



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Incrementar el porcentaje de asistencias técnicas que cumplan
un tiempo de solución establecido en una empresa
comercializadora de electrodomésticos mediante la aplicación
herramientas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma”.**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Roddy Oswaldo Pérez Parra

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2025

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero
agradecimiento a Dios, a
mi familia y a las personas
que apoyaron para
alcanzar este logro
personal.

DEDICATORIA

A mi familia, principalmente a mi compañera de luchas por su paciencia. También a la juventud, en especial a mi hija, quien me inspira por ser mejor padre día tras día, y demostrarle que los sueños se logran siempre que uno se los propone.

Finalmente, este resultado extiende al equipo de trabajo, quienes han sido protagonistas durante el desarrollo del proyecto.

EVALUADORES

Carlos Inés Bartolomé, MSc.
Tutor de proyecto

Kleber Barcia Villacreses., Phd.
Evaluador de proyecto

DECLARACIÓN EXPRESA

“Yo RODDY OSWALDO PÉREZ PARRA acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor. El estudiante deberá procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 7 de febrero del 2025.”

Roddy Oswaldo Pérez Parra

RESUMEN

El presente proyecto se basa en el estudio del servicio técnico de una empresa que comercializa electrodomésticos, y se centraliza en los CSA locales de la provincia del Guayas, quienes son los responsables de realizar las asistencias técnicas al consumidor final con el fin de brindar solución a los problemas técnicos.

En primera instancia, antes de abordar el estudio, se convocan a miembros del proyecto de las áreas de apoyo de servicio para trabajar con un equipo multidisciplinario que permita entender la situación inicial que cada CSA, como de los recursos disponibles y formas de trabajo con las que se ejecutan las asistencias técnicas. Además, entre todos definir un planteamiento del problema que tenga gran potencial de profundizar en la esencia de lo que es calidad de servicio, y que a medida que se intensifique la investigación, se desarrolle por fases, como lo recomienda la metodología DMAIC.

Según los datos históricos a nivel de servicios en garantía, se reconoce que, de cada 100 clientes, existían al menos unos 40 clientes que no son atendidos con un tiempo de respuesta menor o igual a un día, siendo una referencia desfavorable, que afecta la satisfacción al cliente. A pesar de eso ya es un reto, para hacer alcanzable el proyecto se fija como objetivo incrementar el cumplimiento de solucionar una falla de un artículo en primera visita en un 25%.

A fin de que el estudio sea dosificado, se hacen mediciones desde lo general a lo particular, de tal forma que al tener cuantificada algunas variables, se analizan los datos para saber cuál es la capacidad del proceso de asistencia técnica, como la de ciertos estadísticos que se aplican para robustecer el proyecto. En esta etapa ya se profundiza intensamente con la aplicación de herramientas de Manufactura esbelta y Seis sigmas, por lo que, de la mano de buenas prácticas de gestión se van reduciendo las actividades que no agregan valor, como también optimizando los recursos materiales que son necesarios para un servicio, que son puestas en marcha a través del protagonismo, compromiso y gran valentía de los técnicos por ser testimonios de la mejora continua. Posteriormente, se determinan cuáles son los factores y niveles que causan efectos en la variable dependiente "Y=RT", siendo el tiempo de respuesta de las asistencias técnicas que incurre en la transformación favorable, haciendo que la labor pase de ser un oficio rutinario a servicio de calidad que constantemente busca seguir evolucionando hasta llegar a un proceso capaz de cumplir las especificaciones requeridas por los clientes.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL	II
ABREVIATURAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación del Proyecto.....	2
1.4. Voz del Cliente.....	4
1.5. SIPOC (Alcance)	7
1.6. Objetivos.....	8
1.6.1. Objetivo General	8
1.6.2. Objetivo Específicos.....	8
1.7. Project Charter.....	9
CAPÍTULO 2	10
2. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA	10
2.1. Fase de Medición	10
2.1.1. Correlación entre Ventas y Servicios Producidos	10
2.1.2. Determinación de las principales categorías de electrodomésticos	12
2.1.3. Segmentación	14
2.1.4. Prueba de Normalidad.....	16
2.1.5. Capacidad del proceso.....	17
2.2. Fase de Análisis	22
2.2.1. Diagrama de Ishikawa.....	22
2.2.2. Matriz Causa - Efecto.....	22
2.2.3. Análisis de Modalidad de Falla y Efecto (AMFE)	24
2.2.4. Selección las causas de variación	24
2.2.5. Plan de verificación de causas	26
2.2.6. Los 5 ¿Por qué?.....	27
2.2.7. Análisis Estadístico	29
2.2.8. Gemba walking.....	50
2.2.9. Diseño de Experimentos (DOE)	52

2.3.	Fase de Mejora y Control.....	67
2.3.1.	Estandarización.....	68
2.3.2.	Control de inventario de repuestos con JIT	74
CAPÍTULO 3	77
3.	RESULTADOS.....	77
3.1.	ASPECTOS CUALITATIVOS.....	77
3.1.1.	Diagrama de flujo estándar de servicio técnico.....	77
3.1.2.	Informe Técnico homologado	78
3.1.3.	Estaciones de Lección de un punto.....	79
3.2.	ASPECTOS CUANTITATIVOS	80
3.2.1.	Auditoría de un CSA SMART	80
3.2.2.	Reducción del costo por reemplazos de productos	82
3.2.3.	Reducción del tiempo de respuesta.....	83
CAPÍTULO 4	85
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
4.1.	Conclusiones	85
4.2.	Recomendaciones	86
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ABREVIATURAS

MAPE	Mean Absolute Percent Error
CSA	Centro Servicio Autorizado
PCR	Planificación y Control de Repuestos
CAT	Centro de Atención Telefónica
VOC	Voice of Customer
CTQ	Critical to Quality
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output and Customer
VSM	Value Stream Mapping
CRM	Customer Relationship Management
RT	Tiempo de Respuesta
REP	Repuesto
OTRO	Otro medio
KPIs	Key Performance Indicators

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Concentración de mercado de las principales empresas líderes en electrodomésticos	3
Figura 1.2 Relación entre Ventas y Servicios Producidos a nivel de Ecuador de los principales electrodomésticos.....	4
Figura 1.3 Relación de la voz de clientes con los parámetros de calidad	5
Figura 1.4 Determinación de los parámetros de calidad como CTQ.....	6
Figura 1.5 SIPOC proceso de postventa para servicio en garantía.....	7
Figura 1.6 Roadmap con base en el SIPOC proceso de postventa para servicio en garantía.....	8
Figura 1.7 Project Charter del proyecto	9
Figura 2.1 Tendencia de las Ventas a nivel de Ecuador de los principales electrodomésticos	10
Figura 2.2 Tendencia de los Servicios Producidos a nivel de Ecuador de los principales electrodomésticos.....	11
Figura 2.3 Gráfica de matriz de correlación Servicios Producidos EC y Ventas EC... 11	
Figura 2.4 Gráfica de dispersión de Ventas Ec vs Servicios Producidos EC.....	12
Figura 2.5 Diagrama de Pareto unidades vendidas de las principales categorías de electrodomésticos del año 2021 al 2023	12
Figura 2.6 Diagrama de Pareto de ingresos generados por las principales categorías de electrodomésticos del año 2021 al 2023.	13
Figura 2.7 Mapa de Ecuador por regiones	14
Figura 2.8 Impacto de RT>1 por región del Ecuador entre año 2022 - 2023	14
Figura 2.9 Diagrama de Pareto: Servicios en Garantía por provincias de la Costa entre año 2022 - 2023.....	15
Figura 2.10 Las provincias y CSA representantes del 80% de la región Costa del Ecuador entre año 2022 - 2023.....	15
Figura 2.11 Gráfica de la probabilidad de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023.....	16
Figura 2.12 Gráfica del análisis de Capacidad del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, con valores atípicos.....	17
Figura 2.13 Gráfica del análisis de Capacidad del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, sin valores atípicos.....	18
Figura 2.14 Informe de los estadísticos descriptivos del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, sin valores atípicos.	19
Figura 2.15 Histograma del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, sin valores atípicos.....	20
Figura 2.16 Histograma del porcentaje de cumplimiento del tiempo establecido (≤ 1 día) de la provincia del Guayas desde el año 2018 al 2023, sin valores atípicos.....	21
Figura 2.17 Diagrama de causa – efecto de los clientes que no tienen un tiempo de respuesta de su asistencia técnica ≤ 1 día.	22

Figura 2.18 Herramienta AMFE aplicada para identificar las causas potenciales.....	24
Figura 2.19 Gráfica de la Matriz de Impacto - Esfuerzo.....	26
Figura 2.20 Gráfica de correlaciones $Y_{1 RT \leq 1}$ vs $X_{1 REP}$, $Y_{1 RT \leq 1}$ vs $X_{1 OTRO}$	32
Figura 2.21 Gráfica de dispersión de $Y_{1 RT \leq 1}$ vs $X_{1 REP}$	33
Figura 2.22 Gráfica de dispersión de $Y_{1 RT \leq 1}$ vs $X_{1 OTRO}$	33
Figura 2.23 Gráfica de caja de $X_{1 REP}$, $X_{1 OTRO}$	35
Figura 2.24 Gráfica de caja de CSA_C_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_A_{REP}	36
Figura 2.25 Gráfica de caja de CSA_C_{OTRO} , CSA_B_{OTRO} , CSA_A_{OTRO}	36
Figura 2.26 Gráfica de probabilidad de CSA_C_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_A_{REP}	37
Figura 2.27 Gráfica de probabilidad de CSA_C_{OTRO} , CSA_B_{OTRO} , CSA_A_{OTRO}	38
Figura 2.28 Gráfica correlación entre CSA_C_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_A_{REP}	39
Figura 2.29 Gráfica correlación entre CSA_C_{OTRO} , CSA_B_{OTRO} , CSA_A_{OTRO}	40
Figura 2.30 Gráfica de Prueba de igualdad de varianzas entre CSA_A_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_C_{REP}	42
Figura 2.31 Gráfica de Caja entre CSA_A_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_C_{REP}	43
Figura 2.32 Gráfica de Prueba de igualdad de varianzas entre CSA_A_{OTRO} , CSA_B_{OTRO} , CSA_C_{OTRO}	44
Figura 2.33 Gráfica de Caja entre CSA_A_{OTRO} , CSA_B_{OTRO} , CSA_C_{OTRO}	44
Figura 2.34 Gráfica de diferencia de las medias para $X_{1 REP}$	46
Figura 2.35 Gráfica de intervalos $X_{1 REP}$ vs. CSA_{REP}	46
Figura 2.36 Gráfica de residuos $X_{1 REP}$	47
Figura 2.37 Gráfica de diferencia de las medias para $X_{1 OTRO}$	49
Figura 2.38 Gráfica de intervalos $X_{1 OTRO}$ vs. CSA_{OTRO}	49
Figura 2.39 Gráfica de residuos $X_{1 OTRO}$	50
Figura 2.40 Administrativas que atienden al público de cada CSA.....	50
Figura 2.41 Retroalimentación tardía entre el técnico y administrativa.....	51
Figura 2.42 Cartelera desactualizada de los indicadores de desempeño.....	51
Figura 2.43 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día que dependen de Otro medio para principales categorías.....	53
Figura 2.44 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día que dependen de Otro medio para Lavadoras	53
Figura 2.45 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día que dependen de Otro medio para Refrigeradoras	54
Figura 2.46 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día que dependen de Otro medio para Secadoras	54
Figura 2.47 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día que dependen de Repuestos para principales categorías.....	55
Figura 2.48 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día que dependen de Repuestos para lavadoras	55
Figura 2.49 Diagrama de Pareto: Servicios completados con $RT > 1$ día	55

que dependen de Repuestos medio para Refrigeradoras	55
Figura 2.50 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día	56
que dependen de Repuestos para Secadoras	56
Figura 2.51 Ecuación de regresión en unidades de $Y=RT(X_{1\text{ REP}})$,	57
Figura 2.52 Diagrama de Pareto de efectos con base en los factores de los casos con “Repuestos” que tienen un efecto significativo en el $Y=RT(X_{1\text{ REP}})$	57
Figura 2.53 Gráfica de efectos principales para $Y=RT(X_{1\text{ REP}})$	60
Figura 2.54 Gráfica de interacción para $Y=RT(X_{1\text{ REP}})$	60
Figura 2.55 Gráfica de cubos (medias ajustadas) de $Y=RT(X_{1\text{ REP}})$	61
Figura 2.56 Optimización de respuesta: Minimizar $Y=RT(X_{1\text{ REP}})$	61
Figura 2.57 Ecuación de regresión en unidades de $Y=RT(X_{1\text{ OTRO}})$	62
Figura 2.58 Diagrama de Pareto de efectos con base en los factores de los casos con “Otro medio” que tienen efecto significativo en el $Y=RT(X_{1\text{ OTRO}})$	62
Figura 2.59 Gráfica de efectos principales para $Y=RT(X_{1\text{ OTRO}})$	65
Figura 2.60 Gráfica de interacción para $Y=RT(X_{1\text{ OTRO}})$	65
Figura 2.61 Gráfica de cubos (medias ajustadas) de $Y=RT(X_{1\text{ OTRO}})$	66
Figura 2.62 Optimización de respuesta: Minimizar $Y=RT(X_{1\text{ OTRO}})$	66
Figura 2.63 Tour de visitas e interacción con los técnicos de los CSA.....	67
Figura 2.64 Calidad de información del producto en el sistema CRM	68
Antes - Después.....	68
Figura 2.65 Data Studio de los KPIs de Servicio del CSA,	69
Antes - Después.....	69
Figura 2.66 Los 5 pasos correctos de diagnóstico técnico del CSA.....	70
Figura 2.67 Dotación de herramientas e instrumentos de medición para efectuar las asistencias técnicas del CSA.....	71
Figura 2.68 Provisión de stock de repuestos de seguridad para efectuar las asistencias técnicas.	71
Figura 2.69 Esquemas de Buenas Prácticas para diligenciar a tiempo novedades con repuestos.	72
Figura 2.70 Buen uso de dispositivos y tecnología para consultas técnicas como toma de evidencias para retroalimentación del CSA,	73
Antes – Después.....	73
Figura 3.1 Elaboración del diagrama de flujo estándar de servicio técnico.....	77
Figura 3.2 Elaboración de un formato para reporte técnico homologado con el área de Entrenamiento y Soporte Técnico.	78
Figura 3.3 Sesiones presenciales y virtuales de lección de un punto como refuerzo a los CSA.....	79
Figura 3.4 Gráfico de radar del cumplimiento de requerimientos de los CSA.	80
Auditoría Inicial.....	80
Figura 3.5 Gráfico de radar del cumplimiento de requerimientos de los CSA.	81
Auditoría Final.....	81
Figura 3.6 Tendencia de costos PEX 2024 para $RT(X_{1\text{ OTRO}})$ de los CSA.	82

Figura 3.7 Tendencia de costos PEX 2024 para RT ($X_{1\text{ REP}}$) de los CSA.	82
Figura 3.8 Gráfica de control de individuos RT de los CSA a nivel Guayas	83
Figura 3.9 Gráfica de control de individuos RT de los CSA a nivel Guayas	84
Figura 3.10 Capacidad de proceso, Antes / Después del RT a nivel Guayas	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Problema a resolver.....	2
Tabla 2. Datos respectivos; Ventas EC vs Servicios Producidos EC.....	3
Tabla 3. Calificación de los parámetros de calidad.....	5
Tabla 4. Lista de ingresos generados de las principales categorías de electrodomésticos del año 2021 al 2023	13
Tabla 5. Participación de servicios en garantía por provincias de la región Costa entre año 2022 - 2023.....	15
Tabla 6. Prueba de bondad de ajuste de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023	16
Tabla 7. Matriz causa – efecto.....	23
Tabla 8. Selección de causas posibles vitales de Matriz causa – efecto	23
Tabla 9. Niveles para Matriz impacto - esfuerzo	25
Tabla 10. Puntaje por cuadrante para Matriz impacto - esfuerzo.....	25
Tabla 11. Iniciativas para Matriz impacto - esfuerzo	25
Tabla 12. Matriz impacto - esfuerzo.....	26
Tabla 13. Plan de verificación de causas.....	27
Tabla 14. Tipología del CAT sobre casos que no cumplieron con el tiempo de respuesta establecido por la compañía, ni tampoco dependían de repuestos.	28
Tabla 15. Análisis de los 5 ¿Por qué?	28
Tabla 16. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_C.....	29
Tabla 17. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_B.....	30
Tabla 18. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_A.....	30
Tabla 19. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_Guayas	31
Tabla 20. Fuerza de la correlación	32
Tabla 21. Correlaciones $X_{1\text{ REP}}$; $X_{1\text{ OTRO}}$; $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$	32
Tabla 22. Análisis de regresión de $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ vs $X_{1\text{ REP}}$, $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ vs $X_{1\text{ OTRO}}$	34
Tabla 23. Semanas a excluir del análisis por tener valores atípicos en ciertos CSA.	37
Tabla 24. Correlación: $CSA_C_{\text{ REP}}$; $CSA_B_{\text{ REP}}$; $CSA_A_{\text{ REP}}$	40
Tabla 25. Correlación: $CSA_C_{\text{ OTRO}}$; $CSA_B_{\text{ OTRO}}$; $CSA_A_{\text{ OTRO}}$	41
Tabla 26. Prueba de igualdad de varianzas: $X_{1\text{ REP}}$ vs. $CSA_{\text{ REP}}$	42
Tabla 27. Prueba de igualdad de varianzas: $X_{1\text{ OTRO}}$ vs. $CSA_{\text{ OTRO}}$	43
Tabla 28. ANOVA de un solo factor: $X_{1\text{ REP}}$ vs. $CSA_{\text{ REP}}$ (Welch).....	45
Tabla 29. ANOVA de un solo factor: $X_{1\text{ OTRO}}$ vs. $CSA_{\text{ OTRO}}$ (Welch).....	48
Tabla 30. Descripción de los factores y niveles de los casos de estudio	53
Tabla 31. Datos de cantidad de asistencias técnicas que dependen de Otro medio con $RT > 1$ día de los vitales productos por CSA.....	54
Tabla 32. Datos de cantidad de asistencias técnicas que dependen de Repuestos	

con RT>1 día de los vitales productos por CSA.....	56
Tabla 33. Resumen de diseño.....	56
Tabla 34. ANOVA del $Y=RT (X_{1 \text{ REP}})$	59
Tabla 35. Coeficiente de determinación R^2 del modelo del $Y=RT (X_{1 \text{ REP}})$	59
Tabla 36. ANOVA del $Y= RT (X_{1 \text{ OTRO}})$	63
Tabla 37. Coeficiente de determinación R^2 del modelo del $Y=RT (X_{1 \text{ OTRO}})$	64
Tabla 38. Control de inventario; tiempo de despacho (TS) vs tiempo total de solución (TAT) para lavadoras.....	74
Tabla 39. Control de inventario; tiempo de despacho (TS) vs tiempo total de solución (TAT) para refrigeradoras	75
Tabla 40. Control de inventario; tiempo de despacho (TS) vs tiempo total de solución (TAT) para secadoras.....	75
Tabla 41. Cuadro de evaluación inicial de requerimientos de los CSA.	80
Tabla 42. Cuadro de evaluación final de requerimientos de los CSA.	81

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

A pesar que la economía mundial disminuyó por la crisis de emergencia sanitaria por Covid-19 en el año 2020, dado que algunos fabricantes perdieron capital humano como financiero para sostener la cadena de suministros, la empresa donde se aplica este proyecto, se sostiene como una corporación multinacional dedicada a la fabricación y comercialización de electrodomésticos con gran prestigio en algunos países como Estados Unidos, México y Colombia. [1]

En Ecuador, la compañía regularmente lidera la comercialización en línea blanca, de modo que el departamento de ventas se interesa mucho que en la postventa se fidelicen a los consumidores finales a través de una buena experiencia o satisfacción por medio del cumplimiento de soluciones ejecutadas en una primera visita técnica, basados en; rapidez en el tiempo de respuesta más buena calidad del servicio técnico y disposición de los recursos materiales necesarios.

Para consolidar un excelente servicio, es imprescindible contar con áreas de apoyo que contribuyen en la preparación técnica y a la gestión de las operaciones como lo son:

- Centro de Atención Telefónica (CAT),
- Planificación y Control de Repuestos (PCR),
- Calidad de producto,
- Entrenamiento y Soporte Técnico,

Importante destacar que posterior a la pandemia, el área de apoyo más afectado ha sido PCR, por la incertidumbre en el aprovisionamiento de repuestos importados.

Con base en lo citado, la propuesta del presente proyecto está enmarcado al alcance geográfico de una red de Centros de Servicio Autorizados (CSA) que atienden la mayor concentración de las asistencias técnicas requeridas por los consumidores día tras día. Es importante indicar que se considera una prueba piloto de una cobertura representativa del servicio técnico de Ecuador.

Por otra parte, como datos generales durante el año 2023 y primer trimestre del 2024, se tiene que:

- Promedio mensual de órdenes de servicio completados por garantías = 975 tickets
- Porcentaje de garantías sobre el total de órdenes de servicio completados = 60%
- Promedio mensual del tiempo de respuesta sobre órdenes de servicio completados por garantías = 4,1 días
- Se cuenta con 15 Centros Servicio Autorizado (CSA) a nivel de Ecuador.
- Fuerza laboral técnica a nivel nacional > 70 técnicos.

1.2. Descripción del problema

El número de asistencias técnicas que han sido cumplidas y solucionadas en la primera visita previo al estudio del presente proyecto no es suficiente, por lo tanto, la satisfacción de los clientes se afecta cuando no se logra solucionar ni arreglar de inmediato el inconveniente que tiene un electrodoméstico.

Tabla 1. Problema a resolver

Preguntas	Respuestas
¿Qué?	Bajo porcentaje de cumplimiento del tiempo establecido para solucionar un servicio técnico en la primera visita.
¿Qué tanto?	Del 60%.
¿Dónde?	Servicio Técnico, de Ecuador.
¿Cuándo?	Desde el año 2017 hasta el año 2023.
¿Cómo lo sé?	Por la meta definida por la compañía es alcanzar al menos el 75%.

Fuente: Autor

Como declaración se obtiene que; el porcentaje de cumplimiento del tiempo establecido (≤ 1 día) que tiene el servicio técnico en el Ecuador, para solucionar en primera visita las órdenes en garantía, desde el año 2017 hasta el año 2023 ha sido en promedio 60%, pero la meta definida por la compañía es alcanzar al menos el 75%.

1.3. Justificación del Proyecto

Como parte de la investigación primaria se considera la situación del mercado de los principales electrodomésticos. Según informe de una organización investigadora de mercado, se prevé que crezca positivamente la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) en los próximos años, siendo una proyección de ventas de más del 4% durante el período de pronóstico (2023-2028). Algunos de los principales factores que impulsan la demanda de electrodomésticos en el mundo incluyen la rápida urbanización a escala mundial, un aumento en el ingreso per cápita de las personas y el cambio de las preferencias de los consumidores, ya que las personas están dispuestas a invertir más en electrodomésticos para reducir sus tareas domésticas. [2]

Dicho esto, es importante considerar que esta investigación tiene impacto directo a las principales empresas líderes de alta competencia que se están volviendo tecnológicamente avanzadas y están creando características innovadoras en sus productos para hacer que la vida de los clientes sea cómoda, como referencia de marcas tenemos:

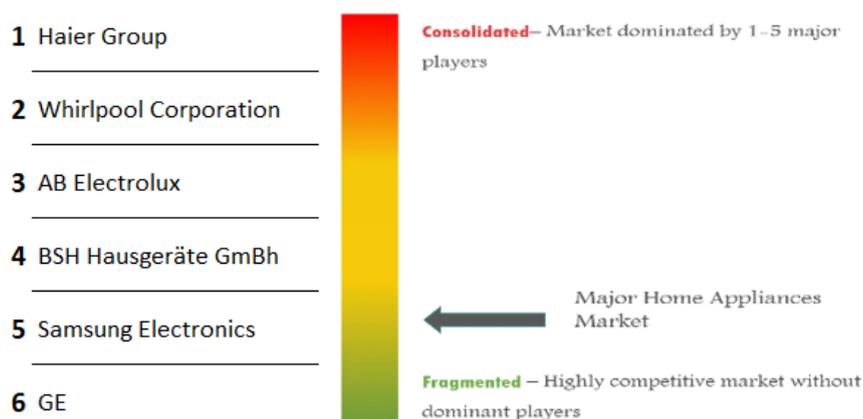


Figura 1.1 Concentración de mercado de las principales empresas líderes en electrodomésticos

Fuente: Mordor Intelligence

Ahora, si se vincula la situación real de la empresa donde se aplica este proyecto, hay un gran sentido de asertividad en la investigación de mercado realizada, ya que durante el penúltimo trimestre del año 2023 las ventas siguieron un comportamiento con tendencia positiva, por la cual, si se intensifica la comercialización a mayoristas mientras el país no pase por una recesión económica, suele haber en un lapso de 2 a 3 meses posteriores una amplificación de asistencias técnicas para consumidores finales sobre aquellos productos vendidos.

Tabla 2. Datos respectivos; Ventas EC vs Servicios Producidos EC
(Lavado & Refrigerador)

Periodo	Ventas	No. Servicios
ene-2023	14013	794
feb-2023	16871	669
mar-2023	18570	1096
abr-2023	16349	994
may-2023	14485	893
jun-2023	11515	925
jul-2023	13114	674
ago-2023	10449	724
sep-2023	20909	817
oct-2023	17566	578

Fuente: Autor

En la Figura 1.2, se observan los datos graficados de la Tabla 2 que mientras existen ventas de los principales electrodomésticos, se generan en promedio cerca de un 5% en asistencias técnicas solicitados por los consumidores finales que han comprado un producto de la marca de esta empresa en proceso de estudio.

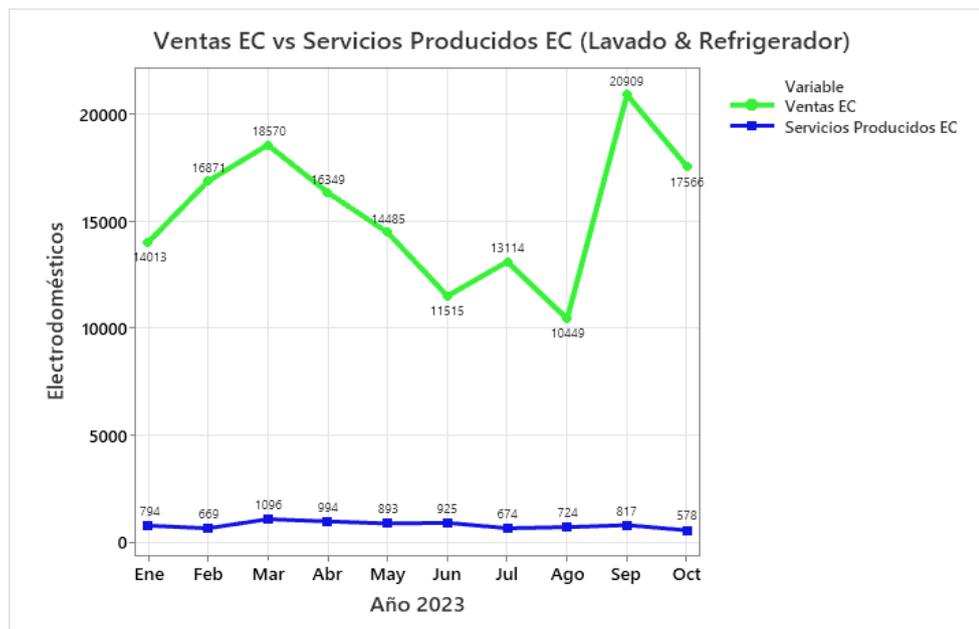


Figura 1.2 Relación entre Ventas y Servicios Producidos a nivel de Ecuador de los principales electrodomésticos

Fuente: Excel 2019

Por lo tanto, para lograr que el giro de negocio sea saludable, una vez que finalice una venta, la postventa toma un rol protagónico en la experiencia de los consumidores finales, de modo que este proyecto se enfoca en que las asistencias técnicas cumplan con el tiempo de solución establecido por la empresa y acorde a las expectativas de los clientes aumente la probabilidad de que recomienden el servicio técnico de la marca.

1.4. Voz del Cliente

En este punto, se realiza una investigación para comprender las necesidades relevantes de los consumidores finales y grupos interesados del área de Servicio.

Por un lado, se desea levantar información enfocado en los intereses o requerimientos de los consumidores finales a través de los llamados clientes externos, es decir, tanto del personal cercano al área de ventas que ayude a segmentar el estudio en las principales categorías de electrodomésticos donde hay mayor comercialización, y de parte del área de ingeniería que colabore en orientar que sería necesario para lograr el nivel de preparación técnica óptimo que garantice un buen nivel de servicio de estos productos.

Por otra parte, como cliente interno se toma en cuenta a la Gerencia de atención al consumidor, quien tiene en su naturaleza buscar aumentar el nivel de satisfacción de los clientes, y optimizar los recursos necesarios que provee la empresa.

Al consolidar las ideas del cliente interno y externos, se resume que tienen la necesidad común en:

- Posicionar la marca con buena experiencia postventa.
- Cuidar al máximo el servicio postventa.
- Potenciar la formación para reforzar la asistencia técnica.

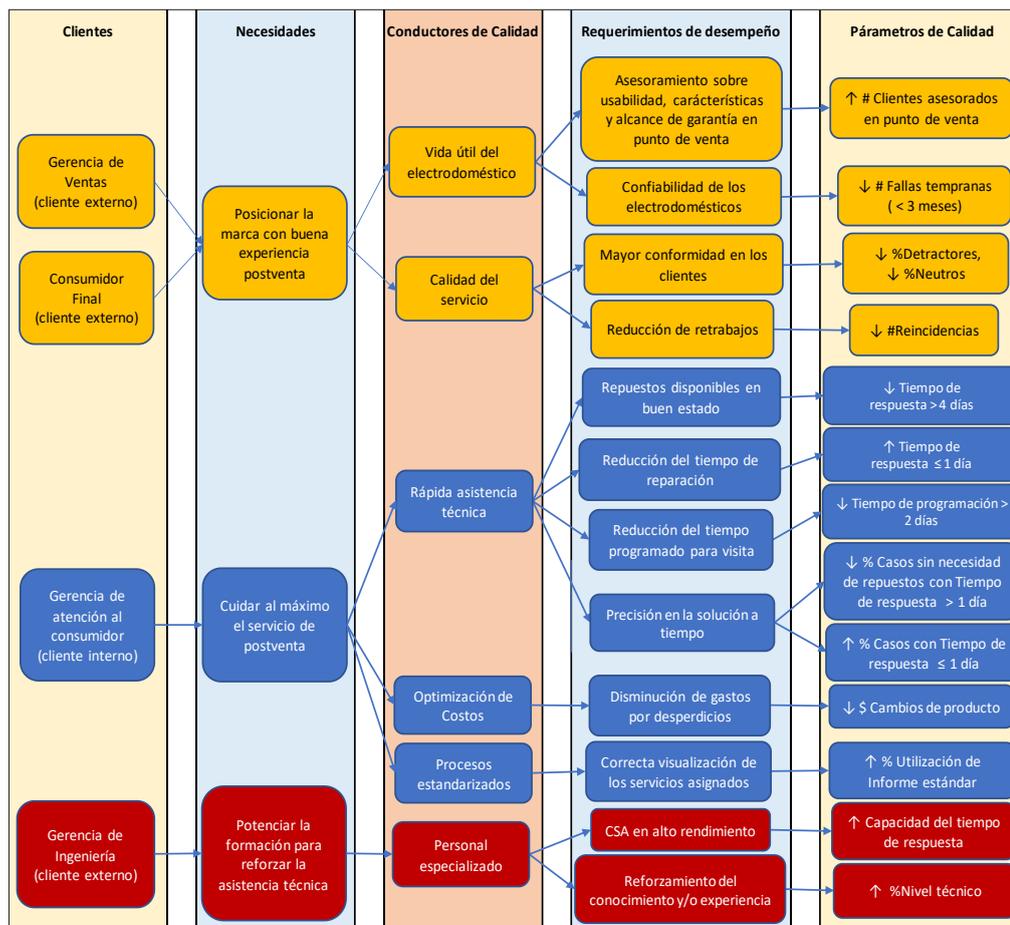


Figura 1.3 Relación de la voz de clientes con los parámetros de calidad

Fuente: Autor

Con base en la Figura 1.3, se recopila la lluvia de ideas para dar paso a la organización de parámetros de calidad que más valoran los clientes, por la cual, para poder diferenciarlas se las califica como críticas o importantes.

Tabla 3. Calificación de los parámetros de calidad

Parámetros de Calidad	Calificación	
	Importante	Crítica
↑ # Clientes asesorados en punto de venta	*	
↓ # Fallas tempranas (< 3 meses)		*
↓ %Detractores, ↓ %Neutros		*
↓ #Reincidencias		*
↓ Tiempo de respuesta > 4 días		*
↑ Tiempo de respuesta ≤ 1 día		*
↓ Tiempo de programación > 2 días	*	
↓ % Casos sin necesidad de repuestos con Tiempo de respuesta > 1 día		*
↑ % Casos con Tiempo de respuesta ≤ 1 día		*
↓ \$ Cambios de producto		*
↑ % Utilización de Informe estándar		*
↑ Capacidad		*
↑ % Nivel técnico		*

Fuente: Autor

Además, se observa que algunos parámetros de calidad están relacionados entre sí, es decir, a medida que uno se cumpla satisfactoriamente como consecuencia otros también tendrán impacto favorable, por lo tanto, a continuación, en la Figura 1.4 y se revisa en detalle lo mencionado.

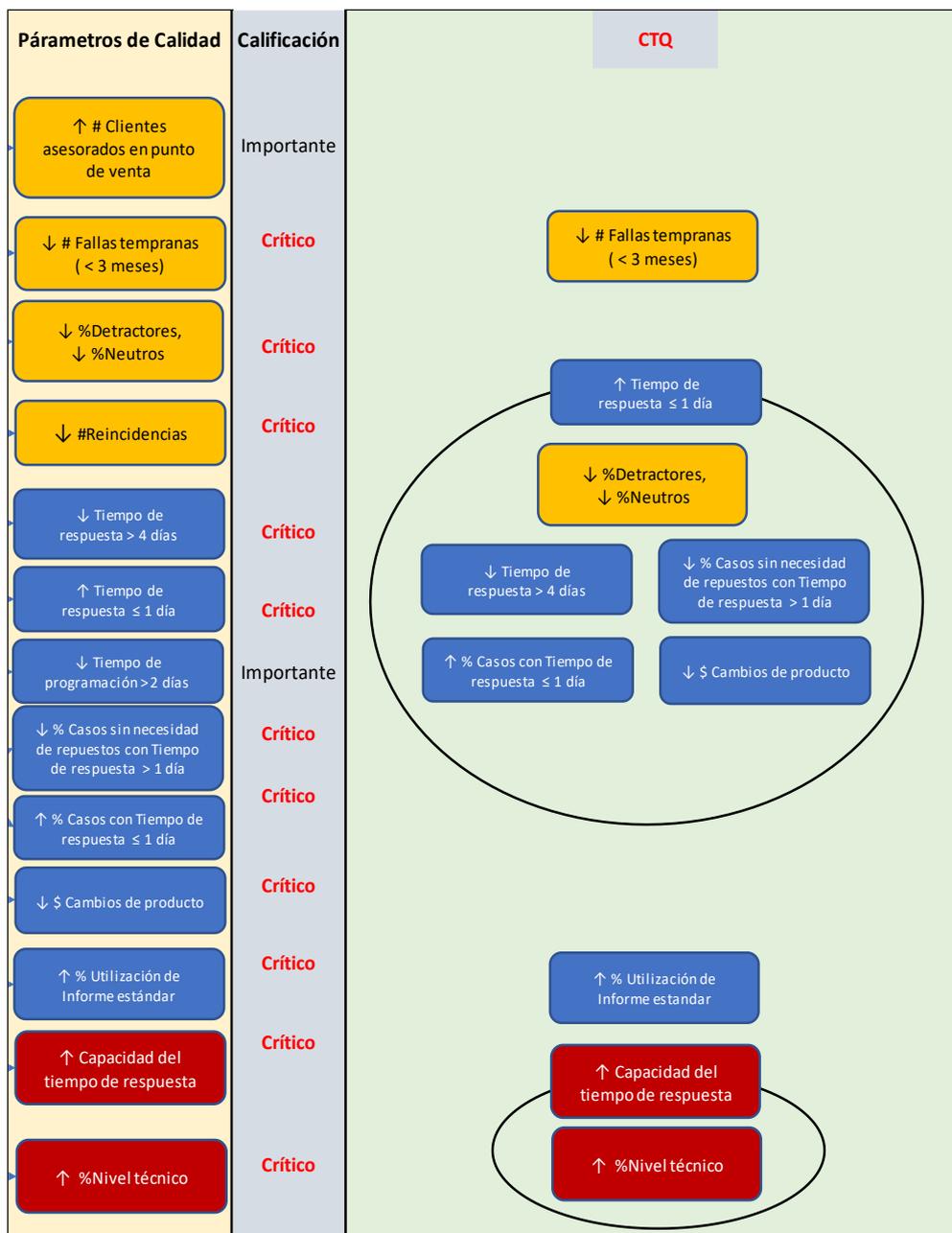


Figura 1.4 Determinación de los parámetros de calidad como CTQ.

Fuente: Autor

Con esto, se establece que los principales CTQ son:

- Disminuir la cantidad de fallas tempranas (< 3 meses).
- Aumentar las asistencias técnicas con tiempo de respuesta ≤ 1 día.
- Elevar el porcentaje de utilización de un Informe estándar.
- Ser eficiente la capacidad en el proceso del tiempo de respuesta.

Por lo tanto, de los CTQ mencionados, a pesar que para la empresa todos son interesantes, el que más valora el consumidor final es que el tiempo de respuesta de su asistencia técnica sea ≤ 1 día.

1.5. SIPOC (Alcance)

Este diagrama ayuda a interrelacionar las partes o elementos claves que intervienen en un proceso, logrando así un entendimiento general del mismo.

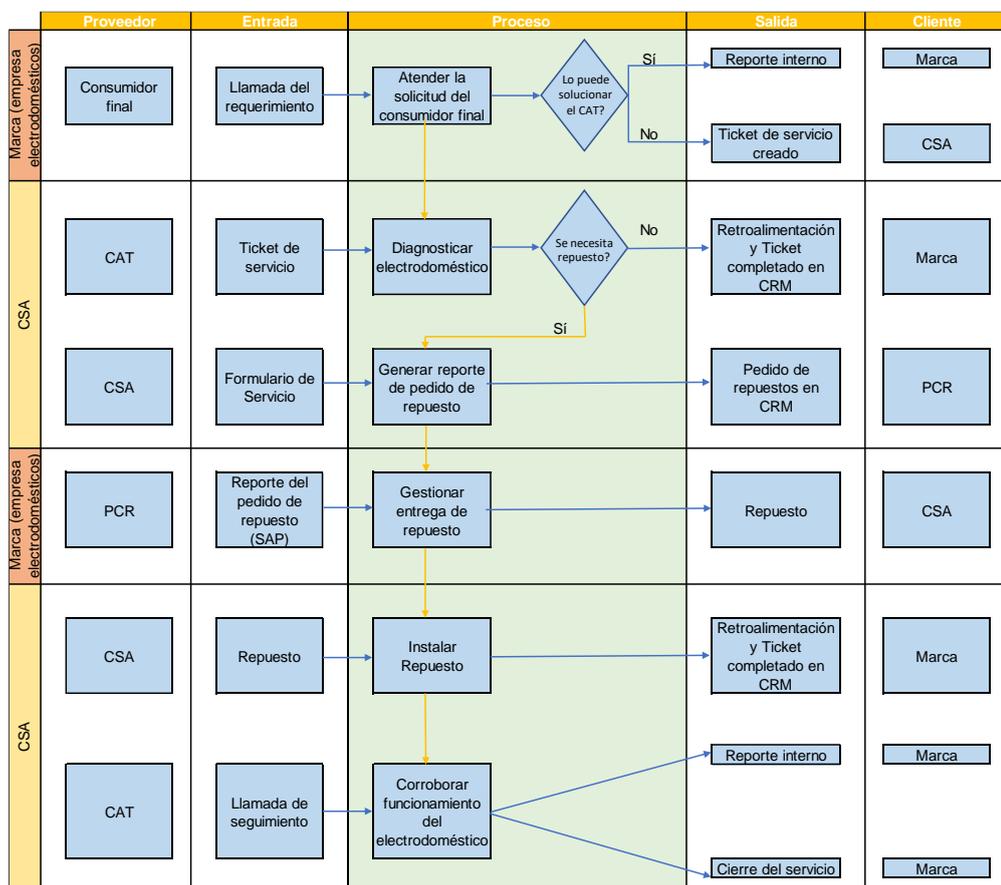


Figura 1.5 SIPOC proceso de postventa para servicio en garantía.

Fuente: Autor

El proceso en cuestión es del área postventa como objeto de estudio, inicia cuando el consumidor final o llamado cliente solicita una asistencia técnica a través del Centro de Atención Telefónica, donde hay asesores que registran los datos del cliente y por medio de un sistema CRM se crea un ticket de servicio para la inmediata fecha disponible que se puede agendar la visita técnica. El personal administrativo-técnico del Centro de Servicio Autorizado (CSA), puede visualizar el servicio generado por medio del mismo sistema CRM, reconociendo datos prácticos como; tipo de electrodoméstico, tipo de pago por ejemplo si se trata de un servicio en garantía o no, y otros datos. Luego, el CSA coordina con el cliente para que un técnico capacitado realice la asistencia técnica acorde a la fecha asignada y determine un diagnóstico. Finalmente, si el caso se trata de ajuste, instrucciones de uso, requiere adecuaciones o aspectos que no implica reparación, el técnico da el servicio por concluido y a su vez notifica al cliente el diagnóstico encontrado. Sin embargo, si el técnico encuentra algún defecto o falla de fábrica que requiera una reparación, esto conlleva a que reemplace el repuesto averiado, de modo

que si lo tiene a la disposición lo cambia de inmediato, caso contrario lo debe notificar al CSA. Por consiguiente, el técnico debe compartir el reporte del ticket de servicio técnico al área administrativa, para que este complemente la retroalimentación en el sistema CRM, realizar el pedido de repuesto a la marca de la empresa de electrodomésticos según la necesidad del producto revisado, o para completar el ticket (cerrar el caso).

A continuación, se ilustra con un ejemplo práctico la aplicación del SIPOC donde se tiene el escenario regular en que la empresa de electrodoméstico tiene como participación brindar una solución al consumidor final sin costo para el cliente, determinado como tipo de servicio en garantía. No obstante, hay otro escenario que es el llamado servicio con cargo (fuera de garantía) reconocido como tal porque se ejecuta en mutuo acuerdo entre el CSA y el consumidor final quien asume la responsabilidad de financiamiento del servicio técnico, por lo tanto, como no depende de la marca este último escenario, no entra como parte del estudio para este proyecto.

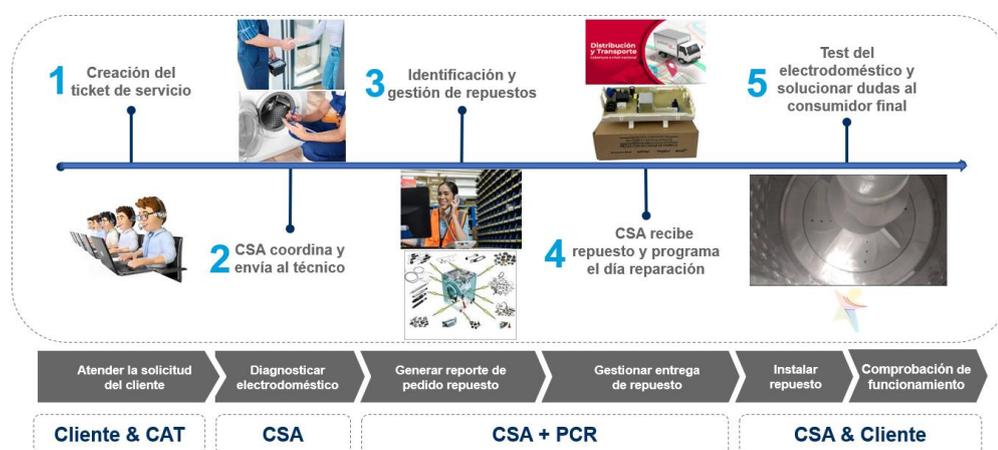


Figura 1.6 Roadmap con base en el SIPOC proceso de postventa para servicio en garantía.

Fuente: Autor

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Incrementar el cumplimiento de solucionar una falla de un artículo en primera visita en un 25%, es decir, aumentar el promedio mensual de órdenes de servicio que cumplen con el tiempo de respuesta menor o igual a 1 día.

1.6.2. Objetivo Específicos

- Analizar la situación actual de las asistencias técnicas mediante herramientas de calidad para detectar las causas potenciales que producen un tiempo de respuesta >1 día.
- Identificar cuáles CSA tienen asistencias técnicas que exceden el tiempo de respuesta establecido por la empresa y determinar la capacidad real de ellos.
- Realizar prueba piloto para evidenciar las estrategias alcanzables de mejora que permitan elevar el “know how” y el desempeño de los CSA.
- Establecer procesos estandarizados que garanticen sostenibilidad del buen servicio con respecto al tiempo.

1.7. Project Charter

Se crea un estatuto del proyecto en la que constan los miembros del equipo, sponsor, como otras partes interesadas, que se unen para asentar una información clave que es registrada en un documento formal donde constan los desafíos y acuerdos establecidos, de tal forma que proporcione una visión clara para todos los funcionarios de la compañía y que les permita comprender tanto la estrategia como el horizonte del proyecto con base en la situación inicial del estudio que está enmarcado de los objetivos, alcance y beneficios. Naturalmente, el Project Charter es una fuente de referencia que, para darle mejor contexto, se detalla en la Figura 1.6.

PROJECT CHARTER				
Información General del Proyecto				
Título del Proyecto	Incrementar el porcentaje de asistencias técnicas que cumplan un tiempo de solución establecido en una empresa comercializadora de electrodomésticos mediante la aplicación herramientas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma			
Sponsor del Proyecto	Gerencias			
Líder del Proyecto	Supervisor Servicio Técnico Ecuador			
Equipo de Proyecto	Departamento Entrenamiento y Soporte Técnico, Planificación y Control de Repuestos (PCR), Centro de Atención Telefónica (CAT), Centro de Servicio Autorizado (CSA)			
Proceso impactado	Postventa para servicio en garantía			
Inicio esperado	mar-24			
Semana de implantación esperada	sep-24			
Descripción del Problema, Objetivos metas y entregables del proyecto				
Problema a resolver	El porcentaje de cumplimiento del tiempo establecido (≤ 1 día) que tiene el servicio técnico en el Ecuador, para solucionar en primera visita las órdenes en garantía, desde el año 2017 hasta el año 2023 ha sido en promedio 60%, pero la meta definida por la compañía es alcanzar al menos el 75%.			
Propósito del proyecto	Mejorar la experiencia del cliente por solución en el tiempo de respuesta ≤ 1 día por asistencia técnica			
Antecedentes	Hasta finales del año 2023, se ratifican principales molestias de los consumidores finales enfocadas en: * Las asistencias técnicas realizadas con; - Tiempo extendido de reparación. - Aparición de fallas surgidas dentro de 3 meses después de haber comprado y utilizado el electrodoméstico. - Incumplimientos de visita del técnico al producto del consumidor final - Descubrir reparaciones de electrodomésticos que tienen mayor impacto en el costo. * El grado de insatisfacción que refleja el NPS, indica que solo el 70% de los consumidores finales recomiendan el servicio técnico de la marca.			
Objetivos y metas	- Incrementar en un 25% los casos que cumplen el tiempo de respuesta (≤ 1 día) del servicio técnico - Mejoramiento del indicador de NPS, incrementar en un 16% que los clientes sean promotores. - Reducir el costo por calidad de servicio en un 4%.			
Entregables esperados	- Prueba Piloto del proceso estandarizado y mejorado de asistencias técnicas de un CSA. - Reportes automatizados de control operacional diario y/o semanal.			
Definición del alcance y programa				
Alcance	Incluye: Evaluación de la situación inicial, selección de herramientas Lean Six Sigma, y elaboración de prueba piloto solo con los CSA de la provincia de mayor concentración. Excluye: Estudio de otras zonas de cobertura, provincias de Ecuador.			
Cronograma Tentativo	Actividad clave	Responsable	Inicio	Fin
	Caracterización del proceso, desarrollo de medición, y nivel sigma base	Equipo de Proyecto	18/3/2024	15/4/2024
	Confirma el Problema (diagrama de causa-efecto identifica en él las entradas probables que causa de variación) y las Causas Raíces (FMEA)	Equipo de Proyecto	15/4/2024	29/4/2024
	Correlación de variables, Análisis de regresión, ANOVA	Supervisor	22/4/2024	27/5/2024
	Generación de ideas, Plan de Implementación	Equipo de Proyecto	27/5/2024	10/6/2024
	DOE y/o Evaluación de Soluciones aplicando herramientas Lean	Equipo de Proyecto	3/6/2024	5/8/2024
	Desarrollo de prueba piloto o prototipo	Supervisor	5/8/2024	2/9/2024
Análisis de Resultados	Supervisor	5/8/2024	30/9/2024	
Beneficios del proyecto				
Dueño del proceso	Genere flujo continuo al tiempo de respuesta en las asistencias técnicas, a través de la optimización de recursos.			
Cliente	Cuenta con la disponibilidad de su electrodoméstico operativo en el menor tiempo posible.			
Riesgos				
Riesgos	Falta de involucramiento en el desarrollo del proyecto Falta de seguimiento e incumplimiento del cronograma. Falta de personal con conocimiento en mejoramiento de procesos.	Mitigación	Trabajar espacios como "War Room". Monitorear el cumplimiento las actividades claves según cronograma establecido.	

Figura 1.7 Project Charter del proyecto.

Fuente: Autor

CAPÍTULO 2

2. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

2.1. Fase de Medición

2.1.1. Correlación entre Ventas y Servicios Producidos

Para llevarlo este estudio a cabo, es interesante partir reconociendo a la empresa de electrodomésticos dedicada a la línea blanca en Ecuador, que es una organización que se desarrolla dentro de un mercado con alto potencial de crecimiento a largo plazo, por la cual, se reúnen los datos históricos que tenemos del área de Ventas con preferencia después del Covid-19 para graficar si el comportamiento del mismo muestra tendencia en cierto periodo de tiempo, aunque podría ayudar a visualizar algún patrón particular, el propósito de revisar este contexto es a priori para determinar si la tendencia es creciente o no.

En la Figura 2.1, se aprecia una tendencia positiva de las ventas, además que se estima una proyección con gran asertividad porque el error promedio porcentual absoluto (MAPE) es del 36%, es decir, con este análisis de tendencia se pronóstica que 3 meses posteriores se siga comercializando gran cantidad de electrodomésticos, esto significa que existe mucha probabilidad que se mantenga el mismo comportamiento durante los meses en curso del año 2024.

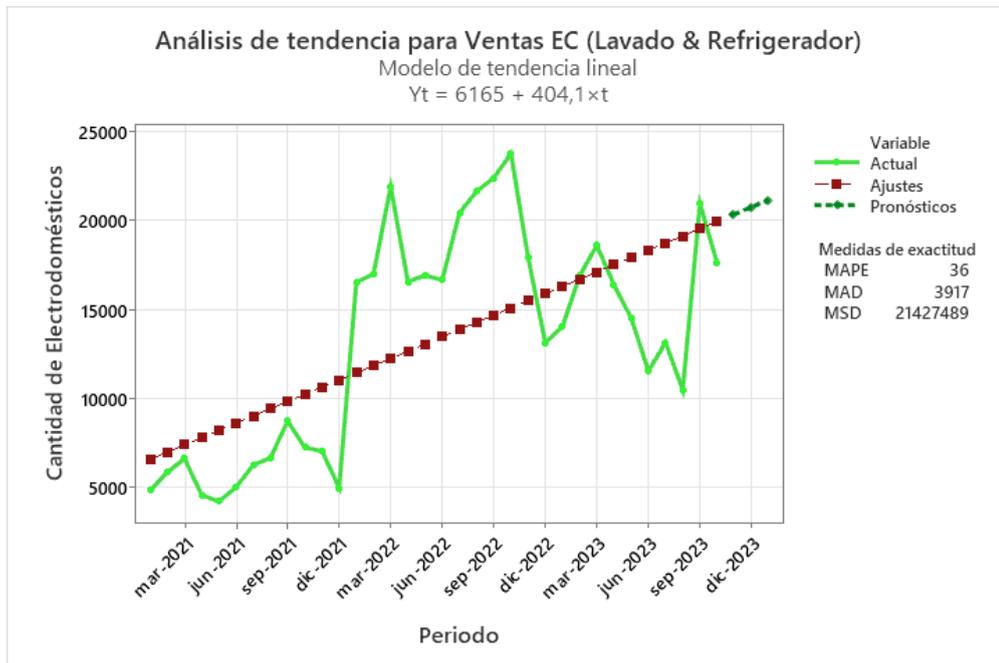


Figura 2.1 Tendencia de las Ventas a nivel de Ecuador de los principales electrodomésticos

Fuente: Minitab 2022

En comparación con la Figura 2.2, se puede observar que los servicios producidos también tienen una tendencia positiva, de igual modo con una proyección estimada que tiene un MAPE del 9,36%, es decir, dado a la situación comercial que vive la compañía, se determina que hay gran demanda de asistencias técnicas.

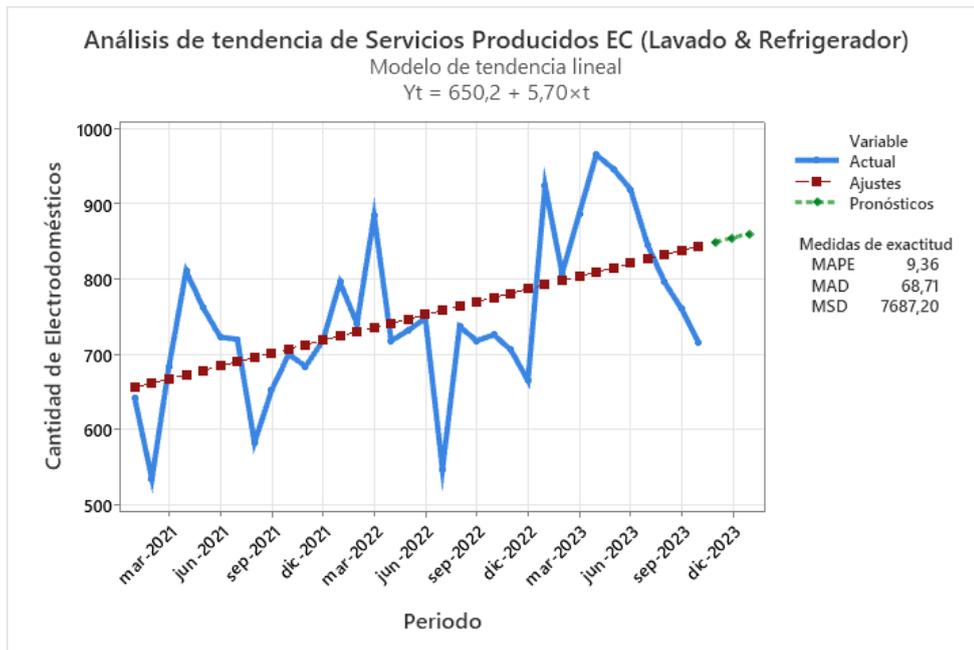


Figura 2.2 Tendencia de los Servicios Producidos a nivel de Ecuador de los principales electrodomésticos

Fuente: Minitab 2022

Para corroborar si hay una medida de dependencia lineal entre las ventas y los servicios técnicos, a través de la estadística se mide el coeficiente de correlación de Pearson. Con base a los datos del Anexo A, se elabora una gráfica de matriz como se observa en la Figura 2.3 para encontrar el valor “r” que representa el coeficiente de correlación muestral, la cual podría tomar el valor mínimo de -1 o máximo hasta 1, sin embargo, para este caso el valor real es $r = 0,258$, el cual está dentro de $0 < r < 1$, de modo que existe poca correlación positiva entre las variables ventas y servicios producidos.

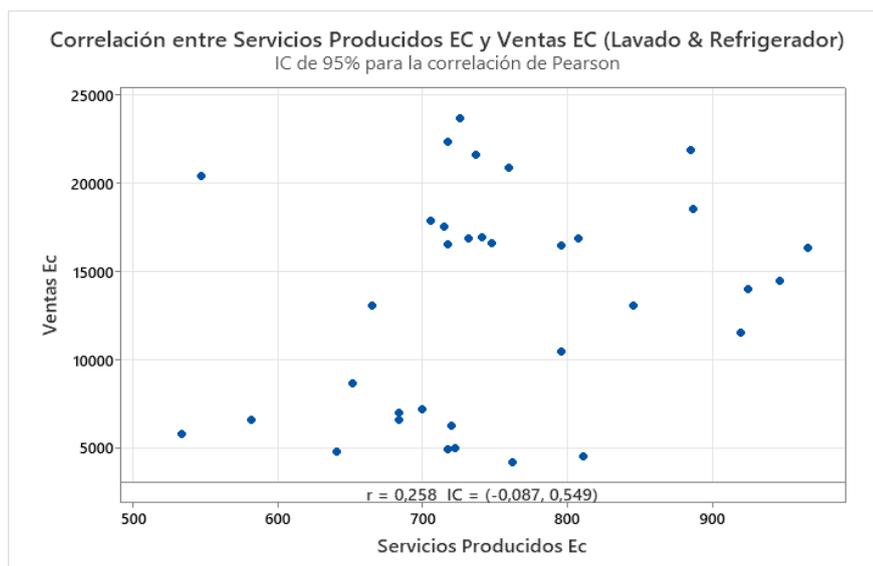


Figura 2.3 Gráfica de matriz de correlación Servicios Producidos EC y Ventas EC

Fuente: Minitab 2022

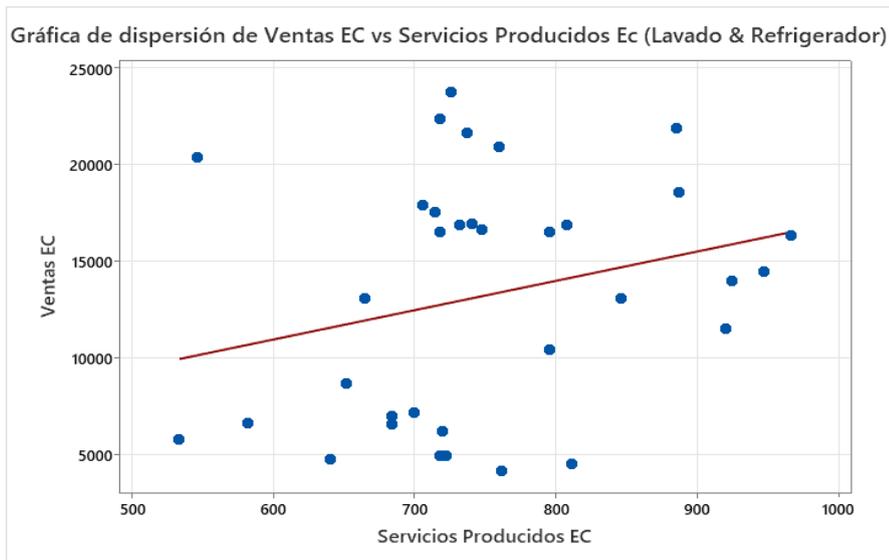


Figura 2.4 Gráfica de dispersión de Ventas Ec vs Servicios Producidos EC

Fuente: Minitab 2022

A pesar que la fuerza de correlación entre las ventas con servicios parece poca, finalmente si la tienen, porque se comprueba que a medida que las ventas crecen también incrementa la demanda de servicios técnicos, por lo tanto, se da paso a la determinación de los principales electrodomésticos a estudiar en el presente proyecto.

2.1.2. Determinación de las principales categorías de electrodomésticos

Según las ventas de los 3 últimos años, se aprecia a través de un diagrama de Pareto cuales son los más relevantes de este negocio.

En el Anexo B, se tiene la lista con el respectivo porcentaje acumulado para conocer la cantidad de unidades comercializadas de las categorías de electrodomésticos y así se define el 80% para estudio del presente proyecto.

De forma gráfica en la Figura 2.5, se muestra lo reciente tabulado.

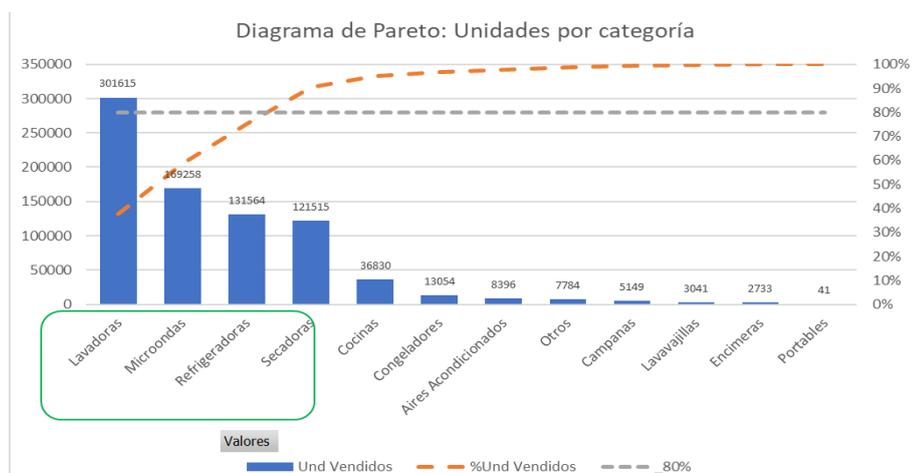


Figura 2.5 Diagrama de Pareto unidades vendidas de las principales categorías de electrodomésticos del año 2021 al 2023

Fuente: Excel 2019

En la siguiente Tabla 4, se tiene la lista con el respectivo porcentaje acumulado para conocer la cantidad de ingresos generados por la comercialización de las categorías de electrodomésticos y así se define el 80% para estudio del presente proyecto.

Tabla 4. Lista de ingresos generados de las principales categorías de electrodomésticos del año 2021 al 2023

Categoría Electrodoméstico	Ingresos	%Ingresos
Lavadoras	\$117.231.814	41,78%
Refrigeradoras	\$70.210.212	66,80%
Secadoras	\$45.368.762	82,97%
Microondas	\$17.516.020	89,22%
Cocinas	\$14.181.552	94,27%
Congeladores	\$5.186.156	96,12%
Aires Acondicionados	\$4.293.594	97,65%
Otros	\$2.226.044	98,44%
Lavavajillas	\$2.034.700	99,17%
Encimeras	\$1.455.335	99,69%
Campanas	\$875.386	100,00%

Fuente: Autor

De forma gráfica en la Figura 2.6, se muestra lo reciente tabulado.

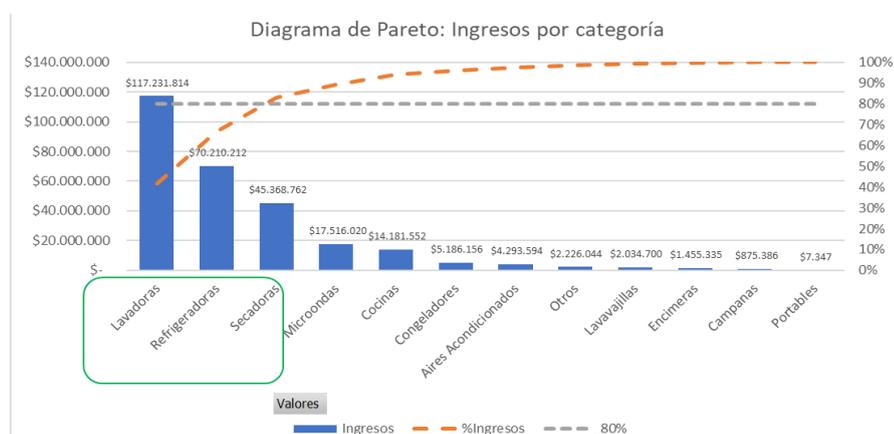


Figura 2.6 Diagrama de Pareto de ingresos generados por las principales categorías de electrodomésticos del año 2021 al 2023.

Fuente: Excel 2019

Se determina que las categorías que resaltaron más del 80%, son los electrodomésticos comercializados de Lavado (Lavadora o Secadora) y Refrigerador.

2.1.3. Segmentación

Dado que la empresa tiene presencia en las distintas regiones del mercado ecuatoriano, las cuales son mostradas en la Figura 2.7, para el presente proyecto se decidió segmentar el mercado.

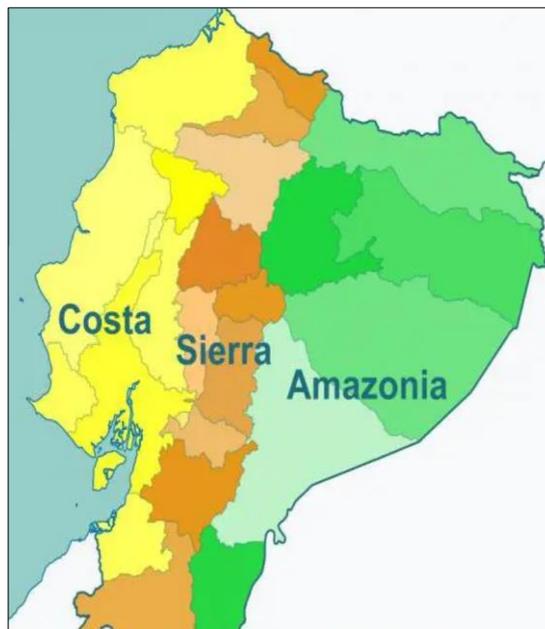


Figura 2.7 Mapa de Ecuador por regiones

Fuente: www.ecucugob.com

Cabe indicar que la marca de electrodomésticos para ejecutar el estudio, invierte esfuerzos en los servicios en garantía, de modo que se necesita reconocer cuál es la región donde hay la mayor la cantidad de asistencias técnicas en los dos últimos años que no cumplen el tiempo de respuesta esperado por la compañía en brindar solución al cliente en máximo un día.

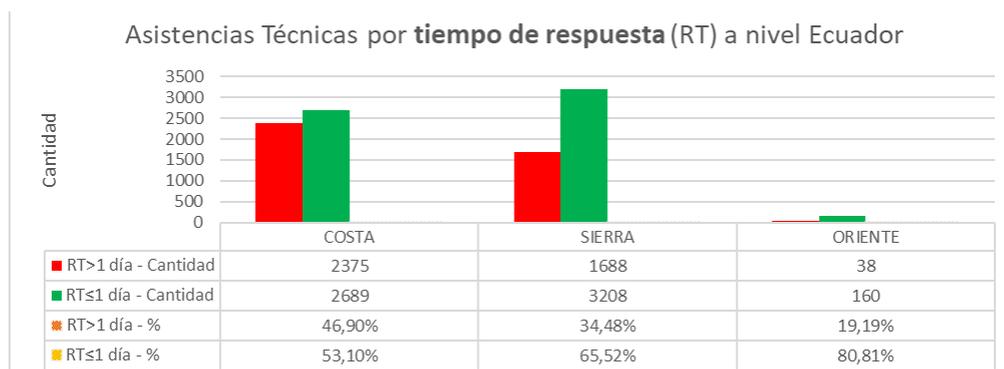


Figura 2.8 Impacto de RT>1 por región del Ecuador entre año 2022 - 2023.

Fuente: Excel 2019

En adición de la Figura 2.8, se valida que la mayor demanda de asistencias técnicas por categorías de lavado (lavadoras + secadoras) y refrigeradoras, es en Costa, representando el 46,90% a los servicios en garantías con RT>1 día, es decir, se define como la zona con mayor oportunidad de mejora.

Tabla 5. Participación de servicios en garantía por provincias de la región Costa entre año 2022 - 2023

Provincias	Cantidad	%Acumulado
Guayas	4735	73%
Manabí	623	83%
El Oro	453	90%
Los Ríos	349	95%
Santa Elena	328	100%

Fuente: Autor

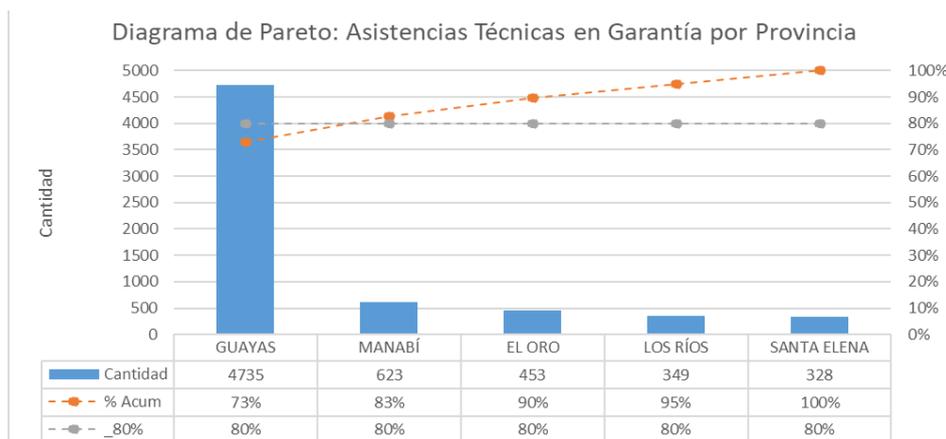


Figura 2.9 Diagrama de Pareto: Servicios en Garantía por provincias de la Costa entre año 2022 - 2023.

Fuente: Excel 2019

Acorde a la Tabla 5, las provincias que representan poco más del 80% de la región Costa, son Guayas y Manabí. Aunque visualmente entre ambas, hay una gran diferencia de demanda de asistencias técnicas para categorías de lavadora, secadoras y refrigeradoras, en adición a la Figura 2.9, se elabora otro diagrama donde se aprecia cuál es la que representa el poco vital, siendo esta la provincia de Guayas, el cual contiene la participación de 3 centros de servicio autorizado.

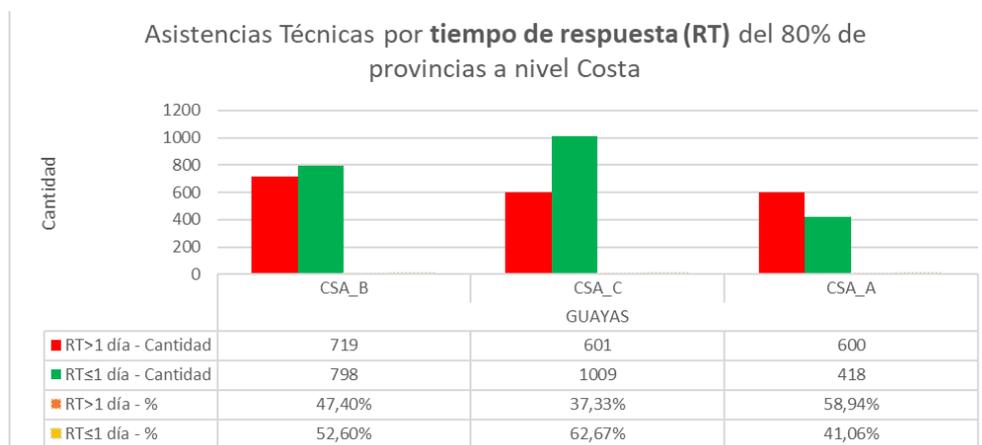


Figura 2.10 Las provincias y CSA representantes del 80% de la región Costa del Ecuador entre año 2022 - 2023.

Fuente: Excel 2019

Cabe indicar que la Figura 2.10, muestra los centros de servicio autorizado (CSA) considerados pocos vitales, sin embargo, se decidió focalizarla segmentación en aquellos CSA que pertenecen a la provincia del Guayas.

2.1.4. Prueba de Normalidad

En la Figura 2.11, la prueba de normalidad realizada es con base en la muestra robusta recolectada de los últimos 7 años, la cual está compuesta por la cantidad de 81 meses (datos) y sus respectivos tiempos de respuesta para poder identificar el tipo de distribución que tienen los datos de la provincia del Guayas.

Tabla 6. Prueba de bondad de ajuste de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023

Distribución	Probabilidad
Normal	0,722
Transformación Box Cox	0,425
Lognormal	0,011
Exponencial	<0,003
Exponencial de 2 parámetros	<0,010
Weibull	>0,250
Weibull de 3 parámetros	>0,500
Valor extremo más pequeño	<0,010
Valor extremo por máximos	0,029
Ganma	0,191
Logística	>0,250
Loglogística	0,047

Fuente: Autor

Se determinó que los datos de la muestra recolectada en el Anexo C tienen un comportamiento normal con un p valor de 0,722 el cual es superior a 0,05. En la gráfica de probabilidad de la Figura 2.11 se puede apreciar que los puntos de los datos muestreados al 95% de intervalo de confianza se desarrollan alrededor de la pendiente teniendo una media de 4,304 con una desviación estándar de 1,397.

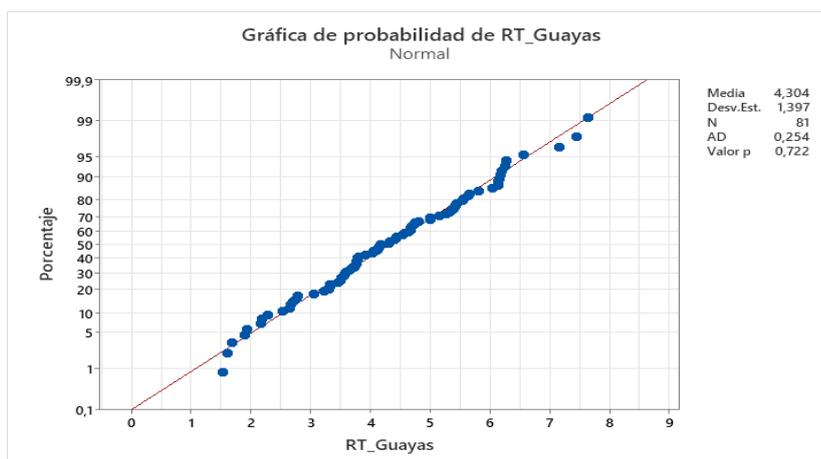


Figura 2.11 Gráfica de la probabilidad de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023.

Fuente: Minitab 2022

2.1.5. Capacidad del proceso

La data recolectada tiene como característica de medición, el RT (Response Time = Tiempo de respuesta en días), la cual es una característica continua en los datos promedios obtenidos, se considera realizar el análisis de capacidad, en donde luego de la depuración de casos especiales, se determinó que por el tipo de datos se debe utilizar una distribución de tipo normal.

Se evalúa la situación inicial de la capacidad del proceso de los CSA de Guayaquil, con respecto a brindar solución por medio de la asistencia técnica con un tiempo de respuesta que sea acorde a las especificaciones establecidas por los clientes, entre 0 a 4 días.

Por lo tanto, en la Figura 2.12 según los datos históricos obtenidos se revisa cuáles son las observaciones de la gráfica I, ya que en caso de mostrar datos fuera de los límites de control inferior o superior si corresponden a valores atípicos por reestructuración de técnicos se eliminan dichas observaciones para lograr un estudio apropiado. Además, con base en el histograma y los detalles de su gráfica se tienen dos maneras de interpretar la capacidad del proceso, es decir, sea a corto o largo plazo. Para evaluar el criterio de aceptación, se espera que al menos el Cpk y Ppk sea mayor que 1,67.

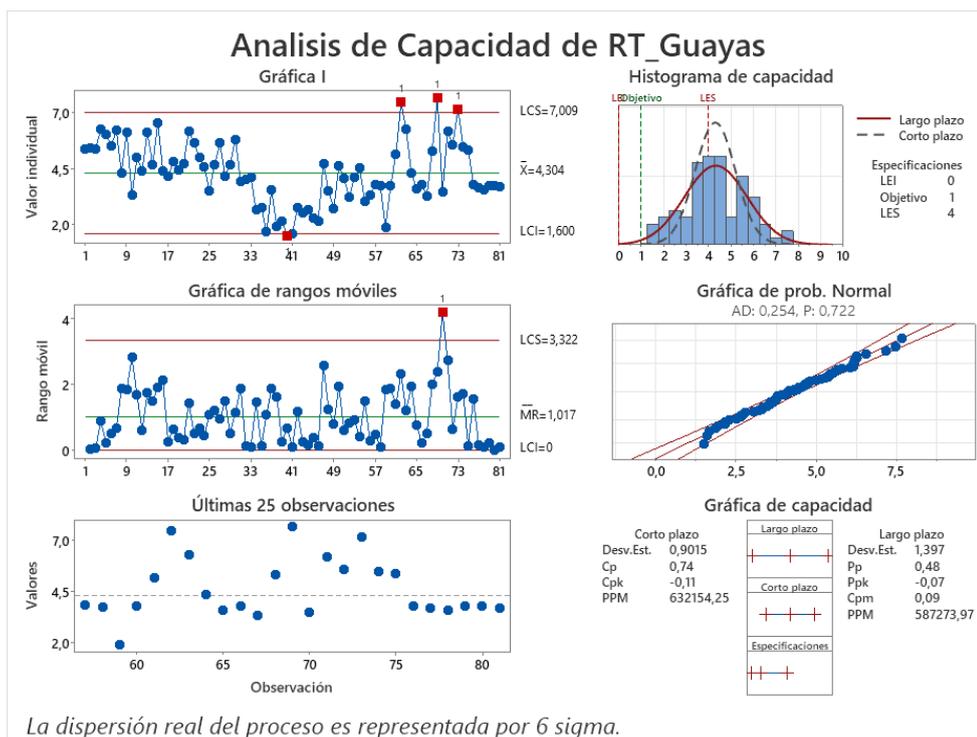


Figura 2.12 Gráfica del análisis de Capacidad del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, con valores atípicos.

Fuente: Minitab 2022

Del análisis revisado, las observaciones atípicas de tiempos de respuesta que sobresalen de los límites en comparación al resto de elementos de la muestra, se evalúan y descartan ya que son datos que no corresponden al proceso habitual de las asistencias técnica, por lo que se procede al nuevo análisis de capacidad que se muestra en la Figura 2.13.

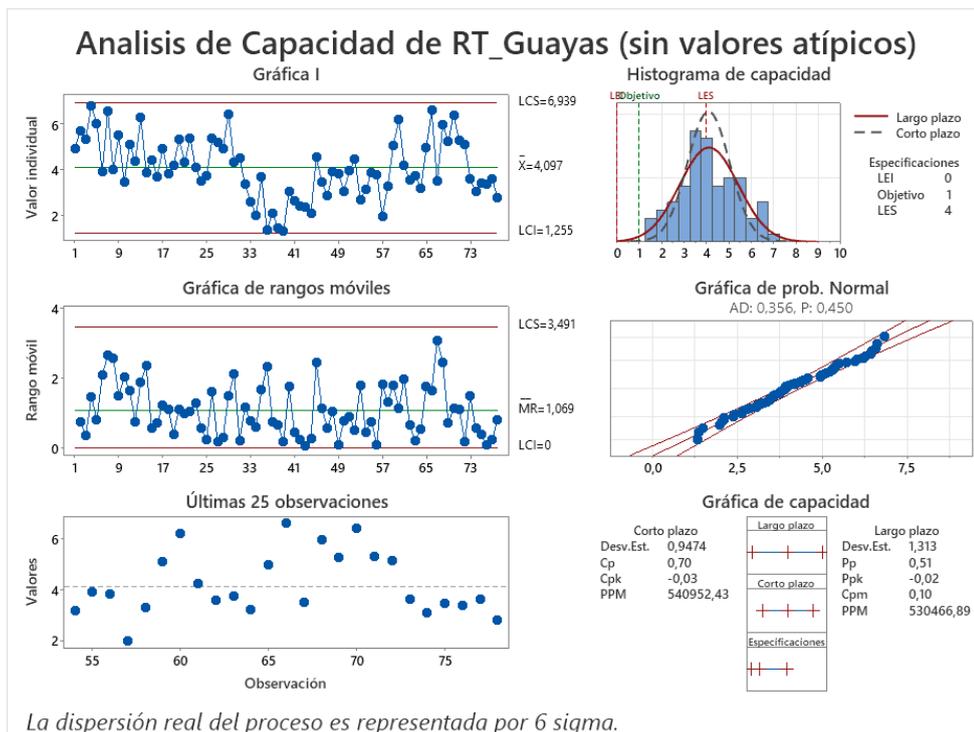


Figura 2.13 Gráfica del análisis de Capacidad del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, sin valores atípicos.

Fuente: Minitab 2022

Se analiza la capacidad del proceso a corto plazo, y se observa que:

$C_p = 0,70$ representa que el 70% del proceso está dentro de especificaciones y el resto no lo está.

$C_{pk} = -0,03$ resulta que el promedio del tiempo de respuesta de las asistencias técnicas como proceso por fuera de la especificación superior, de manera que inicialmente el proceso no cumple el criterio de aceptación.

Para analizar la capacidad del proceso a largo plazo, se observa que:

$P_p = 0,51$ a pesar que no se enfoca en la ubicación del proceso, indica que solo el 51% de la capacidad general de asistencias técnica podría estar dentro de especificaciones, es decir, significa que se necesitan hacer mejoras para lograr la conformidad establecida ya que la dispersión de especificación es menor que la dispersión del proceso.

$P_{pk} = -0,02$ indica el rendimiento real del proceso que el cliente experimenta con el tiempo. Al ser un valor bajo, representa que la distancia del promedio del proceso con respecto al límite de especificación más cercano (LES) es mucho menor que la dispersión unilateral del proceso. Con referencia al número negativo, es dado a que el promedio está por fuera de las especificaciones. Dicho esto, la capacidad general del proceso está deficiente.

Para ampliar los detalles del histograma se comparte los estadísticos descriptivos que se obtienen de la medición actualizada de la variable RT, donde se conserva la razón de una distribución normal, ya que su ligera asimetría tiene un valor de 0,075 que al estar dentro del intervalo $\pm 0,50$, todo

indica que la distribución es simétrica, con una curtosis (amplitud vertical) de coeficiente $-0,46$ que está entre ± 3 , manifiesta que se trata de tipo mesocúrtica (normal) porque la concentración de los valores de tiempos de respuesta si están el grado de apuntamiento o achatamiento de la distribución de frecuencia con respecto a la curva normal.

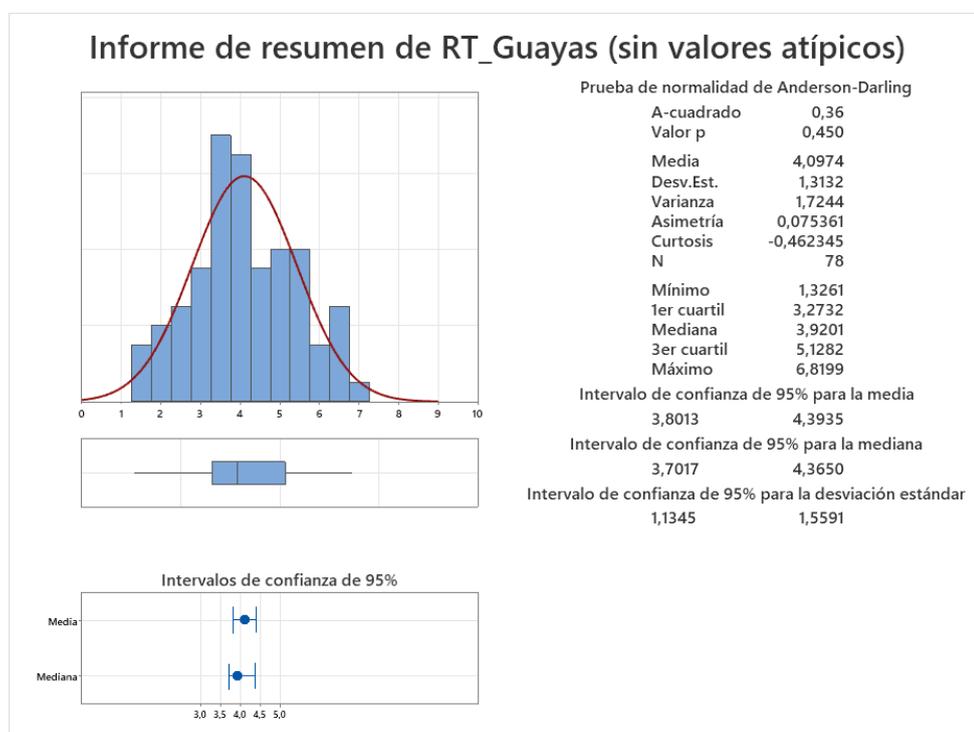


Figura 2.14 Informe de los estadísticos descriptivos del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, sin valores atípicos.

Fuente: Minitab 2022

Como instancia final de esta fase, para demostrar a que distancia se encuentra el proceso actual en comparación a la meta, por aspectos estadísticos se considera aplicar una prueba Z ya que es especialmente útil cuando se conoce la desviación estándar y el tamaño de la muestra supera los 30 datos, por lo tanto, con la razón de determinar si la media de la muestra del tiempo de respuesta (RT) difiere con el valor de dar asistencia técnica en 1 día, se establece que:

Estadísticas descriptivas

		Error estándar de la		
N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95% para μ
78	4,097	1,313	0,149	(3,806; 4,389)

*μ : media de población de RT_Guayas
Desviación estándar conocida = 1,3132*

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 1$

Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 1$

Valor Z Valor p

20,83 0,000

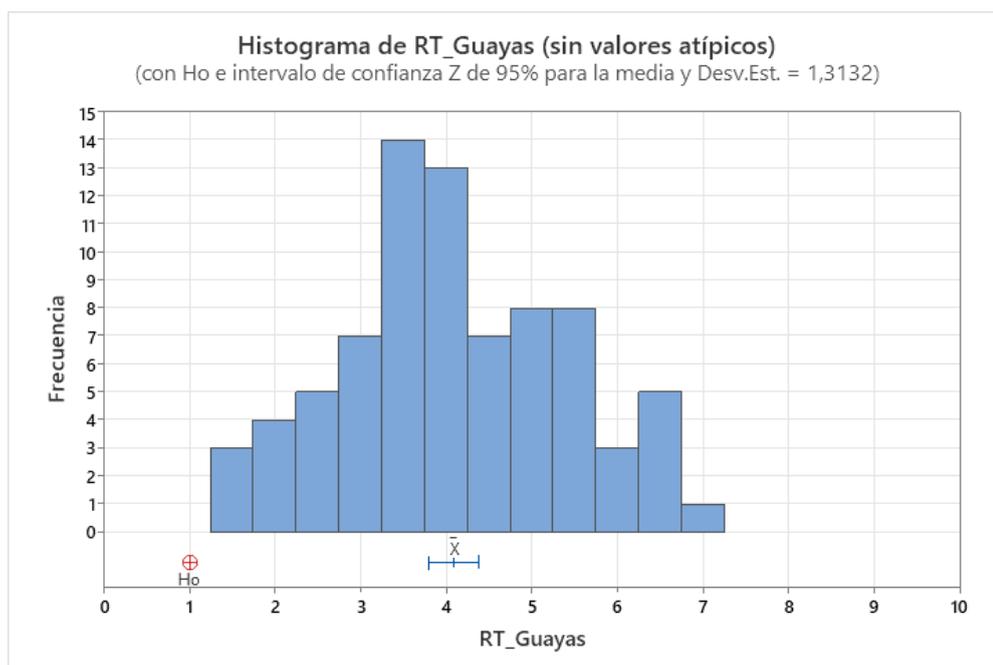


Figura 2.15 Histograma del Tiempo de repuesta de la provincia del Guayas desde el año 2017 al 2023, sin valores atípicos.

Fuente: Minitab 2022

Por el estudio elaborado, se tiene que según la prueba Z se obtiene un valor $p=0,00$ siendo menor que el valor del nivel de significancia comúnmente establecido en 0,05. Por lo tanto, se cuenta con suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula H_0 que indica que la media es igual a 1 día, es decir, que se apoya a la hipótesis alterna H_1 .

Además, se observa en la Figura 2.15 que la media de casi 4 días para llegar a la meta de 1 día dista de 3 días hasta el periodo evaluado de estudio, por lo que hay oportunidad de mejorar.

De igual manera, pero desde otra perspectiva, también se establece hacer una prueba Z para verificar de una muestra que tanto la media del porcentaje de cumplimiento del tiempo establecido (≤ 1 día) para solucionar en primera visita las órdenes en garantía, desde el año 2018 hasta finales del año 2023, difiere de la meta definida por la compañía en alcanzar el 75%.

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la	
			media	IC de 95% para μ
66	59,70	11,83	1,46	(56,85; 62,55)

μ : media de población de Y inicial (RT \leq 1 día)
Desviación estándar conocida = 11,825

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 75$
Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 75$

Valor Z	Valor p
-10,51	0,000

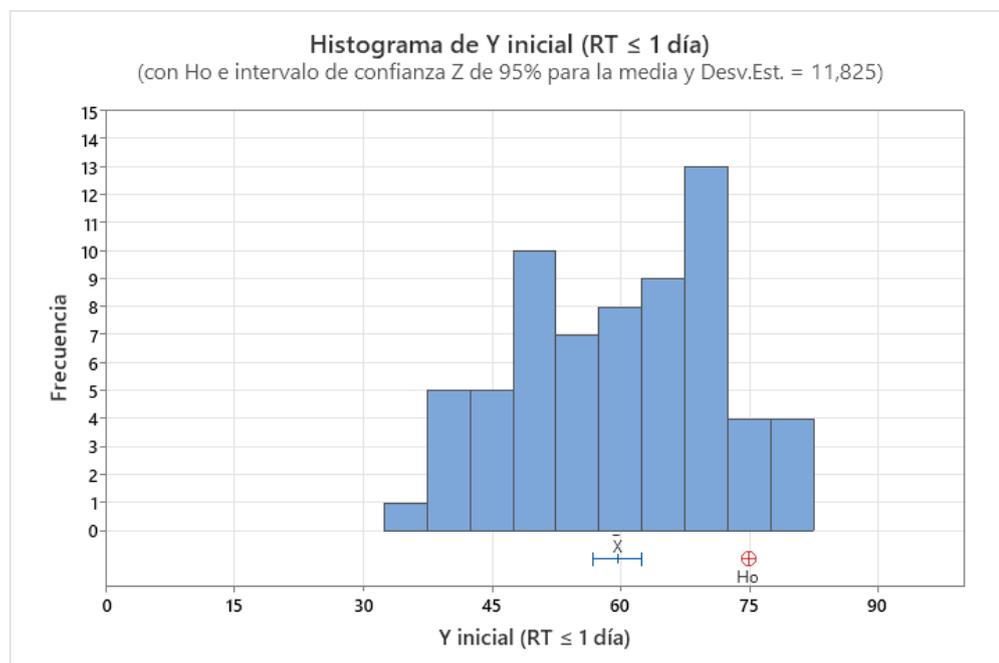


Figura 2.16 Histograma del porcentaje de cumplimiento del tiempo establecido (\leq 1 día) de la provincia del Guayas desde el año 2018 al 2023, sin valores atípicos.

Fuente: Minitab 2022

En esta parte, con la prueba Z se obtiene un valor $p=0,00$ siendo menor que el valor del nivel de significancia comúnmente establecido en 0,05. Por lo tanto, se cuenta con suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula H_0 que indica que la media es igual a 75% de cumplimiento del tiempo

establecido (≤ 1 día) para solucionar en primera visita las órdenes en garantía, es decir, que se apoya a la hipótesis alterna H_1 .

Adicional, se observa en la Figura 2.16 que la media de casi 60% y para llegar a la meta de 75% dista de 15% hasta el periodo evaluado de estudio, de manera que se confirma el reto que se tiene en el presente proyecto.

2.2. Fase de Análisis

2.2.1. Diagrama de Ishikawa

Para realizar este análisis se utiliza esta herramienta que tiene una forma de espina de pescado, como una resolución de problemas que ayuda a encontrar las explicaciones o factores causales ante un reto establecido. La forma que tiene esta espina es de gran ayuda porque en su cabeza se coloca un triángulo donde se enuncia lo que aquejan los clientes siendo la distancia o desviación existente que se entiende como problema. Posterior a eso se grafica unas líneas de forma horizontal llamadas espinas para señalar cada punto que podrían tener un impacto importante en el proceso, y así poder identificar las posibles causas que limitan a este problema en el siguiente mapeo del proceso.

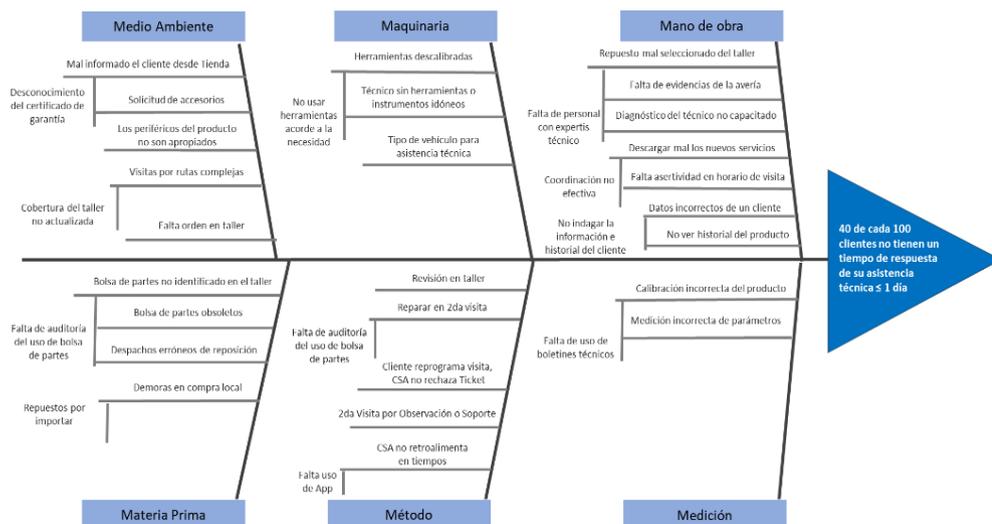


Figura 2.17 Diagrama de causa – efecto de los clientes que no tienen un tiempo de respuesta de su asistencia técnica ≤ 1 día.

Fuente: Autor

2.2.2. Matriz Causa - Efecto

Una vez especificados los posibles factores causales, se procede a identificar aquellas consideradas de mayor importancia por el grupo de operaciones pensando en el consumidor final, por lo cual, se plantea la opción de usar una matriz de causa-efecto ya que por medio de la asignación de valores los participantes ponderan cada causa con; "1" cuando no afecta en nada, "3" si afecta poco, "6" si afecta moderadamente o con "9" si afecta bastante. El resultado es la multiplicación de los valores que está representado como el total de cada causa.

Tabla 7. Matriz causa – efecto

Causas posibles (Problema: clientes no tienen un tiempo de respuesta de su asistencia técnica ≤ 1 día)	CSA	Gerencia	Trainer	PCR	Total
Falta de personal con expertis técnico	9	9	9	9	6561
Repuesto mal seleccionado del taller	9	9	6	9	4374
Falta de auditoría del uso de bolsa de partes	6	9	9	9	4374
No indagar la información e historial del cliente	6	9	6	6	1944
Falta de uso de boletines técnicos	3	6	9	9	1458
Cobertura del taller no actualizada	9	9	6	3	1458
CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)	6	9	3	6	972
No usar herramientas acordes a la necesidad	3	6	6	6	648
Revisión en taller	9	6	3	3	486
Los periféricos del producto no son apropiados	6	3	9	3	486
Repuestos por importar	6	3	3	9	486
Coordinación no efectiva	6	6	3	3	324
2da Visita por Observación o Soporte	6	3	6	3	324
Falta orden en taller	3	1	3	3	27
Desconocimiento del certificado de garantía	3	1	1	6	18
Tipo de vehículo para asistencia técnica	1	3	1	1	3
Cliente reprograma visita, CSA no rechaza Ticket	1	3	1	1	3

Fuente: Autor

Con la elaboración la Tabla 7 se observa las causas exploradas que tienen un puntaje total por cada una, que están ordenadas de forma descendente y de forma criteriosa se consideran relevantes aquellas que al menos representan el 80% de todas las causas posibles mencionadas. No obstante, para robustecer este estudio por seguridad se consideran algunos factores causales que represente cerca del 90% para enriquecer el análisis y así salvaguardar el alcance de los objetivos en este proyecto. Siendo como se muestra a continuación:

Tabla 8. Selección de causas posibles vitales de Matriz causa – efecto

Causas posibles (Problema: clientes no tienen un tiempo de respuesta de su asistencia técnica ≤ 1 día)	Total	% Acumulado
Falta de personal con expertis técnico	6561	27,40%
Repuesto mal seleccionado del taller	4374	45,67%
Falta de auditoría del uso de bolsa de partes	4374	63,93%
No indagar la información e historial del cliente	1944	72,05%
Falta de uso de boletines técnicos	1458	78,14%
Cobertura del taller no actualizada	1458	84,23%
CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)	972	88,29%
No usar herramientas acordes a la necesidad	648	90,99%
Revisión en taller	486	93,02%
Los periféricos del producto no son apropiados	486	95,05%
Repuestos por importar	486	97,08%
Coordinación no efectiva	324	98,43%
2da Visita por Observación o Soporte	324	99,79%
Falta orden en taller	27	99,90%
Desconocimiento del certificado de garantía	18	99,97%
Tipo de vehículo para asistencia técnica	3	99,99%
Cliente reprograma visita, CSA no rechaza Ticket	3	100,00%
Sumatoria Total	23946	

Fuente: Autor

2.2.3. Análisis de Modalidad de Falla y Efecto (AMFE)

La elaboración del AMFE se realiza en base a los hallazgos del diagrama de Ishikawa y la matriz causa-efecto, donde se especifican siete modos de fallas de los tres talleres de mayor demanda en la región Guayas de Ecuador, las cuales se categorizaron con un valor respectivo de número de prioridad de riesgo (RPN), para posteriormente priorizar las fallas de mayor valor y trabajarlas en primera instancia.

Proceso										
Paso del Proceso	Función	Salida o Entrada	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial del Modo de Falla	Severidad (1-10) G	Causa Potencial de la Falla	Ocurrencia (1 a 10) F	Controles actuales... existe alguna actividad de mantenimiento que prevenga la causa de falla??	Detectabilidad (1-10) D	Numero de Prioridad de Riesgo RPN
Atender la solicitud del consumidor final	Se receipta el requerimiento del cliente	Ticket de servicio creado	No indagar la información e historial del cliente	Sobrepesamiento en levantar información de los datos faltantes del cliente para lograr una coordinación y asistencia técnica de su electrodoméstico.	7	Asesores / Coordinadoras no chequean los registros históricos de atenciones del electrodoméstico	8	No, falta documentar los tickets de forma eficiente	5	280
Diagnosticar electrodoméstico	El técnico busca el síntoma o falla del producto	Personal técnico disponible a la solicitud	Cobertura del taller no actualizada	Incumplimiento de asistencia técnica	8	Existen variabilidad en cronograma de rutas	4	Automatización de zonas en sistema CRM	10	320
Diagnosticar electrodoméstico	El técnico busca el síntoma o falla del producto	Retiroalimentación en sistema CRM	Falta de personal con expertis técnico	Ocasiona reincidencia de falla	7	El técnico no haber pasado por una prueba de ingreso avalado por la marca	10	No existe prueba de conocimientos de parte de Whirlpool para dar alta al técnico.	8	560
Diagnosticar electrodoméstico	El técnico busca el síntoma o falla del producto	Retiroalimentación en sistema CRM	Falta de uso de boletines técnicos	El técnico improvisa con procedimientos no avalados por el fabricante del electrodoméstico	4	Al técnico le falta ser juicioso en mantener su base de manuales actualizado a la mano	9	Usar la información que proviene del centro de soluciones	8	288
Diagnosticar electrodoméstico	El técnico busca el síntoma o falla del producto	Retiroalimentación en sistema CRM	Falta de uso de boletines técnicos	El técnico improvisa con procedimientos no avalados por el fabricante del electrodoméstico	4	Existen técnicos que carecen de un pilar fundamental como es la tecnología.	5	No, ausencia de auditorías de campo que busquen la incorporación de elementos digitales en actividades o procesos manuales	8	160
Diagnosticar electrodoméstico	El técnico busca el síntoma o falla del producto	Retiroalimentación en sistema CRM	CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)	Desinformación en tiempo y forma	5	Existen técnicos que carecen de un pilar fundamental como es la tecnología.	8	No, ausencia de auditorías de campo que busquen la incorporación de elementos digitales en actividades o procesos manuales	8	320
Generar reporte de pedido de repuesto	Solicita el abastecimiento de refacciones	Formulario de servicio	Repuesto mal seleccionado del taller	Retraso en la reparación por no disponibilidad del repuesto	8	Registros desactualizados de repuestos	4	Usar la información que proviene del centro de soluciones	6	192
Generar reporte de pedido de repuesto	Solicita el abastecimiento de refacciones	Formulario de servicio	Repuesto mal seleccionado del taller	Retraso en la reparación por no disponibilidad del repuesto	8	No tener identificado detalladamente una lista de bolsa de partes	8	No existe control visual para llevar bitácora sobre la lista de bolsa de partes	5	320
Generar reporte de pedido de repuesto	Solicita el abastecimiento de refacciones	Formulario de servicio	Repuesto mal seleccionado del taller	Retraso en la reparación por no disponibilidad del repuesto	7	el técnico no especifica con código de parte	7	Existe un espacio para registrar los códigos de repuestos requeridos en el formulario de servicio	6	294
Instalar Repuesto	Rehabilita el electrodoméstico	Repuesto de bolsa de partes	Falta de auditoria del uso de bolsa de partes	Bajo impacto en la efectividad de resolución de las asistencias técnicas en primera visita.	5	No implementado una planificación adecuada de esta actividad	8	No, hay que asegurar una planificación apropiada para que los repuestos se utilicen de manera óptima, que minimicen los riesgos de desabastecimiento.	6	240

Figura 2.18 Herramienta AMFE aplicada para identificar las causas potenciales

Fuente: Autor

2.2.4. Selección las causas de variación

Con lo entendido del estudio previo, se procede a visualizar los dolientes que afectan la estabilidad del proceso de las asistencias técnicas cuando no culminan en términos de calidad que sean aceptables para los clientes, consideradas también por el grupo de operaciones que desea analizar los datos que además de ayudar al consumidor final, también contribuya al éxito de la empresa a través de la minimización de despilfarros.

Sin duda para tener una mirada objetiva, en esta sección se establece con un enfoque ilustrativo en una matriz que tiene por cuadrante la definición del nivel correspondiente por impacto (beneficio) y esfuerzo (factibilidad), de la manera que se indica en la Tabla 9.

Tabla 9. Niveles para Matriz impacto - esfuerzo

Impacto	Esfuerzo	Cuadrante
Alto	Bajo	Ganancia Rápida
Alto	Alto	Oportunidades
Bajo	Bajo	Menor Ganancia
Bajo	Alto	Descartes

Fuente: Autor

Es importante conocer, que la valoración de parte del grupo de operaciones se hace con base en los criterios o iniciativas de los clientes, quienes son los más afectados al recibir una asistencia técnica, por lo tanto, se toma como referencia en líneas generales los principales CTQ's que se definieron en la primera etapa del proyecto, para luego darle un puntaje a cada causa relevante que se estima una valoración que va entre 0 a 5, considerando:

- El puntaje entre el 0 el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.
- Y para encasillar el puntaje por cuadrante se aprecia en la Tabla 10.

Tabla 10. Puntaje por cuadrante para Matriz impacto - esfuerzo

Impacto	Esfuerzo	Cuadrante
2,5 a 5	0 a 2,5	Ganancia Rápida
2,5 a 5	2,5 a 5	Oportunidades
0 a 2,5	0 a 2,5	Menor Ganancia
0 a 2,5	2,5 a 5	Descartes

Fuente: Autor

Es importante conocer, que la valoración de parte del grupo de operaciones está fundamentada con base en los criterios o iniciativas de los clientes, quienes son los más afectados al recibir una asistencia técnica, por lo tanto, se trae como referencia en líneas generales los principales CTQ's que se mencionaron en la primera fase del proyecto.

Tabla 11. Iniciativas para Matriz impacto - esfuerzo

Iniciativas de clientes	Falta de personal con expertis técnico		Repuesto mal seleccionado del taller		Cobertura del taller no actualizada		CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)	
	Impacto	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo
• Disminuir la cantidad de reincidencia fallas	5	4	5	1	2	1	2	1
• Aumentar el cumplimiento de visitas del técnico	2	2	3	2	5	4	3	2
• Reducir gastos sin comprometer la calidad del servicio técnico.	5	3	3	1	5	1	1	3
Puntaje	4,0	3,0	3,7	1,3	4,0	2,0	2,0	2,0

Fuente: Autor

Tomando en cuenta que los recursos que se tiene para este proyecto son limitados en función del tiempo y presupuesto, se consolidan las causas relevantes por las herramientas analíticas aplicadas hasta esta instancia, y de allí priorizar con aquellas que nos permita tomar acción lo más pronto posible.

No obstante, con el insumo de la Tabla 11 es vital resumir a la matriz impacto – esfuerzo mostrada en la Tabla 12.

Tabla 12. Matriz impacto - esfuerzo

Item	Causas relevantes (Problema: clientes no tienen un tiempo de respuesta de su asistencia técnica \leq 1 día)	Impacto	Esfuerzo	Cuadrante
a	Falta de personal con expertis técnico	4,0	3,0	Oportunidades
b	Repuesto mal seleccionado del taller	3,7	1,3	Ganancia Rápida
c	Cobertura del taller no actualizada	4,0	2,0	Ganancia Rápida
d	CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)	2,0	2,0	Menor Ganancia

Fuente: Autor

De forma gráfica, a cada causa relevante se la clasifica según el cuadrante acorde al puntaje obtenido, ilustrando de mejor manera en la Figura 2.19.

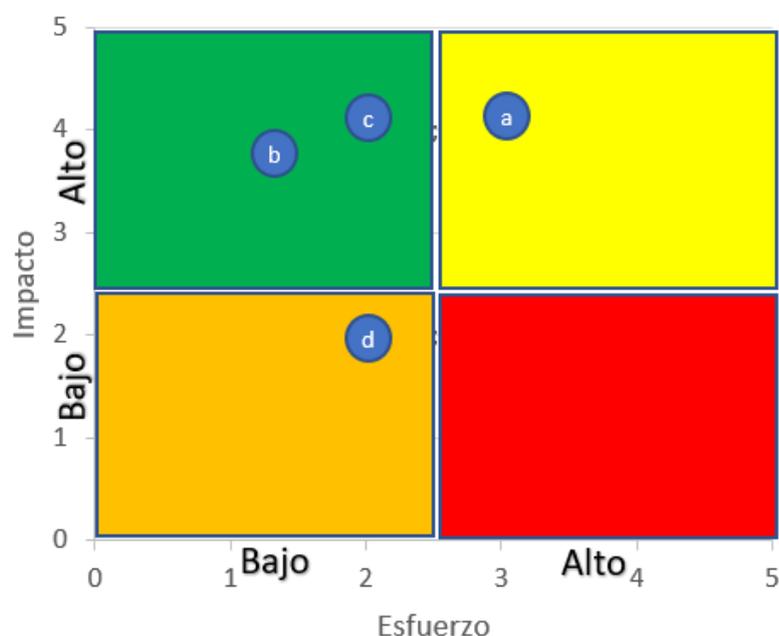


Figura 2.19 Gráfica de la Matriz de Impacto - Esfuerzo

Fuente: Autor

Dicho esto, se ha definido la priorización con la que se debe trabajar las causas relevantes siendo como:

- 1) Cobertura del taller no actualizada
- 2) Repuesto mal seleccionado del taller
- 3) Falta de personal con expertis técnico
- 4) CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)

2.2.5. Plan de verificación de causas

Se trata de determinar las variables que están fuera de especificación o de qué manera influye en la variable principal de estudio que es reconocida como el tiempo de respuesta en la asistencia técnica que se brindan a los clientes.

Tabla 13. Plan de verificación de causas

Causa potencial	Impacto	Cómo verificar	Estado
Cobertura del taller no actualizada	Incumplimiento de visitas del técnico generado por la desactualización de zonas o dilatación de tiempo de programación de la visita técnica.	5 por qué: Observación directa	Verificado
Repuesto mal seleccionado del taller	Ineficiencia en la reparación ocasionando que se hagan más de 1 asistencia técnica o en su defecto demoras en el tiempo de respuesta	Diagrama de dispersión y coeficiente de correlación entre las variables	No Verificado
Falta de personal con expertis técnico	Produce reincidencia de fallas en los electrodomésticos revisados, dado que el técnico no desarrolla las distintas tareas que garantice un buen funcionamiento del producto	Diagrama de dispersión y coeficiente de correlación entre las variables	No verificado
CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)	Delimita la correcta información actualizada en tiempo real en el sistema CRM	Gemba walking: Observación directa	Verificado

Fuente: Autor

Para las causas ya seleccionadas se verifican los registros que se han obtenido, a través de observaciones directas o análisis estadísticos que nos permita profundizar el comportamiento de cada una.

2.2.6. Los 5 ¿Por qué?

Este sirve como una técnica de análisis que se utiliza para identificar la causa raíz de un problema, mediante la realización de preguntas "¿por qué?" hasta luego de varias veces (siendo la quinta vez el punto máximo) que se aplica la misma palabra interrogante "por qué" se encuentra la causa sustancial.

Particularmente para la causa potencial denominada "Cobertura del taller no actualizada", es relevante mencionar que durante el año 2024 la empresa se incentiva adoptar como práctica en hacer un seguimiento con frecuencia mensual de sus clientes para indagar la información de los registros del sistema CRM, en la cual con el apoyo del Centro de Atención Telefónica se hace contacto telefónico a cada cliente para identificar la situación real de aquellos casos que no cumplieron en que el tiempo de respuesta sobre la asistencia técnica sea menor o igual a 1 día y a su vez son servicios que no dependían de repuestos, por lo tanto, como son varios escenarios que se pueden encontrar, es necesario identificarlos por medio del uso de cierta tipología que permite clasificar al servicio brindado. Como tal, la revisión se plantea de forma cuantitativa, en la cual refleja datos que pertenecen al primer cuatrimestre del presente año, donde es evidente en la Tabla 14 que no resiste mayor análisis para verificar que la causa potencial tratada hace mucho sentido por la primera tipología que resalta a diferencia de las demás.

Tabla 14. Tipología del CAT sobre casos que no cumplieron con el tiempo de respuesta establecido por la compañía, ni tampoco dependían de repuestos.

Tipología del CAT	ene	feb	mar	abr	Total	Total % acumulado
Incumplimiento / Reprogramación	26	14	13	22	75	45,18%
Mal Cierre / CSA no retroalimenta en tiempos	14	11	7	22	54	77,71%
2da Visita / Observación	1	4	6	5	16	87,35%
2da Visita / Soporte	2		1	3	6	90,96%
Cliente no contesta, CSA no rechaza ticket		2	1		3	92,77%
Repuesto	2			1	3	94,58%
Cambio Producto	1	2			3	96,39%
Respuesta formal	1				1	96,99%
Cliente reprograma, CSA no rechaza ticket		1			1	97,59%
Revisión o traslado al CSA				1	1	98,19%
1er diagnóstico CAT ₂ no se anula ticket				1	1	98,80%
Taller modifica fecha de cierre				1	1	99,40%
1er diagnóstico CAT ₁ no se anula ticket			1		1	100,00%
Total, general	47	34	29	56	166	

Fuente: Autor

Según contenido de la Tabla 14, los incumplimientos de visita representan el 45,18% de toda la data, siendo un efecto significativo asociado a la causa potencial llamada “Cobertura del taller no actualizada”, de modo que a través del análisis de la Tabla 15, se verifica el origen de este suceso.

Tabla 15. Análisis de los 5 ¿Por qué?

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Ronda 5	Hipótesis	Acción
¿Por qué la cobertura del taller no está actualizada?		¿Por qué no coincide el día de agendar con la frecuencia de visita técnica del CSA?		¿Por qué es una base de datos que corresponde al año 2022?		¿Por qué está cargada la información cuando se implementó el nuevo sistema CRM?		¿Por qué es el último registro verificado de cobertura?		
Porque no coincide el día de agendar con la frecuencia de visita técnica del CSA	o	Porque es una base de datos que corresponde al año 2022.	o	Porque está cargada la información cuando se implementó el nuevo sistema CRM.	o	Porque es el último registro verificado de cobertura	o	No hay ninguna instancia planteada para revisar coberturas vigentes del CSA		Replantear con cada CSA la necesidad de la frecuencia de visita según demanda de servicios.

Fuente: Autor

De acuerdo a las preguntas realizadas, la “Cobertura del taller no actualizada” se refiere a la necesidad de replantear con cada CSA la frecuencia de visita según demanda de servicios. Esta reestructuración segura reduce los incumplimientos de visita, de manera que implementar acciones correctivas ayuda a los agendamientos eficientes a dar un cambio positivo.

2.2.7. Análisis Estadístico

En esta sección es fundamental comprender de mejor manera el comportamiento de las causas potenciales, de modo que para llevar a cabo el respectivo análisis hay que recopilar, organizar e interpretar los datos que en algún punto facilite la toma de decisiones, y llegar a ciertas conclusiones, de manera que se procede a estudiar precisamente las causas potenciales denominadas en la Tabla 13, en especial aquellas que no se han verificado con plenitud, siendo necesario acudir a las medidas estadísticas.

Una técnica estadística que permite entender la relación entre las variables con la finalidad de identificar como cuantificar las relaciones entre la variable de entrada "X" y la salida "Y", se trata de la **regresión**. Esta permite predecir el comportamiento del proceso como a su vez tener claridad sobre las variables informadas que hay que accionar para mejorar la calidad y eficiencia del proceso. Dicho esto, de forma pedagógica se expresa que:

A la variable "Repuesto"; corresponde a la causa potencial descrita por "Repuesto mal seleccionado del taller".

A la variable "Otro Medio"; corresponde a la causa potencial descrita por "Falta de personal con expertis técnico".

Por lo tanto, se recolectan los datos con base en las condiciones que tenemos como alcance, es decir, se consideran solo a los CSA del Guayas, incluyendo únicamente las categorías de lavado y refrigerado. Una vez recopilados los datos de las ordenes de servicios solicitadas durante el primer cuatrimestre del año 2024, e inicialmente se busca reconocer cuál es la proporción de cada variable sobre las asistencias técnicas solucionadas.

Y: proporción del tiempo de respuesta ≤ 1 día y no depende de repuesto.

X_i: proporción de la causa potencial seleccionada, [i: Repuesto / Otro Medio).

A continuación, se construyen cuadros de datos donde se consolida la cantidad de asistencias técnicas semanales generadas para cada CSA, a través del sistema CRM.

Tabla 16. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_C

N° Semana	Repuesto	RT \leq 1	Otro Medio
1	21	18	2
2	19	22	3
3	28	19	2
4	28	21	1
5	30	24	1
6	25	18	2
7	20	23	1
8	39	25	2
9	22	21	4
10	27	24	1
11	31	22	1
12	32	25	3
13	22	22	2
14	33	28	3
15	18	16	8
16	20	21	10
17	28	22	6
18	14	11	0

Fuente: Autor

Tabla 17. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_B

N° Semana	Repuesto	RT≤1	Otro Medio
1	8	13	2
2	5	7	3
3	20	14	4
4	9	13	8
5	9	9	4
6	14	10	3
7	14	5	3
8	17	10	3
9	15	9	1
10	12	12	3
11	11	18	3
12	12	16	5
13	16	6	2
14	17	24	4
15	9	17	3
16	12	13	5
17	15	7	5
18	5	2	8

Fuente: Autor

Tabla 18. Cantidad de asistencias técnicas semanales del CSA_A

N° Semana	Repuesto	RT≤1	Otro Medio
1	14	10	11
2	12	7	4
3	18	15	5
4	23	13	8
5	22	9	6
6	17	9	3
7	19	10	2
8	26	10	6
9	17	11	12
10	13	12	4
11	15	3	6
12	13	10	5
13	8	9	7
14	17	12	3
15	13	11	1
16	15	10	1
17	19	14	0
18	4	10	1

Fuente: Autor

Luego, se hace un conjunto de datos a nivel de Guayas, es decir, se unifica la información levantada en las Tablas 16, 17 y 18, de manera que surge la nueva Tabla 19, con la finalidad de analizar la situación actual en grupo, donde se denomina unas variables como:

$$X_{\text{Repuesto}} = X_1 \text{ REP}$$

$$X_{\text{Otro medio}} = X_1 \text{ OTRO}$$

$$Y = Y_1 \text{ RT} \leq 1$$

**Tabla 19. Cantidad de asistencias técnicas semanales del
CSA_Guayas**

N° Semana	X1 REP	Y1 RT≤1	X1 OTRO
1	51,22	43,90	4,88
2	43,18	50,00	6,82
3	57,14	38,78	4,08
4	56,00	42,00	2,00
5	54,55	43,64	1,82
6	55,56	40,00	4,44
7	45,45	52,27	2,27
8	59,09	37,88	3,03
9	46,81	44,68	8,51
10	51,92	46,15	1,92
11	57,41	40,74	1,85
12	53,33	41,67	5,00
13	47,83	47,83	4,35
14	51,56	43,75	4,69
15	42,86	38,10	19,05
16	39,22	41,18	19,61
17	50,00	39,29	10,71
18	56,00	44,00	0,00
19	34,78	56,52	8,70
20	33,33	46,67	20,00
21	52,63	36,84	10,53
22	30,00	43,33	26,67
23	40,91	40,91	18,18
24	51,85	37,04	11,11
25	63,64	22,73	13,64
26	53,13	34,38	12,50
27	60,00	36,00	4,00
28	44,44	44,44	11,11
29	34,38	56,25	9,38
30	36,36	48,48	15,15
31	66,67	25,00	8,33
32	37,78	53,33	8,89
33	31,03	58,62	10,34
34	40,00	43,33	16,67
35	55,56	25,93	18,52
36	33,33	13,33	53,33
37	40,00	28,57	31,43
38	52,17	30,43	17,39
39	47,37	39,47	13,16
40	52,27	29,55	18,18
41	59,46	24,32	16,22
42	58,62	31,03	10,34
43	61,29	32,26	6,45
44	61,90	23,81	14,29
45	42,50	27,50	30,00
46	44,83	41,38	13,79
47	62,50	12,50	25,00
48	46,43	35,71	17,86
49	33,33	37,50	29,17
50	53,13	37,50	9,38
51	52,00	44,00	4,00
52	57,69	38,46	3,85
53	57,58	42,42	0,00
54	26,67	66,67	6,67

Fuente: Autor

Como se observa en la Tabla 19, si sumamos la proporción que tiene cada semana, debería dar como resultado 100% por fila, lo que hace más interesante evaluar esta parte, ya que con las variables definidas se desea conocer que tanta correlación existe entre las mismas, contemplando las opciones siguientes:

Opción 1: $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ VS $X_{1\text{ REP}}$, como también

Opción 2: $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ VS $X_{1\text{ OTRO}}$.

Con respecto a la interpretación se estima que para la fuerza de la correlación se tome la referencia de la siguiente Tabla 20.

Tabla 20. Fuerza de la correlación

Valor r		Fuerza de correlación
- 0,1 < 0,0	0,0 < 0,1	Sin correlación
- 0,3 < - 0,1	0,1 < 0,3	Poca correlación
- 0,5 < - 0,3	0,3 < 0,5	Correlación media
- 0,7 < - 0,5	0,5 < 0,7	Correlación alta
- 1 < - 0,7	0,7 < 1	Correlación muy alta

Fuente: Udo Kuckartz y otros: Estadísticas, una introducción comprensible, 2013, p. 213

A continuación, por medio del método de tipo de correlación Pearson, se obtiene:

Tabla 21. Correlaciones $X_{1\text{ REP}}$; $X_{1\text{ OTRO}}$; $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$

Valor r	$X_{1\text{ REP}}$	$X_{1\text{ OTRO}}$
$X_{1\text{ OTRO}}$	-0,434	
$Y_{1\text{ RT}\leq 1}$	-0,541	-0,523

Fuente: Minitab 2022

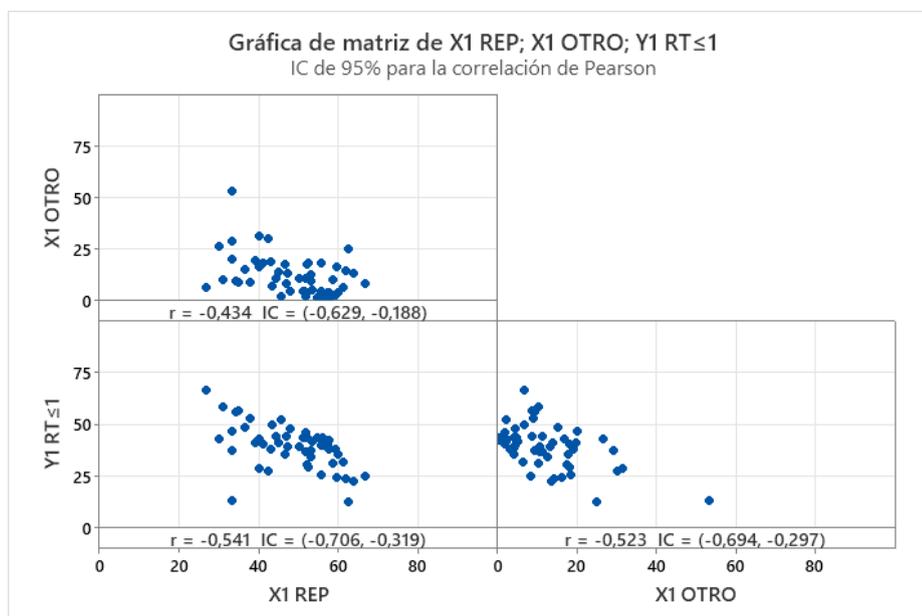


Figura 2.20 Gráfica de correlaciones $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ VS $X_{1\text{ REP}}$, $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ VS $X_{1\text{ OTRO}}$

Fuente: Minitab 2022

Para cada opción mencionada de la Tabla 21, se tiene que:

- Opción 1: el valor del estadístico “r” de Pearson es de -0,541 denotando una correlación es significativa, por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza, en el ámbito de estudio hay una correlación negativa alta, entre $X_{1\text{ REP}}$ y $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$.

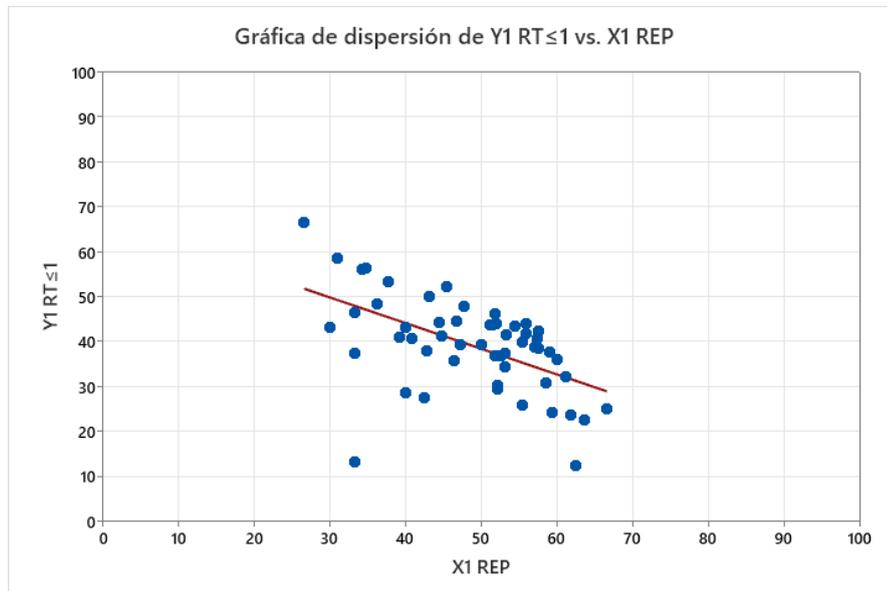


Figura 2.21 Gráfica de dispersión de $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ vs $X_{1\text{ REP}}$.

Fuente: Minitab 2022

- Opción 2: el valor del estadístico “r” de Pearson es de -0,523 denotando una correlación es significativa, por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza, en el ámbito de estudio hay una correlación negativa alta, entre $X_{1\text{ OTRO}}$ y $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$.

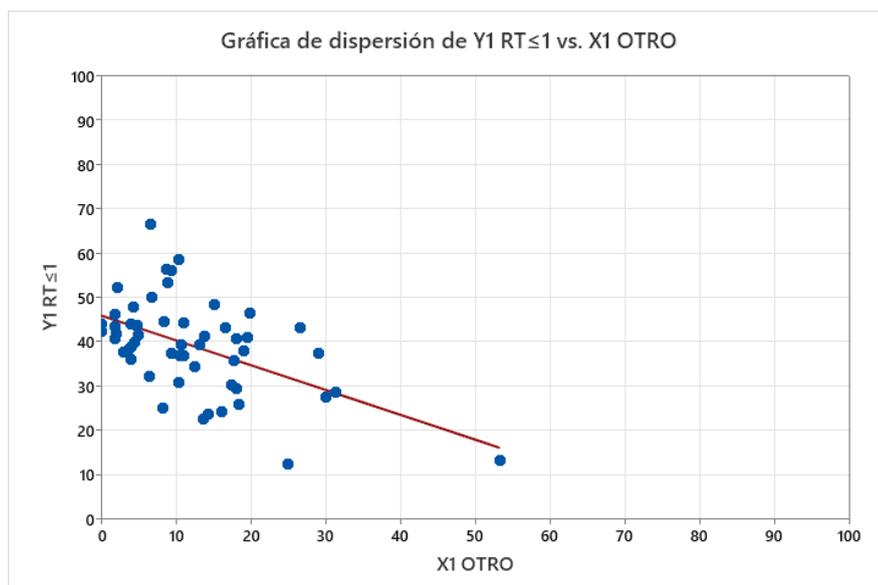


Figura 2.22 Gráfica de dispersión de $Y_{1\text{ RT}\leq 1}$ vs $X_{1\text{ OTRO}}$.

Fuente: Minitab 2022

Aparte de lo mencionado, se prevé tener una referencia visual sobre cuál de las variables representaría mayor afectación a la $Y_{1RT\leq 1}$, por lo que de forma ilustrativa se comparan X_{1REP} y X_{1OTRO} a través de la Figura 2.23, demostrando a primera instancia lo relacionado con repuesto, denota mayor incidencia.

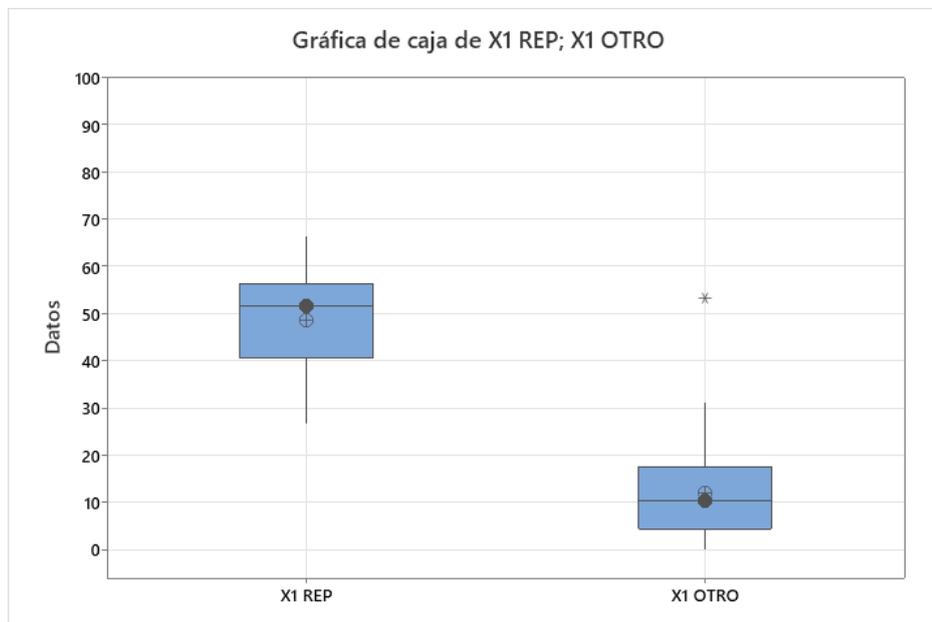


Figura 2.23 Gráfica de caja de X_{1REP} , X_{1OTRO} .

Fuente: Minitab 2022

Dicho esto, se procede a usar un análisis de varianza llamada **ANOVA** que es una técnica estadística utilizada para examinar las diferencias entre las medias de dos o más grupos, no obstante, se deben cumplir los siguientes supuestos:

1. Ausencia de valores atípicos: es importante realizar este análisis para validar si existe valores atípicos, estos se determinan usando una regla basada en los límites del diagrama, primero se halla el rango de los límites inferiores y superiores, de manera que todos los valores que estén por encima del límite superior o por debajo del límite inferior se consideran valores atípicos, como se observa en las siguientes figuras:

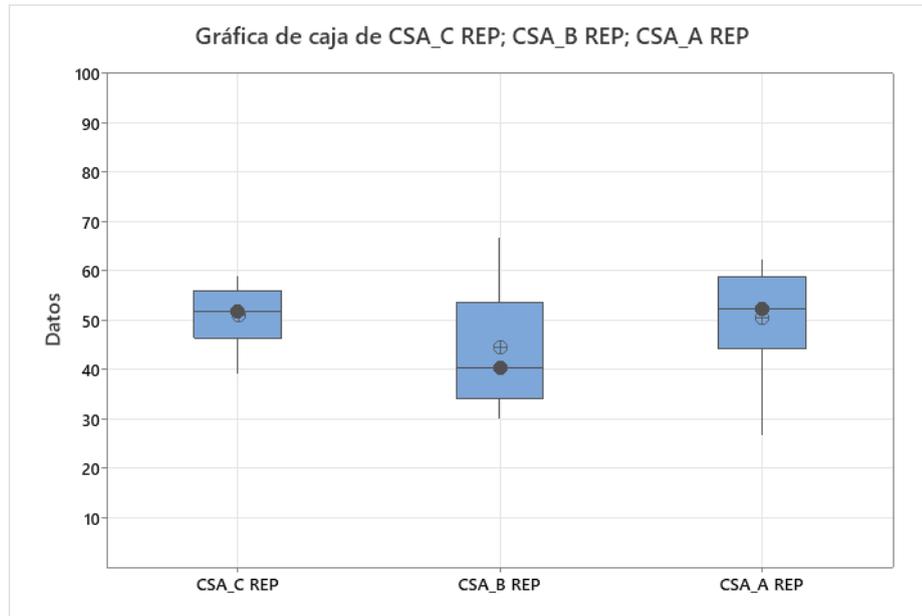


Figura 2.24 Gráfica de caja de CSA_C REP, CSA_B REP, CSA_A REP.

Fuente: Minitab 2022

La Figura 2.24 con respecto a los datos que están relacionados con repuestos no se observa ningún valor atípico, siendo una buena muestra, pero de la Figura 2.25 que son casos de Otro medio, si se encuentran valores atípicos.

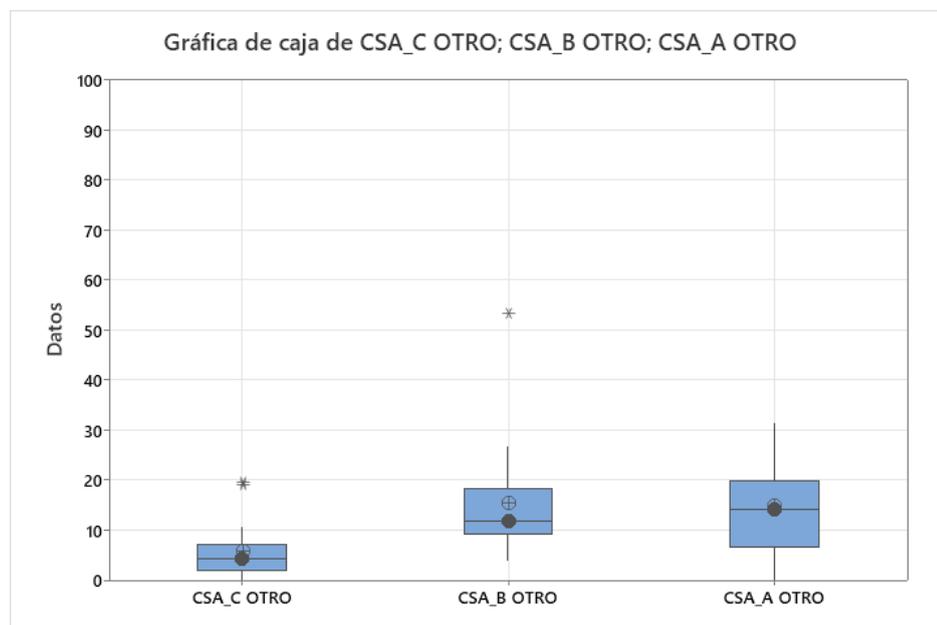


Figura 2.25 Gráfica de caja de CSA_C OTRO, CSA_B OTRO, CSA_A OTRO.

Fuente: Minitab 2022

Por lo antes mencionado, se intenta analizar de nuevo los datos sin considerar aquellas semanas que contienen valores atípicos, aquellas que se detallan en la Tabla 23.

Tabla 23. Semanas a excluir del análisis por tener valores atípicos en ciertos CSA.

Variable	N° Semana	Repuesto	RT≤1	Otro Medio
CSA_B OTRO	4	30	43	27
CSA_C OTRO	15	43	38	19
CSA_C OTRO	16	39	41	20
CSA_C OTRO	17	50	39	11
CSA_B OTRO	18	33	13	53

Fuente: Autor

La nueva base de datos se conforma de la Tabla 19 quitando los valores especificados en la Tabla 23, por lo que se procede a validar los supuestos estadísticos de análisis de varianza de un solo factor (Repuesto y Otro medio), en donde se trabaja con el mismo número de repeticiones (13 semanas) en cada tratamiento.

2. **Normalidad:** Implica que los datos de las variables deben seguir una distribución normal, la misma que debe tener la forma de una campana simétrica. Para esta instancia se realiza la prueba de normalidad entre los CSA sobre los datos de asistencia técnica que no cumplen los tiempos de respuesta en ≤ 1 día, y dependen de repuestos.

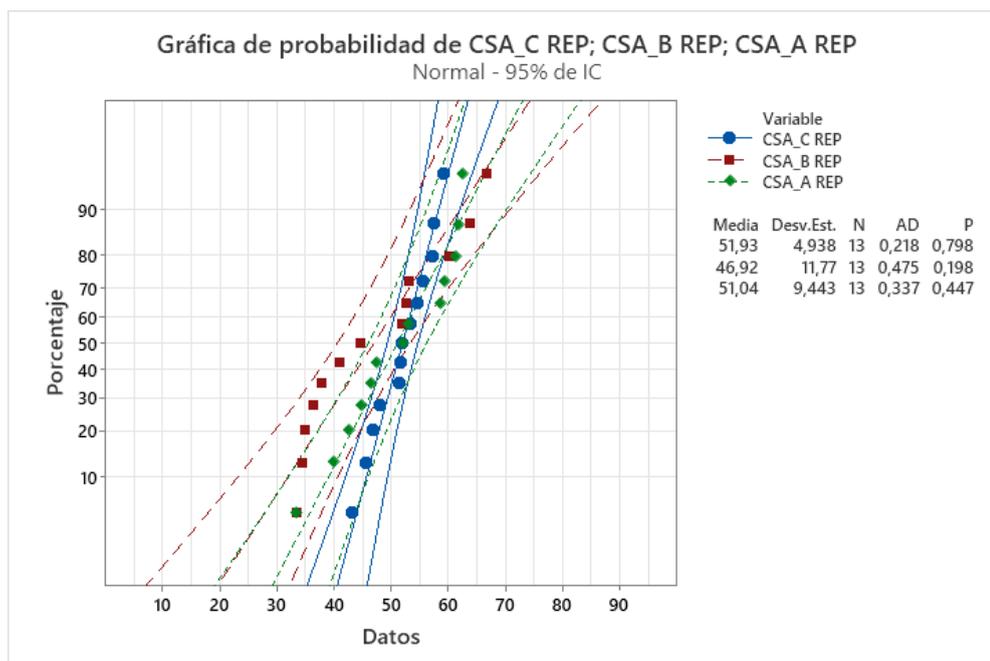


Figura 2.26 Gráfica de probabilidad de CSA_C REP, CSA_B REP, CSA_A REP.

Fuente: Minitab 2022

De la Figura 2.26 se obtienen los resultados, donde la clave es revisar el valor p de los datos de cada CSA si siguen una distribución normal, de manera que:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : los datos **no** siguen una distribución normal.

Donde;

- Para CSA_C_{REP} , el valor p es 0,798.
- Para CSA_B_{REP} , el valor p es 0,198.
- Para CSA_A_{REP} , el valor p es 0,447.

Entonces para los datos de asistencia técnica que no cumplen los tiempos de respuesta en ≤ 1 día y dependen de repuestos, debido a que el valor p de cada variable es mayor que el nivel de significancia de 0,05, aplica para los tres CSA (CSA_C_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_A_{REP}) que la decisión es no rechazar la hipótesis nula (H_0), es decir, no se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal. Por consiguiente, se hace mismo ejercicio con datos de asistencia técnica que no cumplen los tiempos de respuesta en ≤ 1 día, pero no dependen de repuestos, siendo estos casos que pertenecen a Otro medio.

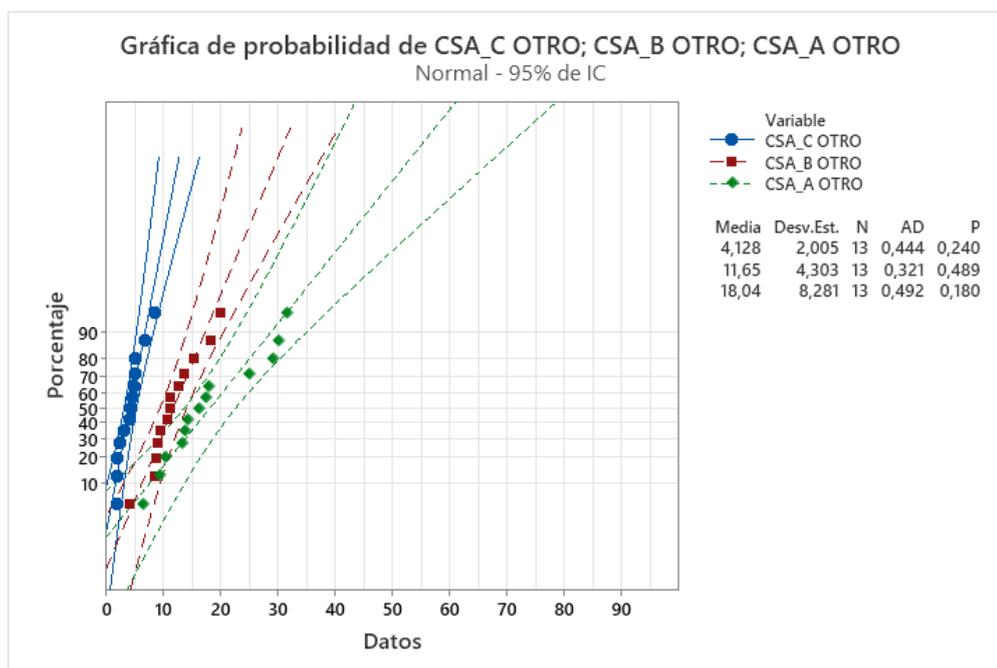


Figura 2.27 Gráfica de probabilidad de CSA_C_{OTRO} , CSA_B_{OTRO} , CSA_A_{OTRO} .

Fuente: Minitab 2022

En cuanto a la Figura 2.27, los resultados del valor p de los datos de cada CSA si siguen una distribución normal, se plantea la hipótesis:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : los datos **no** siguen una distribución normal.

Donde;

- Para CSA_C_{OTRO} , el valor p es 0,240.
- Para CSA_B_{OTRO} , el valor p es 0,489.
- Para CSA_A_{OTRO} , el valor p es 0,180.

Con base en los datos de asistencia técnica que no cumplen los tiempos de respuesta en ≤ 1 día y que no dependen de repuestos, se tiene la particularidad que el valor p para los tres CSA (CSA_A_{OTRO} , CSA_C_{OTRO} , CSA_B_{OTRO}) es mayor que el nivel de significancia de 0,05, por lo tanto, solo para este CSA se toma la decisión de no rechazar la hipótesis nula (H_0), es decir, no se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal.

3. Independencia: significa que los datos no deben estar correlacionados o ser independientes entre sí.

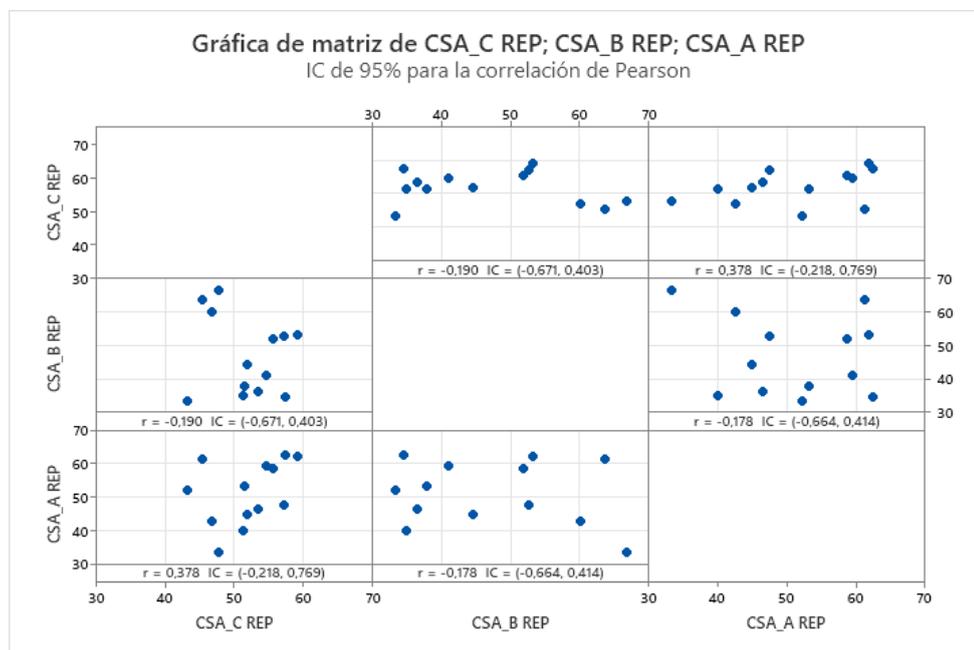


Figura 2.28 Gráfica correlación entre CSA_C_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_A_{REP} .

Fuente: Minitab 2022

En la Figura 2.28 se tiene como resultado que los valores “r” son bajos de modo que no hay correlación entre los tres CSA con respecto a los datos de asistencia técnica que no cumplen los tiempos de respuesta en ≤ 1 día, que dependen de repuesto.

Entonces se tiene que:

- Entre CSA_A_{REP} y CSA_C_{REP} posee un valor $r = 0,378$. Lo que quiere decir es que esta matriz denota que hay una correlación positiva media.
- Entre CSA_A_{REP} y CSA_B_{REP} posee un valor $r = -0,178$. Lo que quiere decir es que esta matriz denota que hay una poca correlación negativa.
- Entre CSA_B_{REP} y CSA_C_{REP} posee un valor $r = -0,190$. Lo que quiere decir que esta matriz presenta un poco correlación negativa.

Por otro lado, para probar si existe una relación en los datos, se plantea las siguientes hipótesis:

H_0 : Muestra1 - Muestra2 = 0 (no existe correlación)

H_1 : Muestra1 - Muestra2 \neq 0 (sí existe correlación)

Si se tiene un nivel de confianza del 95%, el valor “p” de cada correlación en pareja de CSA se observa que son mayores que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), por la cual no se puede rechazar la hipótesis nula (H_0), porque no hay suficiente evidencia para concluir que las variables están asociadas, es decir, son independientes entre sí, a nivel de “Repuestos”.

En la Tabla 24 se evidencia el detalle de lo mencionado:

Tabla 24. Correlación: CSA_C REP; CSA_B REP; CSA_A REP

Método					
Tipo de correlación	Pearson				
Número de filas utilizadas:	13				
<i>p</i> : correlación en parejas de Pearson					
Correlaciones					
	CSA_C REP	CSA_B REP			
CSA_B REP	-0,190				
CSA_A REP	0,378	-0,178			
Correlaciones en parejas de Pearson					
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para ρ	Valor p
CSA_B REP	CSA_C REP	13	-0,190	(-0,671; 0,403)	0,534
CSA_A REP	CSA_C REP	13	0,378	(-0,218; 0,769)	0,202
CSA_A REP	CSA_B REP	13	-0,178	(-0,664; 0,414)	0,561

Fuente: Minitab 2022

Continuando con este ensayo, en la siguiente Figura 2.29 se tiene como resultado que los valores “r” son algo bajos, pero si es relevante distinguir la respectiva matriz de correlación entre los CSA sobre los datos de asistencia técnica que no cumplen los tiempos de respuesta en ≤ 1 día, pero no dependen de repuestos, siendo estos casos que pertenecen a Otro medio.

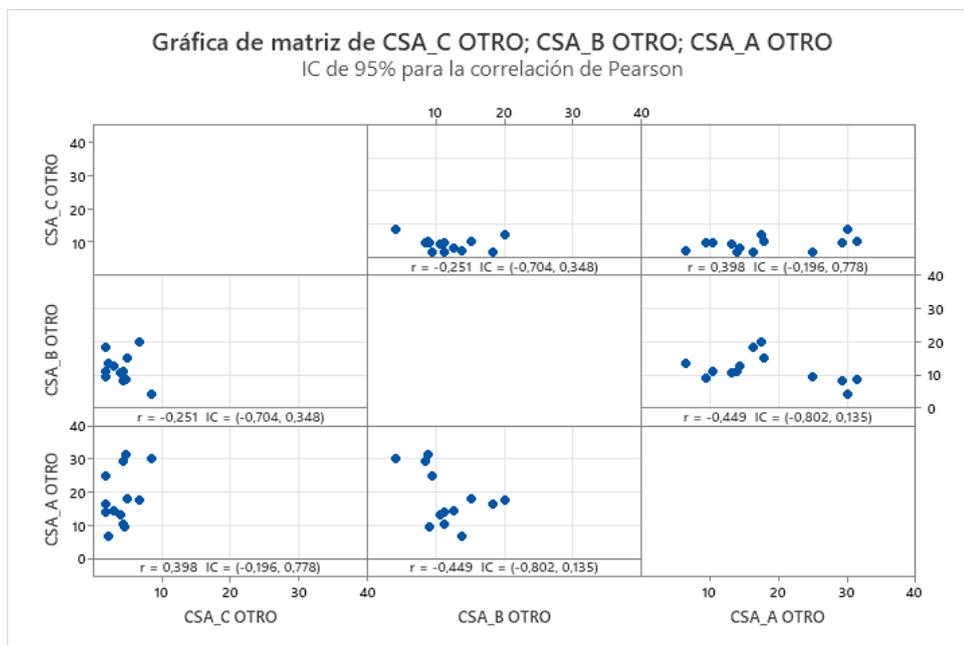


Figura 2.29 Gráfica correlación entre CSA_C OTRO, CSA_B OTRO, CSA_A OTRO.

Fuente: Minitab 2022

Entonces se tiene que:

- Entre CSA_A OTRO y CSA_C OTRO posee un valor $r = 0,398$. Lo que quiere decir es que esta matriz denota que hay una correlación positiva media.

- y entre CSA_A_OTRO y CSA_B_OTRO posee un valor $r = -0,449$. Lo que quiere decir es que esta matriz denota que hay una correlación negativa media.
- Entre CSA_B_OTRO y CSA_C_OTRO posee un valor $r = -0,251$. Lo que quiere decir que esta matriz presenta un poco correlación negativa.

Así mismo, para probar si existe una relación en los datos, se plantea las hipótesis:

H_0 : Muestra1 - Muestra2 = 0 (no existe correlación)

H_1 : Muestra1 - Muestra2 \neq 0 (sí existe correlación)

Ya con un nivel de confianza del 95%, el valor "p" de cada correlación en pareja de CSA se observa que son mayores que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), por la cual no se rechaza la hipótesis nula (H_0), porque no hay suficiente evidencia para concluir que las variables están asociadas, es decir, son independientes entre sí, a nivel de "Otro medio".

Tabla 25. Correlación: CSA_C_OTRO; CSA_B_OTRO; CSA_A_OTRO

Muestra 1		Muestra 2		N	Correlación	IC de 95% para p	Valor p
CSA_B_OTRO	CSA_C_OTRO	13	-0,251		(-0,704; 0,348)	0,409	
CSA_A_OTRO	CSA_C_OTRO	13	0,398		(-0,196; 0,778)	0,178	
CSA_A_OTRO	CSA_B_OTRO	13	-0,449		(-0,802; 0,135)	0,124	

Fuente: Minitab 2022

4. Homogeneidad de varianzas: es importante verificar si los datos de las diferentes poblaciones o grupos al ser comparados tienen variabilidad similar, o en caso contrario, si las varianzas son significativamente diferentes. Por ello, en este supuesto es fundamental utilizar una técnica como prueba útil para evaluar si las varianzas de los grupos son estadísticamente iguales.

A continuación, se utiliza el software estadístico para probar la hipótesis nula de que las varianzas de los grupos son iguales. Adicional, se obtiene un intervalo de confianza de Bonferroni para la desviación estándar de cada grupo, donde se puede interpretar que tiene un 95% de confianza de que la desviación estándar de su respectivo grupo está en ese rango.

Tabla 26. Prueba de igualdad de varianzas: $X_{1\text{ REP}}$ vs. $CSA_{\text{ REP}}$

Método			
Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales		
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente		
Nivel de significancia α	= 0,05		
<i>Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.</i>			
Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar			
$CSA_{\text{ REP}}$	N	Desv.Est.	IC
$CSA_{A\text{ REP}}$	13	9,4433	(6,32231; 17,6620)
$CSA_{B\text{ REP}}$	13	11,7703	(7,88022; 22,0141)
$CSA_{C\text{ REP}}$	13	4,9378	(3,30587; 9,2353)
Nivel de confianza individual = 98,3333%			
Pruebas			
Método	de prueba	Estadística	Valor p
Bartlett		7,85	0,020

Fuente: Minitab 2022

Para apreciar de forma gráfica se tiene:

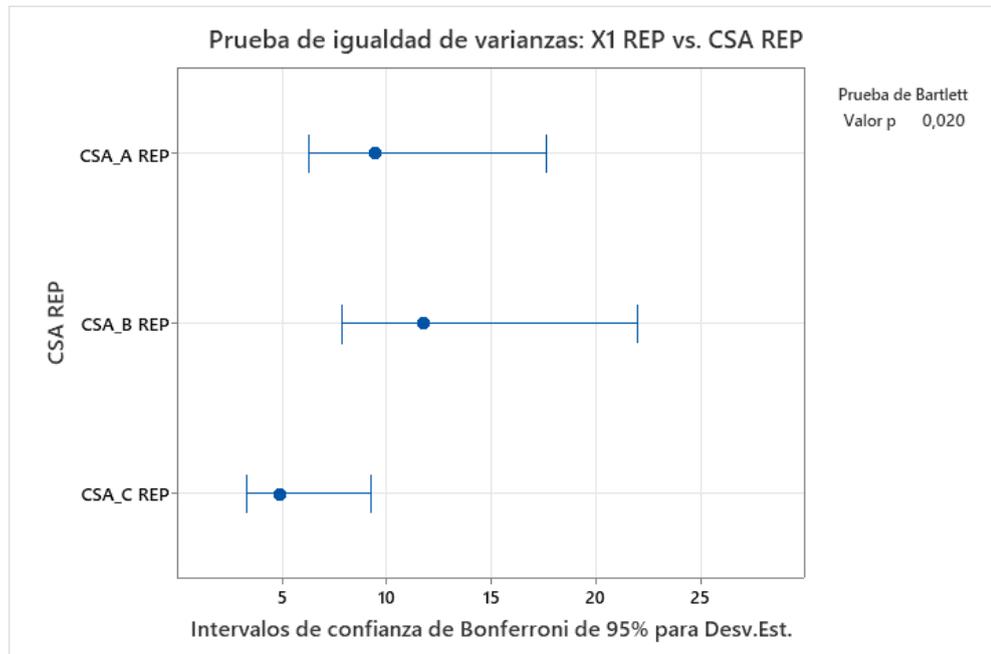


Figura 2.30 Gráfica de Prueba de igualdad de varianzas entre $CSA_{A\text{ REP}}$, $CSA_{B\text{ REP}}$, $CSA_{C\text{ REP}}$.

Fuente: Minitab 2022

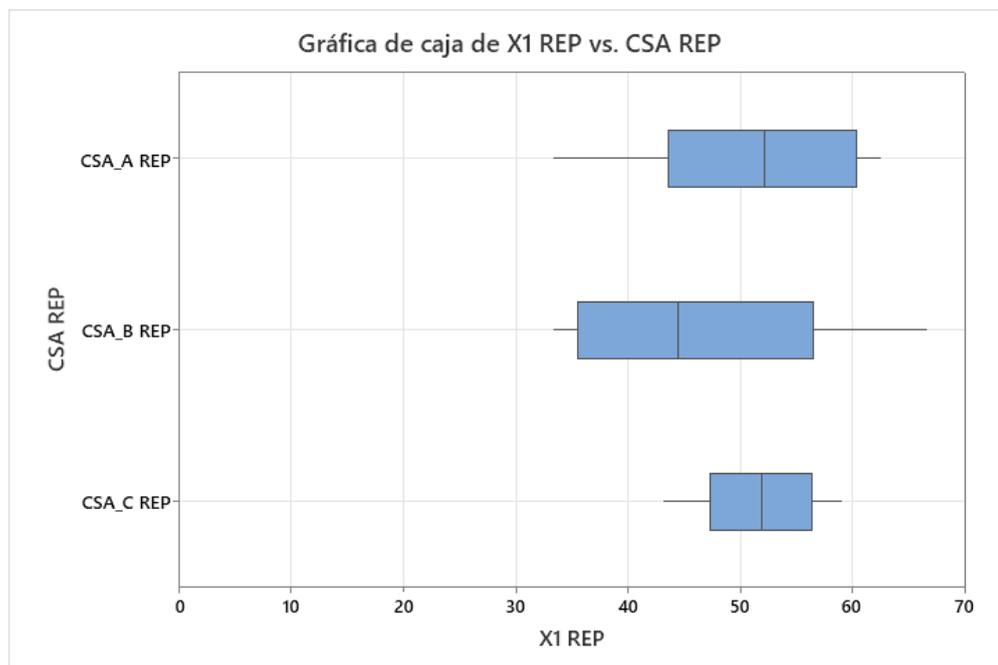


Figura 2.31 Gráfica de Caja entre CSA_A_{REP}, CSA_B_{REP}, CSA_C_{REP}.

Fuente: Minitab 2022

A través de la prueba de Bartlett, en Tabla 26 se observa que el “valor p” es 0,020 siendo menor que 0.05, por la cual, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las varianzas son diferentes.

Tabla 27. Prueba de igualdad de varianzas: X₁ OTRO vs. CSA OTRO

Método			
Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales		
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente		
Nivel de significancia α	= 0,05		
<i>Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.</i>			
Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar			
CSA OTRO	N	Desv.Est.	IC
CSA_A OTRO	13	8,28087	(5,54407; 15,4879)
CSA_B OTRO	13	4,30319	(2,88100; 8,0483)
CSA_C OTRO	13	2,00533	(1,34257; 3,7506)
<i>Nivel de confianza individual = 98,3333%</i>			
Pruebas			
Método	Estadística	de prueba	Valor p
Bartlett	19,70		0,000

Fuente: Minitab 2022

De la Tabla 27, con la prueba de Bartlett se observa que el “valor p” es 0,000 siendo menor que 0.05, por la cual, también se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las varianzas son diferentes.

Para ilustrar lo mencionado de manera gráfica, se tiene:

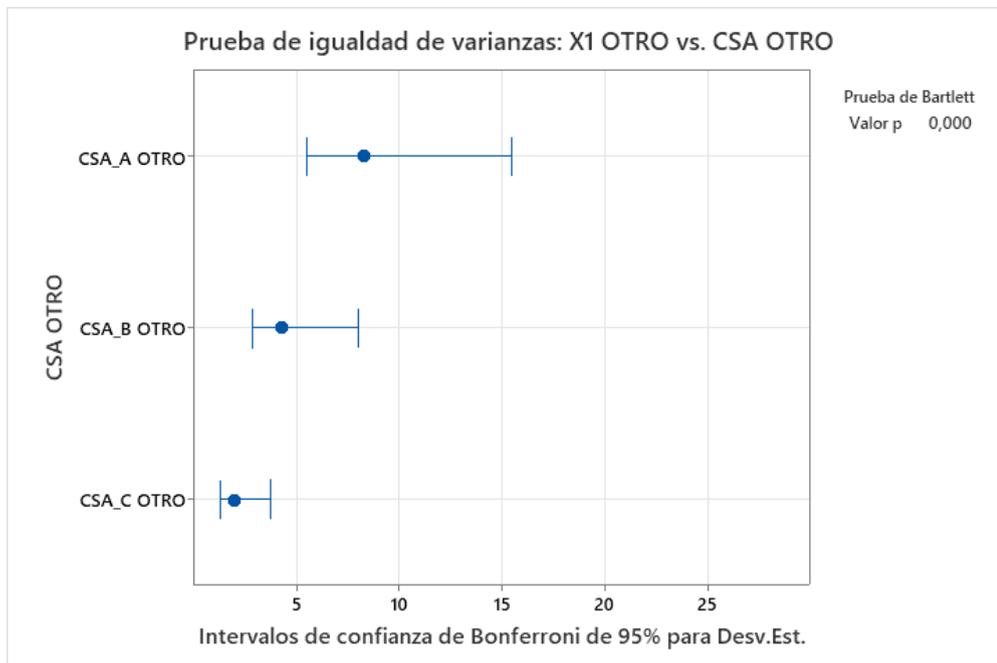


Figura 2.32 Gráfica de Prueba de igualdad de varianzas entre CSA_A OTRO, CSA_B OTRO, CSA_C OTRO.

Fuente: Minitab 2022

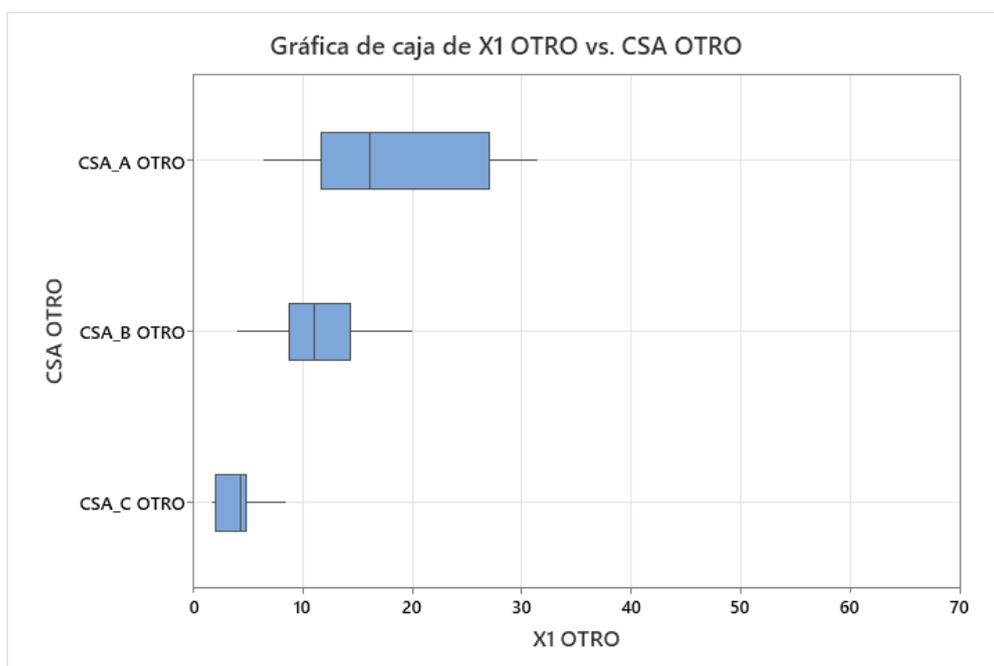


Figura 2.33 Gráfica de Caja entre CSA_A OTRO, CSA_B OTRO, CSA_C OTRO.

Fuente: Minitab 2022

Una vez que se determina que no se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas en cada factor, se recomienda aplicar versiones modificadas de las pruebas estándar como la ANOVA de Welch que se utiliza cuando se tiene más de dos poblaciones o grupos, y se quiere determinar si hay diferencias significativas en las medias.

Tabla 28. ANOVA de un solo factor: $X_{1\text{ REP}}$ vs. $CSA_{\text{ REP}}$ (Welch)

Método					
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales				
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales				
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$					
<i>No se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>					
Información del factor					
Factor	Niveles Valores				
CSA REP	3 CSA_A REP; CSA_B REP; CSA_C REP				
Prueba de Welch					
Fuente	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
CSA REP	2	20,9652	0,97	0,395	
Resumen del modelo					
R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	R-cuadrado (pred)			
5,79%	0,56%	0,00%			
Medias					
CSA REP	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	
CSA_A REP	13	51,04	9,44	(45,33; 56,75)	
CSA_B REP	13	46,92	11,77	(39,80; 54,03)	
CSA_C REP	13	51,93	4,94	(48,94; 54,91)	
Comparaciones en parejas de Games-Howell					
Agrupar información utilizando el método de Games-Howell y una confianza de 95%					
CSA REP	N	Media Agrupación			
CSA_C REP	13	51,93 A			
CSA_A REP	13	51,04 A			
CSA_B REP	13	46,92 A			
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>					
Pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias					
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
CSA_B REP - CSA_A REP	-4,13	4,19	(-14,60; 6,35)	-0,99	0,593
CSA_C REP - CSA_A REP	0,89	2,96	(-6,66; 8,43)	0,30	0,952
CSA_C REP - CSA_B REP	5,01	3,54	(-4,12; 14,15)	1,42	0,356

Fuente: Minitab 2022

En la Tabla 28, con el valor p de 0,395, al ser mayor que el nivel de significancia 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales.

Por otra parte, con el método de Games-Howel como se observa en la Figura 2.33, los intervalos de las pruebas simultáneas de CSA_A_{REP} , CSA_B_{REP} , CSA_C_{REP} contienen el cero, lo que significa que las medias correspondientes son significativamente iguales.

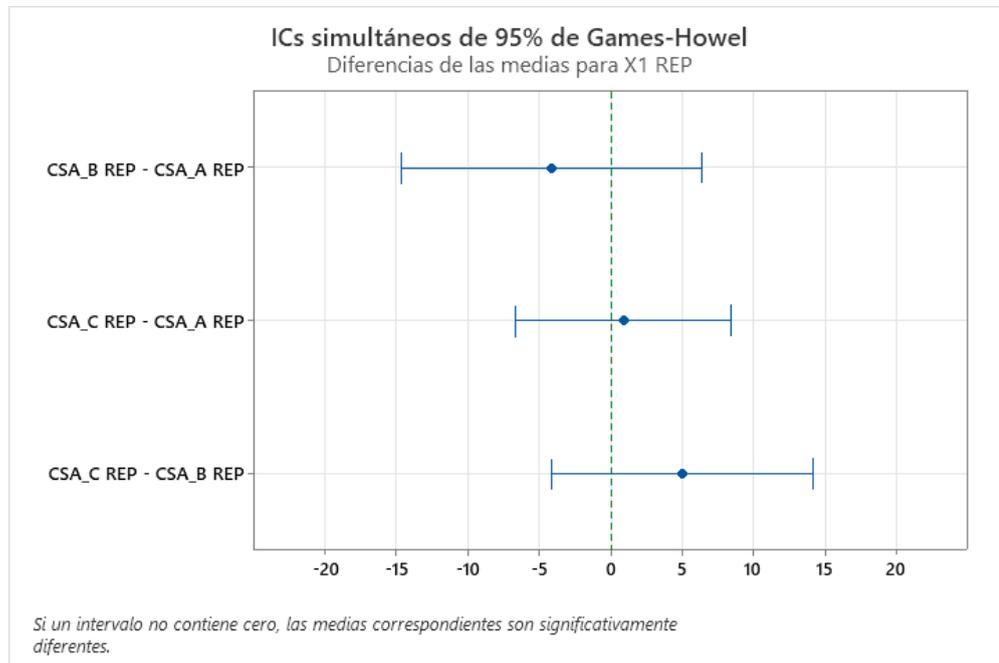


Figura 2.34 Gráfica de diferencia de las medias para X_1_{REP} .

Fuente: Minitab 2022

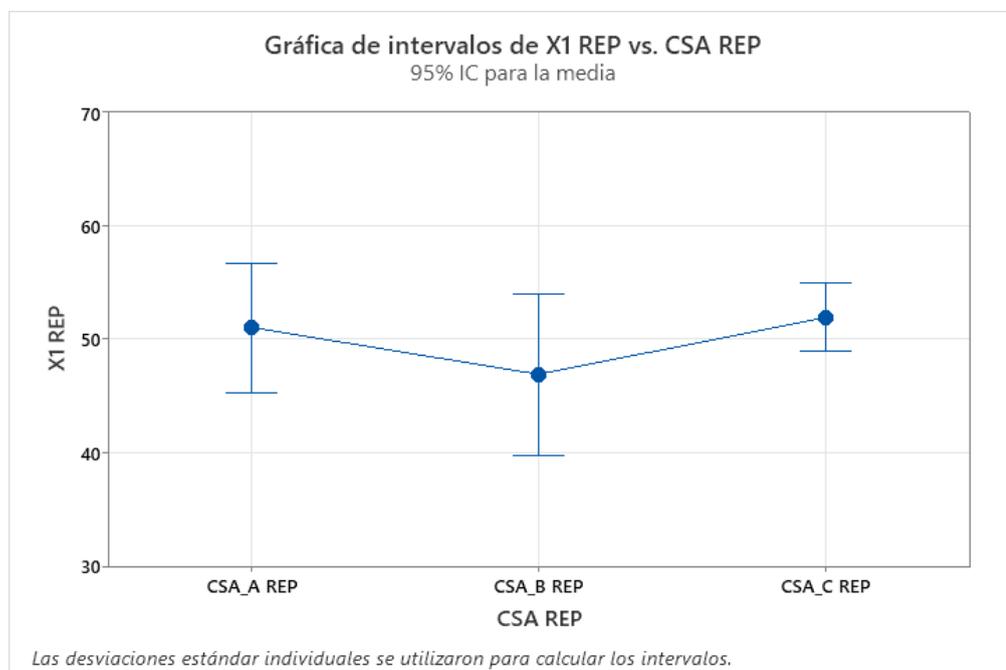


Figura 2.35 Gráfica de intervalos X_1_{REP} vs. CSA_{REP}

Fuente: Minitab 2022

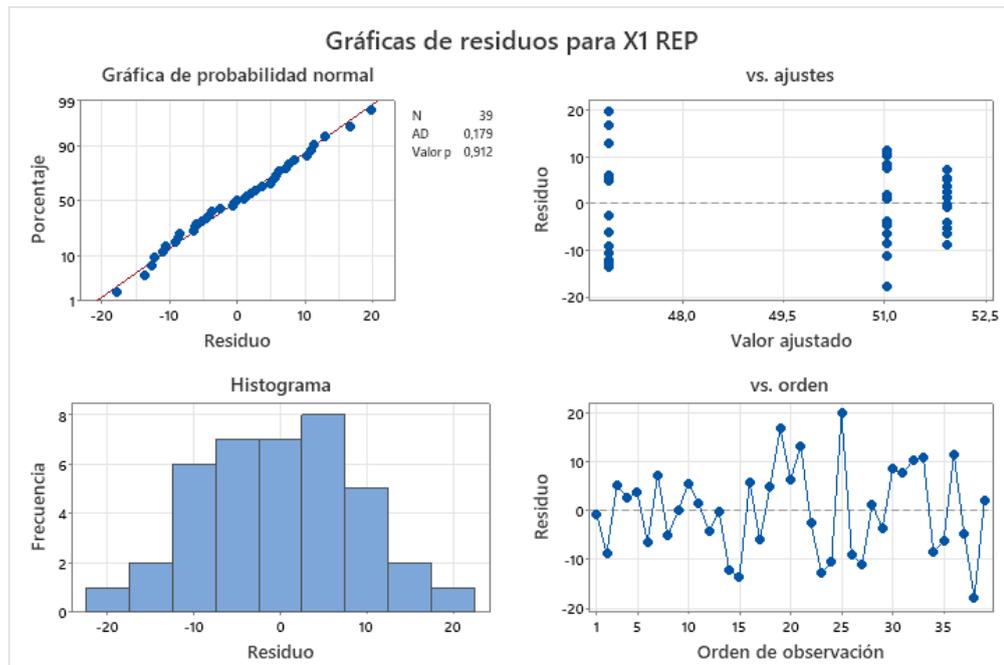


Figura 2.36 Gráfica de residuos $X_{1\text{ REP}}$

Fuente: Minitab 2022

De la Figura 2.36 como parte de la verificación de los supuestos del modelo se revisan que al menos dos de los siguientes tres supuestos se deben cumplir;

- Normalidad: los residuos son una muestra de una distribución normal con media cero, que tiene un valor p de 0,912, el cual es mayor al de significancia 0,05, por lo tanto, si cumple este supuesto.
- Varianza constante: se ve la gráfica “vs. ajustes” como prueba que los puntos no se distribuyen de manera aleatoria en una banda horizontal, aunque si se aprecia que el número de datos que hay arriba y abajo es el mismo, de manera que la varianza parecería constante.
- Independencia: al ver la gráfica “vs. orden” las fluctuaciones en el eje horizontal el tiempo (orden de corrida) y en el eje vertical los residuos, se detecta que no hay un patrón aleatorio definido, el supuesto de independencia se cumple.

Para el caso de la variable $X_{1\text{ OTRO}}$, también se aplica la misma técnica ANOVA de un solo factor, la cual se muestra en la Tabla 29, con el valor p de 0,000, al ser menor que el nivel de significancia 0,05, se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales, es decir, lo que indica es que al menos uno de los grupos difiere significativamente de los otros.

Tabla 29. ANOVA de un solo factor: X₁ OTRO vs. CSA OTRO (Welch)

Método						
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales					
Nivel de significancia α	= 0,05					
<i>No se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>						
Información del factor						
Factor	Niveles	Valores				
CSA OTRO	3	CSA_A OTRO; CSA_B OTRO; CSA_C OTRO				
Prueba de Welch						
Fuente	GL	Num	GL	Den	Valor F	Valor p
CSA OTRO	2	19,4475	29,60	0,000		
Resumen del modelo						
R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)				
53,54%	50,96%	45,48%				
Medias						
CSA OTRO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%		
CSA_A OTRO	13	18,04	8,28	(13,03; 23,04)		
CSA_B OTRO	13	11,65	4,30	(9,05; 14,26)		
CSA_C OTRO	13	4,128	2,005	(2,916; 5,340)		
Comparaciones en parejas de Games-Howell						
Agrupar información utilizando el método de Games-Howell y una confianza de 95%						
CSA OTRO	N	Media	Agrupación			
CSA_A OTRO	13	18,04	A			
CSA_B OTRO	13	11,65	A			
CSA_C OTRO	13	4,128	B			
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>						
Pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias						
		Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p
Diferencia de niveles					ajustado	
CSA_B OTRO - CSA_A OTRO		-6,38	2,59	(-12,99; 0,23)	-2,47	0,059
CSA_C OTRO - CSA_A OTRO		-13,91	2,36	(-20,12; -7,69)	-5,89	0,000
CSA_C OTRO - CSA_B OTRO		-7,53	1,32	(-10,91; -4,15)	-5,72	0,000

Fuente: Minitab 2022

A pesar de que la prueba de Welch no se cumple, con el método de Games-Howell se puede apreciar el hecho que el CSA_A OTRO tiene la misma media que el CSA_B OTRO porque ambos comparten la misma agrupación "A", sin embargo, el CSA_C OTRO es significativamente diferente de los otros grupos (CSA), ya que hay una diferencia significativa entre sus medias.

Además, se observa en la Figura 2.37, los intervalos de las pruebas simultáneas entre CSA_A OTRO y CSA_B OTRO contienen el cero, lo que

significa que las medias correspondientes son significativamente iguales, en cambio del CSA_C_{OTRO} con CSA_A_{OTRO} y CSA_C_{OTRO} con CSA_B_{OTRO} son intervalos que no contienen el cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.

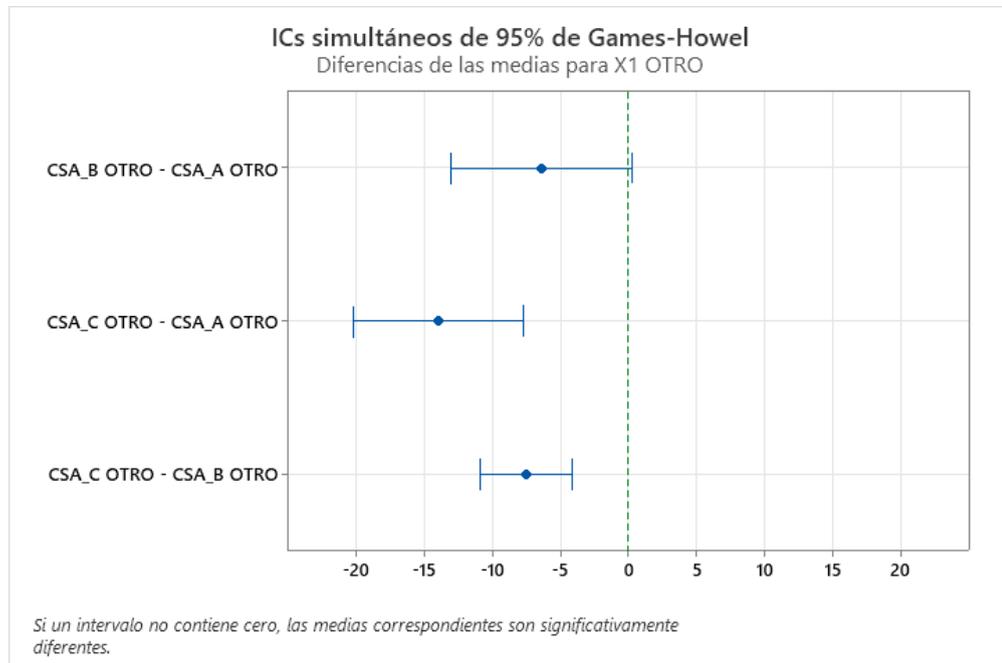


Figura 2.37 Gráfica de diferencia de las medias para X_1_{OTRO} .

Fuente: Minitab 2022

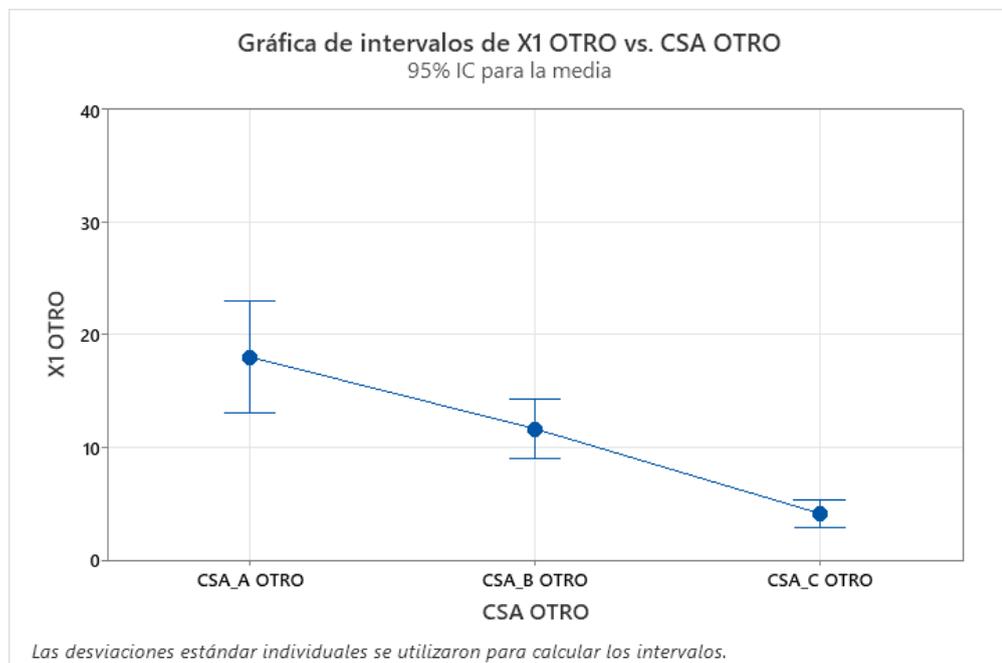


Figura 2.38 Gráfica de intervalos X_1_{OTRO} vs. CSA_{OTRO}

Fuente: Minitab 2022

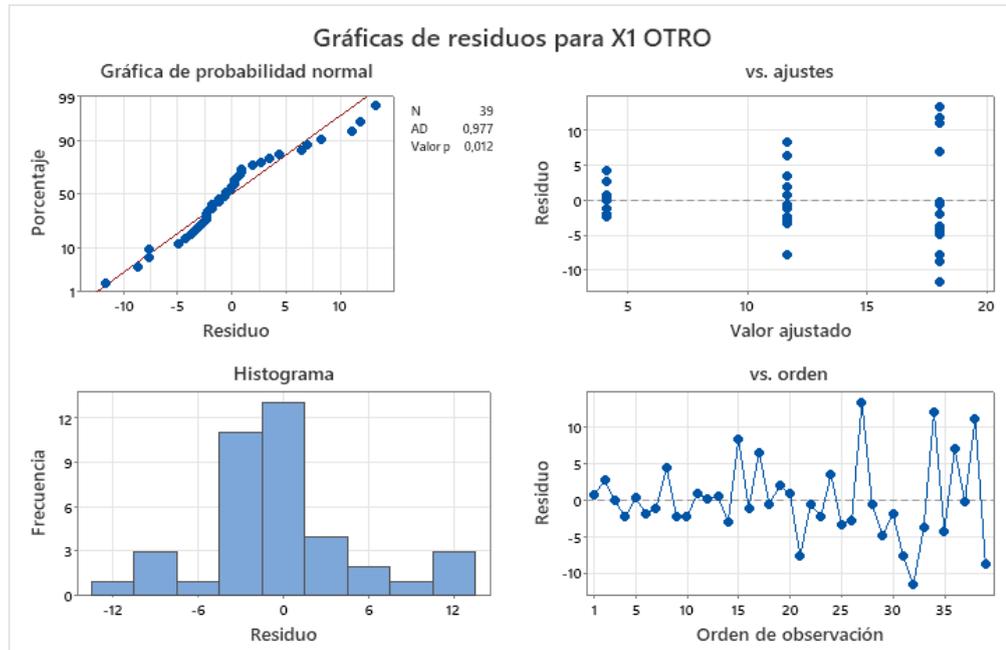


Figura 2.39 Gráfica de residuos X₁ OTRO

Fuente: Minitab 2022

2.2.8. Gemba walking

Con esta técnica de gestión, se busca estar en el sitio real donde ocurre la retroalimentación en el sistema CRM que realiza cada CSA y con ello cuantificar las asistencias técnicas que no se logran completar dentro del tiempo de respuesta establecido que sea menor o igual a 1 día.

Con lo estudiado durante el proyecto, se conoce que el “Mal Cierre” representa el 32,52% según la data de la Tabla 14, siendo algo significativo asociado a la causa potencial llamada “CSA no retroalimenta en tiempos (Falta uso de App)”.

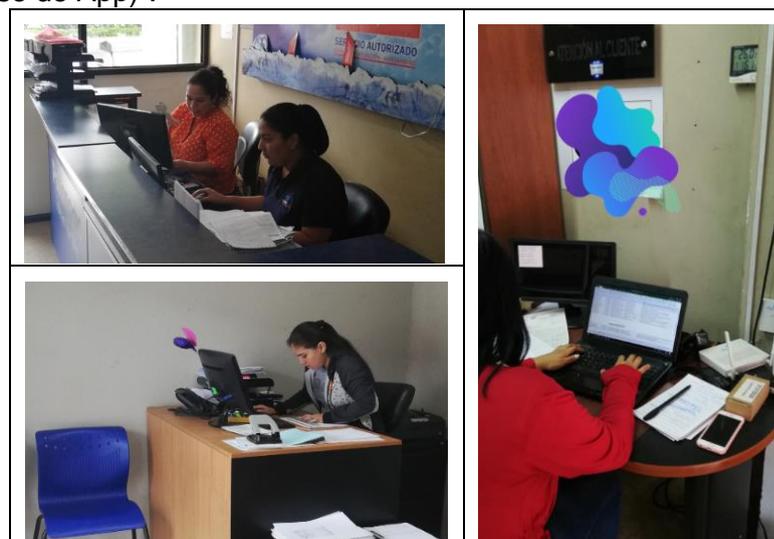


Figura 2.40 Administrativas que atienden al público de cada CSA

Fuente: Autor

A través de la observación directa en cada CSA, se aprecia que para ejecutar la retroalimentación de las asistencias técnicas naturalmente dependen del técnico quien es el que levanta la información correspondiente del diagnóstico de cada producto, de forma que, si el mismo día no alcanza a enviar los formularios digitales de servicio dentro de horario de oficina, estos se acumulan para el siguiente día poder cargar la información pendiente requerida y poder completar a cabalidad el servicio asignado con el apoyo de la persona administrativa.

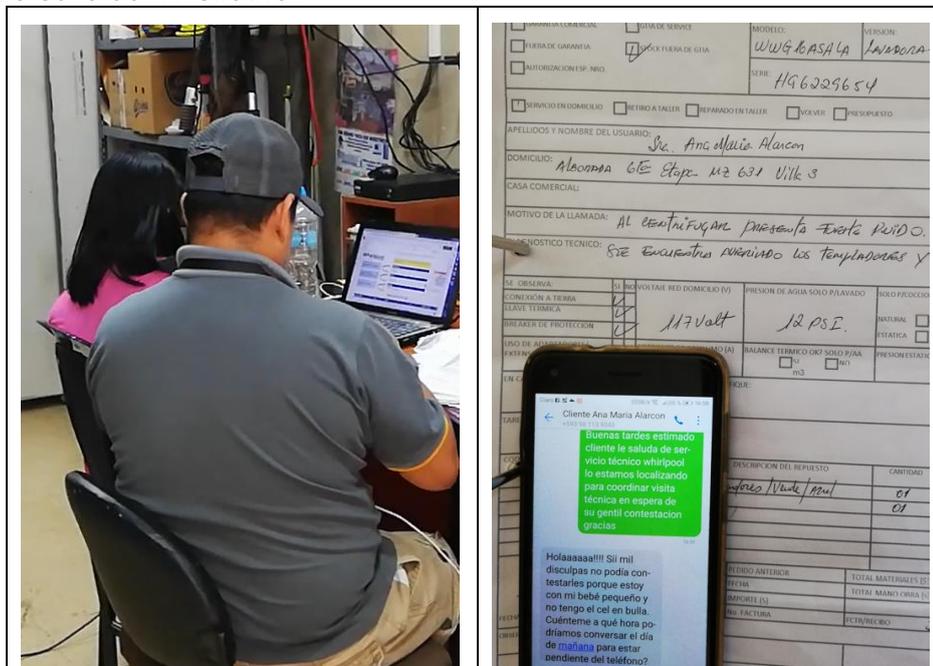


Figura 2.41 Retroalimentación tardía entre el técnico y administrativa

Fuente: Autor

Algo evidente que puede incidir en el “Mal cierre”, es la ausencia de una gestión visual diaria/semanal actualizada del comportamiento de sus indicadores de desempeño, que muestre cómo se lleva el proceso de atención al cliente del CSA.



Figura 2.42 Cartelera desactualizada de los indicadores de desempeño

Fuente: Autor

2.2.9. Diseño de Experimentos (DOE)

El DOE ayuda a estudiar los efectos de las distintas variables de entrada a un proceso que afectan simultáneamente al resultado de la variable de salida (tiempo de respuesta). Para ejecutar la experimentación, con base al análisis estadístico previo, que se consideran las determinaciones o condiciones del proceso y pasar a tomar las asistencias técnicas como corridas que reflejen cambios en los resultados del tiempo de respuesta. Por lo tanto, se necesita conocer los factores y niveles que se estudian, siendo las siguientes:

- **Funcionamiento**; se refiere a un intervalo de tiempo de operación que tiene un producto desde el consumidor final lo compró hasta que surgió el requerimiento del servicio.

Nivel bajo: considera “*poco*” tiempo de operación, cuando el producto tiene menos de 4 meses de uso.

Nivel alto: considera “*mucho*” tiempo de operación, cuando el producto tiene más de 4 meses de uso.

- **Reincidencia**; contempla la cantidad de tickets de servicio que se han generado para un mismo producto.

Nivel bajo: es “*SI*” cuando un producto tiene más 1 ticket de servicio creado.

Nivel alto: es “*NO*” cuando un producto solo tiene 1 ticket de servicio creado.

- **Agendamiento**; corresponde al cumplimiento de la visita acorde al día fijado como fecha de agenda.

Nivel bajo: es “*INCUMPLE*” si el técnico no acudió a la fecha de agenda.

Nivel alto: es “*CUMPLE*” si el técnico si acudió a la fecha de agenda.

- **Gestión_adm**; se trata de la eficiencia como gestión administrativa para completar (cerrar) un ticket de servicio a tiempo sin necesidad de repuestos.

Nivel bajo: es “*RT \leq 1*” si el CSA completó el servicio en sistema CRM en menos de 1 día.

Nivel alto: es “*RT \geq 2*” si el CSA completó el servicio en sistema CRM en más de 2 día.

- **Repuestos_cons**; indica la cantidad de repuestos que se han consumido en una asistencia técnica.

Nivel bajo: es “*<1*” quiere decir que el servicio no consumió repuestos para dar solución.

Nivel alto: es “ *\geq 1*” quiere decir que el servicio si consumió por lo menos 1 repuesto para dar solución.

Tabla 30. Descripción de los factores y niveles de los casos de estudio

X ₁ REP	X ₁ OTRO	Factores	Nivel bajo	Nivel alto
⊖	⊖	Funcionamiento	-	+
⊖	⊖	Reincidencia	-	+
⊖	⊖	Agendamiento	-	+
x	⊖	Gestión_adm	-	+
⊖	x	Repuestos_cons	-	+

Fuente: Autor

No obstante, antes de hacer la experimentación, para enriquecer el estudio, se contemplan condiciones específicas que requieran los casos denominados de “Otro medio” como de “Repuestos” para las asistencias técnicas en garantías.

- 1) Otro medio; se detecta que la mayor concentración de las asistencias técnicas completadas tiene RT=2 días, RT=3 días y RT=4 días.

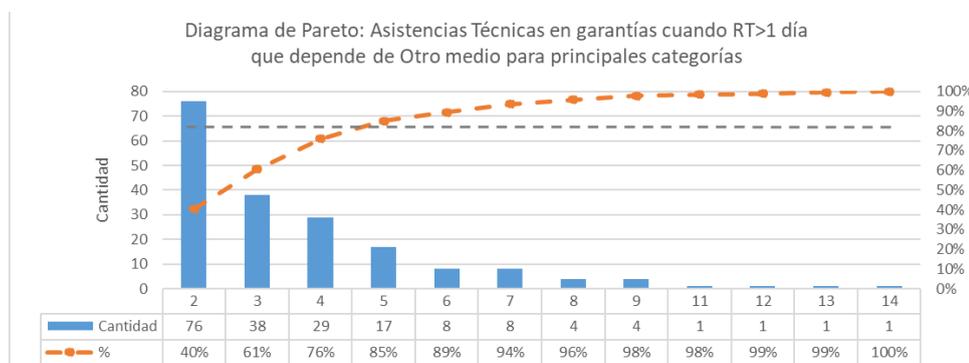


Figura 2.43 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Otro medio para principales categorías

Fuente: Excel 2019

También, es de interés reconocer por cada categoría principal cuáles son las familias de productos que tienen más registros de asistencias técnicas que dependen de Otro medio y superan el tiempo de respuesta establecido, siendo un RT>1 día.

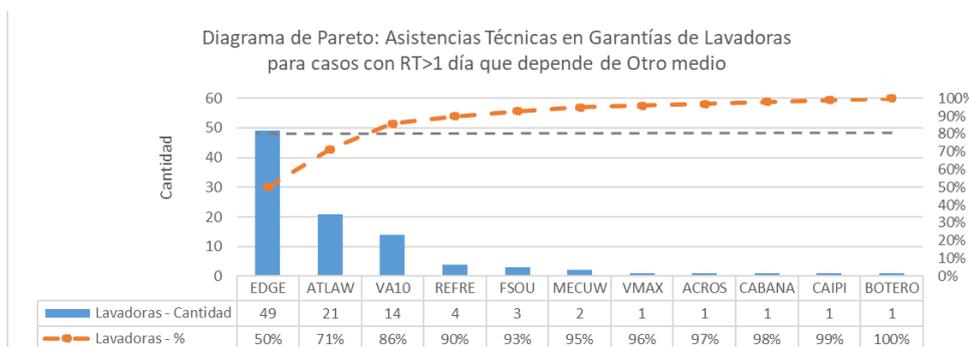


Figura 2.44 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Otro medio para Lavadoras

Fuente: Excel 2019

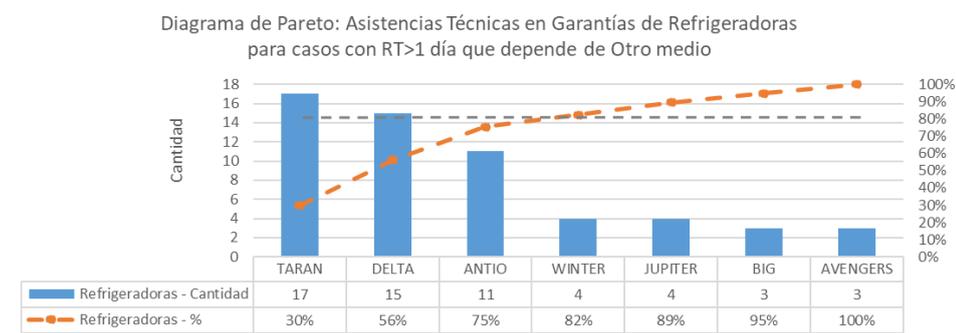


Figura 2.45 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Otro medio para Refrigeradoras

Fuente: Excel 2019

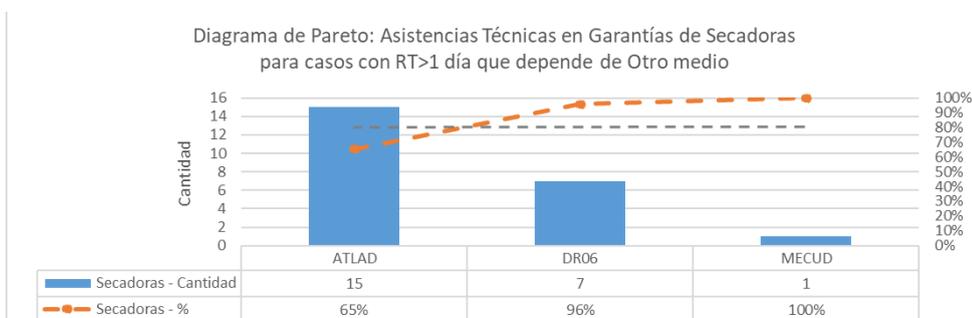


Figura 2.46 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Otro medio para Secadoras

Fuente: Excel 2019

Acorde a los datos obtenidos en las figuras 2.44, 2.45 y 2.46 se construye un resumen en la siguiente tabla.

Tabla 31. Datos de cantidad de asistencias técnicas que dependen de Otro medio con RT>1 día de los vitales productos por CSA

Categoría	Familia	CSA_A	CSA_B	CSA_C
Lavadoras	EDGE	23	16	10
Lavadoras	ATLAW	10	10	1
Lavadoras	VA10	7	1	6
Refrigeradoras	TARAN	6	3	8
Refrigeradoras	DELTA	7	5	3
Refrigeradoras	ANTIO	5	2	4
Secadoras	ATLAD	4	10	1
Secadoras	DR06	3	4	0
Secadoras	MECUD	0	0	1

Fuente: Autor

2) Repuestos; se identifica que la mayor concentración de las asistencias técnicas completadas tiene un rango entre el RT=2 días al RT=10 días.

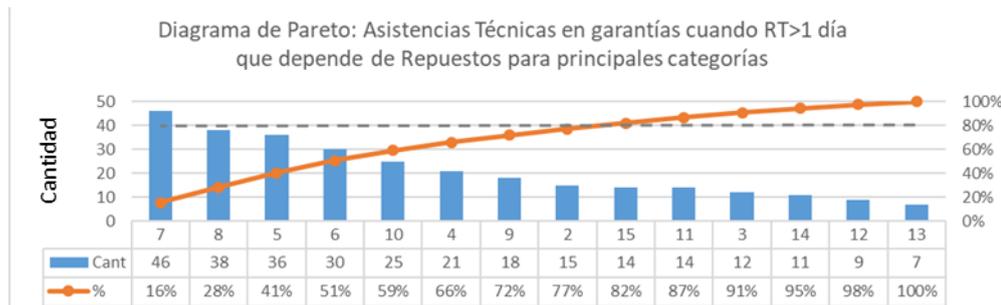


Figura 2.47 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Repuestos para principales categorías

Fuente: Excel 2019

Ahora, se indaga cuáles son las familias de productos que tienen más registros de asistencias técnicas que dependen de Repuestos y de igual manera superan el tiempo de respuesta establecido, siendo un RT>1 día.

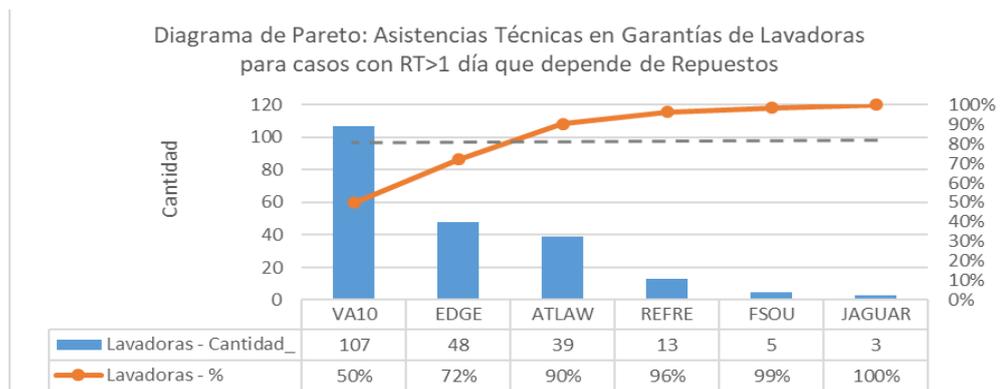


Figura 2.48 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Repuestos para lavadoras

Fuente: Excel 2019

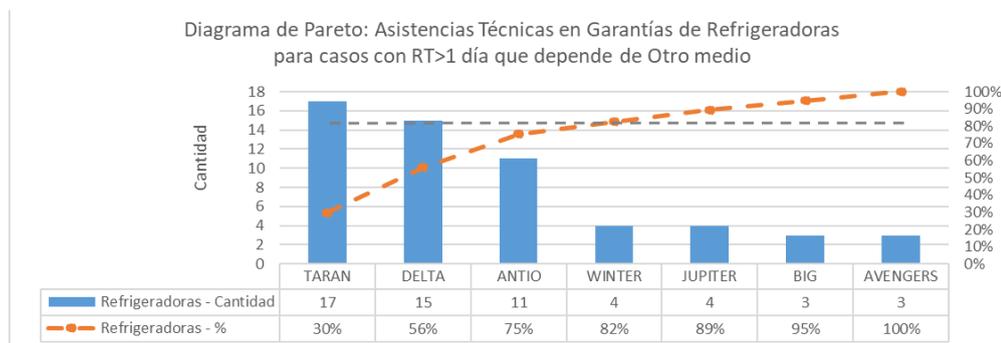


Figura 2.49 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Repuestos medio para Refrigeradoras

Fuente: Excel 2019

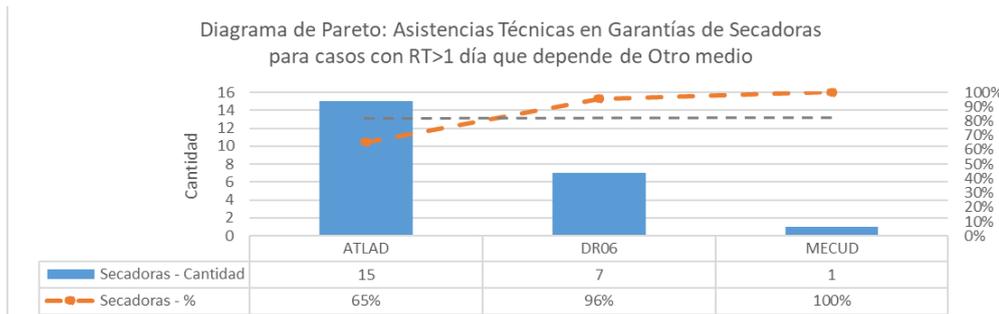


Figura 2.50 Diagrama de Pareto: Servicios completados con RT>1 día que dependen de Repuestos para Secadoras

Fuente: Excel 2019

Acorde a los datos obtenidos en las figuras 2.48, 2.49 y 2.50 se construye un resumen en la siguiente tabla.

Tabla 32. Datos de cantidad de asistencias técnicas que dependen de Repuestos con RT>1 día de los vitales productos por CSA

Categoría	Familia	CSA_A	CSA_B	CSA_C
Lavadoras	VA10	35	22	54
Lavadoras	EDGE	0	23	26
Lavadoras	ATLAW	2	7	31
Refrigeradoras	ANTIO	5	4	2
Refrigeradoras	TARAN	2	3	0
Refrigeradoras	DELTA	0	1	0
Secadoras	DR06	7	14	30
Secadoras	ATLAD	3	2	6
Secadoras	MECUD	2	0	2

Fuente: Autor

Una vez que se consolida la información, se avanza con el Diseño Factorial 2^K que medirá por variable de “Otro medio” y de “Repuestos”, de manera que se contemplen los efectos de los factores sobre el tiempo de respuesta que corresponde a la variable dependiente Y=RT (X_{1 OTRO}) o Y=RT (X_{1 REP}).

La propuesta del modelo de regresión para el diseño factorial 2⁴ es:

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + c_k + ac_{ik} + bc_{jk} + abc_{ijk} + d_l + ad_{il} + bd_{jl} + abd_{ijl} + cd_{kl} + acd_{ikl} + bcd_{jkl} + abcd_{ijkl} + \epsilon$$

Con la ayuda del software estadístico se elabora el diseño factorial completo para los pocos vitales de lavadoras como prueba piloto, en la que tenemos como resumen:

Tabla 33. Resumen de diseño

Factores:	4	Diseño de la base:	4; 16
Corridas:	32	Réplicas:	2
Bloques:	1	Puntos centrales (total):	0

Fuente: Minitab 2022

Donde los casos con “Repuestos” que dan un RT ($X_{1 \text{ REP}}$), el análisis aplica para los tres CSA se tiene:

a = el funcionamiento

b = las reincidencias

c = el agendamiento

d = los repuestos consumidos

también se definen los niveles para cada factor,

i = poco, mucho (niveles del Funcionamiento)

j = Si, No (niveles de las Reincidencias)

k = Incumple, Cumple (niveles el Agendamiento)

l = <1, ≥1 (niveles de los Repuestos consumidos)

De manera que se determinan los efectos de los factores e interacciones sobre la variable de respuesta que es el tiempo de repuesta $Y = RT (X_{1 \text{ REP}})$, y se obtiene la siguiente ecuación de regresión para este modelo es:

$$\begin{aligned}
 Y = RT(\text{Rep}) = & 2,9909 - 0,0284 \text{ Funcionamiento} + 0,1516 \text{ Reincidencia} - 0,1203 \text{ Agendamiento} \\
 & + 0,8647 \text{ Repuestos_consumidos} - 0,2278 \text{ Funcionamiento*Reincidencia} \\
 & - 0,0947 \text{ Funcionamiento*Agendamiento} + 0,0628 \text{ Funcionamiento*Repuestos_consumidos} \\
 & + 0,1878 \text{ Reincidencia*Agendamiento} - 0,1547 \text{ Reincidencia*Repuestos_consumidos} \\
 & - 1,2853 \text{ Agendamiento*Repuestos_consumidos} \\
 & - 0,0891 \text{ Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento} \\
 & + 0,1159 \text{ Funcionamiento*Reincidencia*Repuestos_consumidos} \\
 & + 0,0603 \text{ Funcionamiento*Agendamiento*Repuestos_consumidos} \\
 & - 0,1847 \text{ Reincidencia*Agendamiento*Repuestos_consumidos} \\
 & + 0,2009 \text{ Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento*Repuestos_consumidos}
 \end{aligned}$$

Figura 2.51 Ecuación de regresión en unidades de $Y = RT (X_{1 \text{ REP}})$,

Fuente: Minitab 2022

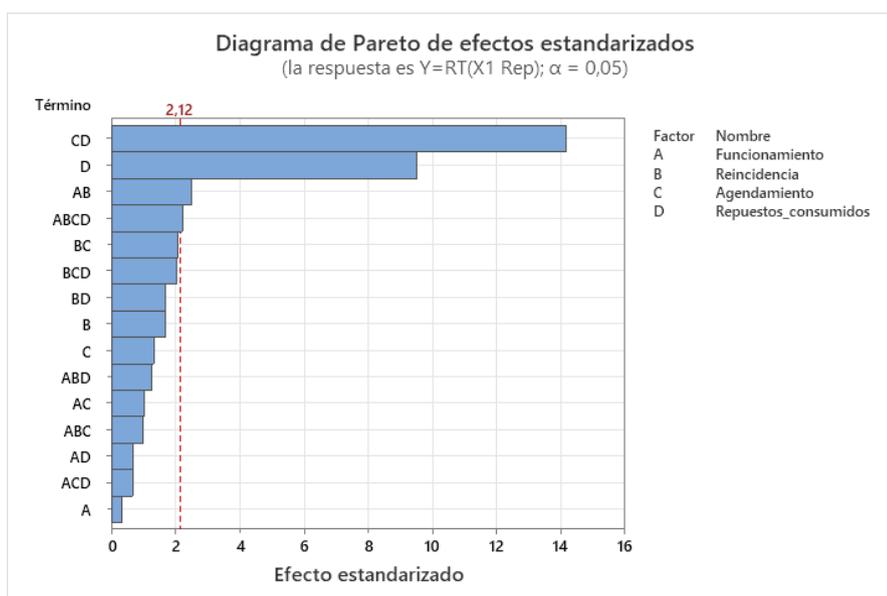


Figura 2.52 Diagrama de Pareto de efectos con base en los factores de los casos con “Repuestos” que tienen un efecto significativo en el $Y = RT (X_{1 \text{ REP}})$.

Fuente: Minitab 2022

En la Figura 2.52, se evidencia que el valor crítico es 2,12, de manera que las barras que rebasan este valor, corresponden a los factores e interacciones que, si generan efectos significativos en el tiempo de respuesta, de modo, que este gráfico se puede concluir que:

En el diagrama de Pareto se observan que los repuestos consumidos (d) que corresponde al factor D tienen un efecto significativo sobre el tiempo de respuesta. Además, las interacciones entre el agendamiento y los repuestos consumidos (AC), entre el funcionamiento y la reincidencia (AB) y entre el funcionamiento, la reincidencia, el agendamiento y los repuestos consumidos (ABCD) también tienen un efecto significativo sobre el tiempo de respuesta de las asistencias técnicas.

Los factores A, B, C como las interacciones BC, BCD, BD, ABD, AC, ABC, AD, y ACD no tienen un efecto significativo sobre el tiempo de respuesta de las asistencias técnicas, es decir, que en el diagrama de Pareto se observan que las barras no rebasan al valor crítico de 2,12.

Luego de lo revisado, se hace el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar mediante el valor p si hay suficiente evidencia en los datos para rechazar la hipótesis nula (H_0) a favor de la hipótesis alterna (H_1) de cada factor (variables independientes) e interacciones, de forma que permite indicar que tienen un efecto significativo sobre la variable dependiente o respuesta ($Y = RT$).

En resumen, para efectos principales:

- H_0 : El factor no tiene efecto sobre la respuesta (el efecto principal es cero). Matemáticamente: $H_0: A = 0$ (para el factor A).
- H_1 : El factor sí tiene efecto sobre la respuesta (el efecto principal no es cero). Matemáticamente: $H_1: A \neq 0$ (para el factor A).

En resumen, para las interacciones:

- H_0 : No hay diferencias significativas (ni efectos principales ni interacciones) entre los factores y sus niveles en relación con la variable dependiente. Matemáticamente: $H_0: AB = 0$ (para la interacción AB).
- H_1 : Al menos un factor o interacción de factores tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente. Matemáticamente: $H_1: AB \neq 0$ (para la interacción AB).

La Tabla 34 muestra el ANOVA que determina estadísticamente si existen efectos de los factores y sus interacciones sobre el tiempo de respuesta ($Y = RT$ ($X_{1 \text{ REP}}$)). Dicho esto, con base en el valor p si es mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Por lo tanto, para el presente proyecto se puede evidenciar en la Tabla 34, que el factor de repuestos consumidos (d) como las interacciones significativas del agendamiento con repuestos consumidos (cd), el funcionamiento con reincidencias (ab) y la interacción del funcionamiento con reincidencia, agendamiento, con repuestos consumidos (abcd), rechazan la hipótesis nula (H_0).

Tabla 34. ANOVA del Y=RT (X₁ REP)

Análisis de Varianza			
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.
Modelo	15	85,1672	5,6778
Lineal	4	25,1501	6,2875
Funcionamiento	1	0,0259	0,0259
Reincidencia	1	0,7351	0,7351
Agendamiento	1	0,4632	0,4632
Repuestos_consumidos	1	23,9259	23,9259
Interacciones de 2 términos	6	56,8333	9,4722
Funcionamiento*Reincidencia	1	1,6608	1,6608
Funcionamiento*Agendamiento	1	0,2869	0,2869
Funcionamiento*Repuestos_consumidos	1	0,1263	0,1263
Reincidencia*Agendamiento	1	1,1288	1,1288
Reincidencia*Repuestos_consumidos	1	0,7657	0,7657
Agendamiento*Repuestos_consumidos	1	52,8649	52,8649
Interacciones de 3 términos	4	1,8919	0,4730
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento	1	0,2538	0,2538
Funcionamiento*Reincidencia*Repuestos_consumidos	1	0,4301	0,4301
Funcionamiento*Agendamiento*Repuestos_consumidos	1	0,1164	0,1164
Reincidencia*Agendamiento*Repuestos_consumidos	1	1,0915	1,0915
Interacciones de 4 términos	1	1,2920	1,2920
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento*Repuestos_consumidos	1	1,2920	1,2920
Error	16	4,2282	0,2643
Total	31	89,3955	

Fuente	Valor F	Valor p
Modelo	21,49	0,000
Lineal	23,79	0,000
Funcionamiento	0,10	0,758
Reincidencia	2,78	0,115
Agendamiento	1,75	0,204
Repuestos_consumidos	90,54	0,000
Interacciones de 2 términos	35,84	0,000
Funcionamiento*Reincidencia	6,28	0,023
Funcionamiento*Agendamiento	1,09	0,313
Funcionamiento*Repuestos_consumidos	0,48	0,499
Reincidencia*Agendamiento	4,27	0,055
Reincidencia*Repuestos_consumidos	2,90	0,108
Agendamiento*Repuestos_consumidos	200,04	0,000
Interacciones de 3 términos	1,79	0,180
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento	0,96	0,342
Funcionamiento*Reincidencia*Repuestos_consumidos	1,63	0,220
Funcionamiento*Agendamiento*Repuestos_consumidos	0,44	0,516
Reincidencia*Agendamiento*Repuestos_consumidos	4,13	0,059
Interacciones de 4 términos	4,89	0,042
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento*Repuestos_consumidos	4,89	0,042
Error		
Total		

Fuente: Minitab 2022

Una vez verificado los efectos de los factores, por medio del resumen del modelo se indica que el coeficiente de determinación R² del modelo propuesto llega al 95,27% de la variabilidad de Y=RT (X₁ REP).

Tabla 35. Coeficiente de determinación R² del modelo del Y=RT (X₁ REP)

S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,514068	95,27%	90,84%	81,08%

Fuente: Minitab 2022

Con respecto a la interpretación de la gráfica de efectos principales, se tiene:

- Funcionamiento; tiene una tendencia descendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente el nivel a “mucho”, se tiene un efecto negativo en $Y=RT(X_1 REP)$.
- Reincidencia; tiene una tendencia ascendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente al nivel “NO”, se tiene un efecto positivo en $Y=RT(X_1 REP)$.
- Agendamiento; tiene una tendencia descendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente al nivel “INCUMPLE”, se tiene un efecto negativo en $Y=RT(X_1 REP)$.
- Repuestos consumidos; tiene una tendencia ascendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente al nivel “ ≥ 1 ”, se tiene un efecto positivo en $Y=RT(X_1 REP)$.

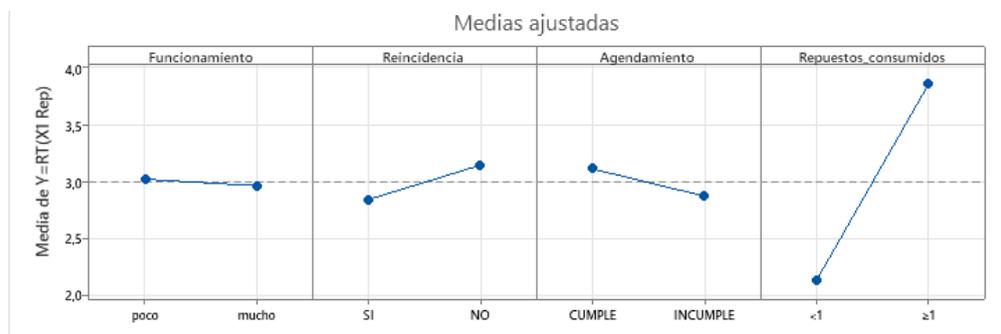


Figura 2.53 Gráfica de efectos principales para $Y=RT(X_1 REP)$.

Fuente: Minitab 2022

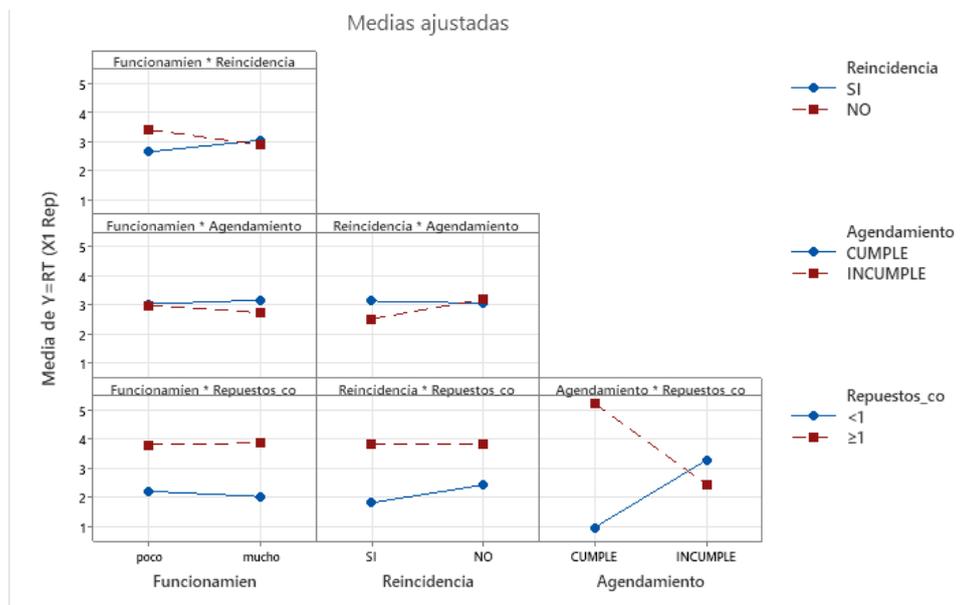


Figura 2.54 Gráfica de interacción para $Y=RT(X_1 REP)$.

Fuente: Minitab 2022

La siguiente gráfica es una herramienta visual que permite ver los efectos de los factores o interacciones sobre los valores promedios ajustados de la variable de respuesta $Y=RT(X_1 REP)$.

La Figura 2.55 muestra los valores del tiempo de respuesta (variable dependiente) ajustados a los distintos niveles de los factores involucrados en el estudio, sobre todo si hay una interacción significativa que refleja un tiempo de respuesta de 0,885 días.

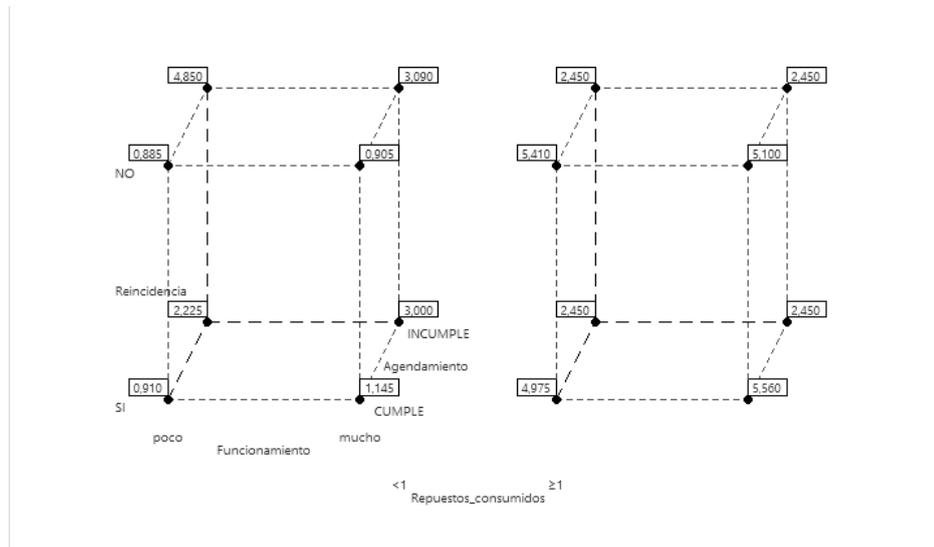


Figura 2.55 Gráfica de cubos (medias ajustadas) de Y=RT (X_{1 REP}).

Fuente: Minitab 2022

En la Figura 2.56 se evidencia la minimización del tiempo de respuesta Y=RT (X_{1 REP}), con los factores e interacciones específicas ya identificadas.

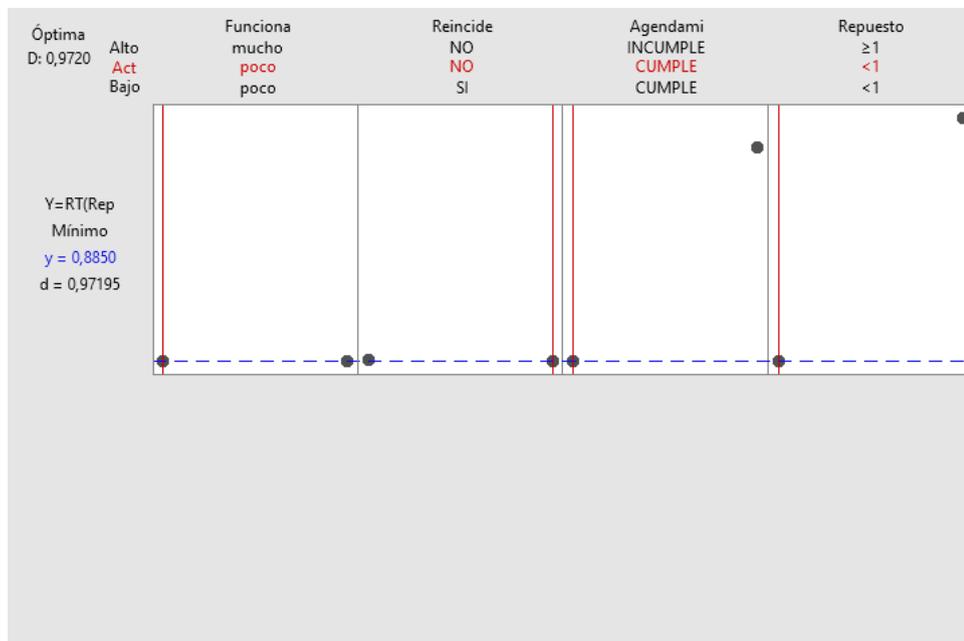


Figura 2.56 Optimización de respuesta: Minimizar Y=RT (X_{1 REP}).

Fuente: Minitab 2022

Donde los casos con “Otro medio” que dan un RT (X_1 OTRO), el análisis aplica para el CSA_A y CSA_B se tiene:

a = el funcionamiento

b = las reincidencias

c = el agendamiento

d = la gestión administrativa

también se definen los niveles para cada factor,

i = poco, mucho (niveles del Funcionamiento)

j = Si, No (niveles de las Reincidencias)

k = Incumple, Cumple (niveles el Agendamiento)

l = $RT \leq 1$, $RT \geq 2$ (niveles de los Gestión administrativa)

Al igual que se hizo en la sección anterior, se determinan los efectos de los factores e interacciones sobre la variable de respuesta que es el tiempo de repuesta $Y = RT (X_1 \text{ OTRO})$, y se obtiene la siguiente ecuación de regresión para este modelo es:

$$\begin{aligned}
 Y = RT(\text{Otro}) = & 1,7130 + 0,0795 \text{ Funcionamiento} + 0,0593 \text{ Reincidencia} - 0,0761 \text{ Agendamiento} \\
 & + 1,0849 \text{ Gestión_adm} - 0,0593 \text{ Funcionamiento*Reincidencia} \\
 & + 0,0399 \text{ Funcionamiento*Agendamiento} - 0,0174 \text{ Funcionamiento*Gestión_adm} \\
 & - 0,0636 \text{ Reincidencia*Agendamiento} + 0,0611 \text{ Reincidencia*Gestión_adm} \\
 & + 0,0870 \text{ Agendamiento*Gestión_adm} \\
 & - 0,0151 \text{ Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento} \\
 & - 0,0561 \text{ Funcionamiento*Reincidencia*Gestión_adm} \\
 & + 0,1518 \text{ Funcionamiento*Agendamiento*Gestión_adm} \\
 & - 0,1030 \text{ Reincidencia*Agendamiento*Gestión_adm} \\
 & + 0,0293 \text{ Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento*Gestión_adm}
 \end{aligned}$$

Figura 2.57 Ecuación de regresión en unidades de $Y = RT (X_1 \text{ OTRO})$

Fuente: Minitab 2022

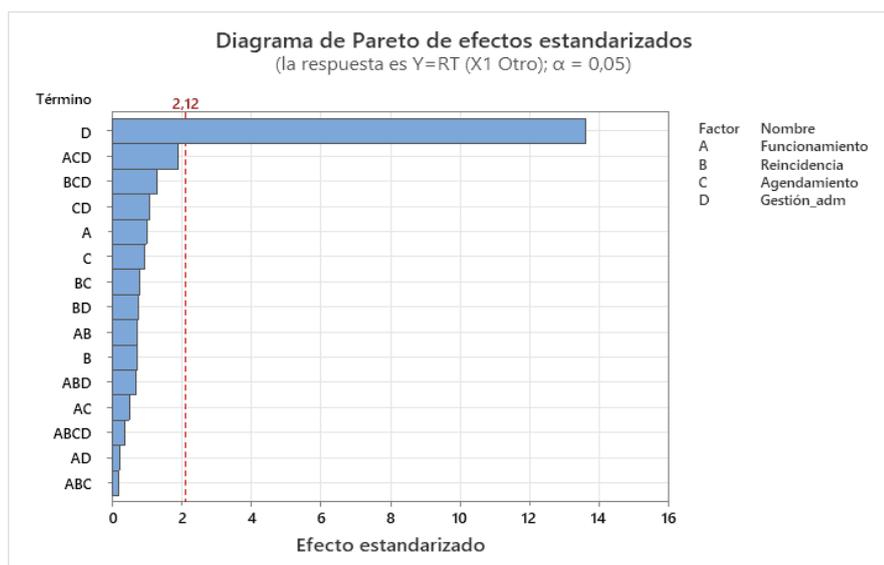


Figura 2.58 Diagrama de Pareto de efectos con base en los factores de los casos con “Otro medio” que tienen efecto significativo en el $Y = RT (X_1 \text{ OTRO})$.

Fuente: Minitab 2022

En la Figura 2.58, se evidencia que el valor crítico sigue siendo 2,12, de manera la gráfica permite visualizar la barra que rebasa el valor crítico corresponde a un solo factor, como tal no constan interacciones que hagan efecto, de esta forma se puede concluir que:

En el diagrama de Pareto se observa que la gestión administrativa (d) que corresponde al factor D es el único que tiene un efecto significativo sobre el tiempo de repuesta. Por los demás factores A, B, C como las interacciones ACD, BCD, CD, BC, BD, AB, ABD, AC, ABCD, AD y ABC no tienen un efecto significativo sobre el tiempo de respuesta de las asistencias técnicas, es decir, que en el diagrama de Pareto se observan que las barras no rebasan al valor crítico de 2,12.

Haciendo analogía de la sección previa, se hace el análisis de varianza (ANOVA), de forma que permite verificar que hay un factor que tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente o respuesta ($Y = RT$).

Se recuerda que:

- H_0 : No hay diferencias significativas (ni efectos principales ni interacciones) entre los factores y sus niveles en relación a la variable dependiente.
- H_1 : Al menos un factor o interacción de factores tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente.

La Tabla 36 se muestra el ANOVA que determina estadísticamente si existe efecto de un factor sobre el tiempo de respuesta $Y = RT$ ($X_{1 \text{ OTRO}}$). Dicho esto, con base en el valor p si es mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula (H_0). No obstante, se puede evidenciar en la Tabla 36, que el factor de gestión administrativa (d), es el único que rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 36. ANOVA del $Y = RT$ ($X_{1 \text{ OTRO}}$)

Análisis de Varianza				
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F
Modelo	15	40,0408	2,6694	13,11
Lineal	4	38,1641	9,5410	46,86
Funcionamiento	1	0,2021	0,2021	0,99
Reincidencia	1	0,1124	0,1124	0,55
Agendamiento	1	0,1855	0,1855	0,91
Gestión_adm	1	37,6640	37,6640	184,98
Interacciones de 2 términos	6	0,6644	0,1107	0,54
Funcionamiento*Reincidencia	1	0,1124	0,1124	0,55
Funcionamiento*Agendamiento	1	0,0509	0,0509	0,25
Funcionamiento*Gestión_adm	1	0,0097	0,0097	0,05
Reincidencia*Agendamiento	1	0,1296	0,1296	0,64
Reincidencia*Gestión_adm	1	0,1196	0,1196	0,59
Agendamiento*Gestión_adm	1	0,2421	0,2421	1,19
Interacciones de 3 términos	4	1,1849	0,2962	1,45
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento	1	0,0073	0,0073	0,04
Funcionamiento*Reincidencia*Gestión_adm	1	0,1009	0,1009	0,50
Funcionamiento*Agendamiento*Gestión_adm	1	0,7371	0,7371	3,62
Reincidencia*Agendamiento*Gestión_adm	1	0,3396	0,3396	1,67
Interacciones de 4 términos	1	0,0274	0,0274	0,13
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento*Gestión_adm	1	0,0274	0,0274	0,13
Error	16	3,2577	0,2036	
Total	31	43,2985		

Fuente	Valor p
Modelo	0,000
Lineal	0,000
Funcionamiento	0,334
Reincidencia	0,468
Agendamiento	0,354
Gestión_adm	0,000
Interacciones de 2 términos	0,768
Funcionamiento*Reincidencia	0,468
Funcionamiento*Agendamiento	0,624
Funcionamiento*Gestión_adm	0,830
Reincidencia*Agendamiento	0,437
Reincidencia*Gestión_adm	0,455
Agendamiento*Gestión_adm	0,292
Interacciones de 3 términos	0,262
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento	0,852
Funcionamiento*Reincidencia*Gestión_adm	0,492
Funcionamiento*Agendamiento*Gestión_adm	0,075
Reincidencia*Agendamiento*Gestión_adm	0,215
Interacciones de 4 términos	0,718
Funcionamiento*Reincidencia*Agendamiento*Gestión_adm	0,718
Error	
Total	

Fuente: Minitab 2022

Una vez verificado los efectos de los factores, por medio del resumen del modelo se indica que el coeficiente de determinación R^2 del modelo propuesto llega al 92,48% de la variabilidad de $Y=RT$ (X_1 OTRO).

Tabla 37. Coeficiente de determinación R^2 del modelo del $Y=RT$ (X_1 OTRO)

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,451230	92,48%	85,42%	69,90%

Fuente: Minitab 2022

Con respecto a la interpretación de la gráfica de efectos principales, se tiene:

- Funcionamiento; tiene una tendencia ascendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente el nivel a “mucho”, se tiene un efecto positivo en $Y=RT$ (X_1 OTRO).
- Reincidencia; tiene una tendencia ascendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente al nivel “NO”, se tiene un efecto positivo en $Y=RT$ (X_1 OTRO).
- Agendamiento; tiene una tendencia descendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente al nivel “INCUMPLE”, se tiene un efecto negativo en $Y=RT$ (X_1 OTRO).
- Gestión administrativa; tiene una tendencia ascendente, lo que sugiere es que en cuanto este factor aumente al nivel “ ≥ 1 ”, se tiene un efecto positivo en $Y=RT$ (X_1 OTRO).

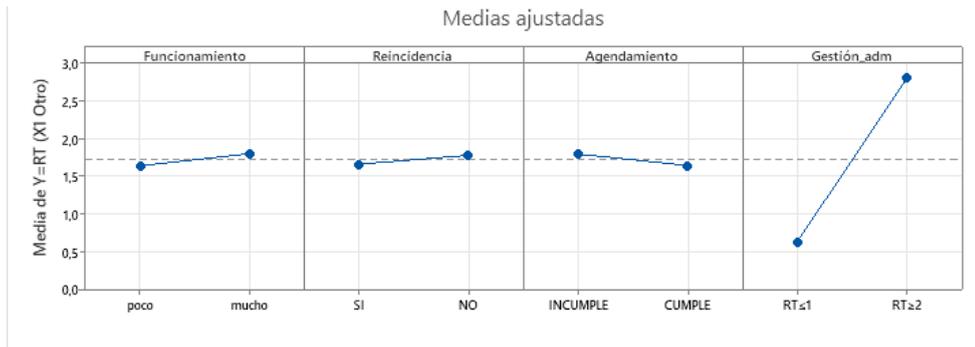


Figura 2.59 Gráfica de efectos principales para Y=RT (X_{1 OTRO}).

Fuente: Minitab 2022

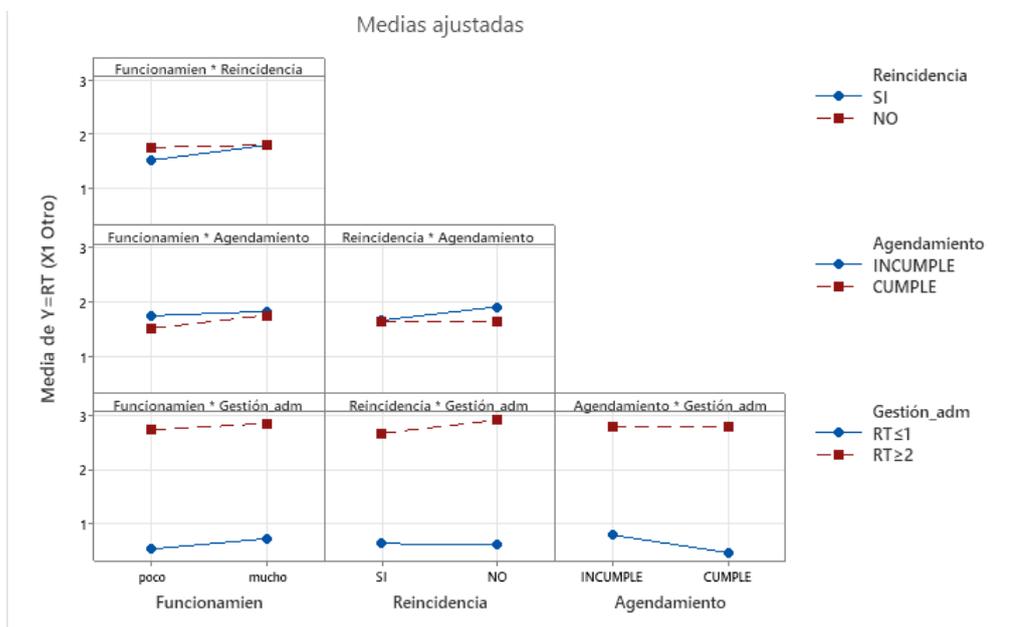


Figura 2.60 Gráfica de interacción para Y=RT (X_{1 OTRO}).

Fuente: Minitab 2022

La siguiente herramienta visual es la gráfica que permite ver el efecto del factor e interacción sobre los valores promedios ajustados de la variable de respuesta Y=RT (X_{1 OTRO}). La Figura 2.61, se muestra los valores del tiempo de respuesta (variable dependiente) ajustados a los distintos niveles de los factores involucrados, de modo que si hay una interacción significativa que refleja un tiempo de respuesta de 0,3950 días.

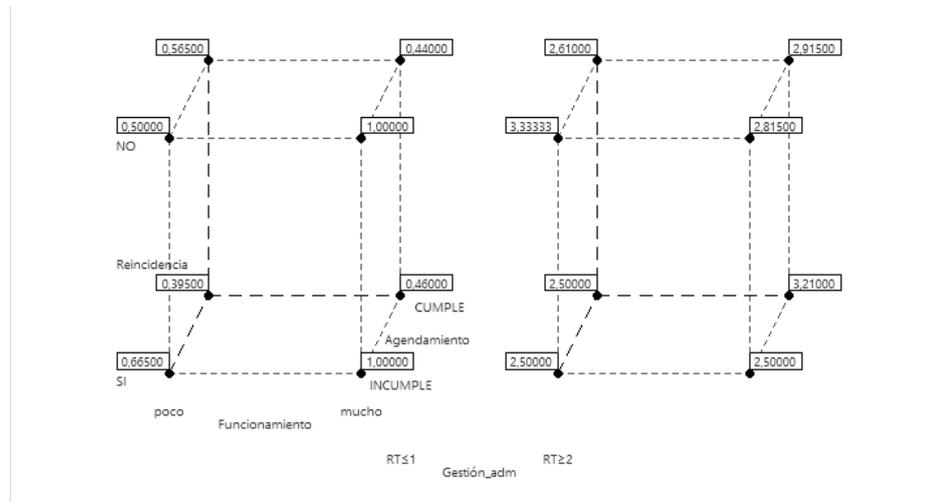


Figura 2.61 Gráfica de cubos (medias ajustadas) de $Y=RT (X_1 \text{ OTRO})$.

Fuente: Minitab 2022

En la Figura 2.62 se evidencia la minimización del tiempo de respuesta $Y=RT (X_1 \text{ OTRO})$, con los factores e interacciones específicas ya identificadas.

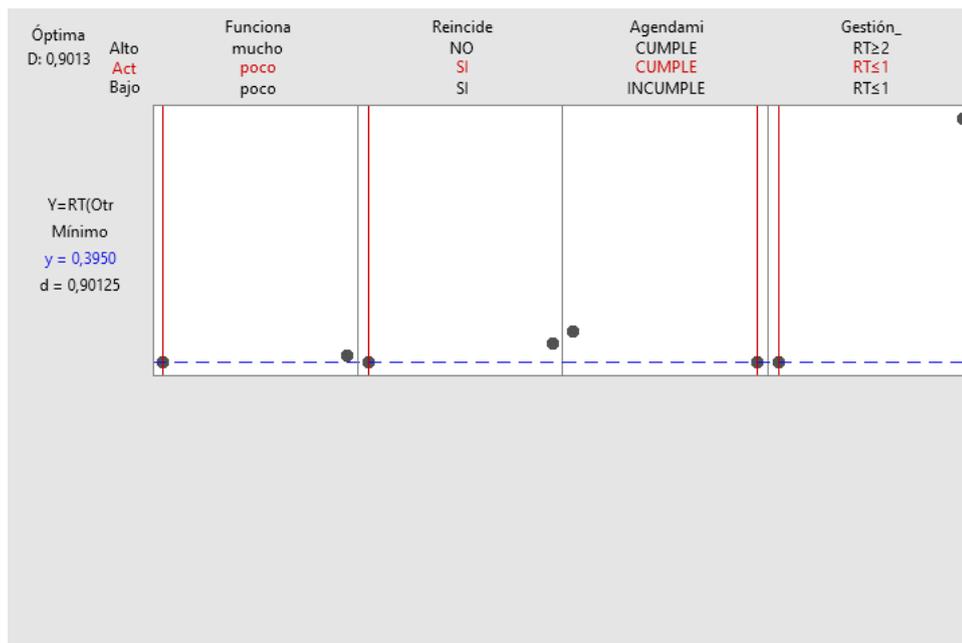


Figura 2.62 Optimización de respuesta: Minimizar $Y=RT (X_1 \text{ OTRO})$.

Fuente: Minitab 2022

2.3. Fase de Mejora y Control

En esta etapa del proyecto, mediante la aplicación herramientas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma, se notan que los tiempos de respuesta para ejecutar las asistencias técnicas venían siendo largos, afectando la satisfacción del cliente.

Para mejorar, en este punto es necesario contar con la recopilación de información, las inspecciones (Gemba Walking) como interacciones con los colaboradores para hacerles comprender que hay retos puntuales como también de largo plazo, sin embargo, al inicio de esta fase naturalmente surgió en algunos técnicos cierta resistencia por la ausencia de visión porque no tenían claridad sobre los lineamientos operativos en la que se desarrolla el área de servicio de la empresa en estudio, pero abordando esas micro gestiones, se enfatiza que el propósito de este proyecto es encontrar esas oportunidades que nos ayuden a reducir desperdicios o dicho de otra forma mejorar la calidad del servicio.

Con los CSA, la búsqueda de consolidar una nueva cultura organizacional basado en buenas prácticas, nos llevó a través de la prueba piloto, hacer la implementación de un “sistema de gestión” por así decirlo que a través de la optimización de tareas sin despilfarros posibles, el proceso de servicio técnico surge de manera eficiente dando mejor estabilidad a las asistencias técnicas, no obstante, para poder determinar que la evolución es favorable, se utilizan tableros de control que ayudan a monitorear los tiempos de respuesta $Y=RT$.

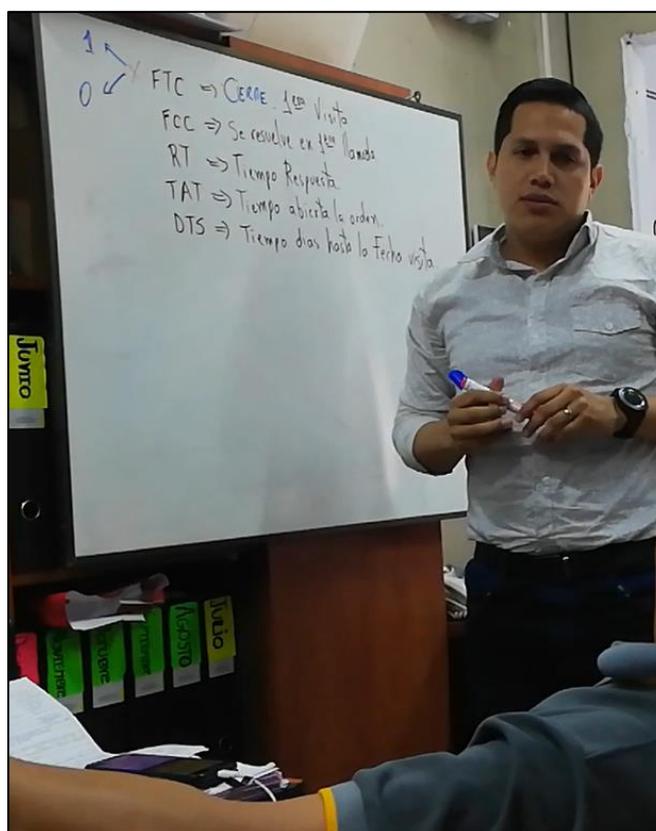


Figura 2.63 Tour de visitas e interacción con los técnicos de los CSA.

Fuente: Autor

2.3.1. Estandarización

Al aplicar esta herramienta clave que impacta en el tiempo de respuesta $Y=RT$ (X_1 OTRO), al CSA le permite asegurar la mejora continua y eficiencia del proceso de servicio técnico, por lo que se trabaja con personal técnico y administrativo algunos aspectos relevantes como lo son:

- Conciencia sobre la calidad de información sobre los diagnósticos para garantizar que se haga retroalimentación apropiada en el sistema CRM, como también la visualización del progreso que facilite en entendimiento a todos los miembros del CSA.

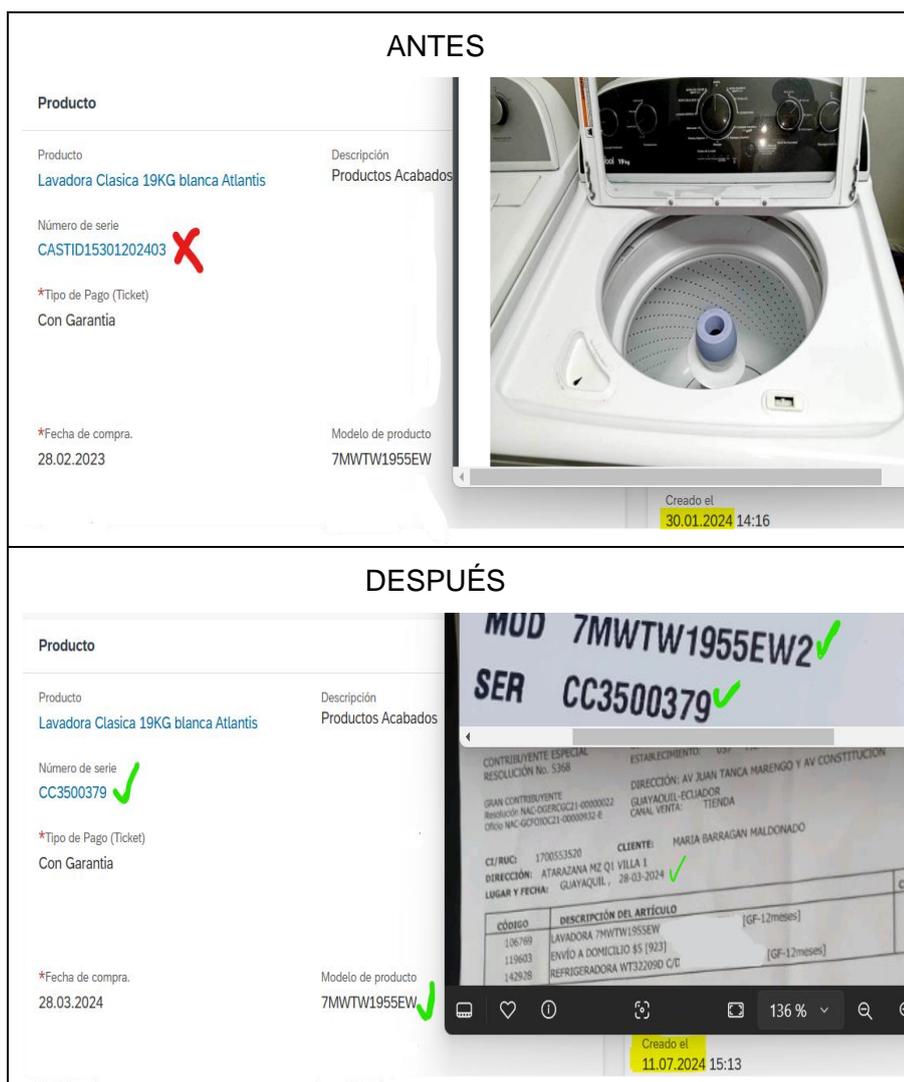


Figura 2.64 Calidad de información del producto en el sistema CRM

Antes - Después.

Fuente: Autor

En la Figura 2.65, se visualiza y monitorea los KPIs de Servicio, sin embargo, en esta fase al equipo del proyecto semanalmente le permite tener información actualizada para facilitar la toma de decisiones en tiempo y forma.

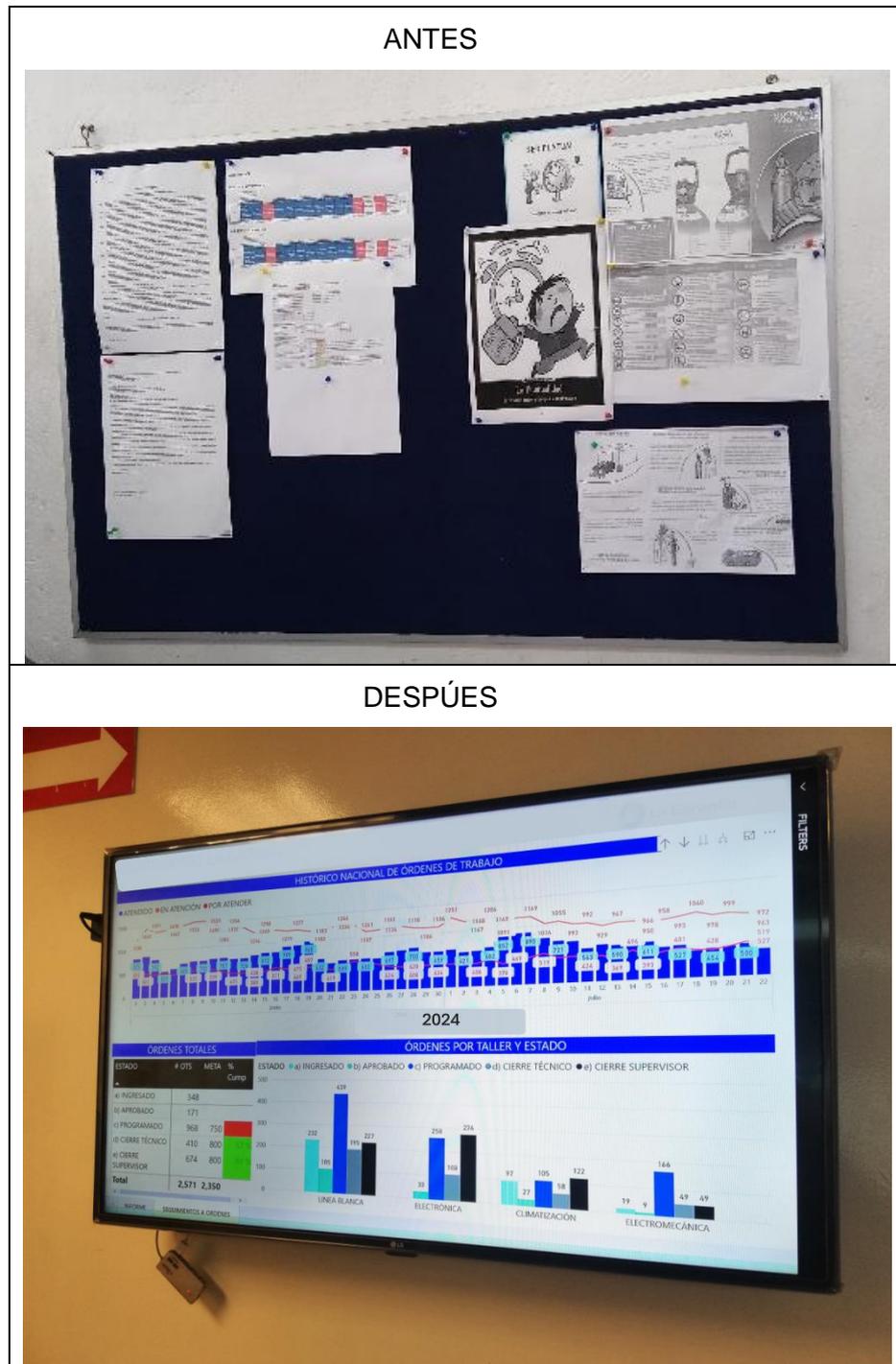


Figura 2.65 Data Studio de los KPIs de Servicio del CSA,

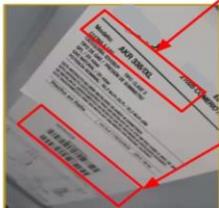
Antes - Después.

Fuente: Autor

- Reconocimiento del nivel de preparación del personal técnico de los CSA, de forma que se encuentren oportunidades de emparejar conocimiento, para reducir tiempos muertos por reprocesos de pasos que son importantes hacerlas bien en el diagnóstico técnico.

Actividad # 1

Ejemplo A



ACT # 1

1. ¿Dónde ubicamos el serial en esa etiqueta? (Opción Única) *

1

2

2. ¿Cuál es el modelo que sale en la etiqueta y cual es la serie correcta? (Opción Única) *

Modelo : AKR338IXL - Serie: 857833856701

Modelo :AKR330IXL - Serie: 857833856701

Modelo : AKR338IXL -Serie: 991647018563

ACTIVIDAD # 2

Votaciones/cuestionarios

ACT # 2

1. ¿Cuál sería su respuesta como ingeniero de soporte? (Opción Única) *

A) Volver donde el consumidor y Revisar voltaje de entrada o de salida de ACU

B) Solicitar parte ACU(tarjeta principal)

C) Se realizó mal el test diagnóstico debe revisar el manual y hacer la pruebas correspondientes de temperatura

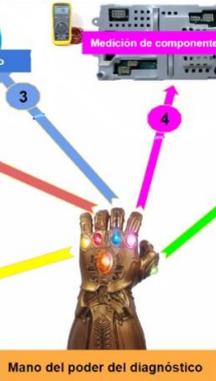
D) Sugerir cambio de producto

Tenemos este equipo donde tiene problema que no congela y no enfría, podrían apoyarnos con alguna información para dar solución, es uno de los modelos monarcas, se tomaron algunas evidencias las cuales está en anexos



ACTIVIDAD # 3





Mano del poder del diagnóstico

2

Medición de Perifericos



3

Test Diagnóstico



4

Medición de componentes



5

Solucionar y Resolver Dudas a el consumidor



1

Escuchar o indagar a el Consumidor



Figura 2.66 Los 5 pasos correctos de diagnóstico técnico del CSA

Fuente: Autor

- Disposición de recursos indispensables (manuales técnicos, instrumentos de medición o herramientas con más detalles en el Anexo E, repuestos y dispositivos tecnológicos) para brindar una asistencia técnica que le permita al técnico levantar todas las evidencias necesarias a través de los correctos pasos de diagnóstico técnico, de manera que, si el requerimiento de servicio ya sea que corresponda a una falla del producto o no, se logre resolverlo dentro del tiempo de respuesta menor o igual a 1 día.



Figura 2.67 Dotación de herramientas e instrumentos de medición para efectuar las asistencias técnicas del CSA

Fuente: Autor

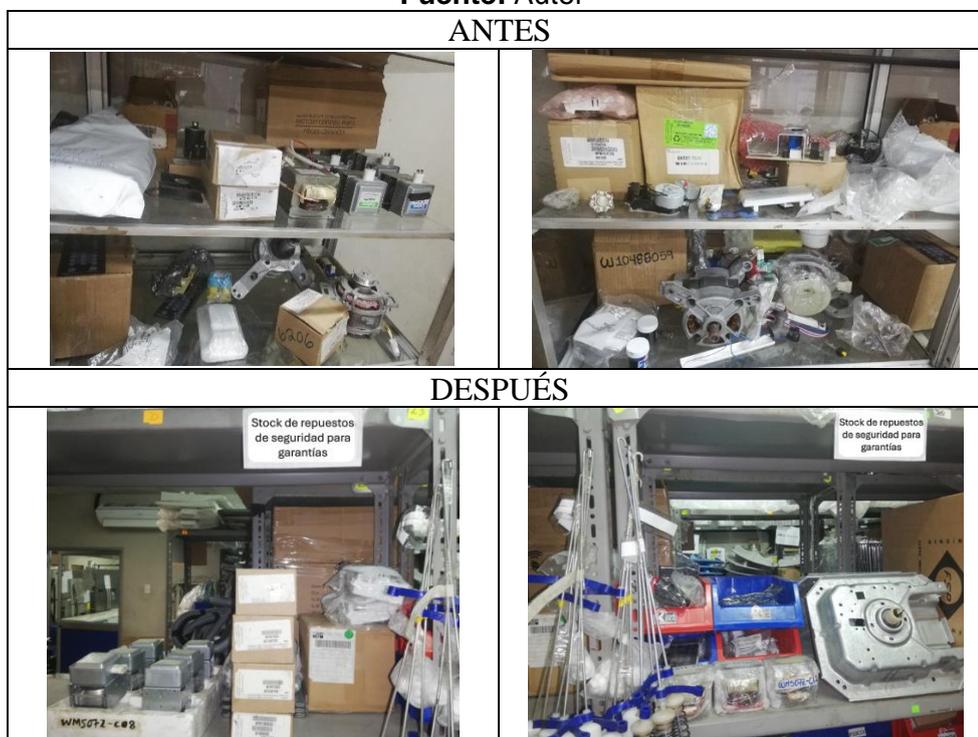


Figura 2.68 Provisión de stock de repuestos de seguridad para efectuar las asistencias técnicas.

Fuente: Autor



Figura 2.70 Buen uso de dispositivos y tecnología para consultas técnicas como toma de evidencias para retroalimentación del CSA,

Antes – Después

Fuente: Autor

Luego de implementar buenas prácticas que permitan a cada CSA realizar una gestión de atención al consumidor final más limpia, se logra apreciar que hay un esquema de trabajo de seguimiento de las asistencias técnicas que queda implantado de tal manera que le da mayor liderazgo al cuerpo técnico en velar por su calidad de trabajo en conjunto con la retroalimentación correspondiente.

2.3.2. Control de inventario de repuestos con JIT

En un CSA, el Just in Time (JIT) es de gran ayuda porque asegura que los repuestos estén listos para llevarlos a una asistencia técnica, quiere decir que se tengan las piezas en el momento justo cuando son necesarios. No obstante, la práctica que se implementa es mantener un stock de repuestos de seguridad que a través del sistema CRM sea de rápida solicitud la reposición del componente que se consume, y así sin interrupciones se pueda atender un consumidor final en un tiempo de respuesta menor o igual a un día.

Naturalmente para que esta herramienta tenga la utilidad esperada, el departamento PCR cumple un rol importante ya que este se encarga de la dotación de componentes, basado en un cálculo que se nutre del historial de consumo de repuestos, se estima un inventario adecuado a la necesidad de la categoría y/o familia de productos que tienen mayor demanda.

A continuación, se observan dos intervalos de periodos de análisis, denominado “Antes” el primer cuatrimestre del año 2024 y “Después” el 2do cuatrimestre del año 2024.

Tabla 38. Control de inventario; tiempo de despacho (TS) vs tiempo total de solución (TAT) para lavadoras

ANTES									
_RANGO TAT	_RANGO TS								
Periodo	Día 0	1 a 7	8 a 15	16 a 21	22 a 30	31 a 45	>45	Total general	
1 a 7	56,80%	6,25%	3,68%	1,10%	0,18%	0,55%	0,37%	68,93%	
8 a 15	17,83%	3,31%	3,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	24,82%	
16 a 21	3,49%	0,18%	0,18%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	4,04%	
22 a 30	1,84%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,02%	
31 a 45	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,18%	
Total general	80,15%	9,93%	7,54%	1,29%	0,18%	0,55%	0,37%	100,00%	
DESPUÉS									
_RANGO TAT	_RANGO TS								
Periodo	Día 0	1 a 7	8 a 15	16 a 21	22 a 30	Total general			
1 a 7	83,78%	3,72%	1,69%	0,34%		89,53%			
8 a 15	8,78%	0,00%	0,00%	0,00%		8,78%			
16 a 21	0,68%	0,00%	0,00%	0,00%		0,68%			
22 a 30	1,01%	0,00%	0,00%	0,00%		1,01%			
Total general	94,26%	3,72%	1,69%	0,34%		100,00%			

Fuente: Excel 2019

En la Tabla 38, se aprecia que para el escenario del “antes” la disponibilidad del repuesto despachado el mismo día solicitado (Día 0) era del 80,15% en total, y de las asistencias técnicas ejecutadas entre 1 a 7 días, se tiene un 68,93% que se hacía el pedido de repuestos. En cambio, para el escenario del “después” la disponibilidad del repuesto despachado el mismo día solicitado (Día 0) es del 94,26% en total, y de las asistencias técnicas ejecutadas entre 1 a 7 días, se tiene un 89,53% que se hace el pedido de repuestos.

Tabla 39. Control de inventario; tiempo de despacho (TS) vs tiempo total de solución (TAT) para refrigeradoras

ANTES						
_RANGO TAT	_RANGO TS					
Periodo	Día 0	1 a 7	8 a 15	16 a 21	22 a 30	Total general
1 a 7	25,00%	19,12%	7,35%	1,47%	1,47%	54,41%
8 a 15	10,29%	4,41%	5,88%	0,00%	0,00%	20,59%
16 a 21	7,35%	0,00%	4,41%	0,00%	0,00%	11,76%
22 a 30	1,47%	11,76%	0,00%	0,00%	0,00%	13,24%
Total general	44,12%	35,29%	17,65%	1,47%	1,47%	100,00%

DESPUÉS				
_RANGO TAT	_RANGO TS			
Periodo	Día 0	1 a 7	8 a 15	Total general
1 a 7	50,00%	22,00%	4,00%	76,00%
8 a 15	16,00%	0,00%	0,00%	16,00%
22 a 30	8,00%	0,00%	0,00%	8,00%
Total general	74,00%	22,00%	4,00%	100,00%

Fuente: Excel 2019

En la Tabla 39, se aprecia que para el escenario del “antes” la disponibilidad del repuesto despachado el mismo día solicitado (Día 0) era del 44,12% en total, y de las asistencias técnicas ejecutadas entre 1 a 7 días, se tiene un 54,41% que se hacía el pedido de repuestos. En cambio, para el escenario del “después” la disponibilidad del repuesto despachado el mismo día solicitado (Día 0) es del 74,00% en total, y de las asistencias técnicas ejecutadas entre 1 a 7 días, se tiene un 76,00% que se hace el pedido de repuestos.

Tabla 40. Control de inventario; tiempo de despacho (TS) vs tiempo total de solución (TAT) para secadoras

ANTES						
_RANGO TAT	_RANGO TS					
Periodo	Día 0	1 a 7	8 a 15	16 a 21	31 a 45	Total general
1 a 7	56,76%	8,78%	0,68%	1,35%	2,03%	69,59%
8 a 15	20,27%	2,03%	4,05%	0,00%	0,00%	26,35%
16 a 21	1,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,35%
31 a 45	1,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,35%
>45	1,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,35%
Total general	81,08%	10,81%	4,73%	1,35%	2,03%	100,00%

DESPUÉS				
_RANGO TAT	_RANGO TS			
Periodo	Día 0	1 a 7	31 a 45	Total general
1 a 7	86,36%	6,36%	1,82%	94,55%
8 a 15	4,55%	0,00%	0,00%	4,55%
22 a 30	0,91%	0,00%	0,00%	0,91%
Total general	91,82%	6,36%	1,82%	100,00%

Fuente: Excel 2019

En la Tabla 39, se aprecia que para el escenario del “antes” la disponibilidad del repuesto despachado el mismo día solicitado (Día 0) era del 81,08% en total, y de las asistencias técnicas ejecutadas entre 1 a 7 días, se tiene un 69,59% que se hacía el pedido de repuestos. En cambio, para el escenario del “después” la disponibilidad del repuesto despachado el mismo día solicitado (Día 0) es del 91,82% en total, y de las asistencias técnicas ejecutadas entre 1 a 7 días, se tiene un 94,55% que se hace el pedido de repuestos.

En definitiva, por medio de la aplicación de esta herramienta, hacer el uso adecuado de los repuestos con base en conocimiento y expertis del producto, aumenta la efectividad de solucionar una asistencia técnica en el menor tiempo de respuesta $Y=RT (X_{1\text{ REP}})$ posible.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1. ASPECTOS CUALITATIVOS

3.1.1. Diagrama de flujo estándar de servicio técnico

Aunque en la práctica los CSA conocen como proceder en el servicio técnico, en ocasiones la rotación de personal técnico o administrativo, hace imprescindible que los nuevos colaboradores reconozcan la secuencia de actividades e interacciones entre ellos, por ello, se logró optimizar el flujo de trabajo de servicio técnico, para enfocarnos en lineamientos generales en el proceso correspondiente, que hace más ágil y eficiente la asistencia técnica.

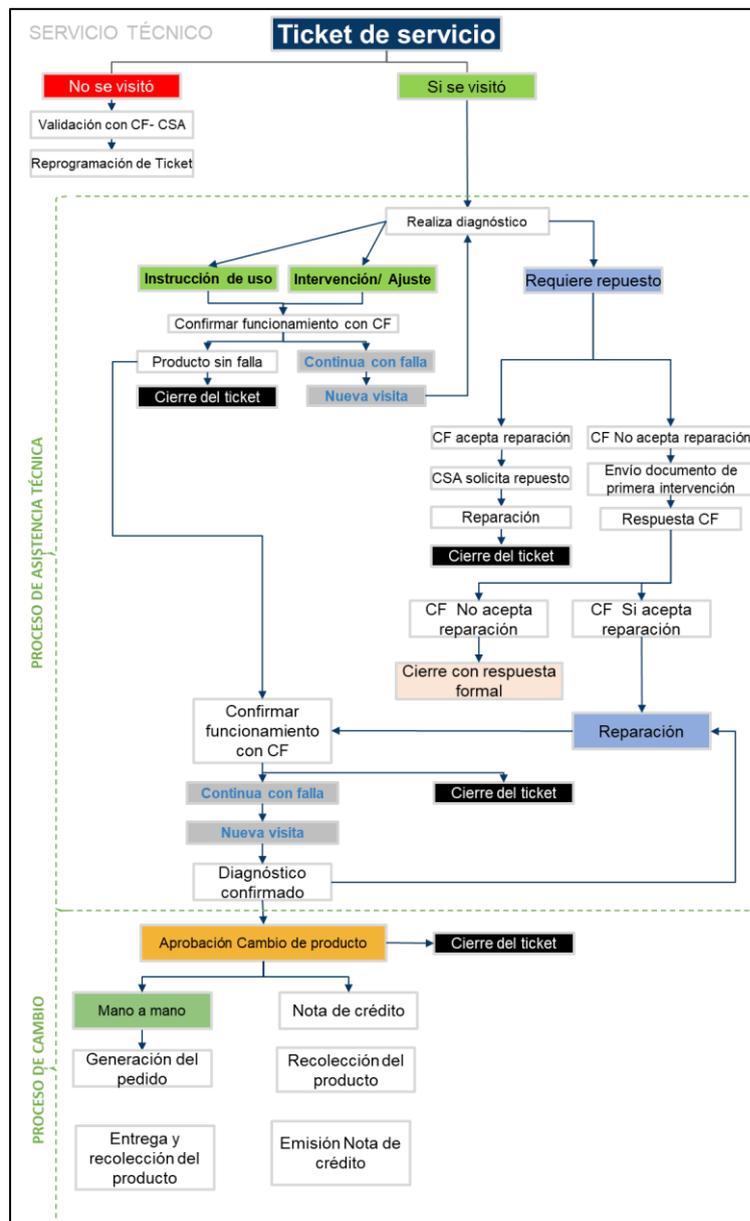


Figura 3.1 Elaboración del diagrama de flujo estándar de servicio técnico.

Fuente: Autor

3.1.2. Informe Técnico homologado

Es un reporte que sirve para documentar los hallazgos como el progreso de una asistencia técnica, que ayuda a comunicar de forma clara y efectiva la situación actual de un producto. El informe aseguró que a través del registro de los datos recaudados se facilite al departamento de Entrenamiento y Soporte Técnico la toma de decisiones para situaciones donde la falla persiste, de manera que se da con precisión al diagnóstico, reduciendo las reincidencias de fallas, como el tiempo de respuesta Y=RT.



Teléfono: +593 XXXXXXXXX
 MAIL: tecnicosmart@csa.com

INFORME TÉCNICO

Dirigido a: **Destinatario**
 Fecha de visita: **dia/mes/año**

CLIENTE:	NOMBRES Y APELLIDOS	PRODUCTO:	LAVADORA
CEDULA:	#	MARCA:	XYZ
CIUDAD:	GUAYAQUIL	MODELO:	7MWTW1955EV
DIRECCION:	X	SERIE:	CC3500379
TELEFONO:	+593 XXXXXXXXX	FECHA COMPRA:	13/01/2024
ALMACEN:	NOMBRE DE TIENDA	TICKET:	34XXXXXX

Estimados

De mis consideraciones,

Presento el caso del cliente Sr(a). **CLIENTE** que tiene una **lavadora** con fecha de compra **13/01/2024**, modelo **7MWTW1955EV** con serie **CC3500379**.

Falla reportada: **No lava**

Reto a solucionar: **Centrifugado con resistencia**

SITUACION ACTUAL:

¿Qué? -> **Transmisión trabada**

¿Dónde? -> **Parte interna**

¿Cuándo? -> **Al momento de centrifugar.**

¿Qué tanto? -> **500 rpm**

¿Cómo lo sé? -> **Por la visita técnica.**

¿Por quién(es)? -> **Por el técnico asignado.**



EVIDENCIA VISUAL ISOMÉTRICA:

Condiciones de instalación:		SI	NO	En caso de encontrar deficiencia en la instalación especifique:	
Se evidencia					
Conexión a tierra		x			
Suministro de agua caliente			x		
Breaker de protección		x			
Uso de adaptadores/extensiones		x		Voltaje	119

Figura 3.2 Elaboración de un formato para reporte técnico homologado con el área de Entrenamiento y Soporte Técnico.

Fuente: Autor

3.1.3. Estaciones de Lección de un punto

Con esta dinámica, se refuerzan asuntos técnicos de plataformas de electrodomésticos existentes, por medio de actividades de reconocimiento de daños comunes que están siendo recurrentes en un intervalo de tiempo a una familia específica de productos, ya sea a causa de una falla de fábrica o por imprecisión de diagnóstico, de modo, que al reconocer la causa raíz del daño, se minimizan los diagnósticos incorrectos, dando lugar a incrementar el nivel técnico como la solución pertinente a los productos que se les da asistencia técnica.



Figura 3.3 Sesiones presenciales y virtuales de lección de un punto como refuerzo a los CSA.

Fuente: Autor

3.2. ASPECTOS CUANTITATIVOS

3.2.1. Auditoría de un CSA SMART

Es un proceso de auditoría que refleja el estado actual de los parámetros de calidad relacionados con la voz de los clientes, en síntesis, son conocidos como requerimientos, de forma que evidencia el entorno del CSA que tan cerca está de lo esperado en el proceso de asistencia técnica.

Tabla 41. Cuadro de evaluación inicial de requerimientos de los CSA.

%Categoría	% Global	Pts.	Requerimientos
20%	5%	3	1. Tiempo de respuesta
62%	9%	2	2. Experiencia en Servicio
33%	3%	1	3. Nivel Técnico
67%	7%	8	4. Herramientas
60%	9%	4	5. Capacidad de Proceso
33%	8%	6	6. Utilización de Informe
	42%	23	Total

Fuente: Autor

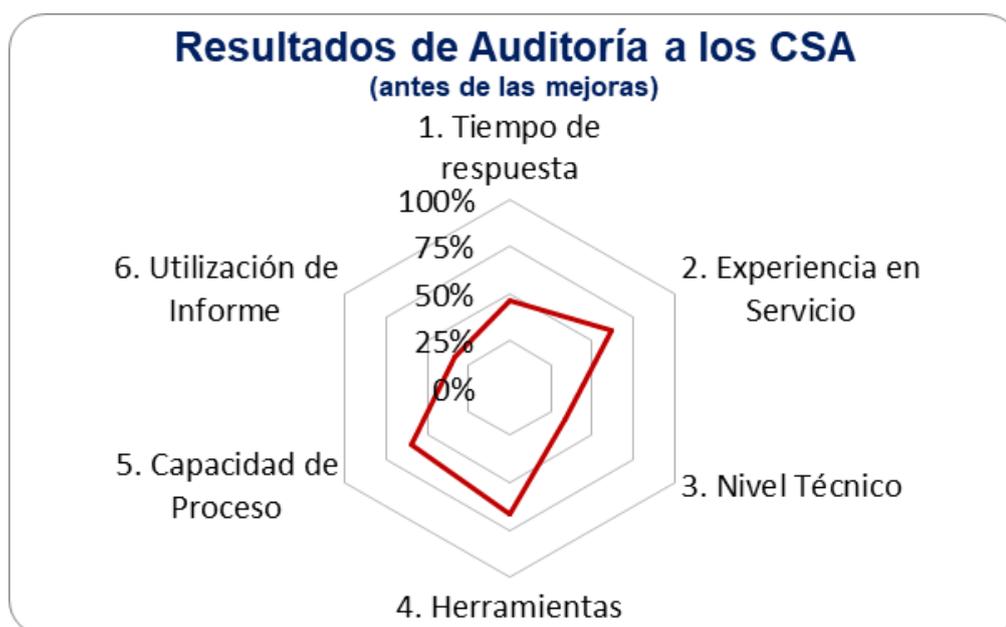


Figura 3.4 Gráfico de radar del cumplimiento de requerimientos de los CSA.

Auditoría Inicial

Fuente: Excel 2019

En la Tabla 41, se evidencia que existían distancias o brechas de lo que el CSA era versus a la expectativa de parte de la empresa de lo que debía desempeñar, más aún que los técnicos son la representación de la misma ante un cliente. Por ello, en la Tabla 42, luego del trabajo realizado semanalmente con el seguimiento y aplicación de las mejoras mencionadas, se hizo mas robusto el desempeño de los CSA, que permitió darle confiabilidad al servicio técnico que brindan, donde su actuación a la presente fecha refleja lo que se logró a través de la auditoría final realizada.

Tabla 42. Cuadro de evaluación final de requerimientos de los CSA.

%Categoría	% Global	Pts.	Requerimientos
73%	18%	11	1. Tiempo de respuesta
80%	12%	2	2. Experiencia en Servicio
67%	7%	2	3. Nivel Técnico
83%	8%	10	4. Herramientas
75%	11%	5	5. Capacidad de Proceso
83%	21%	15	6. Utilización de Informe
	77%	45	Total

Fuente: Autor

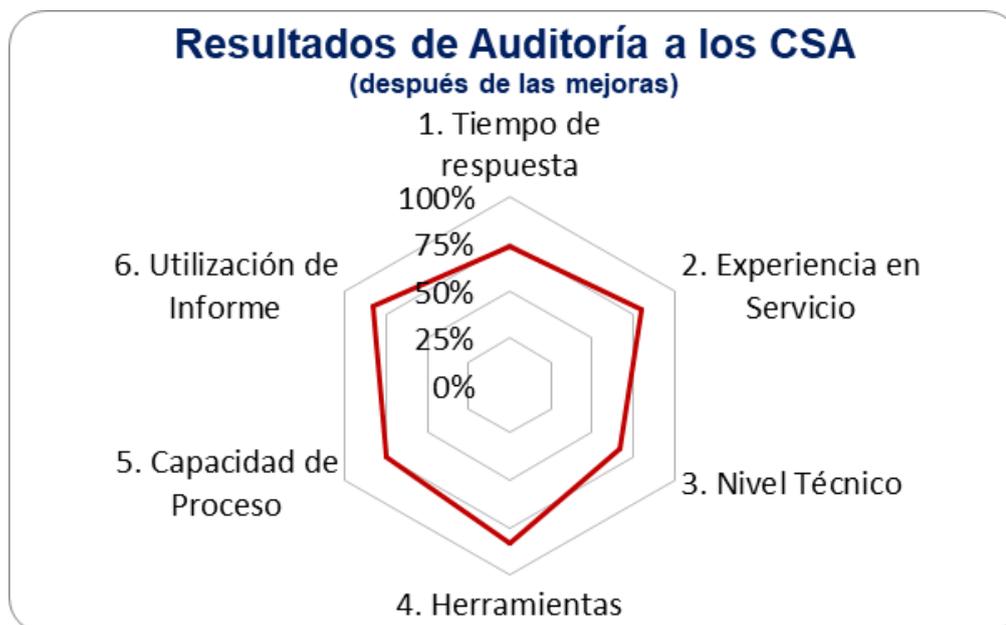


Figura 3.5 Gráfico de radar del cumplimiento de requerimientos de los CSA.

Auditoría Final

Fuente: Excel 2019

3.2.2. Reducción del costo por reemplazos de productos

A medida que se fue desarrollando este proyecto, los equipos técnicos y administrativos estuvieron juiciosos para brindar soluciones hasta las últimas instancias posibles, aunque hubo casos que por algún motivo no se llegaron a resolver de la manera tradicional, superando el alcance de la asistencia técnica. Dicho esto, para un cliente es transparente que, si dentro de las posibilidades que un técnico tiene para solucionar un problema, no es factible, pues se acude a la última opción de solución que se toma para finiquitar un servicio técnico a un cliente, y se trata de dar cambio del producto averiado por uno nuevo a costo de la empresa. Esta determinación conlleva a un gasto que están clasificadas para $X_{1\text{ OTRO}}$ por; Múltiples fallas, Reincidencia de falla, Cliente no acepta o Intervención de tienda. Así mismo, para los casos que están relacionados con $X_{1\text{ REP}}$, de frente es clasificado por Pieza en espera.



Figura 3.6 Tendencia de costos PEX 2024 para RT ($X_{1\text{ OTRO}}$) de los CSA.

Fuente: Excel 2019

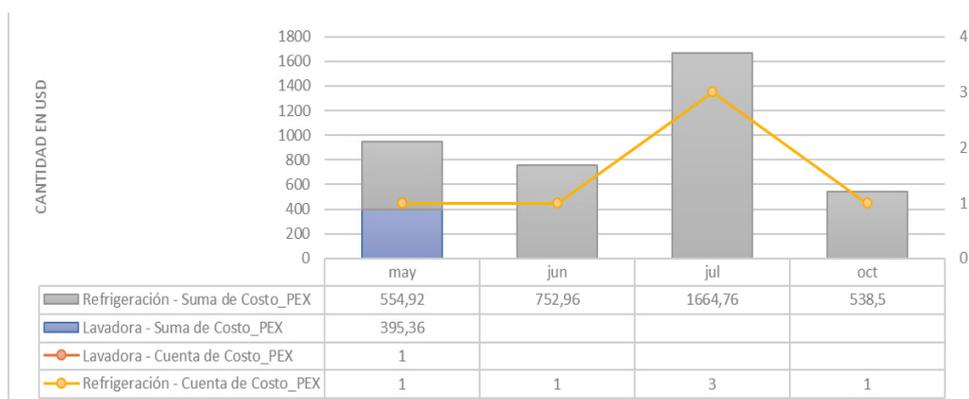


Figura 3.7 Tendencia de costos PEX 2024 para RT ($X_{1\text{ REP}}$) de los CSA.

Fuente: Excel 2019

3.2.3. Reducción del tiempo de respuesta

A partir de la fase de mejora hay momentos de inflexión donde se aprecia que el tiempo total que tarda el proceso de asistencia técnica tiende a reducirse, debido a que en el camino se han eliminado actividades que no agregan valor, se incrementa la utilización de las herramientas de mejora basado en principios Lean, se optimiza el uso apropiado de los repuestos con base en necesidades justificadas, y finalmente se logra que el proceso de servicio técnico sea más esbelto.

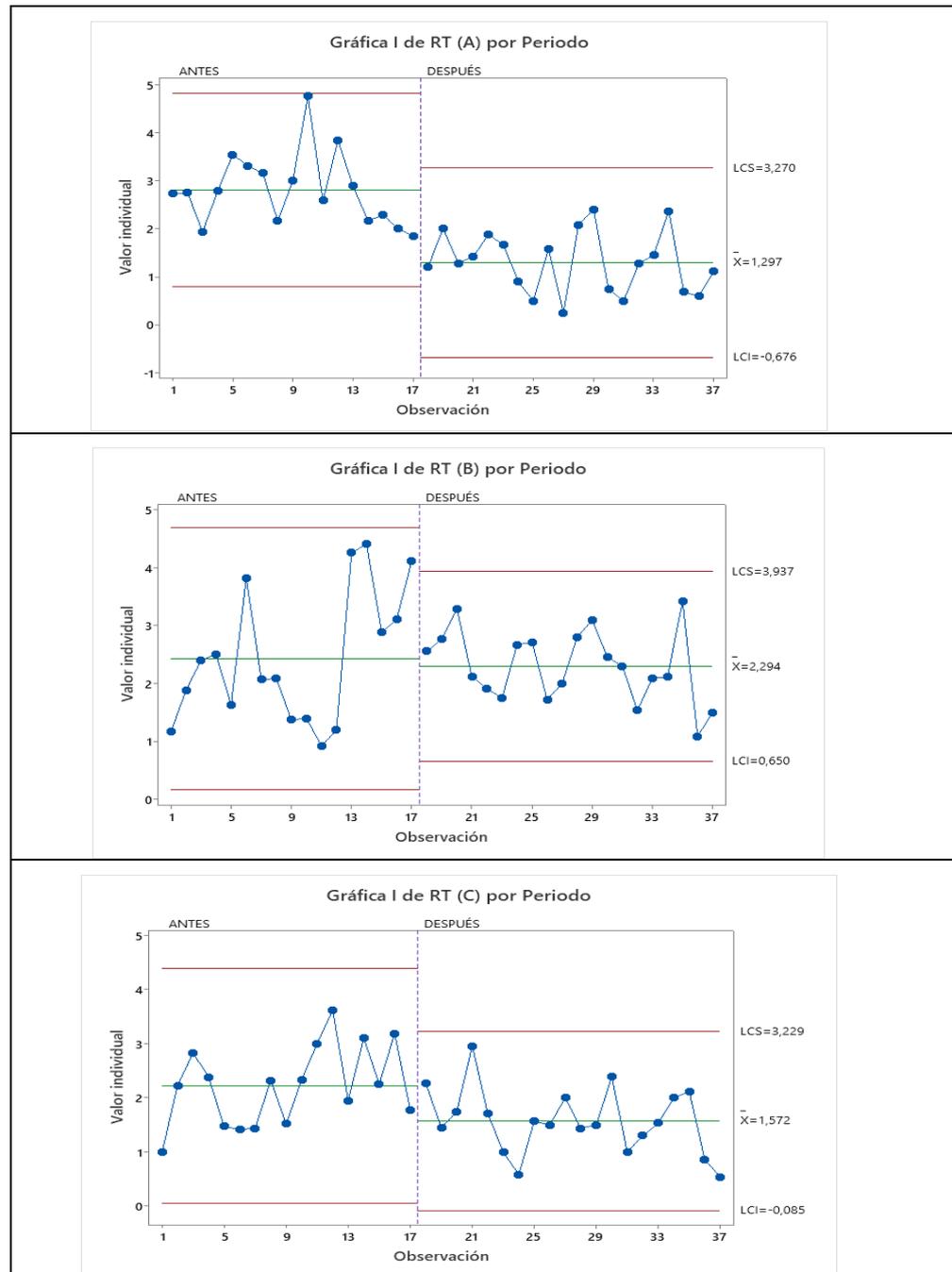


Figura 3.8 Gráfica de control de individuos RT de los CSA a nivel Guayas

Fuente: Minitab 2022

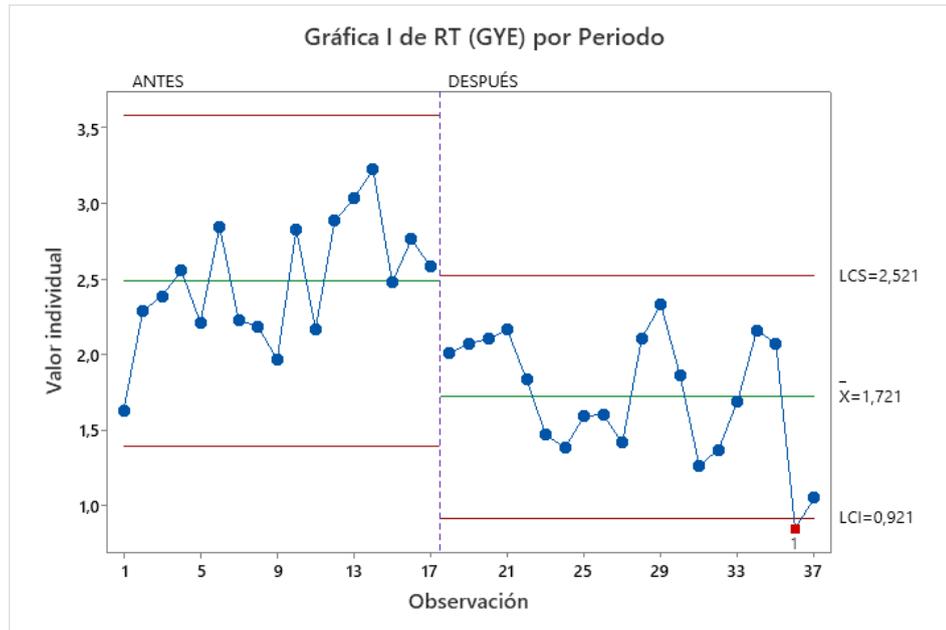


Figura 3.9 Gráfica de control de individuos RT de los CSA a nivel Guayas

Fuente: Minitab 2022

En la Figura 3.10, se observa que el $Cpk_{ANTES} = 0,99$ no está cumpliendo con las especificaciones, pero está casi al borde de que el proceso sea marginalmente capaz, sin embargo, el $Cpk_{DESPUÉS} = 2,55$ al ser un valor que supera el estándar $Cpk \geq 1,33$ se puede mencionar que tenemos un proceso capaz de brindar asistencias técnicas que cumplan las especificaciones.

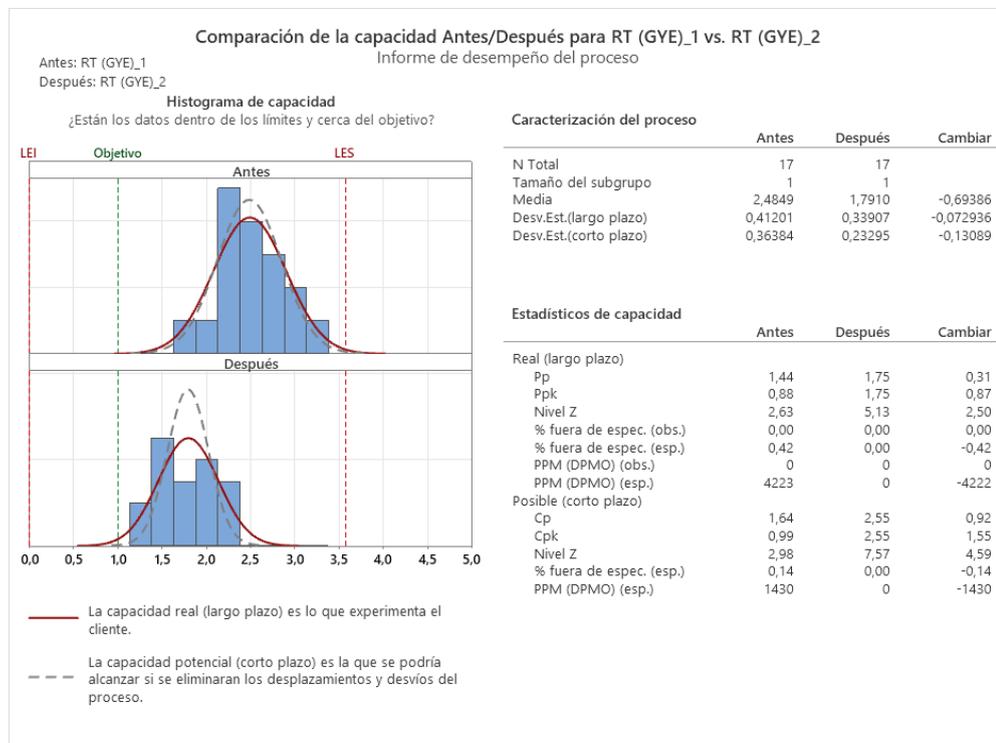


Figura 3.10 Capacidad de proceso, Antes / Después del RT a nivel Guayas

Fuente: Minitab 2022

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El proyecto se planteó como objetivo lograr al menos el 25% de incremento en el cumplimiento del tiempo de respuesta que sea menor o igual a 1 día, pues en la realidad si se toma de la Figura 3.10, la media del periodo “antes” que es 2,4849 días en comparación a la media del periodo “después” que es 1,7910 días, la diferencia es de 0,6939 días que si se compara la proporción al periodo “antes”, esto nos representa casi un 28% de incremento.
- Acorde a los análisis realizados, las causas globales que generan impacto en el tiempo de respuesta, está por el lado de “Repuestos” ($X_{1\text{ REP}}$) en las que se identificaron las interacciones de factores que causan efectos significativos como el agendamiento con repuestos consumidos, funcionamiento con reincidencia, solo repuestos consumidos, y la combinación de todas las anteriores. Por otro lado, lo que se denomina como “Otro medio” ($X_{1\text{ OTRO}}$), tiene como factor significativo la gestión administrativa que es la afecta directamente al tiempo de respuesta.
- Sobre los CSA que se estudiaron, con apoyo de la Figura 3.8 se tiene de parte del CSA_A un RT = 2,807, de parte del CSA_B es un RT= 2,4204 y el CSA_C es un RT= 2,224, siendo en el mismo orden mencionado que el CSA_A afectaba más al Y = RT total, que el resto de talleres.
- Se realizó la prueba piloto con los datos de la categoría de lavadora para evidenciar las estrategias alcanzables de mejora para los casos de “Repuestos” ($X_{1\text{ REP}}$), que para la familia de productos de mayor rotación de servicios, para obtener un RT lo más bajo posible es cumpliendo la visita a la fecha de agendamiento, que no se trate de una reincidencia, y sobre todo si la atención corresponde para productos con menos de 4 meses de funcionamiento desde su fecha de compra, es preferible solucionar sin la necesidad de reemplazar repuestos. De igual forma, para “Otro medio” ($X_{1\text{ OTRO}}$), se recomienda como estrategia que con productos de más de 4 meses de uso, es imprescindible que se haga un prediagnóstico, aunque sea virtual ya que la reincidencia implica como reconocer previamente al producto que se va atender, y clave es que cumpla el técnico la fecha de agendamiento, como también la administrativa haga el cierre del ticket en el mismo día.
- Con respecto a los procesos estandarizados, como se aprecian en la fase de mejora se han implementados algunas buenas prácticas, gestión visual como herramientas con principios Lean que han ayudado a mejorar el tiempo de respuesta del que se tenía al inicio.

4.2. Recomendaciones

- Debido a que ya se tienen identificado que los CSA que fueron parte del estudio, han tenido un progreso muy favorable, es tratar de extender la experiencia y conocimiento que se ha adquirido durante este proyecto hacia los CSA de la provincia de Pichincha o radicados en la capital de Quito, ya que ese grupo es la 2da representación con mayor demanda de asistencias técnicas, por la cual sería una gran oportunidad replicar este proyecto.
- En calidad de información, a nivel de diagnósticos, sería muy interesante poder trabajar con el área de Entrenamiento y Soporte Técnico una nueva versión de homologación, porque es necesario tener un Checklist de las evidencias necesarias del producto, parámetros y periféricos que el técnico debe levantar, para reducir la probabilidad de que el técnico tenga que hacer de una nueva visita, porque no dispone de evidencias importantes que requiere el ingeniero de Soporte Técnico para emitir un veredicto.
- Aprovechar en realizar capacitaciones que contengan o abarquen temas de habilidades blandas o servicio al cliente. Esto es algo que va más allá de lo técnico, pero que, sin duda, a medida que estén dotados el personal de estas habilidades, podrían manejar de mejor forma cualquier situación de conflicto, al punto que de una buena comunicación se logre poner al cliente de nuestro lado.

BIBLIOGRAFÍA

Di Rienzo, J., Casanoves, F., González, L., Tablada, E., Díaz, M., Robledo, C., & Balzarini, M. (2005). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. Córdoba: Edición Electrónica.

Fernández Bao, S. (Julio de 2020). Diseño de Experimentos: Diseño Factorial. *Diseño de Experimentos: Diseño Factorial*.

Gutiérrez Pulido, H., & De La Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y Diseño de Experimentos*. México, D. F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Ilzarbe Izquierdo, L., Tanco, M., Viles, E., & Álvarez Sánchez-Arjona, M. J. (2007). El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta. *Tecnura*, 126-138.

Medina Varela, P. D., & López Reyes, A. M. (2011). Análisis crítico del Diseño Factorial 2k sobre casos aplicados. *Scientia et Technica*, 100-106.

Minitab. (04 de Diciembre de 2021). *Soporte de Minitab*.
Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/supporting-topics/factorial-and-screening-designs/factorial-and-fractional-factorial-designs/>

[1] Pérez-López, E; García-Cerdas, M. Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en Marcha*. Vol. 27, N° 3, Julio-septiembre 2014.

[2] Source: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-major-home-appliances-market>

ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE DATOS DE VENTAS EC Y SERVICIOS PRODUCIDOS EC DE LOS PRINCIPALES ELECTRODOMÉSTICOS

Periodo	Ventas Ec	Servicios Producidos Ec
ene-2021	4821	641
feb-2021	5839	534
mar-2021	6598	684
abr-2021	4556	811
may-2021	4195	762
jun-2021	4998	723
jul-2021	6248	720
ago-2021	6633	582
sep-2021	8712	652
oct-2021	7220	700
nov-2021	7031	684
dic-2021	4960	718
ene-2022	16501	796
feb-2022	16970	741
mar-2022	21856	885
abr-2022	16532	718
may-2022	16885	732
jun-2022	16623	748
jul-2022	20387	547
ago-2022	21603	737
sep-2022	22359	718
oct-2022	23718	726
nov-2022	17885	706
dic-2022	13091	665
ene-2023	14013	925
feb-2023	16871	808
mar-2023	18570	887
abr-2023	16349	966
may-2023	14485	947
jun-2023	11515	920
jul-2023	13114	846
ago-2023	10449	796
sep-2023	20909	760
oct-2023	17566	715

ANEXO B

TABLA DE LISTA DE INGRESOS GENERADOS DE LAS PRINCIPALES CATEGORÍAS DE ELECTRODOMÉSTICOS

Categoría Electrodoméstico	Und. Vendidos	%Und. Vendidos
Lavadoras	301.615	37,66%
Microondas	169.258	58,79%
Refrigeradoras	131.564	75,21%
Secadoras	121.515	90,38%
Cocinas	36.830	94,98%
Congeladores	13.054	96,61%
Aires Acondicionados	8.396	97,66%
Otros	7.784	98,63%
Campanas	5.149	99,27%
Lavavajillas	3.041	99,65%
Encimeras	2.733	99,99%

ANEXO C

TABLA DE DATOS FASE MEDICIÓN; PARA IDENTIFICACIÓN DE DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE RESPUESTA (RT)

Año	Mes	RT
2017	ene	5,40
2017	feb	5,42
2017	mar	5,38
2017	abr	6,25
2017	may	6,04
2017	jun	5,54
2017	jul	6,19
2017	ago	4,31
2017	sep	6,14
2017	oct	3,33
2017	nov	4,99
2017	dic	4,41
2018	ene	6,14
2018	feb	4,66
2018	mar	6,55
2018	abr	4,41
2018	may	4,16
2018	jun	4,80
2018	jul	4,44
2018	ago	4,73
2018	sep	6,15
2018	oct	5,66
2018	nov	5,00
2018	dic	4,58
2019	ene	3,50
2019	feb	4,70
2019	mar	5,63
2019	abr	4,15
2019	may	4,66
2019	jun	5,81
2019	jul	3,92
2019	ago	4,03
2019	sep	4,11
2019	oct	2,65
2019	nov	2,76
2019	dic	1,68
2020	ene	3,56
2020	feb	1,93
2020	mar	2,18
2020	jun	1,52
2020	jul	1,61
2020	ago	2,77
2020	sep	2,53
2020	oct	2,66
2020	nov	2,28
2020	dic	2,16
2021	ene	4,74

2021	feb	3,50
2021	mar	2,71
2021	abr	4,63
2021	may	4,05
2021	jun	3,23
2021	jul	4,13
2021	ago	4,53
2021	sep	3,04
2021	oct	3,32
2021	nov	3,80
2021	dic	3,72
2022	ene	1,88
2022	feb	3,76
2022	mar	5,15
2022	abr	7,45
2022	may	6,26
2022	jun	4,32
2022	jul	3,58
2022	ago	3,79
2022	sep	3,29
2022	oct	5,28
2022	nov	7,64
2023	ene	3,46
2023	feb	6,18
2023	mar	5,56
2023	abr	7,16
2023	may	5,45
2023	jun	5,33
2023	jul	3,79
2023	ago	3,65
2023	sep	3,56
2023	oct	3,75
2023	nov	3,75
2023	dic	3,68

ANEXO D

TÉRMINOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN

- El valor “S” conocido como el error estándar de la estimación, mide la dispersión de los residuos alrededor de la línea de regresión, siendo algo favorable mientras es más bajo, esto quiere decir que, los puntos de datos están más cerca de la línea de regresión, representando un mejor ajuste al modelo.
- El “R²” conocido como coeficiente de determinación, es una medida estadística que indica cuanta proporción de la variable dependiente se puede predecir por las variables independientes, mientras más alto sea, se explica un mejor ajuste del modelo a los datos.
- El “R² (ajustado)” se denomina como coeficiente de determinación ajustado, porque evalúa la calidad del ajuste del modelo, y penaliza el uso de variables que no mejoran significativamente el modelo.

ANEXO E
LISTA DE HERRAMIENTAS NECESARIAS

HERRAMIENTA	CATEGORIA	UNIDAD
Destornillador de pala	Lavandería	1
Destornillador de Estrella	Lavandería	1
Pinzas de punta	Lavandería	1
Alicate	Lavandería	1
Hombre solo	Lavandería	1
Corta Frio	Lavandería	1
Llave de tubo	Lavandería	1
LLaves Fijas	Lavandería	1
Juego puntas TORX	Lavandería	1
Juego puntas BRISTOL	Lavandería	1
Bisturí	Lavandería	1
Destornillador de copa 1/4	Lavandería	1
Destornillador de copa 5/16	Lavandería	1
Juego de copas	Lavandería	1
Rache con extensor 1/2	Lavandería	1
Llave Golpe tuerca	Lavandería	1
Martillo	Lavandería	1
Destonillador Perillero Pala	Lavandería	1
Destonillador Perillero Estrella	Lavandería	1
Destornillador tatamaco mixto	Lavandería	1
Pela cable	Lavandería	1
Cable de prueba	Lavandería	1
Multímetro	Lavandería	1
Pinza amperimétrica	Lavandería	1
Manómetro de agua	Lavandería	1
Manómetro de gas	Lavandería	1
Taladro o Atornillar inalámbrico	Lavandería	1
Puntas atornillador o taladro	Lavandería	1
Brocas acero Rápido	Lavandería	1
Brocas acero Tungsteno	Lavandería	1
Segueta	Lavandería	1
Flexómetro	Lavandería	1
Sonómetro	TODAS	1

HERRAMIENTA	CATEGORIA	UNIDAD
Bomba de vacío	Refrigeración	1
Manómetros	Refrigeración	(PSI) 1
Vacuómetro	Refrigeración	(MICRAS)1
Bascula de carga Refrigerante	Refrigeración	(g) 1
Manómetros Nitrógeno (manorreductor de presión)	Refrigeración	1
Bala de Nitrógeno	Refrigeración	1
Pincha tubo	Refrigeración	1
Corta tubo	Refrigeración	1
Boquilla de soldar	Refrigeración	1
Equipo de Oxiacetileno (Opcional)	Refrigeración	1
Juego de expansores	Refrigeración	1
Poncha tubo	Refrigeración	1
Termómetro medidor doble sonda	Refrigeración	1
Termómetro Laser	Refrigeración	1
Vapóreto (vapor)	Refrigeración	1
Medidor de Humedad Relativa ambiental	Refrigeración	1
Ventosas (chupas)	Refrigeración	2
Pinza Lokring	Refrigeración	1
Mordazas Lokring (8 mm)	Refrigeración	1

CONSUMIBLES	CATEGORIA	UNIDAD
Cinta aislante	Lavandería	1
Cinta Teflón	Lavandería	1
Sellante Gas P	Lavandería	1
Soldadura estaño	Lavandería	1
Soldadura de plata	Refrigeración	1
Soldadura LACO	Refrigeración	1
Fundente Hierro	Refrigeración	1
Fundente Estaño	Refrigeración	1
Gas Map	Refrigeración	1
Gas R600A	Refrigeración	1
Gas 134A, 404A	Refrigeración	1
Glicerina	Refrigeración	1
Lop prep Lokring (65 g)	Refrigeración	1

SEGURIDAD	CATEGORIA	UNIDAD
Guantes Nitrilo Poliéster	Todas	1
Monogafas	Todas	1
Tapabocas	Todas	1
Botas seguridad dieléctricas	Todas	1

ANEXO F

COMPROMISO Y CONSTANCIA DE LA MEJORA

