampoco existe repuesto sustituto en stock lo que genera una demora en esta etapa del proceso, la cual repercute directamente en el tiempo total de reparación de los equipos de cómputo.

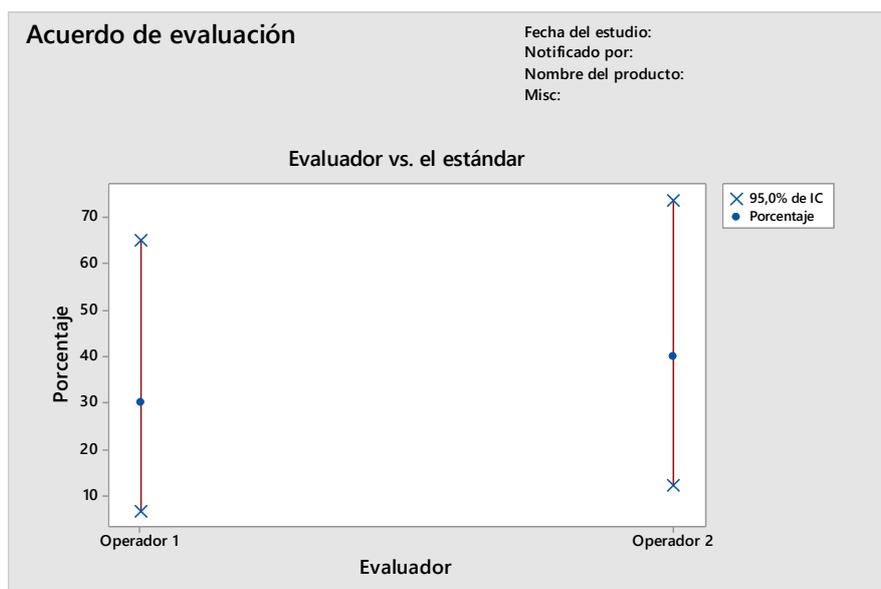


Figura 3.35 Comparación de Criterios Evaluador vs Estándar  
Fuente: Elaboración Propia

**Análisis de concordancia de atributos para Observación del Operador**

**Cada evaluador vs. el estándar**

Acuerdo de evaluación

Evaluador	No. de inspeccionados	No. de coincidencias	Porcentaje	IC de 95%
1	10	3	30,00	( 6,67; 65,25)
2	10	4	40,00	(12,16; 73,76)

Figura 3.36 Análisis de Concordancia para atributos  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.5 Determinación de Causa Raíz, los 5 ¿por qué?

Para cada uno de las causas potenciales verificadas se realizó la técnica de los 5 por qué, para poder llegar a la causa raíz y poder establecer medidas correctivas para mitigar estos problemas.

La figura 3.37 muestra el desarrollo de la técnica para la primera causa potencial, en este se muestra la verdadera causa raíz del problema y sobre el cual se deben plantear soluciones o ideas de mejora.

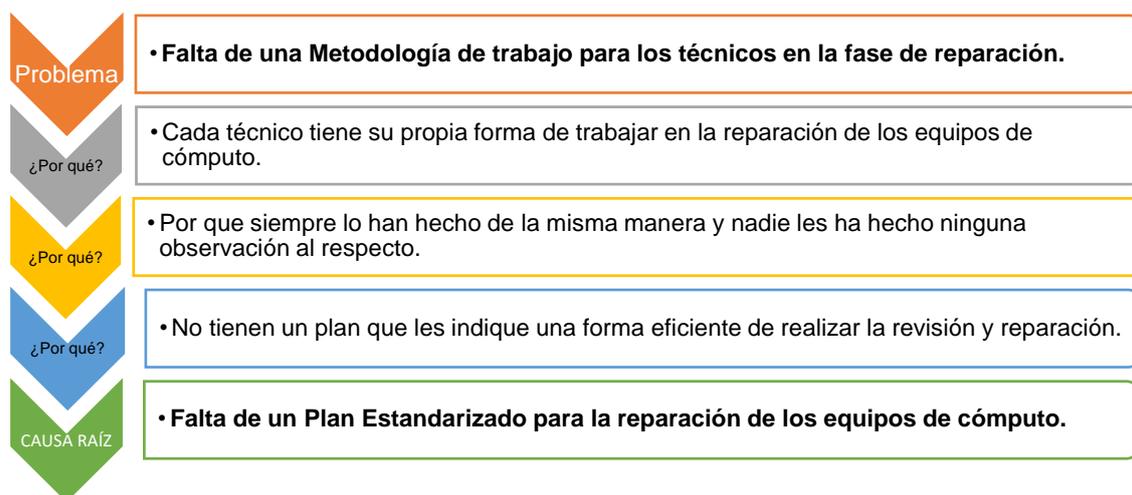


Figura 3.37 Técnica de 5 Por qué X1  
Fuente: Elaboración Propia

De igual manera en la figura 3.38 se realiza la técnica de los 5 Por qué? para determinar la verdadera causa raíz de la segunda causa potencial.

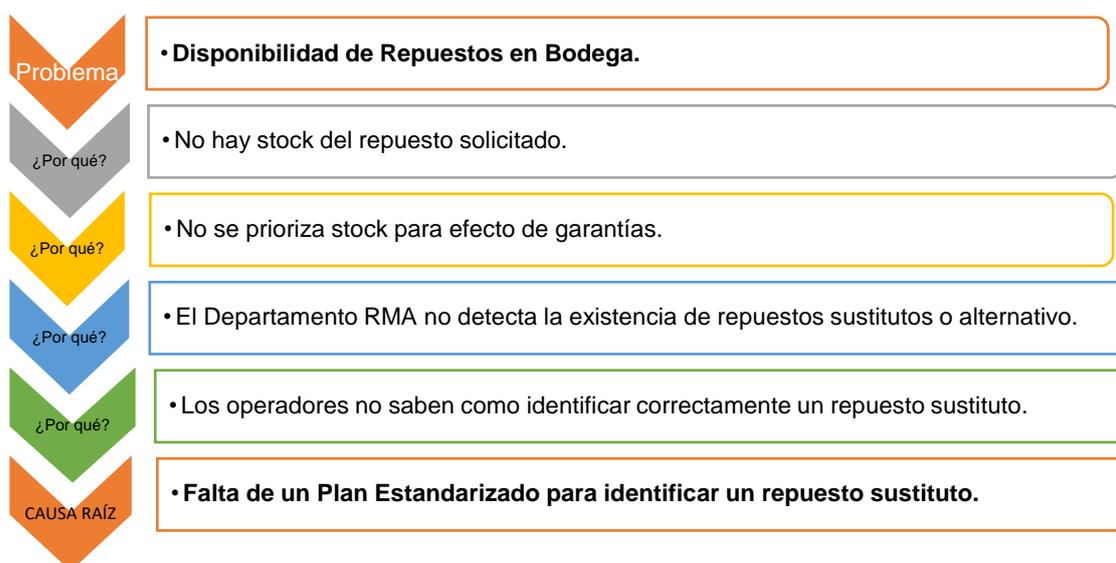


Figura 3.38 Técnica de 5 Por qué X2  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.4 Mejora (IMPROVEMENT)

Finalmente, en esta etapa se buscó, plantear soluciones de gran impacto que en un corto plazo puedan mitigar las causas raíces encontradas en la etapa previa, para lograr alcanzar los objetivos planteados y mostrar resultados que puedan ser analizados en el tiempo.

#### 3.4.1 Medidas Correctivas

A través de reuniones, el equipo DMAIC analizó las causas raíces halladas en la etapa anterior y plantearon una serie de acciones correctivas para cada una de ellas, las mismas se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Soluciones Propuestas

CAUSA RAÍZ	MEDIDAS CORRECTIVAS
Falta de Plan Estandarizado para etapa de Reparación	1. Intercambio de Conocimientos entre los técnicos
	2. Capacitación Externa de los Técnicos
	3. Estandarizar el proceso de Revisión.
Falta de Plan Estandarizado para asignación de Repuestos Sustitutos	1. Capacitación a los Operadores del Dpto. RMA
	2. Soporte Técnico para casos eventuales
	3. Stock de repuestos genéricos en Dpto. RMA
	4. Implementar un protocolo para stock de garantías.

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.2 Priorización de Medidas Correctivas

Para determinar cuál es la medida correctiva más viable, utilizamos una matriz de prioridad la cual evalúa cada opción en función de cinco criterios que el equipo de trabajo consideró importante para la viabilidad del proyecto y se asignó un peso para cada uno de ellos. El primero está enfocado en que tan fácil es implementar la medida correctiva, el segundo si es rápido hacerlo, el tercer criterio es si demanda recursos técnicos, el cuarto está en función de si el impacto es alto y por último si repercute directamente en los clientes.

En la tabla 15, se muestra los resultados obtenidos de la matriz de prioridad para la primera causa raíz (Falta de plan estandarizado para etapa de reparación), donde el equipo de trabajo calificó las medidas correctivas en función de los criterios establecidos utilizando una escala del 1 al 4 donde 1 es el que peor cumple con el criterio y 4 el que mejor cumple.

Tabla 15 Matriz de Prioridad – Causa Raíz 1

SOLUCIÓN	Fácil	Rápida	Técnico	Alto Impacto	Cliente	TOTAL
	0,2	1,25	0,3	1,65	0,6	
1	4	4	1	3	1	11,65
2	2	2	1	4	1	10,4
3	2	2	2	4	1	10,7

Fuente: Elaboración Propia

De igual manera para la segunda causa raíz (Falta de plan estandarizado para asignación de repuestos sustitutos), el equipo de trabajo evaluó las cuatro medidas correctivas planteadas para mitigar este problema y las priorizó en la tabla 16 según los criterios establecidos.

Tabla 16 Matriz de Prioridad – Causa Raíz 2

SOLUCIÓN	Fácil	Rápida	Técnico	Alto Impacto	Cliente	TOTAL
	0,2	1,25	0,3	1,65	0,6	
1	2	2	1	2	1	7,1
2	3	3	2	4	1	12,15
3	4	4	1	3	2	12,25
4	3	2	2	4	2	11,5

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de ambos análisis se resumen en la tabla 17 y dejan claro cuáles son las medidas correctivas a implementar para la puesta en marcha del proyecto. De esta manera el equipo de trabajo y los administradores del taller esperan obtener resultados positivos en un corto plazo y que les permita percibir un beneficio considerable.

Tabla 17 Medidas correctivas a Implementar

CAUSA RAÍZ	MEDIDAS CORRECTIVAS
Falta de Plan Estandarizado para etapa de Reparación	Intercambio de Conocimientos entre los técnicos Estandarizar el proceso de revisión
Falta de Plan Estandarizado para asignación de Repuestos Sustitutos	Stock de repuestos genéricos en Dpto. RMA Soporte técnico para casos eventuales.

Fuente: Elaboración Propia

Es importante mencionar que estas medidas son las que se implementaron de forma inmediata, sin embargo, el equipo de trabajo consideró que existen otras medidas que se pueden trabajar de forma simultánea y esto generó mayor impacto en los resultados esperados. Medidas como estandarizar el proceso de revisión e implementar un protocolo para stock de garantías, son medidas que se trabajan en segundo plano ya que no requería de recursos externos ni incurrierán en una inversión monetaria.

### 3.4.3 Implementación de las Medidas Correctivas

Previo a la implementación se realizó una minga en el departamento técnico para organizar los puestos de trabajo y restaurar algunas condiciones básicas en el área como abastecer de herramientas que deben disponerse para poder realizar las revisiones de forma eficiente. Se habilitó un área que simule una línea de ensamble donde permita a los técnicos trabajar de forma más organizada, en cuya parte inferior se pueden almacenar las herramientas de trabajo, partes o repuestos sin que obstaculicen el área de trabajo. Ver figura 3.39



Figura 3.39 Minga de Limpieza Departamento Técnico  
Fuente: Elaboración Propia

Se entregó al departamento técnico herramientas de limpieza para hardware y partes electrónicas, así como también de una nueva aspiradora para la limpieza de los equipos de cómputo ya que tenían una dañada y debían esperar cuando una esté desocupada lo cual generaba demoras en el proceso. Ver figura 3.40



Figura 3.40 Herramientas de Trabajo  
Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente se proporcionó a los técnicos de un kit de herramientas como juego de destornilladores, pinzas, tornillos, muñequera antiestática entre otros para que puedan realizar las reparaciones de mejor manera.

- **Intercambio de conocimientos entre técnicos:**

La primera actividad que se llevó a cabo fue la de hacer revisiones conjuntas entre los técnicos para que compartan conocimientos y mecanismos de control que son importantes al momento de verificar el correcto ensamble de los repuestos y posteriormente realizar pruebas que permitan evaluar el perfecto funcionamiento de las mismas. Ver figura 3.41

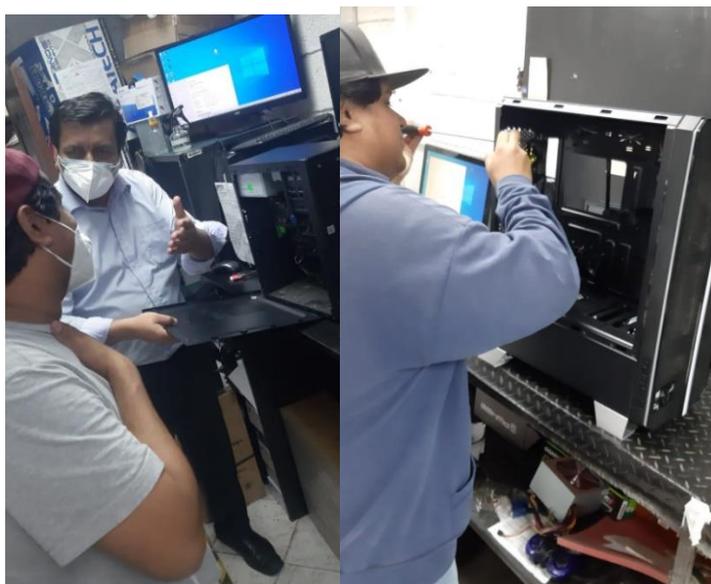


Figura 3.41 Revisiones Técnicas Conjuntas  
Fuente: Elaboración Propia

Para esta actividad se coordinó realizar 10 revisiones compartidas durante el periodo de un mes, las mismas que se enfocan en abarcar cuatro fuentes específicas de problemas que se derivan de la naturaleza de los equipos tecnológicos, estas son: hardware, software, firmware y nuevas tecnologías.

Se procuró explotar los conocimientos basados en la trayectoria y experiencia de ambos técnicos, adquiridas a través de congresos, capacitaciones, cursos y talleres de aprendizaje en varias instituciones y empresas dedicadas al soporte técnico.

- **Hardware:**

En lo concerniente a la parte física de los equipos de cómputo se abarcaron temas tales como:

- Problemas en la Fuente de alimentación
- Problemas en la tarjeta gráfica
- Problemas de memoria RAM
- Problemas de disco duro

Se compartió conocimiento sobre las herramientas a utilizar para el testeo de estas componentes y cuales son más eficientes para generar un diagnostico adecuado de las mismas.

- **Software:**

En este punto se trataron temas generales de actualización de los sistemas operativos, de nuevos programas, así como también como usar correctamente un software de testeo, el mismo que se utiliza para forzar a la máquina de tal manera que arroje algún error en caso de existir alguno.

- **Firmware:**

Cuando los equipos de cómputo presentan un error puntual se debe actualizar la BIOS (Basic Input Output System). Por este motivo se cubrieron temas tales como: descarga para actualizar la BIOS, instalación de la actualización de la BIOS y como actualizar correctamente las placas madres (mainboards).

- **Nuevas Tecnologías:**

En este último punto se trató con los técnicos involucrados la importancia de mantener sus conocimientos al día, por este motivo se dieron ciertas sugerencias que les permitan cumplir con este propósito, entre las cuales se establecieron:

- Consultar páginas de proveedores
- Leer manuales de las componentes
- Asistencia técnica externa.

- **Stock de Repuestos en Departamento de RMA:**

Con la finalidad de reducir los tiempos en la etapa de reemplazos, cuando se solicitan repuestos a la bodega, se colocó una percha en el departamento de RMA, donde se fijó un stock de las partes o repuestos que suelen pedirse recurrentemente, como son las fuentes de poder, discos duros y memorias RAM, esto con el fin de reducir considerablemente el tiempo de abastecimiento de repuestos.



Figura 3.42 Percha de Repuestos – Departamento RMA  
Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el stock de repuestos que se deben mantener en la percha del departamento RMA, se emplearon datos históricos del periodo 2018 donde se llevó un control del modo de fallo de los equipos de cómputo que ingresaron al taller, se registraron un total de 1.686 casos y se realizó un diagrama de Pareto para determinar las principales causas por las que los equipos ingresan. Ver figura 3.43.

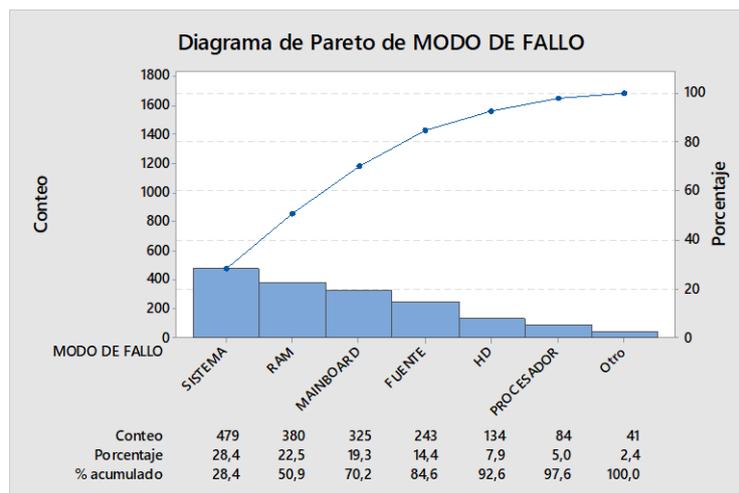


Figura 3.43 Diagrama de Pareto – Modos de fallo equipos de cómputo  
Fuente: Elaboración Propia

Basados en esta información se identificó que el 84,6% de los equipos de cómputo que ingresan al taller son por problemas de sistema operativo (28,4%), RAM (22,5%), mainboard (19,3%) y fuente (14,4%); luego están los casos que retornan por problemas con el disco duro (HD), procesador y fallos con el case.

Aunque los mainboard son un repuesto crítico a considerar es importante tener en cuenta que en el ámbito tecnológico estas partes junto con los procesadores son las de mayor valor económico, por este motivo no es factible tener en una percha de repuestos estas piezas, dado que el distribuidor del taller debe dar prioridad a las ventas.

Por lo antes mencionado se planteó con el equipo de trabajo enfocarse en las partes o repuestos que tienen un valor económico más bajo y que es viable mantener un stock pequeño y limitado que no afecte a las necesidades del distribuidor. Estos repuestos son las memorias RAM, los discos duros, las fuentes de poder, estas componentes son repuestos genéricos que pueden disponerse para cualquier requerimiento que solicite el departamento técnico.

Para definir este stock de repuestos se utilizó el concepto del punto de reorden para administración de inventarios. Para ello se utilizaron los datos presentes en la tabla 18, donde se define la demanda anual de repuestos requeridos durante el periodo 2018 y teniendo en cuenta que los días que el taller atendió al público fueron de 240 días en ese periodo, se estima el valor  $Q$  y posteriormente se define el ROP (punto de reorden), empleando las siguientes formulas:

$$Q = \sqrt{\frac{2DCe}{Cp}}$$

$$ROP = Dd \times L$$

*D: Demanda anual*

*d: Demanda diaria*

*L: Tiempo de reabastecimiento*

*Ce: Costo de Envío*

*Cp: Costo de almacenar*

*Q: Cantidad optima a pedir*

Para el cálculo se consideraron los costos de realizar pedidos y de almacenamiento mínimos, ya que el taller no incurre en ninguno de ellos, y para el tiempo de entrega se considera que en el peor de los casos que no se disponga de repuestos en bodega matriz, estos se deben solicitar a otra sucursal ubicada en la ciudad de Quito y que tiene un tiempo de entrega máximo de 2 días hasta que el repuesto llega al taller.

Tabla 18 Stock de Repuestos – Departamento RMA

Repuesto	D - Requerimiento (año)	d - Requerimiento (día)	STOCK DE REPUESTOS (Q)	ROP
RAM	380	2	28	4
Fuente de Poder	243	1	22	2
HD	134	1	16	2
Mainboards	325	1	15	2

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se dejó lista la percha de repuestos para equipos de cómputo con las principales componentes o partes genéricas que los técnicos requieren para ejecutar una reparación. Con esta mejora se busca reducir en su totalidad el tiempo que se toma reemplazar uno de estos repuestos. Se aprovechó la oportunidad y se empleó el mismo principio para otras categorías de productos para los que el taller también ofrece el servicio de garantías.

#### - Soporte técnico para casos eventuales:

De igual manera se consideró llevar a cabo otra medida correctiva la misma que consistía en dar soporte técnico en casos eventuales cuando no haya en stock el repuesto original, para esto se dio a los técnicos acceso al sistema interno de la empresa para que ellos verifiquen el repuesto sustituto más conveniente y así evitar fallos y retrasos cuando no se dispone del repuesto. Ver figura 3.44



Figura 3.44 Sistema Interno en Departamento Técnico  
Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó antes, existe una política en el taller para considerar un producto como una alternativa o sustituto, una de ellas es que deben cumplir o conservar las características básicas del repuesto original y segundo, la diferencia económica en los precios de los repuestos no debe sobrepasar los  $\pm 5,00$  \$.

Con esta medida se busca mitigar la falencia que tienen los operadores del departamento de RMA para ejecutar esta tarea al momento de considerar un repuesto sustituto. Esta medida es eventual ya que lo ideal es que los técnicos se dediquen completamente a las reparaciones.

#### - **Estandarizar el Proceso de Revisión.**

Para esta idea de mejora, se busca desarrollar un manual de procedimiento que defina normas claras y precisas de los métodos que debe desarrollar un técnico para cumplir con la revisión de un equipo de cómputo de forma esquemática y eficiente, de tal manera que garantice la calidad de esta etapa del proceso.

Para esto se elaboró una guía técnica GR-01 (Anexo E), la misma que detalla de forma esquemática el proceso a realizar para cumplir con una revisión eficiente de los equipos de cómputo. Esta guía se elaboró en conjunto con el jefe técnico y se abarcaron cada uno de los subprocesos que se desarrollan en el departamento. Cabe mencionar que se dio un enfoque hacia esta categoría de productos puesto que para otra familia de productos como las portátiles, la guía elaborada implica ciertos cambios para su desarrollo.

### 3.4.4 Resultados

Para evidenciar los resultados obtenidos se tomaron datos de los ingresos al taller de los equipos de cómputo durante el mes de mayo y junio del presente año, de la forma establecida en el plan de recolección de datos.

El objetivo planteado del proyecto es reducir el tiempo de procesamiento de 6,28 días a 5 días de tal manera que aumente la eficiencia en las reparaciones de un 68% a un 73%. Con la implementación de las medidas correctivas se logró aumentar la eficiencia hasta un 75 % en el último mes en curso. Ver figura 3.45.

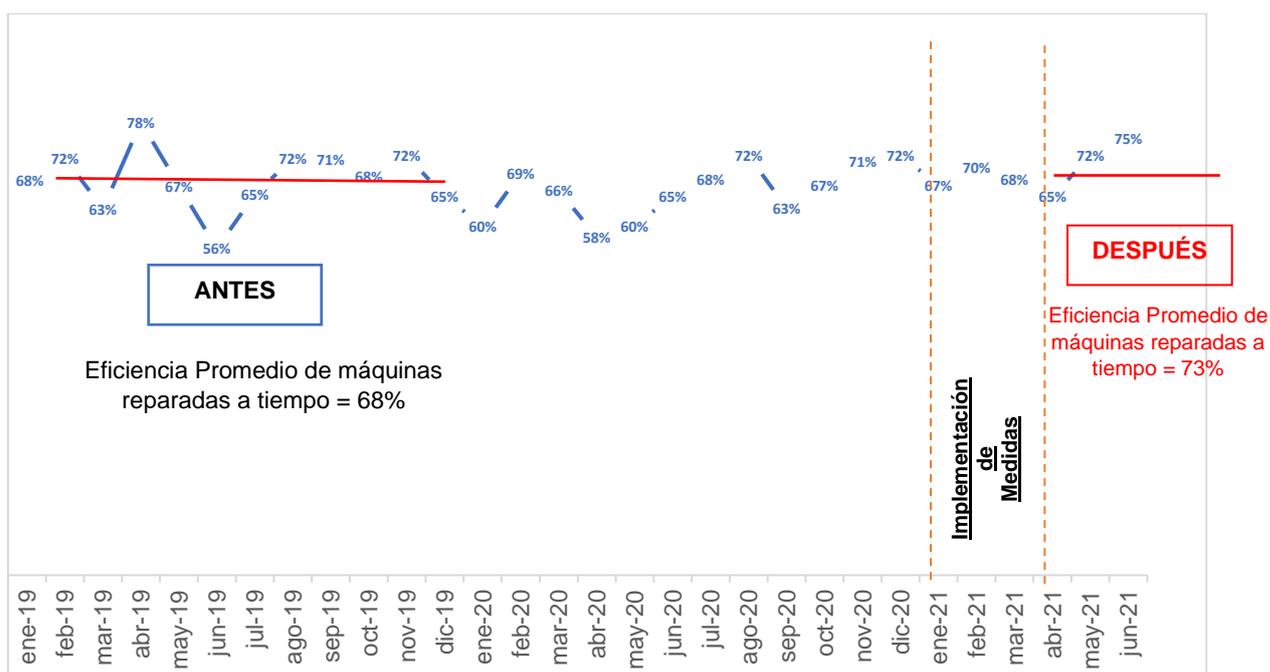


Figura 3.45 Eficiencia de las reparaciones – Antes y Después de las mejoras  
 Fuente: Elaboración Propia En todas las gráficas similares mostrar el año en que fueron tomados los datos.

En la figura 3.35, se observa que durante los dos primeros meses en los que se estaba implementando las medidas correctivas la eficiencia tuvo una leve reducción, se presume que esto fue producto de la puesta en marcha de las medidas debido al tiempo de inducción que se requirió para que el personal involucrado comprenda los cambios realizados y se socializaban los nuevos procedimientos.

### 3.4.5 Análisis del tiempo total de reparación después de las medidas correctivas

Durante el periodo de mayo a junio del 2021 ingresaron al taller un total de 333 equipos de cómputo, a los mismos que se les registro el tiempo de operación en cada etapa del proceso. Se empleo el uso de herramientas estadísticas para determinar el promedio del tiempo total de reparación después de las medidas correctivas y verificar si se obtuvo alguna reducción en la misma.

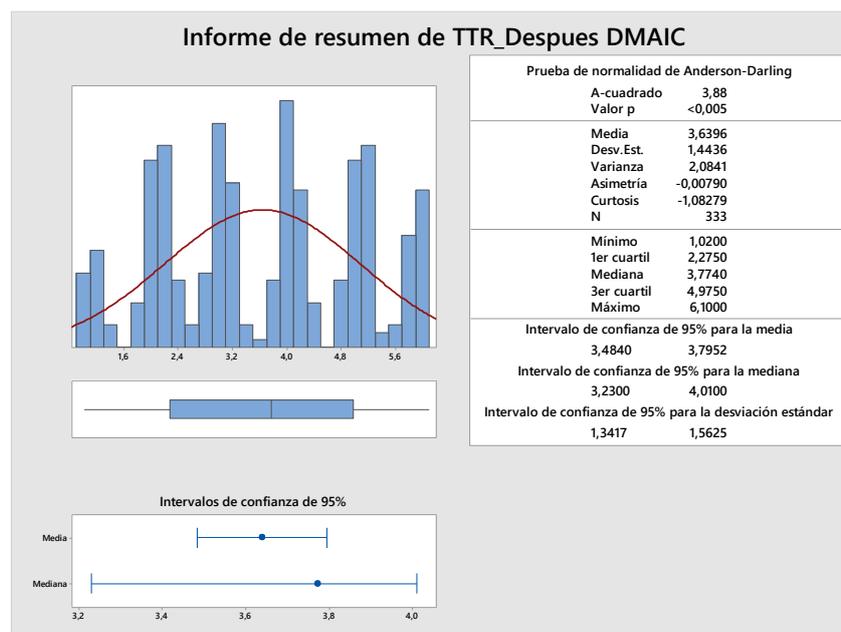


Figura 3.46 Resumen Grafico Tiempo Total de Reparación Después de Mejoras  
Fuente: Elaboración Propia

La figura 3.46 muestra el resumen de los parámetros estadísticos para la variable tiempo total de reparación después de las mejoras implementadas, lo que se evidenció es que el tiempo promedio se redujo a 3,7 días, lo cual para las aspiraciones del taller es un buen indicio.

Sin embargo, realizando el test de normalidad a los datos se obtiene un valor p de 0,005, lo que indica que los valores no siguen una distribución normal.

La teoría nos indica que cuando tenemos datos que no son normales, podemos emplear otros métodos que nos ayuden a solucionar este problema, tales como transformar los datos, modelar los datos con otros tipos de distribución para ver a cuál se asemeja más y en caso de no llegar a una solución con estas dos opciones previas, si utilizamos tamaños de muestras más grandes se puede aplicar un enfoque no paramétrico.

Con la ayuda del software minitab se trata de identificar qué tipo de distribución individual tienen los datos.

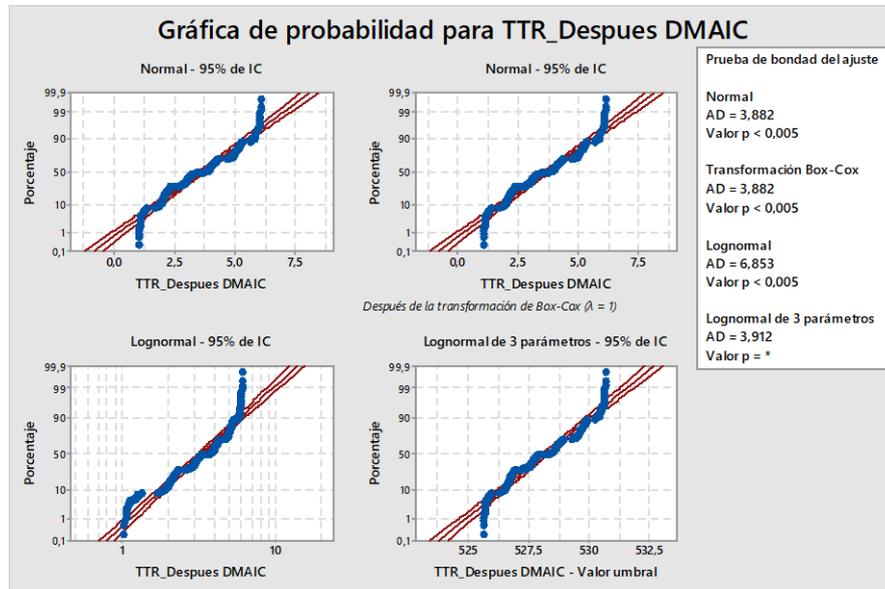


Figura 3.47 Gráfica de Probabilidad 1  
Fuente: Elaboración Propia

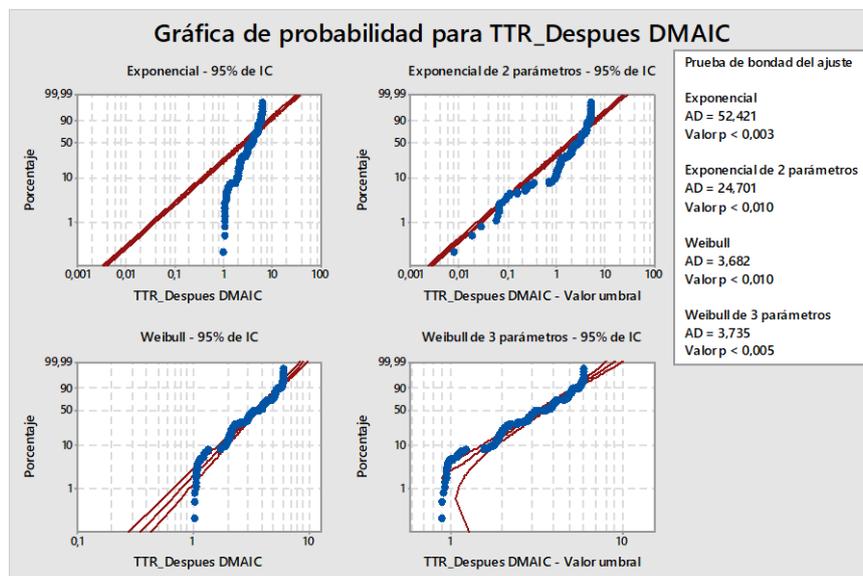


Figura 3.48 Gráfica de Probabilidad 2  
Fuente: Elaboración Propia

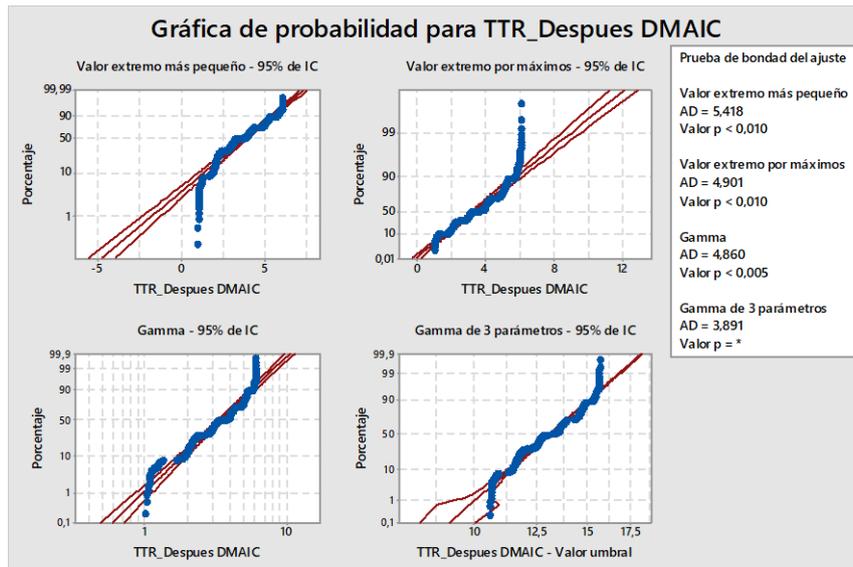


Figura 3.49 Gráfica de Probabilidad 3  
Fuente: Elaboración Propia

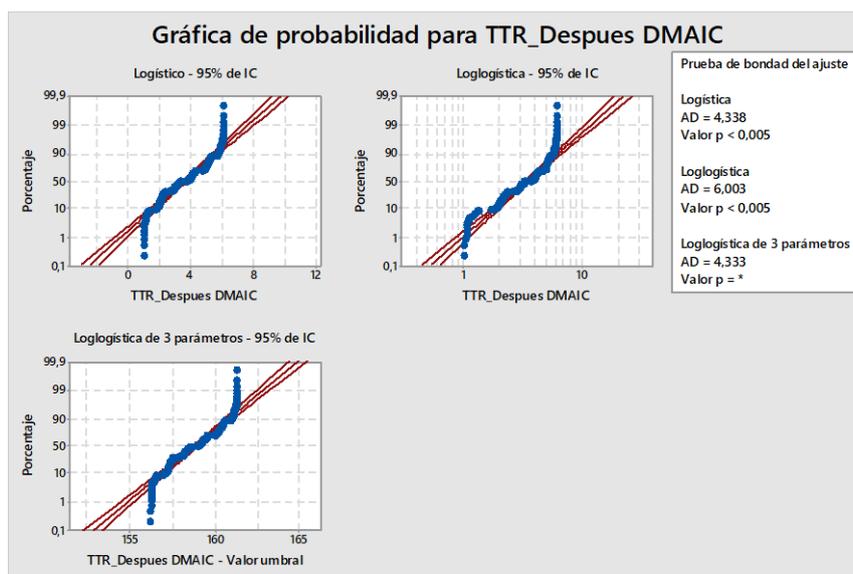


Figura 3.50 Gráfica de Probabilidad 4  
Fuente: Elaboración Propia

Como muestran los resultados de las gráficas 3.47 hasta la 3.50, el análisis estima transformaciones y asocia los datos con otras distribuciones, pero ya que el valor p obtenido en todos estos casos es menor al 0,05 se concluye que los datos no siguen ninguna de las opciones, por este motivo el análisis a realizar se basa en un enfoque para datos no paramétricos en función de la mediana.

Para validar los resultados, se realiza una prueba de hipótesis para datos no paramétricos de Wilcoxon ya que existe asimetría en los tiempos de reparación, se evaluará si el tiempo total de reparación después de las mejoras cumple o no con las especificaciones. Se define la prueba de hipótesis de la siguiente manera:

## Prueba de Hipótesis para TTR después de Mejoras

$$H_0: \bar{x} \text{ TTR}_D \leq 5$$

$$H_1: \bar{x} \text{ TTR}_D > 5$$

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: TTR_Despues DMAIC					
Prueba de la mediana = 5,000 vs. la mediana > 5,000					
		N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Mediana P estimada
TTR_Despues DMAIC	333	331	5811,0	1,000	3,616

Figura 3.51 T de una Muestra para el TTR después de Mejoras  
Fuente: Elaboración Propia

La figura 3.51 muestra los resultados de la prueba de hipótesis planteada, y se obtuvo un p valor de 1,000; el cual es mayor al  $\alpha$  de 0,05; lo que indica que estadísticamente existe evidencia que afirma que el tiempo total de reparación después de las mejoras si es menor a los 5 días.

De la misma manera se realiza la prueba de hipótesis para los tiempos de la etapa de revisión como se muestra en la figura 3.52, el problema se enfocó en esta etapa y se esperaba reducir este tiempo de 3,32 a 2,32 días.

## Prueba de Hipótesis para T\_Revisión después de Mejoras

$$H_0: \bar{x} \text{ TRevisión}_{DMAIC} \leq 2,32$$

$$H_1: \bar{x} \text{ TRevisión}_{DMAIC} > 2,32$$

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: T_Revisión_DMAIC					
Prueba de la mediana = 2,320 vs. la mediana > 2,320					
		N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Mediana P estimada
T_Revisión_DMAIC	333	333	16480,0	1,000	1,910

Figura 3.52 T de una Muestra para el Tiempo de Revisión después de Mejoras  
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados mostraron que con un p valor de 1, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye con un 95% de confianza que los tiempos en la etapa de revisión se redujeron más del objetivo esperado que fue de 2,32 días.

### 3.4.6 Gráfica de Corridas después de las medidas correctivas

Dado que previamente se determinó que los datos no siguen una distribución normal, desarrollar una gráfica de control al proceso no es adecuado, por este motivo lo que se desarrolla es una gráfica de corridas.

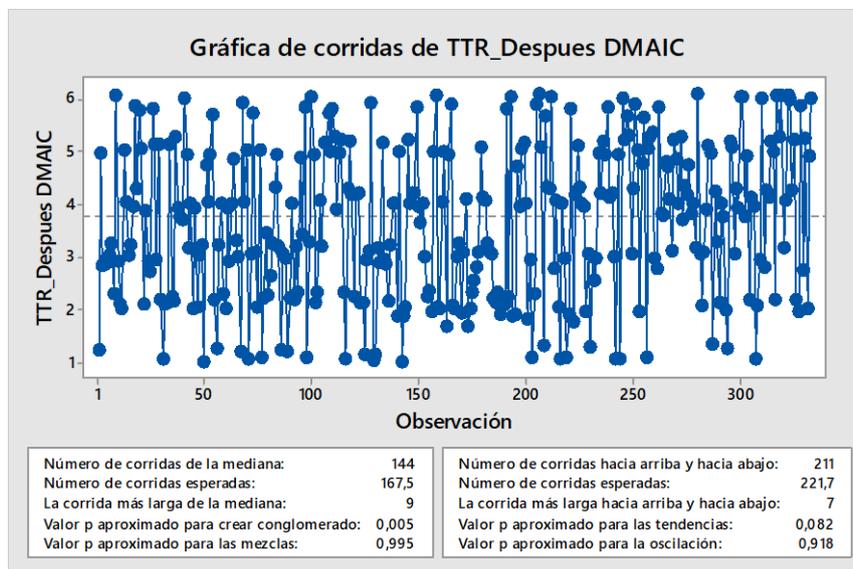


Figura 3.53 Gráfica de Control TTR después de Mejoras  
Fuente: Elaboración Propia

La gráfica 3.53 indica con un p valor de 0.005 que los tiempos de reparación tienden a crear conglomerados lo que indica que no son aleatorios y por ello el problema de no normalidad, por este motivo no se puede realizar un análisis de capacidad válido.

A continuación, se presenta en la tabla 19, los parámetros de análisis antes de las mejoras y después de las mejoras para tener una mejor referencia de los resultados generados con la implementación de las medidas correctivas.

Tabla 19 Medidas correctivas a Implementar

PARÁMETROS	ANTES DE DMAIC	DESPUES DE DMAIC
T_Revisión (días)	3,32	1,91
TTR (días)	5,74	3,66
CpK	-0,17	No aplica
ESR (%)	68%	75%

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5 Control

Finalmente, en esta última etapa de la metodología DMAIC, se proveen de herramientas al taller para que puedan controlar que las medidas implementadas se mantengan en el tiempo y que los parámetros de interés sean controlados de la mejor manera.

Una de las herramientas es el uso de las gráficas de corridas para buscar patrones o tendencias en los datos de tiempo que indiquen presencia de variación por causas especiales (anexo J), además con esta herramienta se debe monitorear el tiempo total promedio de reparación de los equipos de cómputo. De esta manera se puede tener referencia si se cumple con los requerimientos o no en un tiempo definido.

El supervisor de Garantías es la persona encargada de este control y es quien debe controlar que la información para el análisis de los parámetros se siga tomando de forma correcta. Aunque en la empresa distribuidora y el taller se están realizando cambios para optimizar las herramientas informáticas, esto incluye los sistemas internos. Se presentó a los administradores unos requerimientos RS-00 como se muestra en el anexo F, para que el sistema registre información relevante para el control y mejora del taller.

Adicionalmente se elaboró una guía de los procesos macro de referencia GPM-00 como se muestra en el anexo C, donde se detallan las actividades principales que el taller realiza para la gestión y reparación de los equipos que recepta ya sea por efecto de garantías o servicios. De esta manera se busca informar al personal de forma tácita sobre cómo opera el taller. De igual manera para conocer como ejecutar las actividades de forma correcta, se elaboró un manual de procedimientos MP-01 en el anexo D, estos documentos pasaron por un proceso de socialización para todo el personal del taller incluidas áreas de otra categoría de productos.

Finalmente, como parte de los mecanismos de control se elaboraron diagramas esquemáticos para que el personal del taller los aplique como parte de un plan de acción ante medidas que pueden presentarse eventualmente pero que en la historia del mismo han estado presentes, tales como: Importación de repuestos con defectos, máquinas ingresadas con partes antiguas o discontinuadas e incremento de los ingresos en los equipos de cómputo. Con estos esquemas se pueden mitigar estos problemas y evaluar los factores que lo generan para posteriormente determinar la causa raíz de los mismos.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones Generales

- Los resultados obtenidos luego de la implementación de las mejoras superaron las expectativas del proyecto al mejorar la eficiencia en la reparación de los equipos de cómputo de un 68% a la meta que era un 73%, con la ayuda de ciertas herramientas de la metodología DMAIC, se logró mejorar la eficiencia a un 75% hasta el último mes de análisis. Esto principalmente a que el tiempo promedio de reparación se redujo de un 5.7 días a 3.32 días para los casos de equipos de cómputo tipo RMA, por debajo del deseado por los administradores que es de 5 días.
- Se emplearon herramientas de la metodología DMAIC que permitieron llegar a la raíz de los problemas, técnicas como diagrama de Ishikawa, matriz causa efecto, diagrama AMEF y la técnica de los 5 por qué. Con ellas se logró determinar las principales causas que ocasionaban que el proceso de reparación tome más tiempo del deseado, estas se presentaron en las áreas del departamento técnico y en la operación de reemplazos en el departamento de RMA, estas causas fueron: la falta de un plan estandarizado para la revisión de los equipos de cómputo y la falta de criterio para la asignación de repuestos.
- Para mitigar las causas raíz determinadas, el equipo de trabajo DMAIC desarrolló (tildes) técnicas que la metodología facilita para definir algunas medidas correctivas, las cuales se priorizaron en función de 5 aspectos: fácil, rápida, técnico, alto impacto y cliente. Estas medidas se ejecutaron en las áreas críticas del proceso, el departamento de reemplazos o RMA y el departamento técnico donde se realizan las reparaciones. Las medidas correctivas que se implementaron fueron: intercambio de conocimientos entre los técnicos del departamento a través de revisiones compartidas, estandarizar el proceso de revisión e implementar un stock de repuestos en el departamento de reemplazos o RMA.
- Para el control de las medidas correctivas se desarrollaron manuales y guías de procesos que permitieron mediante la socialización de estos con el personal afianzar los resultados obtenidos y garantizar en cierta medida que en el largo plazo los parámetros sigan mejorando.
- Los resultados favorables obtenidos mediante la aplicación y socialización de la metodología DMAIC en el área objeto de estudio generó una filosofía de cambio y empatía, con ello los directivos analizan la posibilidad de implementar esta metodología de mejora en otras áreas estratégicas del negocio.

## 4.2 Recomendaciones

- Es importante para que los resultados se mantengan en el largo plazo que se realicen controles constantes sobre las variables de interés y que independientemente del personal se fije un responsable que monitoree estos parámetros de ser posible segmentarlo por áreas ya que el objetivo de los administradores es abarcar con esta metodología otras categorías de productos donde se realizan otros procesos con proveedores internacionales y la gestión de repuestos depende netamente de ellos.
- En su compromiso de mejora los administradores están desarrollando cambios en distintas áreas no solo del taller sino en aquellas que complementan el negocio como distribuidor de equipos tecnológicos. Sin embargo, se recomienda dedicar esfuerzo en lo que concierne a la información y datos de los procesos. Actualizar los sistemas internos de las empresas y centralizarlos de tal forma que agilite ciertas etapas del proceso y que afectan directamente a la gestión del taller. De esta manera se podrá responder a nuevas inquietudes o evidenciar falencias en diferentes etapas del proceso.
- Se recomienda desarrollar un plan de inducción adecuado para los técnicos, de tal manera que se eviten emplear técnicas genéricas.
- Se sugiere definir políticas basadas en la logística de repuestos que involucren al área de ventas, ya que, si bien son de vital importancia para la obtención de beneficios para la empresa, el área de garantías también lo es e indirectamente son un reflejo de la imagen de la empresa y si esta gestión demora más de lo esperado, al final del día va a repercutir en la percepción que los clientes tienen del taller y del distribuidor.
- Finalmente se recomienda formar un grupo de trabajo multidisciplinario teniendo como base el equipo de trabajo DMAIC, para realizar la búsqueda de problemas y oportunidades de mejora en el servicio que oferta el taller para poder aplicar como centro autorizado de otras marcas tecnológicas, tal y como es una de las metas del taller planteadas a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, J., Vera, J., & Cabanilla, B. (2019). Aplicación Lean Six Sigma para reducir el tiempo de elaboración de contratos en una institución de educación superior. *SCOPUS*, 1-10.
- Amaya, P., Felix, C., Rojas, S., & Díaz, L. (2020). Gestión de la calidad: Un estudio desde sus principios. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 25(90), 632-647. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Amaya-2/publication/342344035\\_Universidad\\_del\\_Zulia\\_LUZ\\_Revista\\_Venezolana\\_de\\_Gerencia\\_RVG\\_Gestion\\_de\\_la\\_calidad\\_Un\\_estudio\\_desde\\_sus\\_principios/links/5eeef2c0458515814a719f63/Universidad-del-Zulia-LUZ-Revista-Ve](https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Amaya-2/publication/342344035_Universidad_del_Zulia_LUZ_Revista_Venezolana_de_Gerencia_RVG_Gestion_de_la_calidad_Un_estudio_desde_sus_principios/links/5eeef2c0458515814a719f63/Universidad-del-Zulia-LUZ-Revista-Ve)
- Gaviria, J., & Jaramillo, G. (2011). *Propuesta de implementación de la metodología de seis sigma en el centro zonal sur oriental del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar*. Obtenido de <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/339/Propuesta%20de%20implementaci%3%b3n%20de%20la%20metodolog%3%ada%20de%20Seis%20Sigma%20en%20el%20centro%20zonal%20sur%20oriental%20del%20Instituto%20Colombiano%20de%20Bienestar%20Familiar.pdf?sequ>
- GONZÁLEZ , C., & FLORES, E. (s.f.). PROYECTO DE MANUFACTURA ESBELTA EN SERVITECH S.A. GUAYAQUIL, ECUADOR.
- Muraleedharan, P., Muruganatham, V., Elancheran, S., Rajesh, A., & Kalidas, M. (2020). Aumento de la calidad del servicio y la satisfacción del cliente en el centro de servicio de excavadoras de tierra mediante el uso de la metodología DMAIC. *SCOPUS*, 1-10.
- Pérez-López, E., & García-Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAICSeis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en Marcha.*, 27(3), 88-106. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v27n3/a10v27n3.pdf>
- Tuesta, V., Viacava, G., & Raymundo, C. (2019). Modelo de servicio esbelto para aumentar la capacidad de atención de un taller automotriz | [Modelo lean de servicio para aumentar la capacidad de atención de un taller automotriz]. *SCOPUS*, 1-7.

## **ANEXOS**





## ANEXO C

### GPM-00 GUÍA DE PROCESO MACRO DEL TALLER

LOGO DE EMPRESA	GUÍA DE PROCESO MACRO TALLER DE SERVICIO TÉCNICO	CÓDIGO: GPM-00	
		PÁGINA 1/3	EMISIÓN:
		REVISIÓN: VIGENCIA:	

#### Introducción

Dentro de los procesos que se desarrollan en el área de manejo de garantías, este estudio busca cuantificar el rendimiento y capacidad de las distintas áreas de trabajo que se desarrollan en la empresa, entre las cuales se encuentran:

- Manejo de garantías - Local y Provincia
- Visitas Técnicas – Reparaciones e Instalaciones
- Departamento Electrónico
- Departamento Técnico
- Bodega RMA
- Manejo de Garantía con Marcas

Para el desarrollo de este estudio se desarrollarán diagramas de flujo que nos permitirán a través de la descripción gráfica de cada proceso, determinar las tareas y actividades que desarrolla cada área, para posteriormente poder analizar y tomar medidas que permitan hacer del proceso uno más eficiente.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	
Carlos González			
<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: GPM-00</b>	
		<b>PÁGINA 2/3</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

### Pasos a seguir para Trámite de Garantía – PROCESO MACRO

1. Recepción del equipo y creación de orden de RMA.
2. Envío de la orden de RMA y equipo a revisión.
3. Se revisa el equipo y se da diagnóstico de la parte justificando en el SI.
  - 3.1. Bodega verifica la autorización de reemplazo y revisa stock en Bodega Matriz para reemplazar el ítem.
    - Si no hay stock en bodega matriz se utiliza el procedimiento de solicitar ítems a otras bodegas.
    - Si no hay stock en otras bodegas o se ha rechazado la solicitud, se revisa en la bodega Matriz algún producto similar cuyo costo no supere al ingresado por más del 5%.
    - Si no hay producto sustituto, se procede a emitir documento de Nota de Crédito.

***(Este procedimiento también es aplicable para efecto de partes de máquinas de equipos que solicitan garantía.)***

- 3.2. En caso de que la garantía no requiere reemplazo sino reparación (caso de impresoras, flat, tv, cámaras)
  - Basado en el informe técnico. Coordinadora de marcas solicita parte a proveedor para proceder con la reparación.
  - Cuando arriba la parte, se entrega al técnico y se instala.
  - Posteriormente se realizan pruebas al equipo.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	
Carlos González			
<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: GPM-00</b>	
		<b>PÁGINA 3/3</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

4. Para los tramites de garantía que se efectúan en CAS:

- El proveedor da opción de cambio o reparación. Si el proveedor retorna el equipo en mismo estado por estar FUEGA, no se da solución sin consultar a Gerente de Servitech.

OBSERVACIONES:

- Los DOA deben ser respondidos inmediatamente.
- Los RMA deben tener un tiempo de respuesta por debajo de los 5 días.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

**ANEXO D**  
**MP-01 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS**  
**TALLER DE SERVICIO TÉCNICO**

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: MP-01</b>	
		<b>PÁGINA 1/5</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

## **Introducción**

El manual de procedimientos es una herramienta que nos permite definir y unificar los criterios y características de las actividades que realizamos tanto en los procesos de atención directa al cliente, como en los procesos administrativos de este servicio. La elaboración de este documento obedece a la necesidad de establecer lineamientos precisos de trabajo, que regulen las acciones del personal que labora en el servicio a través de la descripción detallada de cada proceso, para buscar la máxima posibilidad de que los pacientes sean atendidos de acuerdo a los criterios científicos y normativos establecidos para su manejo.

## **Objetivo del Manual.**

Establecer los lineamientos, criterios y requisitos para la realización de los procedimientos técnicos-administrativos del servicio de garantías, con la finalidad de asegurar que la atención del cliente se realice en apego a la normatividad y criterios técnicos, éticos y administrativos vigentes, para propiciar la mayor satisfacción a sus necesidades y expectativas.

## **Ámbito de aplicación.**

Este documento aplica a todo el personal que labora en el área de Garantías, quienes deberán apegar su práctica general a los lineamientos del mismo.

## **Uso de manual.**

Este documento debe utilizarse como referencia al realizar un proceso y para realizar la inducción al personal que se integre a la organización, como documento base para conocer las funciones y procedimientos que requieren los diferentes puestos y cargos del departamento de garantías.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: MP-01</b>	
		<b>PÁGINA 2/5</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

## Trámite de Garantías a Clientes

### Objetivo del procedimiento:

- Responder al cliente su caso de RMA o DOA en el tiempo especificado.
- Encontrar la mejor respuesta para el cliente considerando el costo-beneficio.

### Políticas:

- Si no existe en stock el producto que ingresó el cliente, se procede con las siguientes opciones:
  - Solicitar el producto a otra Bodega.
  - Buscar un reemplazo de similares características con un costo no mayor al 10%
  - Solicitar una Nota de Crédito.
  - Solicitar al cliente la espera de una respuesta del proveedor.
- Si el proveedor retorna el equipo reparado, no se da reemplazo sin la autorización del Gerente de Servitech.
- Los DOA deben ser respondidos de forma inmediata.
- Los RMA deben procurarse solucionarse dentro de los 5 primeros días.

### Alcances.

Este procedimiento lo debe realizar el jefe de Garantías y el Asistente de Garantías cuando se ha delegado alguna actividad.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: MP-01</b>	
		<b>PÁGINA 3/5</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

### Responsable

Jefe de RMA  
Marcas  
Jefe de Garantías

### Actividad

1. Envía la orden de RMA que ha sido autorizada para reemplazo.
2. Envía la orden de RMA que ha recibido autorización de la marca para reemplazo.
3. Se revisa el Stock Buffer para hacer reemplazo local, solicitando la pieza al asistente de garantías.
4. Revisa stock en Bodega Matriz para reemplazar el ítem.
5. Si no hay stock en bodega matriz se utiliza el procedimiento de solicitar ítems a otras bodegas.
6. Si no hay stock en otras bodegas o se ha rechazado la solicitud, se revisa en la bodega Matriz algún producto similar cuyo costo no supere al ingresado por más del 10%.
7. Las transferencias de inventario se realizan dos veces al día en dobra 7 de la siguiente manera:
8. En el asunto se escribe "RMA [fecha] (número de transferencia en el día)" y se ingresan a B06 (DOA)
9. Luego se transfieren a B02 individualmente poniendo como asunto el RMA y el nombre del cliente.
10. Cuando el equipo ingresa por transferencia se debe registrar en la tabla Entrega a Bodega RMA y a su vez en el sistema de información dobra 8.0 con el estado 008, "Llegó Repuesto".

<b>REALIZADO POR:</b> Carlos González	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
--	----------------------	----------------------

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: MP-01</b>	
		<b>PÁGINA 4/5</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

11. Si se cambió de modelo se hace ingreso-egreso en la dobra 7, egresando de Bodega 06 (DOA) el ítem q se retiró de bodega e ingresando el ítem que trajo el cliente a Bodega 02 (RMA)

### **Trámite de Garantías con Proveedores**

#### **Objetivo del procedimiento:**

- Terminar el ciclo de garantías con las marcas al recibir los reemplazos o notas de crédito del proveedor.
- Dar de baja del stock la mercadería que ya ha sido tramitada.

#### **Políticas:**

- Si el equipo ingresa en garantía para el cliente, pero el tiempo que nos da el proveedor para trámites ha terminado, el equipo se envía a pérdida.
- Si la marca envía mercadería por garantía en cada compra, los ingresos por garantía se envían a pérdida.

#### **Alcances.**

Este procedimiento lo debe realizar el jefe de Garantías y el Asistente de Garantías cuando se ha delegado alguna actividad.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TALLER DE SERVICIO TÉCNICO</b>	<b>CÓDIGO: MP-01</b>	
		<b>PÁGINA 5/5</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

### **Responsable**

Marcas  
 Jefe de Garantías  
 ITTek  
 Jefe de Garantías

### **Actividad**

1. Envía un mail con el crédito y el detalle de los equipos tramitados para dar de baja.
2. Hace una orden de egreso con el producto del crédito vs. El valor otorgado por la marca, la diferencia se envía a una cuenta de ajustes.
3. Envía la mercadería que recibe de los retails y publica los créditos en el sitio web.
4. Recibir la mercadería que retorna por garantía, etiquetarla y actualizar la hoja de envíos al cliente (EnvCl)
5. Si se puede utilizar el ítem como reemplazo de otros RMA, se lo deja como stock buffer.
6. Si es de un cliente que está esperando el retorno del ítem, se entrega al jefe de RMA para adjuntar accesorios y pruebas.

Si no se puede usar como reemplazo y no pertenece a otro cliente, se envía a Bodega Matriz con una transferencia.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

**ANEXO E**  
**GR-01 GUÍA DE REPARACIÓN TÉCNICA**  
**EQUIPOS DE COMPUTO**

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>GUÍA DE REPARACIÓN TÉCNICA EQUIPOS DE COMPUTO DESKTOP, SERVER, AIO</b>	<b>CÓDIGO: GR-01</b>	
		<b>PÁGINA 1/3</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

### **INGRESO DEL EQUIPO INFORMÁTICO**

Este proceso inicia al momento que el usuario toma un turno para atención counter donde le solicitan al usuario información referente al problema que mantiene el equipo. Una vez obtenida información solicita al departamento técnico que envíen un profesional relacionado al tipo de equipo que va a ingresar.

El técnico diagnostica y valida los datos como número de máquina, series y el estado en el cual ingresa el equipo (golpes, rayones, evidencias de óxidos o mala manipulación del usuario). Además, se emite un documento que servirá de respaldo para ambas partes (usuario y empresa) el mismo que servirá para cuando retire su equipo computacional. Este documento será una orden de trabajo que se entrega de forma física pero que también tiene un ingreso de datos al software de aplicación que utiliza la empresa.

Finalmente, el profesional (técnico) procede a enviar al departamento el equipo informático para que se proceda a una revisión detallada considerando la información proporcionada por el usuario.

Por la antes expuesto, se indica que este procedimiento aplica para ingreso de todos los equipos informáticos antes mencionados ya sean por servicio o garantía.

### **REVISIÓN**

El equipo ingresa al departamento técnico con la orden adjunta y es colocado en un mostrador a espera que el encargado (jefe) realice la asignación del equipo al técnico, el mismo que procederá a realizar todas las gestiones pertinentes conforme al proceso R.M.A (reposición de mercadería averiada).

Por consiguiente, el jefe del departamento registrará la información sobre la asignación del equipo en el aplicativo, el técnico ejecutará tareas que se detallan a continuación:

1. Verificar la orden en el aplicativo y agregar un comentario indicando la recepción del equipo asignado.
2. Revisar el o los problemas que detallan en la orden de ingreso.
3. Validar con otros componentes las partes que presentan fallas técnicas como por ejemplo mainboard, micro procesador, disco duro (HDD, SSD O SSDM2), memoria RAM, fuente poder, tarjeta de video, DVD WRITER, panel de encendido del equipo, etc.
4. Una vez detectado el componente averiado se testea las demás partes para verificar que el equipo no tenga otro elemento dañado, por ejemplo, el disco duro es testado con un software dedicado, las memorias se testean con un software específico para su verificación, se miden los voltajes de la fuente de poder con un multímetro.
5. Se registra en el aplicativo el o las fallas detectadas en los componentes y se pide remplazo por garantía al departamento de bodegas RMA de la empresa.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>GUÍA DE REPARACIÓN TÉCNICA EQUIPOS DE COMPUTO DESKTOP, SERVER, AIO</b>	<b>CÓDIGO: GR-01</b>	
		<b>PÁGINA 2/3</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

6. Se envía un correo al jefe del departamento técnico para que se registre la constancia del trabajo realizado con copia a la bodega RMA donde se detalla la entrega del componente dañado y se solicita uno nuevo para reposición.

## **REPARACIÓN**

1. El encargado/asistente de bodega realiza la entrega del componente nuevo al técnico asignado, este elemento hardware es receptado por el profesional (técnico) y realiza nuevamente una validación para verificar su correcto funcionamiento. En caso de presentar anomalías el componente nuevo se repite el proceso antes detallado.
2. Luego se procede a reensamblar el equipo en su totalidad, depende del tipo de fallo que se haya detectado en caso de ser mainboard o disco duro se instalará el sistema operativo, se actualizarán BIOS – DRIVERS; si el equipo tenía licencia de sistemas operativo Windows se deberá dejar a modo de fábrica, pero si el equipo el FREE DOS/LINUX de igual manera se ejecutará el proceso para el equipo quede operativo al modo de fábrica.
3. Una vez que el equipo está armado y verificado de que todo está bien, se debe realizar el envío del mismo al técnico responsable de ejecutar los procesos de control de calidad.
4. Para finalizar, se registra este proceso en el aplicativo correspondiente, también se envían un correo electrónico al encargado del departamento y al técnico de control de calidad para quede el registro de los procesos realizados al equipo informático.

## **CONTROL DE CALIDAD**

1. El técnico revisa el historial del equipo asignado para el proceso de control de calidad.
2. Se validan todos los procesos, componentes y periféricos que el técnico asignado a reparación realizó al equipo informático.
  - 2.1 Se realizan pruebas a todos los periféricos, como salidas de video, HDMI, VGA (tarjeta de video), salida y entrada de audio de la parte frontal y posterior, puertos USB 2.0 y 3.0 frontales y posteriores, puertos P/S2 y conector RJ45 para red.
3. Se testea el equipo con un HARDTEST, esto permitirá detectar algún error o falla que tenga el computador, se aplican los siguientes procesos que se indican a continuación:

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>GUÍA DE REPARACIÓN TÉCNICA EQUIPOS DE COMPUTO DESKTOP, SERVER, AIO</b>	<b>CÓDIGO: GR-01</b>	
		<b>PÁGINA 3/3</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

- 3.1 Se revisa que los DRIVERS estén instalados correctamente.
- 3.2 Se verifica el funcionamiento correcto del panel frontal del equipo.
- 3.3 Se procede a validar la parte posterior del equipo informático.
- 3.4 Se realiza la conexión a internet por medio de los navegadores.
- 3.5 Mediante el CMD se realiza la verificación de la conectividad con servidores de internet.
- 3.6 Se ejecuta un software de estrés al equipo por un tiempo estimado entre 15 a 20 minutos que servirá para corroborar alguna falla que no haya sido detectada anteriormente.
- 3.7 Para concluir el proceso de control de calidad se procede a apagar el equipo, limpiarlo, colocar el sello de seguridad de garantía, embalarlo con cinta transparente y ubicarlo en la vitrina de equipos terminados.
- 3.8 Como último paso se debe dejar la constancia en el aplicativo de que todo el equipo está funcionando correctamente, para luego enviar un correo electrónico al encargado del departamento técnico con copia a la persona que realiza la llamada telefónica y notifica al usuario para que se acerque a retirar su equipo computacional.

#### **ENTREGA DEL EQUIPO DEL USUARIO FINAL**

1. El usuario debe presentar la orden de trabajo para retirar el equipo.
2. Revisado el documento el dependiente del taller llama al departamento técnico a solicitar el equipo.
3. El técnico asignado llevará el equipo al área de entrega mediante la autorización salida por parte del encargado del departamento técnico.
4. En presencia del usuario se realizan las pruebas respectivas sobre el funcionamiento del equipo para que quede la evidencia del trabajo realizado y el perfecto funcionamiento del mismo al momento de la entrega.
5. Para finalizar el o la dependiente del taller realiza un documento que expresa la salida del equipo previa verificación por parte del usuario (dueño del equipo)

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

**ANEXO F**

**RS-00 REQUERIMIENTOS PARA SISTEMA INTERNO EMPRESARIAL**

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 1/7</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

Actualmente el sistema DOBRA 8, nos provee varios campos de información, los cuales se han categorizado según el tipo información relevante que presentan:

CAMPOS	TIPO DE INFORMACIÓN
estadoservicio	No aporta información real
detalle	No aporta información real
fecha_ex	No aporta información real
fecha	<b>VALIDA</b>
id	No aporta información real
tipo	<b>VALIDA</b>
número	<b>VALIDA</b>
días	No aporta información real
días_ex	No aporta información real
clienteid	No aporta información real
serieid	No aporta información real
cerrado	<b>VALIDA</b>
standby	No aporta información real
urgente	No aporta información real
anulado	<b>VALIDA</b>
serie	<b>VALIDA</b>
cliente	<b>VALIDA</b>
producto	<b>VALIDA</b>
section	No aporta información real
section_id	No aporta información real
section_order	No aporta información real
section_numero	No aporta información real
compuesto	No aporta información real
oncflag	No aporta información real
notacrédito	No aporta información real
notaentrega	No aporta información real
facturado	No aporta información real

A continuación, se plantean ciertos requerimientos que el Taller considera críticos para que sean registrados en el sistema y de esta manera poder tener información más relevante que permita evaluar el desempeño del taller en cada una de sus etapas:

<b>REALIZADO POR:</b> Carlos González	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
--	----------------------	----------------------

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 2/7</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

**Gestión de Garantías con Clientes**  
**Sistema: DOBRA 8**

**Detalle del procedimiento:**

- Gestión de garantía a productos distribuidos por la empresa, mediante la Reparación, Reemplazo o Nota de Crédito.

**Información Crítica:**

- Tiempos de procesamiento de cada operación que se realizan para la ejecución del trámite de garantía.

**Datos requeridos del sistema:**

- Orden de Ingreso
- Tipo de Ingreso (RMA, DOA, STOCK)
- Serie
- Producto
- Cliente
- Unidades ingresadas
- Problema: Genérico.
- Tipo de Solución: Reparación, Reemplazo, Nota de Crédito, Devolución
- Usuario / Técnico Responsable
- Tiempos: Fechas de cada operación.
- Marca
- Categoría de Producto
- Fecha de Ingreso
- Fecha de Compra

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 3/7</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

**Recepción de Servicios  
Sistema: DOBRA 8**

**Detalle del procedimiento:**

- Receptar casos por Servicio y mantenimiento (SER)
- Realizar Reparación efectiva del producto.

**Información Crítica:**

- Tiempo estimado de la reparación

**Datos requeridos del sistema:**

- Orden de Ingreso
- Tipo de Ingreso (SER)
- Serie
- Producto
- Cliente
- Cantidad
- Unidades ingresadas
- Problema: Genérico.
- Usuario / Técnico Responsable
- Tiempos: Fechas de cada operación.
- Marca
- Fecha de Ingreso

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 4/7</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

**Trámite con Centros Autorizados (CAS)**  
**Sistema: DOBRA 8**

**Detalle del procedimiento:**

- Gestión de garantía con Centros Autorizados.

**Información Crítica:**

- Tiempo de respuesta de los centros autorizados para gestionar las garantías.

**Datos requeridos del sistema:**

- Serie
- Producto
- Marca
- Nombre del CAS
- Problema Especifico
- Solución del CAS
- Tiempos: Tiempo de Respuesta

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 5/7</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

**Stock Bodega RMA - 00.02**  
**Sistema: DOBRA 7**

**Detalle del procedimiento:**

- Control del Stock en la Bodega de garantías.
- Gestión de garantía con los proveedores.

**Información Crítica:**

- Stock y Saldos de productos en Bodega RMA (00.02).

**Datos requeridos del sistema:**

- Movimientos: Saldo
- Egresos de Inventario:  
Transferencia: Producto, Cantidad, Saldo
- Facturas Autoconsumo:  
De Baja Sin garantía: Producto, Cantidad, Saldo  
Cruce con NC (Pago del proveedor): Producto, Cantidad, Saldo

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 6/7</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

## **Gestión de Garantías con Proveedores**

### **Detalle del procedimiento:**

- Gestión de garantía con Proveedores Locales y Extranjeros

### **Información Crítica:**

- Documentos Específicos para validar garantía con proveedores.

### **Datos requeridos del sistema:**

- Compras de LA EMPRESA:  
Serie  
Número de Factura  
Fecha de Compra
- Compras a otro proveedor – Varias Marcas  
Número de SKU  
Número de Factura  
Serie  
Fecha de Compra
- Tipo de Proveedor: Local, china, Ittek
- Vínculo con página de ITTEK el packing list que se envía la mercadería

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

<b>LOGO DE EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA INTERNO DEL TALLER</b>	<b>CÓDIGO: RS-00</b>	
		<b>PÁGINA 777</b>	<b>EMISIÓN:</b>
		<b>REVISIÓN: VIGENCIA:</b>	

## SISTEMA DE GESTIÓN LOGÍSTICA SGL

### SISTEMA DE GESTION LOGISTICA SGL

<b>Empresa</b>	Cartimex ▼
<b>Usuario:</b>	ventas
<b>Contraseña:</b>	.....
	LOGIN

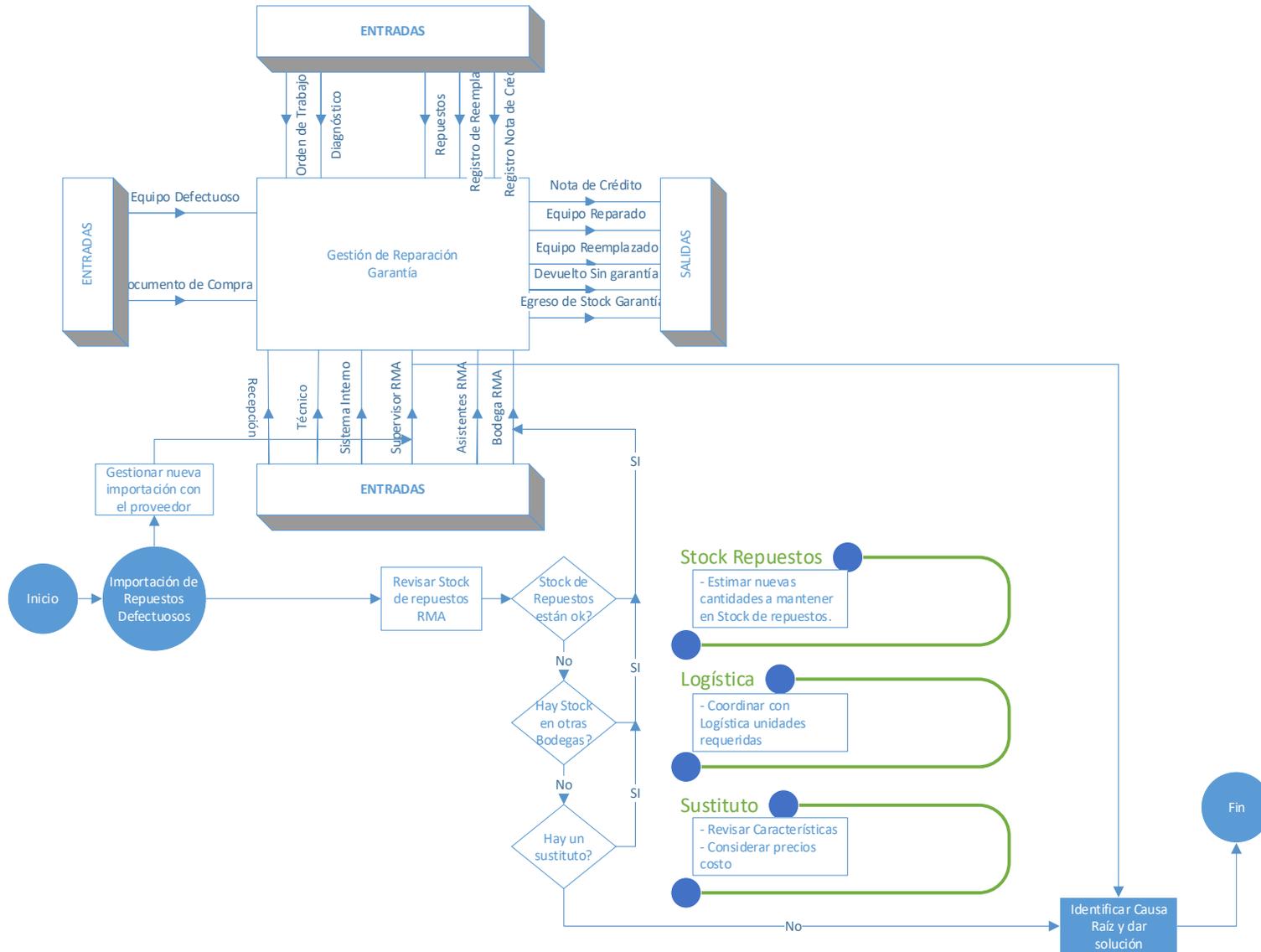
© Copyright 2020 All Rights Reserved.  
This website was built by Cartimex S.A

### Datos requeridos del sistema:

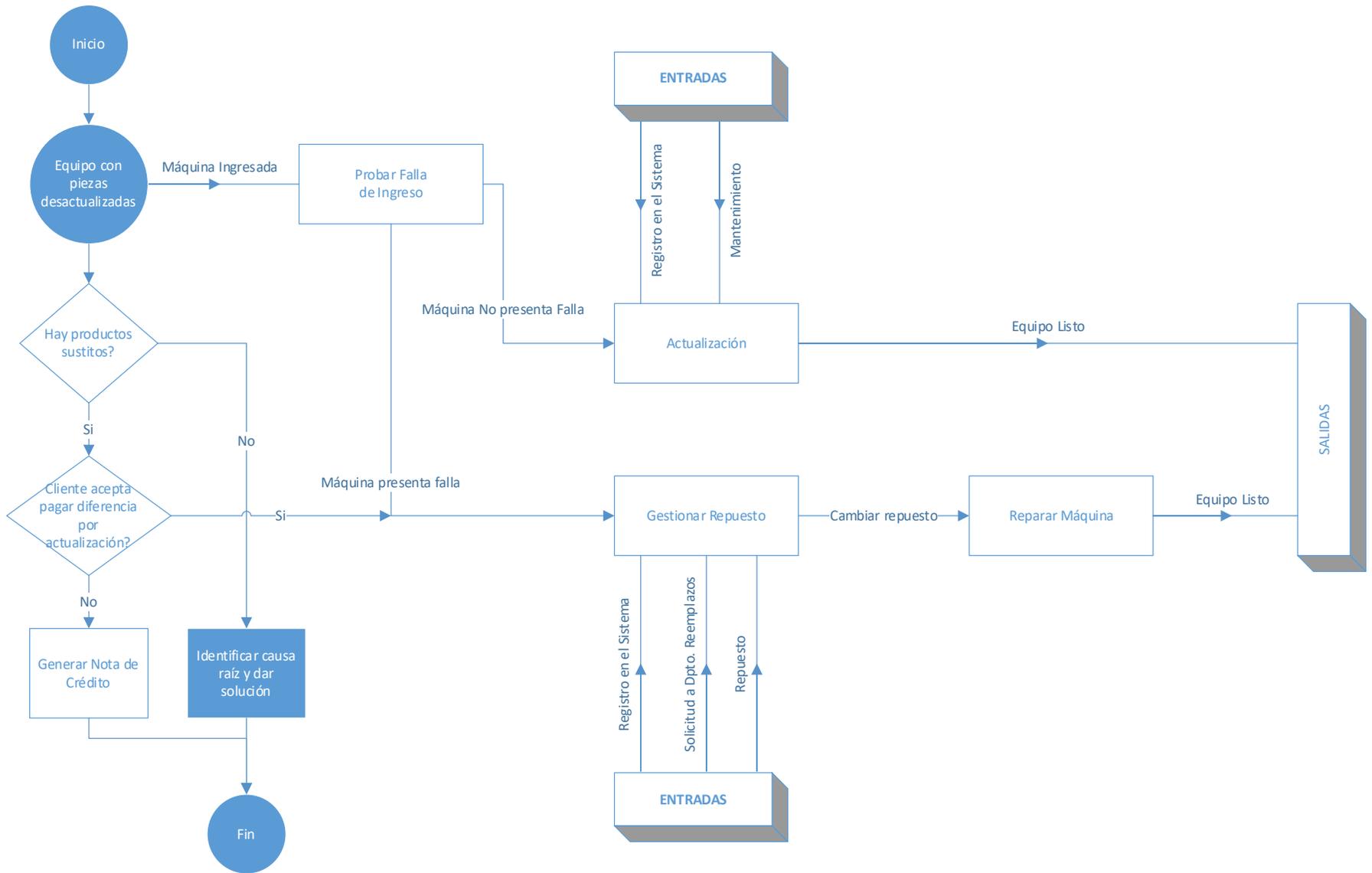
- Opción de Búsqueda:
  - Por número de Factura
  - Por serie del Producto

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Carlos González		

**ANEXO G**  
**PLAN DE ACCIÓN**  
**IMPORTACIÓN DE REPUESTOS DEFECTUOSOS**



**ANEXO H**  
**PLAN DE ACCIÓN**  
**EQUIPOS CON PIEZAS DESACTUALIZADAS**

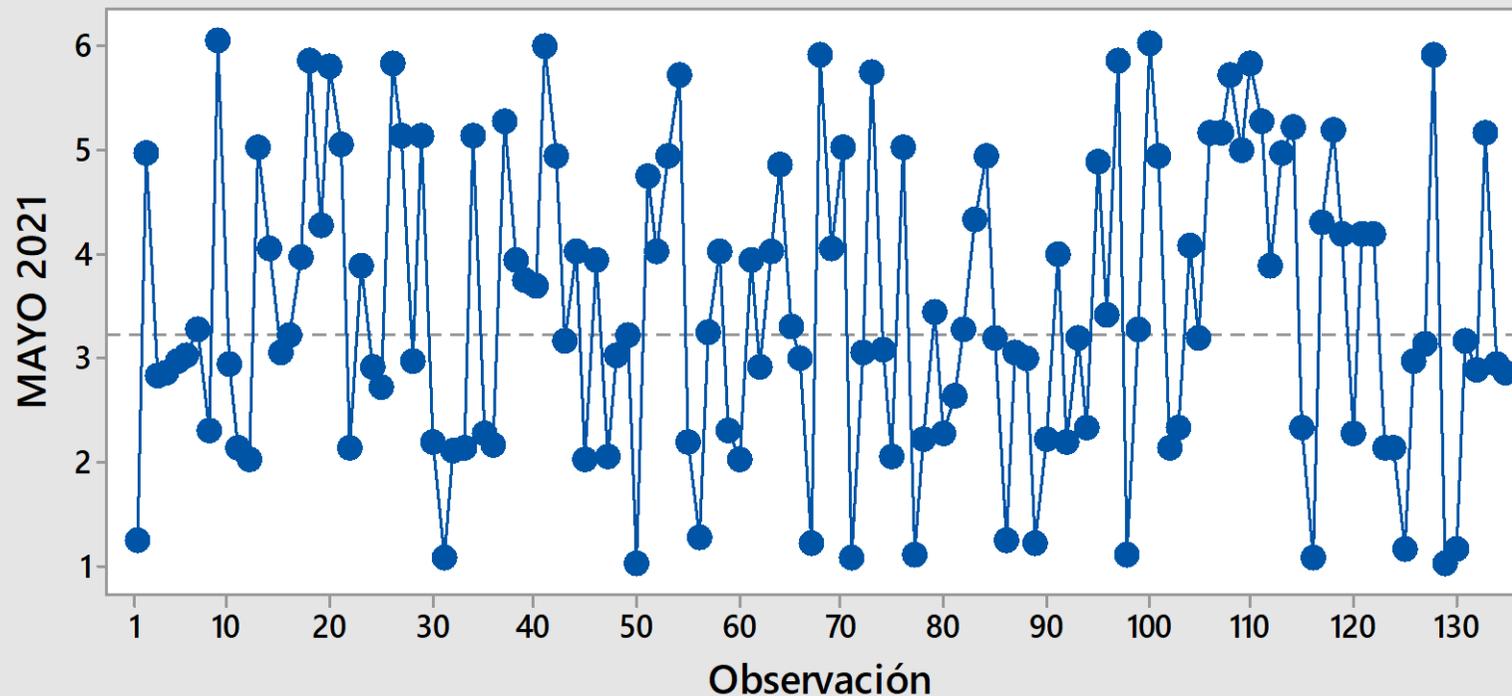


**ANEXO I**  
**PLAN DE ACCIÓN**  
**INCREMENTO DE EQUIPOS QUE INGRESAN AL TALLER**



**ANEXO J**  
**GRÁFICAS DE CORRIDAS**  
**PERIODO MAYO Y JUNIO 2021**

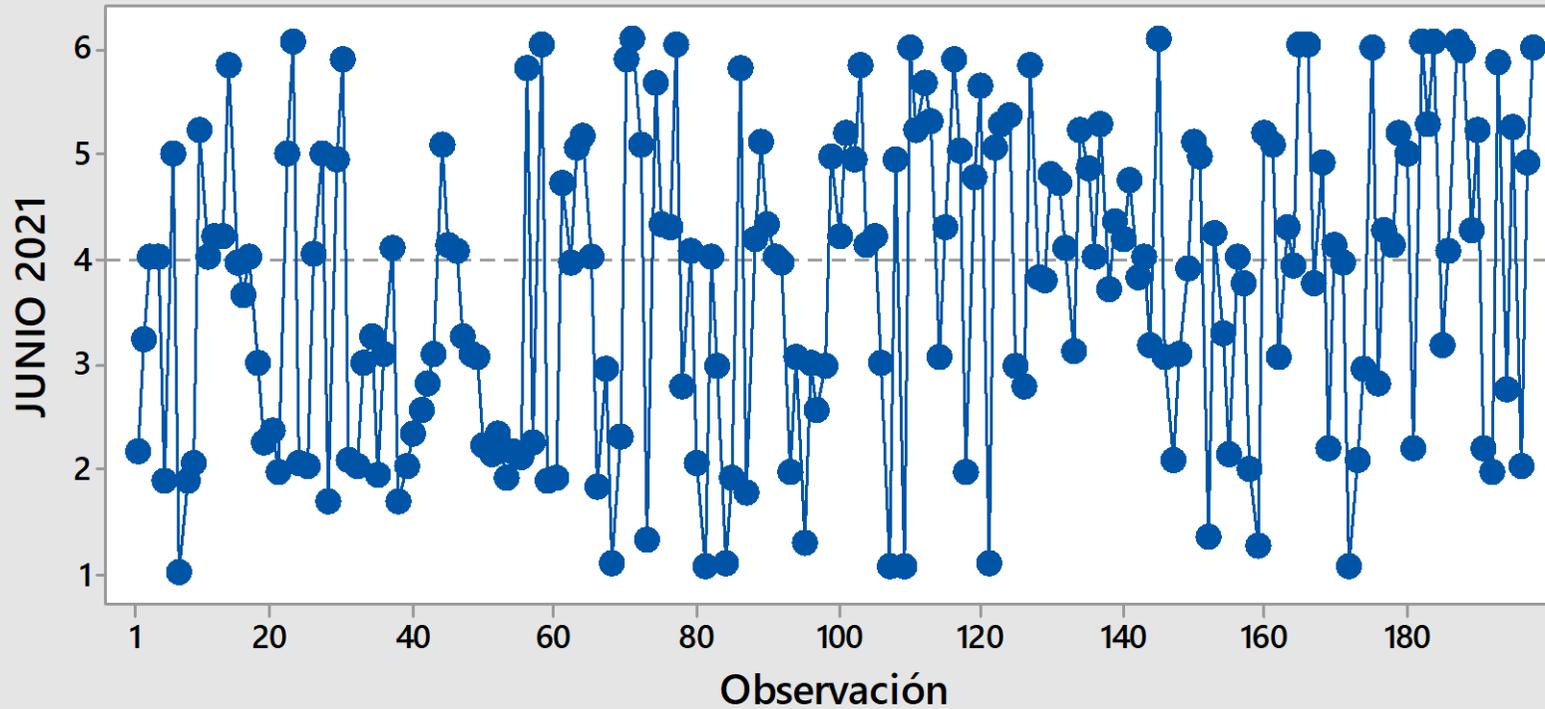
## Gráfica de corridas de MAYO 2021



Número de corridas de la mediana:	61
Número de corridas esperadas:	68,5
La corrida más larga de la mediana:	9
Valor p aproximado para crear conglomerado:	0,098
Valor p aproximado para las mezclas:	0,902

Número de corridas hacia arriba y hacia abajo:	82
Número de corridas esperadas:	89,7
La corrida más larga hacia arriba y hacia abajo:	4
Valor p aproximado para las tendencias:	0,058
Valor p aproximado para la oscilación:	0,942

## Gráfica de corridas de JUNIO 2021



Número de corridas de la mediana:	96
Número de corridas esperadas:	100,0
La corrida más larga de la mediana:	9
Valor p aproximado para crear conglomerado:	0,286
Valor p aproximado para las mezclas:	0,714

Número de corridas hacia arriba y hacia abajo:	129
Número de corridas esperadas:	131,7
La corrida más larga hacia arriba y hacia abajo:	7
Valor p aproximado para las tendencias:	0,326
Valor p aproximado para la oscilación:	0,674