

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE PROCESOS Y TIEMPOS DE INSTALACIÓN
DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR EN
TRACKLINK S.A MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMADV**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: JAZMÍN PORRAS ALFARO

TUTOR: ING. IVÁN ALVARADO AGUILAR

SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA

ABRIL, 2025

CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| DECLARACIÓN JURADA | I |
| CÉDULA DE IDENTIDAD | I |
| SOLICITUD DE DEFENSA | III |
| CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR | IV |
| CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR..... | V |
| CERTIFICADO DEL FILÓLOGO | VI |
| CARTA DE ENTENDIMIENTO | VII |
| CONTENIDO | VIII |
| TABLAS | XI |
| FIGURAS | XII |
| DEDICATORIA..... | XIII |
| AGRADECIMIENTOS | XIV |
| EPÍGRAFE | XV |
| RESUMEN..... | XVI |
| CAPÍTULO I. PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.2 OBJETIVOS | 2 |
| 1.2.1 <i>Objetivo general</i> | 2 |
| 1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> | 3 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.4 ANTECEDENTES | 4 |
| 1.4.1 <i>Antecedentes nacionales</i> | 4 |
| 1.4.2 <i>Antecedentes internacionales</i> | 5 |
| 1.5 PROYECCIONES | 6 |
| 1.5.1 <i>Alcances</i> | 6 |
| 1.5.2 <i>Limitaciones</i> | 7 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES | 9 |
| 2.1.1 <i>Metodología DMADV</i> | 9 |
| 2.1.2 <i>Diagrama de flujo</i> | 10 |
| 2.1.3 <i>Project charter</i> | 11 |
| 2.1.4 <i>Diagrama de SIPOC</i> | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.5 Lluvia de ideas | 13 |
| 2.1.6 Multivoto | 14 |
| 2.1.7 Diagrama de Pareto | 14 |
| 2.1.8 Diagrama de Ishikawa | 15 |
| 2.1.9 Árbol de CTQ | 15 |
| 2.1.10 Hoja de verificación | 16 |
| 2.1.11 Test Anderson Darling | 16 |
| 2.1.12 Gráficos de control | 17 |
| 2.1.13 Matriz de hipótesis | 18 |
| 2.1.14 5 porqués | 18 |
| 2.1.15 Diagrama de Gantt | 19 |
| 2.1.16 Retorno de Inversión | 19 |
| 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA | 21 |
| 2.2.1 Visión / Misión | 21 |
| 2.2.2 Antecedentes históricos | 21 |
| 2.2.3 Ubicación geográfica | 21 |
| 2.2.4 Estructura organizacional | 22 |
| 2.2.5 Cantidad de empleados | 22 |
| 2.2.6 Tipos de productos | 23 |
| 2.2.7 Mercado de exportación | 23 |
| 2.2.8 Descripción general del proceso productivo | 24 |
| CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO | 25 |
| 3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN | 26 |
| 3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN | 26 |
| 3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN | 28 |
| 3.3.1 Sujetos de información | 29 |
| 3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS | 30 |
| 3.5 INSTRUMENTOS | 32 |
| 3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS | 32 |
| CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 34 |
| 4.1 DEFINIR | 35 |
| 4.1.1 Diagrama SIPOC | 35 |
| 4.1.2 Diagrama de flujo | 37 |
| 4.1.3 Lluvia de ideas | 39 |
| 4.1.4 Multivoto | 42 |
| 4.1.5 Diagrama de Pareto | 44 |
| 4.1.6 Diagrama de Ishikawa | 46 |
| 4.1.7 Árbol de CTQ | 49 |
| 4.2 MEDIR | 52 |
| 4.3 ANALIZAR | 79 |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO V. PROPUESTA..... | 84 |
| 5.1 DISEÑAR | 85 |
| 5.1.1 <i>Diseño de procedimientos de instalación por tipos de servicios:</i> | 85 |
| 5.1.2 <i>Diseño del flujo de proceso de instalación de los dispositivos de seguridad:</i> | 91 |
| 5.1.3 <i>Diseño de video explicativo del proceso de instalación del servicio:</i> | 92 |
| 5.1.4 <i>Diseño de capacitaciones de personal:</i> | 94 |
| 5.2 VERIFICAR | 100 |
| 5.2.1 <i>Verificación de tiempos de instalación por tipos de servicios mediante Gráficos de Control (SPC):</i> | 100 |
| 5.2.2 <i>Auditorías periódicas de capacitaciones de personal:</i> | 100 |
| 5.2.3 <i>Método Gemba:</i> | 101 |
| 5.2.4 <i>Tabla de resumen de costos, Beneficios y Retorno de Inversión (ROI):</i> | 101 |
| CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 104 |
| CONCLUSIONES | 105 |
| RECOMENDACIONES..... | 108 |
| REFERENCIAS..... | 109 |
| APÉNDICES Y ANEXOS | 114 |
| APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS | 115 |
| APÉNDICE 2: PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS | 116 |
| APÉNDICE 3: PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS FULL | 117 |
| APÉNDICE 4: PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS PREMIUM | 118 |
| APÉNDICE 5: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR..... | 119 |
| APÉNDICE 6: VIDEO EXPLICATIVO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN | 120 |
| APÉNDICE 7: CHECK LIST DE DESEMPEÑO | 121 |
| ANEXO 1: NO HAY | 122 |

TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área | 23 |
| Tabla 3.1: Project charter de la investigación | 29 |
| Tabla 3.2: Variables de la investigación por objetivo específico..... | 31 |
| Tabla 4.1: Multivoto realizado para obtener la prioridad de cada causa | 43 |
| Tabla 4.2: Frecuencias acumuladas del multivoto realizado | 44 |
| Tabla 4.3: Toma de tiempos de instalación de servicios de seguridad vehicular 1-25..... | 55 |
| Tabla 4.4: Toma de tiempos de instalación de servicios de seguridad vehicular 26-44..... | 55 |
| Tabla 4.5: Estructura de actividades del proceso de instalación | 58 |
| Tabla 4.6: Tabla de tiempos estimados de duración de instalación | 58 |
| Tabla 4.7: Check list de herramientas para primer técnico..... | 61 |
| Tabla 4.8: Check list de herramientas para segundo técnico | 62 |
| Tabla 4.9: Check list de herramientas para tercer técnico..... | 63 |
| Tabla 4.10: Check list de herramientas para cuarto técnico | 64 |
| Tabla 4.11: Matriz de disponibilidad de diagramas eléctricos o diagnóstico técnico de los vehículos..... | 67 |
| Tabla 4.12: Registro de datos de atrasos en clientes 1-22..... | 69 |
| Tabla 4.13: Registro de datos de atrasos en clientes 23-44..... | 70 |
| Tabla 4.14: Hoja de verificación del proceso de instalación | 71 |
| Tabla 4.15: Tabla de tiempos de duración de instalación..... | 73 |
| Tabla 4.16: Tabla de medición de carga laboral | 74 |
| Tabla 4.17: Hoja de verificación de clientes invasivos 1-22..... | 75 |
| Tabla 4.18: Hoja de verificación de clientes invasivos 23-44..... | 76 |
| Tabla 4.19: Tabla de verificación de atrasos a nivel administrativo 1-22 | 77 |
| Tabla 4.20: Tabla de verificación de atrasos a nivel administrativo 23-44 | 78 |
| Tabla 4.21: Tabla de medición de causas aceptadas y descartadas | 79 |
| Tabla 4.22: Causas aceptadas para continuar con el ciclo..... | 79 |
| Tabla 4.23: Cuadro comparativo de los servicios para instalación..... | 80 |
| Tabla 4.24: Matriz de hipótesis para el análisis de las causas | 82 |
| Tabla 5.1: Costos de la propuesta 1 | 90 |
| Tabla 5.2: Costos de la propuesta 2 | 93 |
| Tabla 5.3: Costos de la propuesta 3 | 97 |
| Tabla 5.4: Resumen de Costos Totales | 98 |
| Tabla 5.5: Resumen de Costo / Beneficio y Retorno de Inversión (ROI) | 102 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1: Ejemplo del ciclo DMADV | 10 |
| Figura 2.2: Ejemplo del diagrama de flujo..... | 11 |
| Figura 2.3: Ejemplo de Project charter..... | 12 |
| Figura 2.4: Ejemplo de Diagrama de SIPOC | 13 |
| Figura 2.5: Ejemplo de Lluvia de ideas | 13 |
| Figura 2.6: Ejemplo de Multivoto..... | 14 |
| Figura 2.7: Ejemplo de Diagrama de Pareto | 15 |
| Figura 2.8: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa..... | 15 |
| Figura 2.9 Ejemplo de Árbol de CTQ | 16 |
| Figura 2.10: Ejemplo de hoja de verificación | 16 |
| Figura 2.11: Ejemplo de Test Anderson Darling | 17 |
| Figura 2.12: Ejemplo de gráficos de control..... | 17 |
| Figura 2.13: Ejemplo de matriz de hipótesis | 18 |
| Figura 2.14: Ejemplo de 5 porqués | 19 |
| Figura 2.15: Ejemplo de Diagrama de Gantt..... | 19 |
| Figura 2.16: Ejemplo de Retorno de Inversión..... | 20 |
| Figura 2.18: Mapa satelital de Tracklink S.A..... | 22 |
| Figura 2.19: Organigrama de Tracklink S.A..... | 22 |
| Figura 2.20: Diagrama de Flujo Proceso productivo Tracklink S.A..... | 24 |
| Figura 3.1: Ejemplo de fases de DMADV..... | 27 |
| Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso para la recolección y análisis de datos. | 32 |
| Figura 4.1: Diagrama de SIPOC del proceso de instalación de dispositivos de seguridad..... | 36 |
| Figura 4.2: Diagrama de flujo del proceso de instalación de dispositivos de seguridad..... | 38 |
| Figura 4.3: Lluvia de ideas de las posibles causas que provocan atrasos en la instalación | 40 |
| Figura 4.4: Diagrama de Pareto de las causas presentadas | 45 |
| Figura 4.5: Diagrama de Ishikawa de la instalación de dispositivos de seguridad vehicular..... | 47 |
| Figura 4.6: Árbol CTQ para los requerimientos de calidad en la instalación de dispositivos de seguridad. 50 | |
| Figura 4.7: Test de Anderson-Darling servicios básicos | 56 |
| Figura 4.8: Test de Anderson-Darling toma de tiempos realizada | 57 |
| Figura 4.9: 5 porqués de la causa clientes invasivos..... | 83 |
| Figura 5.1: Procedimiento de instalación de servicios básicos | 86 |
| Figura 5.2: Procedimiento de instalación de servicios full..... | 88 |
| Figura 5.3: Procedimiento de instalación de servicios premium | 89 |
| Figura 5.4: Diagrama de flujo del proceso de instalación..... | 91 |
| Figura 5.5: Video explicativo del proceso de instalación de los dispositivos de seguridad | 92 |
| Figura 5.6: Check list de desempeño..... | 96 |
| Figura 5.7: Diagrama de Gantt..... | 99 |

DEDICATORIA

Con toda la gratitud dedico este trabajo a las personas más importantes de mi vida, aquellas que han sido mi fortaleza durante todo este proceso.

A mi hijo, Tomás Cruz, quien es mi mayor motivación y razón de seguir adelante, cada esfuerzo, sacrificio y desvelo han sido impulsados por el deseo de brindarte un futuro mejor.

A mi mamá, María Alfaro, por su amor, apoyo incondicional y sus palabras de aliento en los momentos más difíciles, por enseñarme el valor del esfuerzo y estar a mi lado en este proceso.

A mi esposo, Joel Cruz, por ser mi compañero de vida, mi gran apoyo y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A ustedes, que son mi motor y mi inspiración, les dedico este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de este proyecto, he obtenido el apoyo de muchas personas, a los que deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

Agradezco a Dios por darme la resiliencia y la perseverancia para afrontar los desafíos que se han presentado en el camino y poder concluir esta etapa de mi vida académica.

Agradezco a mi familia por ser mi apoyo incondicional y motivarme todos los días alcanzar esta meta. También agradezco a mis amigos que me han dado la mano cuando más los he necesitado.

A mi tutor, por su orientación, sus valiosos consejos y toda la disposición que mantuvo durante el proceso de este proyecto.

Finalmente, agradezco a la empresa Tracklink quien ha abierto las puertas para que pudiera llevar a cabo este trabajo, junto con los colaboradores que participaron en la recolección de los datos necesarios para implementar las mejoras.

El apoyo de todos ha sido invaluable.

EPÍGRAFE

Si lo puedes soñar, lo puedes lograr.

Walt Disney

RESUMEN

El presente trabajo se realiza en la empresa Tracklink S.A, dicha compañía ubicada en Torreo Mercedes, Paseo Colón, San José, la cual realiza operaciones de instalación de dispositivo de seguridad vehicular en clientes de créditos prendarios y leasing de diferentes financieras como, por ejemplo: Bac Credomatic, Carrofacil, Servileasing y además brinda los servicios de instalación de dispositivos de seguridad vehicular en clientes particulares. Tracklink lleva tres años de operaciones en Costa Rica, después de ser vendida por su anterior compañía en el país, anteriormente conocida como Cosic S.A. Este estudio se basa en la evaluación de los procesos y los tiempos de instalación de dispositivos de seguridad vehicular en Tracklink mediante la metodología DMADV, ya que se observa que el proceso de instalación de estos dispositivos está siendo afectado por distintas causas que interrumpen el flujo correcto de la misma. Se realiza por medio de la metodología DMADV que consiste en definir, medir, analizar, diseñar y verificar, ya que esta es una metodología hermana del método DMAIC y que en el caso de Tracklink colabora en el diseño y reestructuración de procesos que actualmente no existen en la compañía, es por esta razón que en la etapa de definir se lleva a cabo el proceso de reconocer las causas que están afectando el proceso de instalación utilizando herramientas ingenieriles como Lluvia de Ideas, Multivoto, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa y Árbol de CTQ en el que se observan 11 causas críticas en dicho proceso, sin embargo, se obtiene una que es cambios climáticos que no se continúa en el análisis ya que es una causa no controlable, posterior a esto, se realiza la etapa de medición de cada causa crítica para la validar la existencia de evidencias para rechazar y aceptar las causas en las que finalmente quedan como causas críticas del proceso capacitaciones del personal, praxis de parte del técnico, tiempos de instalación, tipos de servicios de instalación y cliente invasivo. Una vez concluido, se procede a generar la etapa de análisis de las causas utilizando técnicas como por ejemplo 5 porqués y de este modo se procede al diseño de las propuestas de mejora para cada causa y de este modo finalizar con la creación de controles para la verificación de las propuestas. Se concluye que este trabajo permite a Tracklink tener una utilidad de optimización del tiempo estándar de instalación de estos servicios. Palabras clave: DMAIC, DMADV, GPS

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio es realizado en una empresa llamada Tracklink S.A, la cual se encuentra ubicada en Paseo Colón, San José, Costa Rica y se realizan instalaciones de servicios de monitoreo y seguridad vehicular. Dicha compañía presenta oficinas en distintos lugares de Centroamérica, como es así también en Ecuador y Chile. Este estudio es elaborado debido a la diferenciación de los tiempos de duración al instalar los sistemas de seguridad vehicular en los vehículos de los clientes.

Cabe recalcar que, actualmente, se observan distintos inconvenientes en los tiempos de instalación que mantienen los técnicos instaladores al colocar los dispositivos de seguridad en los vehículos, esta condición conlleva a analizar distintas causas, entre ellas, se podrían mencionar: diferentes planes de servicios de rastreo que se pueden adquirir, variabilidad en los tipos de vehículos o modelos que incrementan con los años, falta de estandarización en los procesos de instalación, lo cual lleva a introducir consecuencias como: atrasos en las citas que se brindan en la agenda de los técnicos, aumento de la probabilidad de errores o instalaciones de baja calidad y además, hasta provocar la insatisfacción de clientes, debido al descontento con los atrasos en las citas.

Por lo tanto, se considera realizar un estudio para evaluar los procesos actuales e identificar las principales causas de estas variaciones en el tiempo de instalación, analizar la efectividad de los técnicos, proponer mejoras que optimicen la eficiencia operativa, mediante la metodología DMADV para determinar la diferencia de los tiempos existentes y buscar soluciones que brinden una mejora.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar los tiempos en la instalación de servicios de monitoreo y seguridad vehicular en Tracklink S.A, a través de la metodología DMADV, para disminuir los atrasos en las instalaciones de al menos un 10% con respecto al estándar.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar la metodología del proceso de instalación del servicio de ControlCar+ mediante la metodología DMADV.
- Analizar los procesos de instalación mediante análisis de causa raíz para determinar las más críticas.
- Validar el tiempo estándar actual de la compañía en los procesos de instalación.
- Diseñar el diagrama de flujo del proceso de instalación y controles para disminuir los atrasos en los servicios de monitoreo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La instalación eficiente y oportuna de dispositivos de seguridad vehicular, como son así los rastreadores GPS, es un proceso clave para el éxito de Tracklink S.A. en Costa Rica. Sin embargo, las actuales variaciones en los tiempos de instalación representan un desafío significativo que afecta tanto la productividad interna como la satisfacción del cliente. Evaluar y optimizar estos tiempos es fundamental para garantizar que la empresa pueda operar con la máxima eficiencia, ofrecer un servicio confiable y mantenerse competitiva en un mercado que demanda rapidez y calidad.

Este proyecto surge como una necesidad de la empresa Tracklink S.A, debido a los inconvenientes que han venido surgiendo a través de los días en dicha compañía. Por ello, es importante analizar y entender el problema con profundidad, a través de herramientas ingenieriles que permitan evaluar las causas y las consecuencias que mantiene el inconveniente y de esta manera lograr combatir el problema de raíz y poder generar un plan de mejora que permita a dicha compañía aumentar su eficiencia operativa, reducir costos, mejorar la satisfacción del cliente, y fortalecer su posición competitiva en el mercado. La instalación eficiente de estos dispositivos es crucial para la operatividad de la empresa, ya que impacta directamente en los tiempos de respuesta y en la satisfacción del cliente.

1.4 ANTECEDENTES

El crecimiento de la demanda por soluciones tecnológicas de seguridad vehicular, como los sistemas de rastreo y monitoreo, ha impulsado a las empresas especializadas a mejorar continuamente sus procesos de instalación para mantenerse competitivas en el mercado. Tracklink S.A., una empresa costarricense dedicada a la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, enfrenta desafíos relacionados con la variabilidad en los tiempos de instalación, lo que afecta su productividad y la satisfacción del cliente. Estos desafíos han motivado la necesidad de analizar y optimizar los procesos actuales de instalación con el fin de incrementar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados.

Para establecer un marco de referencia, es fundamental revisar estudios previos y trabajos académicos que han abordado problemas similares en el ámbito de la seguridad vehicular y la optimización de procesos operativos. A continuación, se presentan antecedentes nacionales e internacionales que sirven como base para el desarrollo de este proyecto.

1.4.1 Antecedentes nacionales

Para iniciar los antecedentes nacionales Jiménez Calderón y Valverde Muñoz (2014), realizaron su tesis titulada, *sistema de control estadístico de calidad para la elaboración de productos de panadería en Auto Mercado*, cuyo objetivo fue mejorar la calidad y la consistencia de los productos de la panadería en la compañía Auto Mercado, a través de la aplicación de herramientas estadísticas. Los autores analizaron los procesos de producción, identificaron variables y establecieron métodos de monitoreo y control para asegurar que los productos cumplan con todos los estándares de calidad.

Araya Orozco (2006), realizó su tesis sobre el diseño de un sistema estadístico de control de la calidad en el recibo de materia prima en la empresa Fruta Internacional S.A, en este caso, se desarrolló un sistema de muestreo de los productos, además de diseñar un sistema de control de calidad que sirva como herramienta a la empresa para identificar los problemas o inconvenientes, así que sirva de apoyo en la toma de decisiones.

La tesis de Duarte Briceño (2011), mantiene como objetivo evaluar diferentes metodologías utilizadas en el control de calidad dentro de procesos de manufactura. A través del análisis comparativo, identificar las herramientas y técnicas más eficaces para garantizar la calidad en la producción, minimizar defectos y optimizar los procesos de manufactura.

Montenegro Loría (2020), realiza su tesis para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería industrial, titulada “*Propuesta de un sistema de gestión de calidad en la empresa armaduras y estructuras de Alajuela S.A*”, la cual se enfoca en plantear e implementar un sistema de gestión de calidad para mejorar los procesos productivos y administrativos de la empresa dedicada a la fabricación de estructuras metálicas. El autor busca crear una cultura de calidad dentro de la compañía, alineada con los estándares de calidad, para optimizar su desempeño operativo y asegurar el cumplimiento de los requisitos del cliente.

Pérez López (2014), realiza su tesis titulada “Implementación de la metodología DMAIC- Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal en el que el objetivo principal es mejorar la eficiencia y reducir los defectos en el proceso de envasado de licores, que enfrentaba problemas recurrentes como desperdicio de material, tiempos de inactividad elevados, y variabilidad en la calidad del producto final. A través de la implementación del ciclo DMAIC, se busca identificar las causas raíz de estos problemas y proponer soluciones de mejora.

1.4.2 Antecedentes internacionales

Gómez Rodríguez, A. (2018), realiza su trabajo en el que aborda la mejora de procesos logísticos mediante la metodología DMAIC, por tanto, puede ser útil para optimizar tiempos y procesos en la instalación de sistemas de seguridad.

Sánchez Martínez, L. (2019), realiza su tesis que se titula “Implementación de Six Sigma en una empresa de telecomunicaciones: Optimización del tiempo de respuesta en la instalación de servicios” que se enfoca en la reducción de tiempos y la mejora de procesos utilizando DMAIC en la instalación de servicios de telecomunicaciones.

Pérez García, M. (2017), ejecuta su tesis de “Mejora de la eficiencia en proyectos de construcción, mediante el uso de la metodología Six Sigma DMAIC, en el que aplica

la metodología DMAIC en proyectos de construcción, busca mejorar los tiempos de ejecución, aborda los desafíos en la industria de la construcción, tales como retrasos, costos excesivos y variabilidad en la calidad de los proyectos

Ramos Fernández, C. (2016), hace su tesis de “Optimización de procesos industriales mediante Six Sigma: Un caso práctico en una empresa manufacturera” en la que realiza un estudio de caso que utiliza DMAIC para mejorar la eficiencia en la producción.

Gutiérrez Torres, J. (2020), realiza su tesis sobre “Metodología DMAIC aplicada a la mejora de procesos en el sector de servicios”, se aplica DMAIC para mejorar procesos y tiempos en la industria del transporte, con similitudes directas para la optimización de procesos en la instalación de sistemas de seguridad

Estos antecedentes son viables para la elaboración de este, proyecto ya que se basan en estudios utilizando la metodología DMAIC para mejorar los procesos en el que se busca una mayor eficiencia y satisfacción con los clientes.

1.5 PROYECCIONES

Como parte del proceso de investigación se proyecta alcanzar los siguientes logros:

1. Mejorar los tiempos de instalación de los servicios de monitoreo en los vehículos de los clientes.
2. Satisfacer a los clientes dando servicio de calidad con un tiempo estimado por instalación.
3. Lograr abrir más espacios de citas durante el día para incrementar la cartera de clientes.
4. Minimizar el tiempo y así lograr espacios de calidad tanto para el cliente como para el técnico instalador.

1.5.1 Alcances

Este estudio es elaborado en la empresa Tracklink S.A en el área técnica, donde se visualiza la instalación de dispositivos de seguridad y monitoreo vehicular, el mismo es realizado, con el fin de abarcar los tiempos que se mantienen al realizar las

instalaciones en los vehículos de los clientes, se visualizan los factores que influyen en esta diferencia de tiempo y se trata de mejorar y buscar la solución más óptima para alcanzar un nivel alto de calidad en tiempo y satisfacción a clientes.

1.5.2 Limitaciones

No existieron limitaciones durante el desarrollo del presente estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Seguidamente, se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles que se tomaron en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

2.1.1 Metodología DMADV

DMADV es una herramienta ingenieril completa que ayuda a las empresas a identificar y resolver inconvenientes. Entre sus fases están: Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar, por tanto, se basa en el método científico. Toma un enfoque a partir de datos para la resolución de problemas y ayuda a las empresas a comprender la causa raíz de los problemas antes de tomar medidas correctivas.

Esta herramienta se basa en la resolución de problemas, ya sea en empresas pequeñas, medianas o grandes, se observan sus cinco fases en detalle:

- **Definir:** el problema que se quiere resolver. Esto incluye la comprensión de la causa raíz del problema y el establecimiento de un objetivo de mejora.
- **Medir:** Se debe recopilar datos para comprender la situación actual. Esto incluye la medición de los indicadores clave de rendimiento para seguir los progresos e identificar las áreas de mejora.
- **Analizar:** los datos para ver cuál es la causa del problema. Esto incluye la identificación de la causa raíz y el desarrollo de hipótesis sobre cómo solucionarlo.
- **Diseñar:** Se realiza un diseño detallado del producto, servicio o proceso que solucione el problema analizado.
- **Verificar:** se encarga de validar y verificar si el diseño es aceptable. Además, se debe realizar un plan para la transición al nuevo producto, servicio o proceso y un plan de control para sostener el cambio.

Figura 2.1: Ejemplo del ciclo DMADV



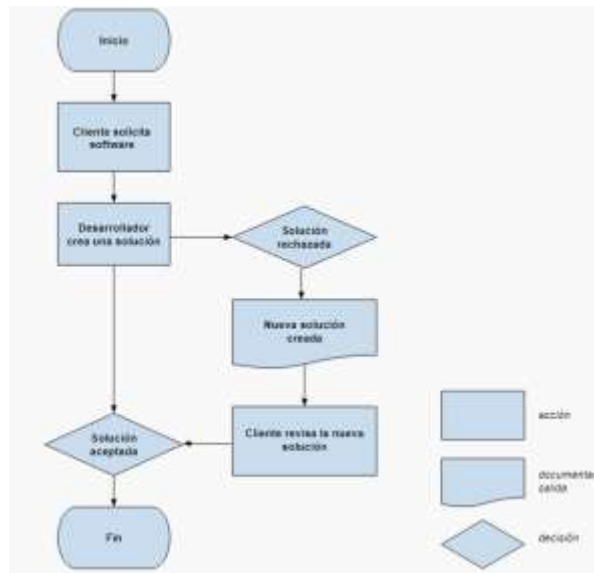
Fuente: Osorio Luis Fernando, 2024.

2.1.2 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo u organigrama es una representación diagramática que ilustra la secuencia de las operaciones que se realizarán para conseguir la solución de un problema. Los diagramas de flujo se dibujan generalmente antes de comenzar a programar.

Los diagramas de flujo facilitan la comunicación entre el programador y el resto de las personas. Estos diagramas de flujo desempeñan un papel vital en la programación de un problema y facilitan la comprensión de problemas complicados y sobre todo muy largos (EcuRed, 2011).

Figura 2.2: Ejemplo del diagrama de flujo



Fuente: Epitech, 2021

2.1.3 Project charter

Un Project charter es un documento que formaliza la existencia de un proyecto y empodera al director del proyecto para usar los recursos de la compañía en beneficio de su ejecución. Lo podemos entender como el acta de constitución de un proyecto. En él se incluyen, entre otros elementos, una descripción general del proyecto, la asignación de los responsables, los criterios por los que se ha decidido crear la propuesta y los requerimientos, supuestos y riesgos clave (Digital School, 2023).

Figura 2.3: Ejemplo de Project charter

| CHARTER (ACTA CONSTITUCION) DEL PROYECTO Información principal y autorización del proyecto | |
|--|---|
| 1.- Fecha: | 2.- Nombre de Proyecto: |
| De acuerdo con los nuevos áreas dadas indicar cuáles aplican | 4.- Área de aplicación, interesados del proyecto: involucrados, áreas y departamentos dentro de la organización |
| 5.- Fecha de inicio del proyecto: | 6.- Fecha tentativa finalización: |
| 7.- Objetivos del proyecto: | |
| 7.1- Objetivo General: | |
| 7.2- Objetivos Específicos Máximo tres | |
| 7.2.1 | |
| 7.2.2 | |
| 7.3.3 | |
| Descripción del producto: <i>Cuál será el entregable del proyecto?</i> | |
| Necesidad del proyecto: <i>Cuál es el porqué de su proyecto, cuál es la necesidad que va a cubrir su proyecto?</i> | |
| Restricciones: <i>Limitantes que pueden afectar los objetivos del proyecto</i> | |
| Supuestos: Argumentos formulados a priori que pueden afectar para bien o para mal al proyecto | |
| Identificación de grupos de interés (stakeholders): Cliente(s) directo(s): Clientes indirectos: áreas funcionales o departamentos involucrados | |
| Aprobado por: Gerente del proyecto (Coordinador del grupo) | Firma: |
| Presentado por: Todos los integrantes del grupo | Firma: |

Fuente: Scribd.

2.1.4 Diagrama de SIPOC

Un diagrama SIPOC es una herramienta de calidad utilizada en la gestión de procesos que se utiliza para identificar y visualizar los elementos clave de un proceso. El acrónimo SIPOC significa Suppliers (proveedores), Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (salidas) y Customers (clientes).

Es una herramienta útil para visualizar y comprender un proceso de negocio. Permite identificar los elementos clave del proceso, incluyendo proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes, y proporciona una visión general de cómo se relacionan estos elementos.

Al utilizar un diagrama SIPOC, las empresas pueden identificar oportunidades de mejora y optimizar sus procesos para mejorar la eficiencia y la calidad. (Questionpro, 2023).

Figura 2.4: Ejemplo de Diagrama de SIPOC



Fuente: Ortega, 2023

2.1.5 Lluvia de ideas

Es una técnica de trabajo grupal muy empleada en las investigaciones sociales, genéricamente se utiliza para designar un pensamiento creativo, generativo y libre. Por lo tanto, consiste en la generación de nuevas ideas en reuniones de grupos de trabajo o de manera independiente.

Figura 2.5: Ejemplo de Lluvia de ideas



Fuente: Edraw, 2024

2.1.6 Multivoto

El multivoto es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración.

Cuando disponemos de una gran cantidad de ideas u opciones la dificultad estriba en trabajar con ese alto número. Con el multivoto, esa amplia gama de elementos se reduce, lo que permite al equipo centrarse en unas pocas, más apropiadas e importantes. (Aiteco Consultores, SL, 2023).

Figura 2.6: Ejemplo de Multivoto

Para este caso se muestra a continuación la priorización realizada y la nota obtenida para dar inicio al proyecto de mejora.

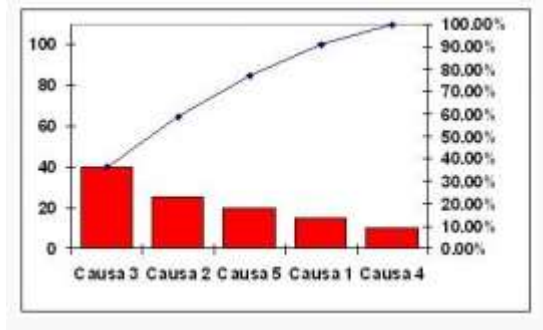
| Ponderación | Criterios de Priorización de Proyectos | | | | | | Resultado | |
|--|---|--------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|-----------|-----------------------------|
| | Relación con los objetivos estratégicos | Mejora del proceso | Innovación en el proceso | Proyecto de área de negocio | Tiempo requerido | Alcance en la organización | | Impacto en el clima laboral |
| 20 | 3 | 15 | 10 | 20 | 15 | 10 | 10 | 100 |
| Proyecto Campañas Informativas | 3 | 9 | 3 | 10 | 3 | 3 | 3 | 530 |
| Toma de tiempos y determinación de recursos de Pagos a la Caja | 3 | 9 | 1 | 10 | 3 | 1 | 3 | 490 |
| Toma de tiempos y determinación de recursos de (Siniestros, Validación, Estimación de Daños y CGRA) | 3 | 9 | 1 | 10 | 3 | 1 | 3 | 490 |
| Rediseño proceso de E-Learning | 3 | 9 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 490 |
| Riesgos del trabajo Barindas (Pendiente estudio fuera del GAM) (Centro de Contactos) | 3 | 3 | 1 | 10 | 9 | 1 | 1 | 470 |
| Proyecto Unidad de Gestiones | 3 | 3 | 1 | 10 | 3 | 3 | 3 | 420 |
| Teletrabajo, Minutas de diálogo, Informes de Situación (Talento Humano) | 1 | 9 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | 410 |
| Teoría de colas TELEINS (Centro de Contactos) | 2 | 3 | 1 | 10 | 3 | 1 | 3 | 380 |
| Estudio de cargas de trabajo para GOSOA (Operaciones) | 3 | 1 | 1 | 10 | 3 | 1 | 3 | 370 |
| Revisión de Indicadores de TI (Walter) | 2 | 3 | 1 | 10 | 3 | 1 | 1 | 360 |
| Retomar el proyecto de CSC para el tema del convenio (Operaciones) | 3 | 1 | 1 | 10 | 3 | 1 | 1 | 350 |
| Registro de incidencias de riesgos (ISOTOOLS) (Riesgo) | 2 | 3 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | 340 |
| Control de Acuerdos de Comités y Comisiones INS Servicios (BPM ISOTools) (Calidad) | 2 | 9 | 9 | 1 | 1 | 3 | 1 | 340 |
| Expedientes de TH digitales (ISOTOOLS) (Talento Humano) | 1 | 3 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | 320 |
| Ajuste del módulo de Comunicaciones (ISOTOOLS) | 1 | 3 | 9 | 1 | 1 | 9 | 1 | 290 |
| Modificación de la herramienta de voluntariado para incluir el INS (Talento Humano/Sostenibilidad) | 2 | 3 | 9 | 1 | 3 | 1 | 1 | 260 |
| Automatización Metodología DIMAIC en ISOTOOLS Proyectos de Mejora (Solicitudes de mejora de Auditoría Interna) | 2 | 3 | 9 | 1 | 3 | 1 | 1 | 260 |
| Cargas de trabajo Gestión de Talento Humano (Talento Humano) | 2 | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 3 | 260 |
| Retomar el proyecto de Riesgo/Seguridad de la Información (Riesgo) | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 9 | 1 | 220 |
| Proceso Paz y Salvo (ISOTOOLS) (Talento Humano) | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 210 |
| Registro horas de auditoría y evaluación de auditores internos (Calidad) | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 120 |

Fuente: INS, 2022.

2.1.7 Diagrama de Pareto

Es una herramienta estadística que permite organizar por orden de relevancia los problemas o las causas que los generan. Permite que cuando se quiera mejorar un proceso o atender sus problemas se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde puedan tener mayor impacto (Gómez V, S.F).

Figura 2.7: Ejemplo de Diagrama de Pareto

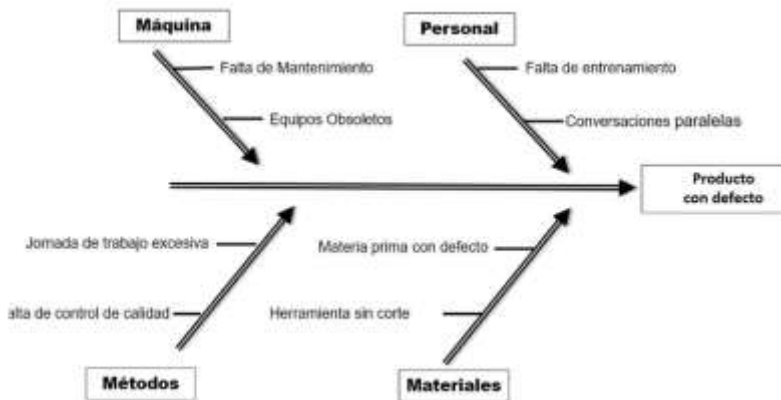


Fuente: Ecured, 2019.

2.1.8 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales (Ecured, 2023).

Figura 2.8: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

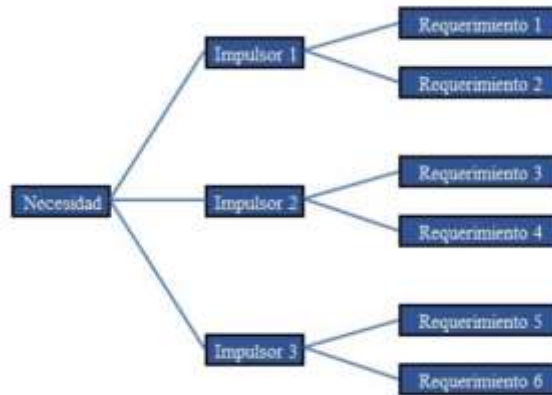


Fuente: García Díaz, et. al., 2018.

2.1.9 Árbol de CTQ

En este paso se enuncian todas las características clave de calidad o CTQ del producto o servicio que serán mejoradas, según el caso de negocio establecido previamente o alguna otra prioridad definida por el cliente o la empresa (Socconini y Escobedo, 2021).

Figura 2.9 Ejemplo de Árbol de CTQ



Fuente: Saavedra, et al 2021.

2.1.10 Hoja de verificación

Es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos.

La Hoja de Verificación supone un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado en la solución de problemas de calidad (EcuRed, 2019).

Figura 2.10: Ejemplo de hoja de verificación

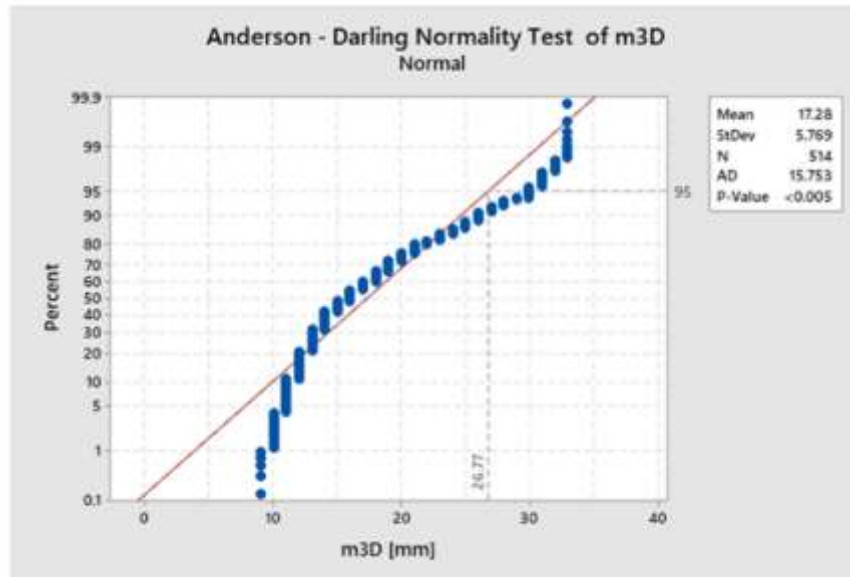
| Defecto | Turno 1 | Turno 2 | Turno 3 |
|-----------|---------|---------|---------|
| Soldadura | /// | //// | // |
| Montaje | /// | // | /// |
| Pintura | / | // | // |
| Sello | | //// | /// |

Fuente: EcuRed, 2019.

2.1.11 Test Anderson Darling

El estadístico Anderson-Darling mide qué tan bien siguen los datos una distribución específica. También puede utilizar el estadístico de Anderson-Darling para comparar el ajuste de varias distribuciones con el fin de determinar cuál es la mejor.

Figura 2.11: Ejemplo de Test Anderson Darling



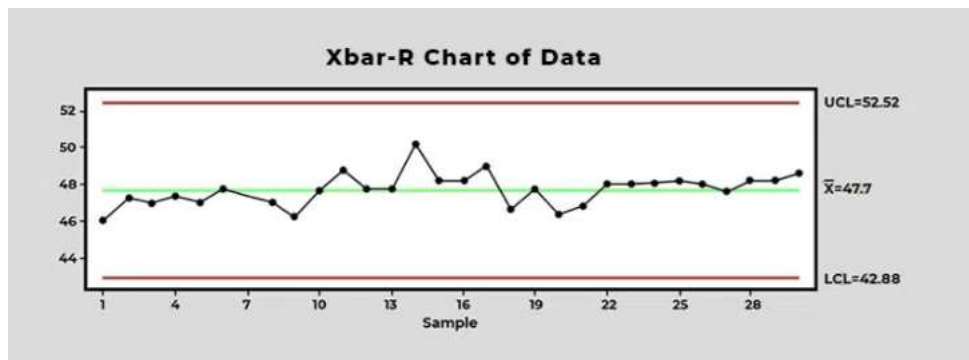
Fuente: Researchgate,2025.

2.1.12 Gráficos de control

Las gráficas de control de calidad son diagramas que sirven para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, para asegurar que se mantenga en esa condición.

En estadística, se dice que un proceso es estable (o está en control) cuando las únicas causas de variación presentes son las de tipo aleatorio (SPC Consulting Group, 2013).

Figura 2.12: Ejemplo de gráficos de control



Fuente: SPC Consulting Group, 2013.

2.1.13 Matriz de hipótesis

Es una proposición que establece Relaciones, entre los hechos; para otros, es una posible solución al problema; otros más sustentan que la hipótesis no es mas otra cosa que una relación entre las variables y, por último, hay quienes afirman que es un Método de comprobación.

Figura 2.13: Ejemplo de matriz de hipótesis

| TITULO | PROBLEMA | HIPOTESIS | OBJETIVO GENERAL | OBJETIVO ESPECIFICOS |
|---|---|---|--|---|
| Cultura Organizacional y Clima Laboral de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021 | ¿Cuál es el nivel de la Cultura Organizacional y Clima Laboral de los colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura, 2021? | El nivel de la Cultura Organizacional y Clima Laboral es Buena en los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura, 2021. | Determinar el nivel de la Cultura Organizacional y Clima Laboral de los colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura, 2021 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar la Cultura Organizacional en la dimensión compromiso de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 2. Identificar la Cultura Organizacional en la dimensión integración de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 3. Identificar la Cultura Organizacional en la dimensión competitividad de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 4. Identificar la Cultura Organizacional en la dimensión principios de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 5. Identificar la Cultura Organizacional en la dimensión desarrollo de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 6. Identificar el Clima Laboral en la dimensión comunicación de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 7. Identificar el Clima Laboral en la dimensión solución de problemas y conflictos de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 8. Identificar el Clima Laboral en la dimensión liderazgo y autoridad de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 9. Identificar el Clima Laboral en la dimensión trabajo en equipo de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. 10. Identificar el Clima Laboral en la dimensión actitud hacia el trabajo de los Colaboradores en la Municipalidad Provincial de Huaura 2021. |

Fuente: Cano José, 2025.

2.1.14 5 porqués

Los 5 porqués es una técnica de resolución de problemas que se utiliza para explorar la relación causa-efecto que conduce a un determinado problema. El nombre deriva de la frecuente utilización del método de la pregunta ¿Por qué?, esta pregunta repetitiva se utiliza para determinar la causa raíz de un problema repitiendo cinco veces por qué se produce el problema. Cada respuesta constituye la base de la siguiente pregunta.

Figura 2.14: Ejemplo de 5 porqués

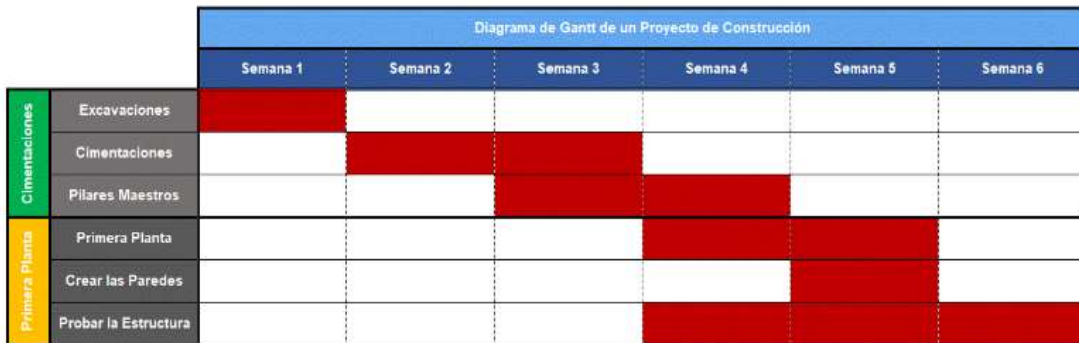
| | |
|---------------------------|---|
| Problema principal | El cliente se negó a pagar el producto. |
| ¿Por qué? | El cliente vio que el producto estaba dañado al abrirlo. |
| ¿Por qué? | El producto se dañó durante la entrega. |
| ¿Por qué? | El producto, que es de cristal, se cayó y se rompió. |
| ¿Por qué? | No había ningún embalaje de seguridad para el producto. |
| ¿Por qué? (Causa raíz) | No se inspeccionó adecuadamente durante el proceso de envasado. |

Fuente: SafetyCulture, 2024.

2.1.15 Diagrama de Gantt

Es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. Cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado (Ecured, 2024).

Figura 2.15: Ejemplo de Diagrama de Gantt



Fuente: Consuunt, 2024.

2.1.16 Retorno de Inversión

El Retorno de la Inversión (ROI), es una métrica financiera que evalúa el rendimiento económico de una inversión en relación con su coste. Esta medida es crucial para las empresas y los inversores, ya que ayuda a evaluar la rentabilidad y eficacia de las inversiones realizadas (BBVA, 2024).

Figura 2.16: Ejemplo de Retorno de Inversión

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio obtenido neto}}{\text{Coste de la inversión}} \times 100$$

Fuente: BBVA, 2024.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se verá los detalles más importantes de la empresa Tracklink S. A. donde se realizará el estudio.

2.2.1 Visión / Misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

"En Tracklink existimos para dar paz mental a nuestros clientes, brindando un sorprendente control de sus vehículos" (Tracklink S.A, 2021).

Misión

"Ser una empresa de servicios de control y seguridad vehicular líder en el continuo crecimiento e innovación con presencia en la región centroamericana, que se distinga por proporcionar una calidad de servicio excelente a sus clientes, una amplificación de desarrollo profesional y personal a nuestros empleados, una rentabilidad adecuada y sostenida a sus accionistas y una contribución positiva a la sociedad ciudadana (Tracklink S. A., 2021).

2.2.2 Antecedentes históricos

Tracklink S.A es una empresa con varios años de experiencia en el mercado regional, orientada a brindar a los clientes tranquilidad y seguridad mediante la administración y geo-localización de sus activos, por medio del uso de tecnología de vanguardia para garantizar la optimización de sus recursos. Forma parte del Grupo Empresarial Tracklink, el cual cuenta con presencia operativa en los países de Ecuador, Perú, Honduras, Nicaragua y en Costa Rica que fue adquirida en el año 2021.

2.2.3 Ubicación geográfica

La ubicación de la empresa es en Torre Mercedes, Paseo Colón, San José, Piso número 7.

Figura 2.18: Mapa satelital de Tracklink S.A.

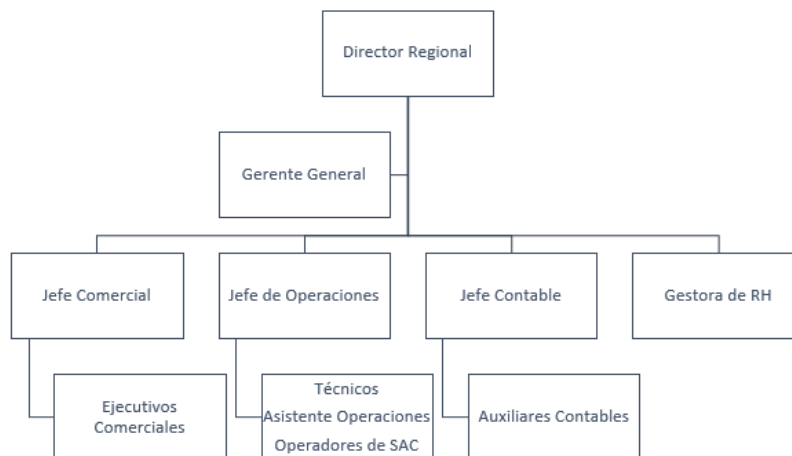


Fuente: Google Maps, 2024.

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 2.19: Organigrama de Tracklink S.A



Fuente: RR.HH. Tracklink S.A., 2024.

2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área

| Puesto o Área | Cantidad |
|--------------------------|-----------------|
| Director Regional | 1 |
| Gerente General | 1 |
| Comercial | 5 |
| Operaciones | 6 |
| Agendamiento | 1 |
| Técnico | 5 |
| Contabilidad | 3 |
| Recursos Humanos | 1 |
| Total | 23 |

Fuente: RRHH Tracklink S.A., 2024.

2.2.6 Tipos de productos

Esta compañía cuenta con un único servicio que procede a ser un sistema de rastreo para seguridad vehicular, a través de tecnología de GPS, los cuales proceden a ser instalados en los vehículos y por medio de una plataforma web y móvil el cliente mantiene el control total de su unidad, adicional este servicio cuenta con programas para clientes particulares y, a su vez, clientes con flotas de vehículos.

2.2.7 Mercado de exportación

Actualmente, mantiene operaciones en Costa Rica, adicional, países como Honduras, El Salvador y Nicaragua, sin embargo, el servicio no es exportada ya que cada país obtiene los recursos para llevar a cabo el proceso de instalación y ventas de servicios de seguridad vehicular.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

Figura 2.20: Diagrama de Flujo Proceso productivo Tracklink S.A



Fuente: Autor, 2024.

El proceso de dicha compañía inicia cuando ingresa la solicitud de instalación de algún vehículo, esto puede directamente de la financiera Bac Credomatic o, bien así, por medio de alguno de los ejecutivos, posterior a esto, se realiza el proceso de agendar la cita de instalación según la disponibilidad de los técnicos y del cliente (en caso de ser la cita fuera del GAM se coordina una gira por mes por distintas zonas), adicional se procede con la instalación del equipo en el vehículo según el paquete adquirido por el cliente, una vez realizada la misma, el técnico procede hacer las pruebas correspondientes de confirmación de la instalación, se hace el ingreso de toda la información a nivel de sistema y se realiza el proceso de bienvenida al cliente, en este proceso se brindan los accesos de ingreso a la aplicación y es así como posterior se realiza el proceso post-venta por parte del ejecutivo o bien así, transcurrido el lapso adquirido por el cliente en la compra del servicio se procede a realizar la renovación del servicio en caso de estar interesado.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para efectos de una mejor recolección de datos se selecciona una investigación mixta, como su nombre lo dice esta es conocida como la investigación cuanti-cualitativa donde tiene como objetivo principal mantener una mayor perspectiva en la recolección de datos, donde esta se muestre con más fortaleza y mayor sustento a la hora de ser expuesta, la investigación mixta permite un mejor planteamiento con datos más variados por medio de diversas fuentes, contextos, ambientes y análisis (Passailaigue y Amechazurra, 2012). Este mismo será aplicado por medio de una estrategia concurrente de triangulación, la cual es derivada de la investigación mixta y se enfoca en una fase de recopilación de datos donde la recopilación tanto cualitativas como cuantitativos se ejecutan por separado pero de forma simultánea, de esta manera adecuándose al estudio ya que el mismo arroja datos aún más específicos, donde ambos pueden compensar los puntos débiles del otro conforme a la información recolectada de la empresa y así mejorar las condiciones laborales y los tiempos en instalación de dispositivos de seguridad vehicular.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Método DMADV

Para realizar cambios significativos dentro de una empresa es importante aplicar herramientas que puedan cubrir las problemáticas detectadas y así se asegure un futuro prometedor para una empresa, el método DMADV se encuentra conformada por cinco faces conectadas de manera lógica las cuales utiliza diferentes herramientas que dan respuesta a ciertas preguntas que dirigen el proceso de mejora, adaptándose perfectamente con el objetivo del trabajo (Ocampo y Pavón, 2014).

DMADV es una metodología que se usa en el análisis Six Sigma, por lo tanto, es un método que sirve para mejorar el rendimiento de una empresa. Se centra en diseñar nuevos servicios, productos o procesos que mejoren el rendimiento de la empresa en algún ámbito (Probabilidad y Estadística, 2024).

Figura 3.1: Ejemplo de fases de DMADV.



Fuente: Probabilidad y Estadística, 2024.

Definir

En esta fase se identifican los posibles proyectos a mejorar dentro de la compañía, es decir, se hace un rastreo y se clasifican los puntos a mejorar, esto se logra por medio de la realización de preguntas clave como: ¿Por qué es necesario resolver esto ahora? ¿Qué se busca durante el desarrollo del proyecto? ¿Qué ventajas cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Qué se necesita para terminar el proyecto con éxito?, entre otros (Ocampo y Pavón, 2014).

Para el caso Tracklink, las herramientas que se utilizarán en esta etapa de definir se puede mencionar es el análisis FODA, el árbol de CTQ, el diagrama de SIPOC y el diagrama de flujo con el fin de lograr paso a paso la recolección de datos y conocer los requerimientos críticos para la calidad de los clientes.

Medir

Una vez que es seleccionado el problema se debe definir características que vayan a influenciar el proceso del proyecto, como datos claves a utilizar deben ser el producto que el cliente percibe como clave y que afecta el desempeño de esto, es por esto que, en esta fase se identifica las necesidades del mercado y las necesidades internas a mejorar, algunas de las preguntas para llevar a la información y recolección de datos claves pueden ser: ¿Qué tipo de pasos componen el proceso?, ¿Cuáles son los

indicadores de calidad y variables que puedan afectar?, ¿Qué exactitud tiene el proceso de medición?, entre otros (Ocampo y Pavón, 2014).

Analizar

Se debe realizar un análisis de los datos obtenidos del estado actual del proceso y así determinar las causas y posibles oportunidades de mejora, en el cual se realizan preguntas como: ¿Qué variables del proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso), y Cuáles se pueden controlar? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? (Ocampo y Pavón, 2014).

Diseñar

En la fase de diseñar se realiza un diseño detallado del producto, servicio o proceso que solucione el problema analizado. Se recomienda primero crear un prototipo para identificar dónde pueden ocurrir errores y luego realizar las modificaciones necesarias para dar lugar a un modelo más detallado (Probabilidad y Estadística, 2024).

Verificar

Por último, la etapa de verificar es la última de la metodología DMADV, aquí el equipo se encarga de validar y verificar si el diseño es aceptable. Es posible que se deban probar diferentes diseños e incluso probar algunas series de producción para asegurarse de que la calidad cumpla con las expectativas (Probabilidad y Estadística, 2024).

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Según Guzmán L. (s.f): Las fuentes primarias, como la palabra expresa, son aquellas en donde los datos o la información provienen de una fuente directa, sea una persona, institución y otro medio.

Este trabajo se desarrolla con fuentes primarias de información, con el fin de realizar el análisis de la problemática de dicha empresa.

Para esta búsqueda se obtiene consentimiento por parte de la empresa para la valoración de dicha información, las cuales son recopiladas por medio de un registro histórico.


3.3.1 Sujetos de información

Project Charter

Para proceder con este estudio y, a su vez, plantear propuestas de mejora al problema indicado, es de suma importancia conocer los participantes y objetivos que se encuentran involucrados en el análisis. De este modo, mediante la herramienta de planificación de trabajo llamada Project charter, se indica lo anterior mencionado:

Tabla 3.1: Project charter de la investigación

| ACTA CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO | |
|--|---|
| 1- Fecha: 08 de octubre de 2024 | 2- Nombre del proyecto: Evaluación de procesos y tiempos de instalación de dispositivos de seguridad vehicular en Tracklink S.A mediante la metodología DMADV |
| 3- Miembros: Jazmín Porras Alfaro 3.2 Supervisores del proyecto: Ing. Iván Alvarado Aguilar | 4- Área de aplicación, interesados del proyecto: Tracklink S.A |
| 5- Fecha de inicio del proyecto: 21 de septiembre de 2024 | 6- Fecha tentativa de finalización: 21 de abril de 2025 |
| 7- Objetivos del proyecto: 7.1 Objetivo General: Evaluar los tiempos en la instalación de servicios de monitoreo y seguridad vehicular en Tracklink S.A, a través de la metodología DMADV, para disminuir los atrasos en las instalaciones de al menos un 10% con respecto al estándar. 7.2 Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none">• Analizar la metodología del proceso de instalación del servicio de ControlCar+ mediante la metodología DMADV.• Analizar los procesos de instalación mediante análisis de causa raíz para determinar las más críticas.• Validar el tiempo estándar actual de la compañía en los procesos de instalación.• Diseñar el diagrama de flujo del proceso de instalación y controles para disminuir los atrasos en los servicios de monitoreo. | |

| | |
|---|---|
| 8- Descripción del producto: Mejorar los tiempos de instalación de dispositivos de seguridad vehicular | |
| 9- Necesidad del proyecto: Evitar atrasos en las citas y diseñar procesos. | |
| 10- Posibles restricciones: No existen restricciones. | |
| 11- Cliente (s) directo (s): Tracklink S.A 12- Clientes indirectos: Tracklink S.A | |
| Aprobado por: Rodrigo León Méndez | Firma: RODRIGO LEON Firmado digitalmente por  RODRIGO LEON MENDEZ (FIRMA) Fecha: 2025.03.12 MENDEZ (FIRMA) 10:31:00 -06'00' |
| Presentado por: Jazmín Porras Alfaro | Firmas: Jazmín Porras Alfaro |

Fuente: Autor, 2024.

En el Project charter de la investigación se observa en detalle los participantes de dicho proyecto, el objetivo principal y los objetivos específicos, adicional se describe el trabajo y la necesidad de llevar a cabo el mismo.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Las variables son utilizadas en el ámbito conceptual, operacional e instrumental. Las mismas funcionan para medir, controlar y estudiar una investigación, según Ramírez, (2016):

Conceptual: Es aquella que se entenderá por frase, es decir un tipo de definición técnica o de diccionario.

Operacional: Busca darles claridad a los instrumentos a la hora de adquirir información y el análisis correspondiente.

Instrumental: Fase en la cual se muestran los instrumentos y el medio de recolección de información para medir cada variable.

Tabla 3.2: Variables de la investigación por objetivo específico

| Objetivo específico | Variable | Definición conceptual | Operacionalización | Instrumentalización |
|---|---|---|--|--|
| Analizar la metodología del proceso de instalación del servicio de ControlCar+ mediante la metodología DMADV. | Análisis del proceso | Técnica que permite comprender, evaluar y mejorar los flujos de trabajo | Conjunto de pasos y actividades necesarias para completar una instalación | Diagrama de flujo |
| Analizar los procesos de instalación mediante análisis de causa raíz para determinar las más críticas. | Análisis de causas | Técnica de analizar causas críticas | Análisis de las causas de instalación del servicio de GPS | Lluvia de ideas Multivoto Diagrama de Pareto Diagrama de Ishikawa Árbol de CTQ |
| Validar el tiempo estándar actual de la compañía en los procesos de instalación. | Validación de tiempos | Técnica de validar tiempos actuales | Acción de comprobar el tiempo estándar | Toma de tiempos |
| Diseñar el diagrama de flujo del proceso de instalación y controles para disminuir los atrasos en los servicios de monitoreo. | Diseño de flujo de procesos y controles | Acción de diseñar herramientas para el flujo de proceso y controles para disminución de atrasos | Proceso de establecer procesos y controles para solución de inconvenientes | Diagrama de flujo Diseño de procedimientos Diseño de capacitaciones Diseño de video informativo Diagrama de flujo de procesos Gráficos de control Método Gemba |

Fuente: Autor, 2024.

3.5 INSTRUMENTOS

Los instrumentos de investigación son definidos como herramientas que ayudan a sustentar la información que es utilizada a la hora de realizar una indagación, estas herramientas cuentan con una serie de fases y pasos que facilita la recolección de datos que van a ser clave, estas herramientas pueden ser digitales y hasta manuales, con el objetivo principal de recolectar información de primera mano (Zubirán, 2021).

Como fuentes principales de información se realiza la indagación vía web, donde se recolecta información por medio de documentos, revistas, libros y páginas digitales que están cargadas de noticias e historia.

Los registros históricos también son parte de la información, de la misma manera que proyectos elaborados, donde se selecciona las ideas principales de los escritos, con el objetivo principal de crear un conjunto de información que brinde datos específicos para una adecuada finalización del proyecto, con fuentes confiables e información certera.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

A continuación, se presenta el diagrama de flujo correspondiente para el proceso de análisis de datos:

Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso para la recolección y análisis de datos.



Fuente: Autor, 2024.

Inicialmente, se presenta la información de la empresa, para analizar factores de la problemática, así de esta manera se seleccionan las herramientas ingenieriles a trabajar en dicho estudio acorde a las necesidades de la empresa, se registran los datos históricos de acuerdo al tema a tratar y se aplican dichas herramientas para conocer las causas críticas y así lograr plantear un plan de mejoras, junto con las conclusiones y recomendaciones para el progreso del trabajo.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este proyecto es realizado en la empresa Tracklink S.A, la cual se encuentra localizada en Torre Mercedes, Paseo Colón, San José, en esta se realiza la venta e instalación de dispositivos de seguridad vehicular a clientes particulares o bien así, a clientes directos que adquieren un crédito con alguna financiera como es así: Bac Credomatic, Carro Fácil, Servileasing, entre otros. Dicha compañía anteriormente se encontraba bajo el mando de otra razón social y la negociación fue vendida, por lo tanto, posee tres años de comercialización en Costa Rica con la razón social Tracklink S.A, es decir, es una empresa nueva, que a pesar de trascender de una empresa que ya se encontraba en el país, se ha tenido que crear una serie de procesos para llevar a cabo las funciones y así el acomodo de la misma. Este estudio es realizado por medio de la metodología DMADV, la cual mantiene distintas fases como definir, medir, analizar, diseñar y verificar en la que ayuda en la mejora de los procesos y que en el caso de Tracklink al ser una empresa tan nueva se valora distintos inconvenientes como atrasos de citas, molestias por parte del cliente e incluso por parte del técnico y ejecutivo comercial, debido a los imprevistos de la diferencia de tiempos en las instalaciones.

A continuación, se desarrollan cada una de las fases de la metodología DMADV para la mejora del proceso.

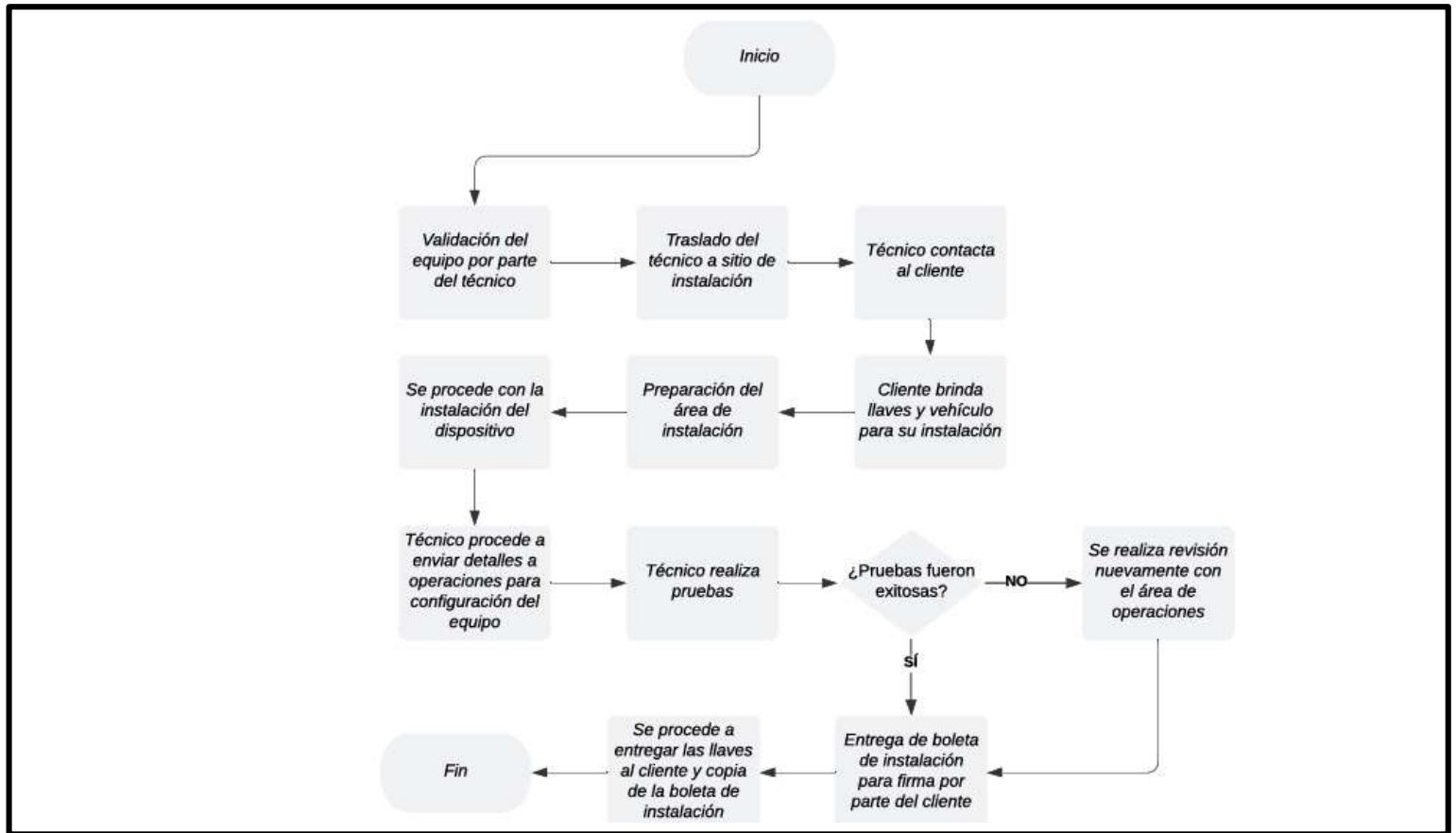
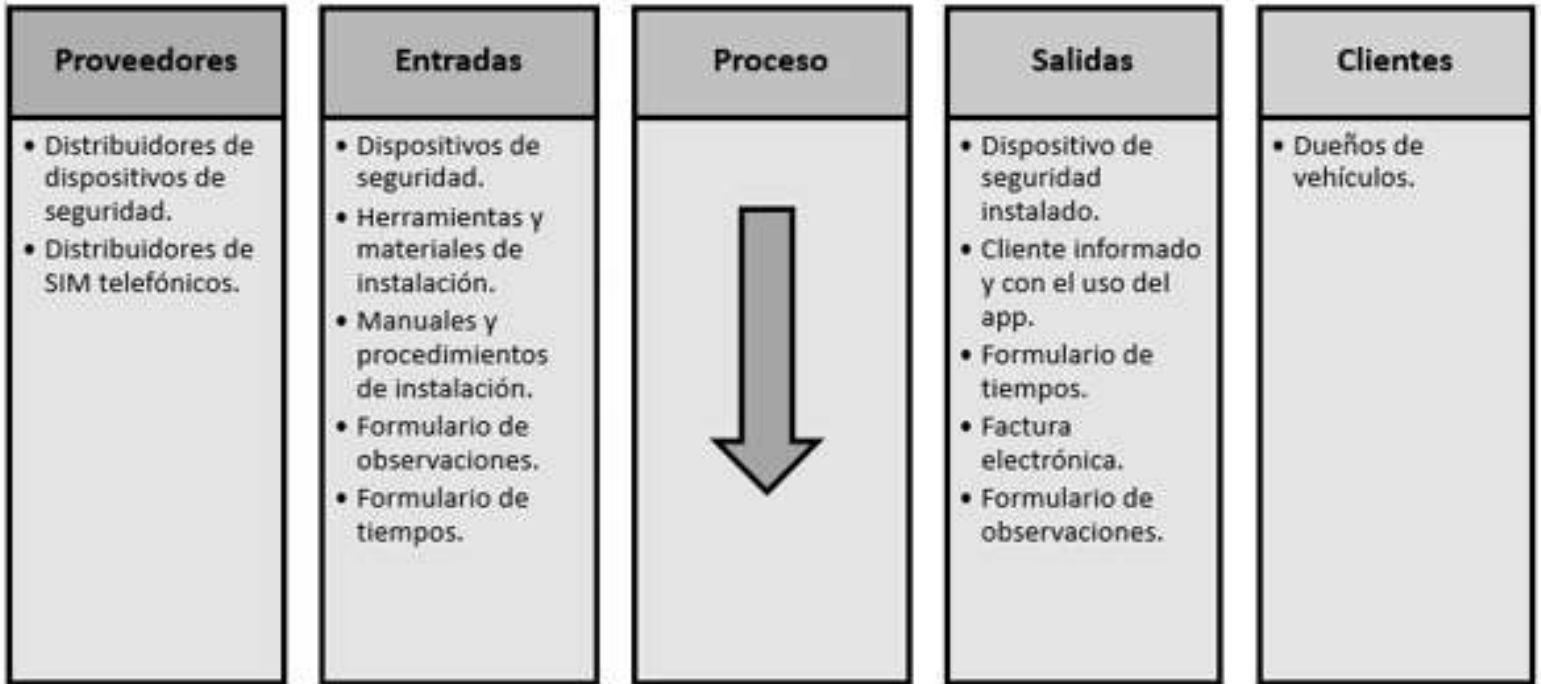
4.1 DEFINIR

Para realizar la primera etapa de la metodología DMADV se realizan distintas herramientas ingenieriles que permiten el avance del proyecto y la definición de la problemática en estudio.

4.1.1 Diagrama SIPOC

Esta herramienta permite observar el proceso actual de una manera más fácil, identificando así los proveedores, entradas, salidas, el proceso y los clientes.

Figura 4.1: Diagrama de SIPOC del proceso de instalación de dispositivos de seguridad



A continuación, se detalla cada uno de los elementos del diagrama de SIPOC.

Proveedores

Se identifican las personas involucradas en el proceso general, en este caso se trata de las personas físicas y jurídicas, es decir, los distribuidores que abastecen y suministran los dispositivos de seguridad para llevar a cabo el proceso.

Entradas

En esta etapa se incluyen todos los materiales que se necesitan para llevar a cabo esta función, a su vez, todas las herramientas necesarias y los manuales de los procedimientos para la instalación de los equipos.

Proceso

En este caso, se realiza el proceso en cada instalación de dispositivos de seguridad vehicular (GPS).

Salidas

Cabe mencionar que aquí se incorpora el servicio ya terminado, es decir, la instalación realizada en cada vehículo y es así también el cliente final con el ingreso al monitoreo de su vehículo. Además de los formularios de tiempos.

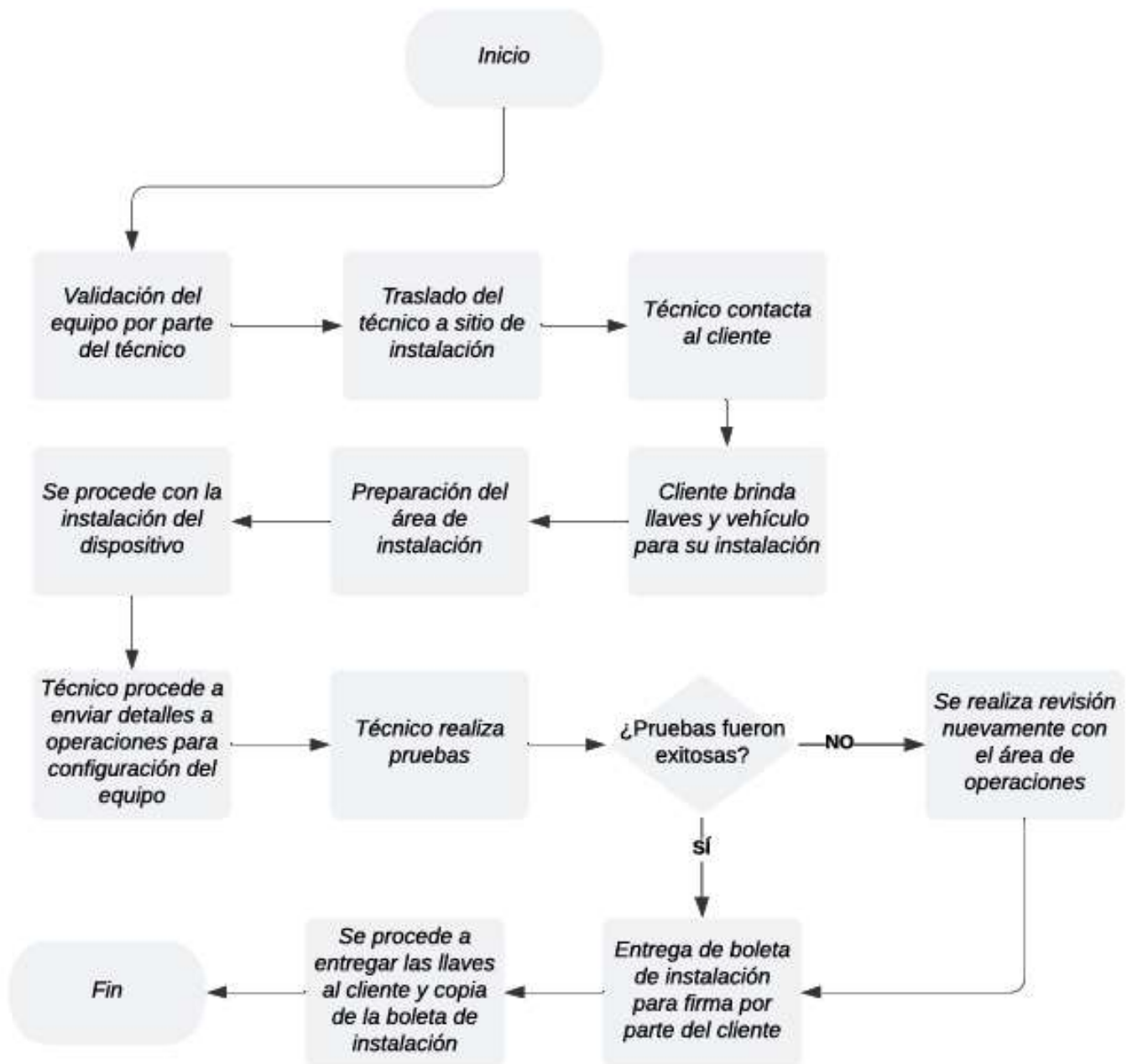
Clientes

En esta sección se indica el cliente final, es decir, los dueños de la o las unidades.

4.1.2 Diagrama de flujo

A continuación, se observa el diagrama de flujo del proceso en estudio:

Figura 4.2: Diagrama de flujo del proceso de instalación de dispositivo de seguridad



Fuente: Autor, 2024.

El proceso de instalación de dispositivos de seguridad en Tracklink inicia desde que el técnico recoge los dispositivos a instalar, los cuales ya deben de estar configurados según el servicio adquirido por el cliente, en este caso, si procede a ser un servicio con comandos adicionales, si es un equipo reservado, o bien así, si procede a ser un equipo nuevo o usado, posterior a esto, el técnico debe de trasladarse de donde se encuentre a

la dirección indicada en el agendamiento de la cita, el cual al llegar al sitio debe contactar al cliente para indicar su llegada, una vez el cliente se presenta debe brindar las llaves para que el técnico instalador pueda abrir la puerta del conductor, de esta manera prepararse y realizar la instalación correspondiente, cuando esta instalación ya ha sido realizada el colaborador debe proceder a enviar los detalles e información necesaria para la configuración del equipo en los sistemas de Tracklink, justo en ese momento el instalador y el departamento de operaciones realizan la pruebas de verificación de la instalación validando así que la misma sea realizada con éxito y en caso de que no sea esto correcto se debe realizar nuevamente pruebas hasta continuar con el proceso y en caso de si ser realizada con éxito se procede a brindar la boleta de instalación al cliente donde indica los detalles de su vehículo y de la instalación del GPS realizada para que el mismo proceda con la firma, de esta manera se procede a brindar copia de la boleta al cliente y entrega de las llaves de su vehículo.

4.1.3 Lluvia de ideas

Con el fin de mantener opiniones acerca de la causa raíz de este estudio se mantiene la herramienta de lluvia de ideas.

Se realiza una reunión con 5 personas relacionadas directamente con el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad en Tracklink S.A, esto se realiza con base a la experiencia de dichos entes.

El grupo invitado para efectuar la lluvia de ideas se detalla a continuación:

- Coordinador de operaciones
- Coordinador comercial
- Técnico instalador
- Coordinador de agendamiento
- Ejecutivo comercial

A continuación, se detalla la lluvia de ideas realizada por el grupo de personas expertas en el área.

Figura 4.3: Lluvia de ideas de las posibles causas que provocan atrasos en la instalación

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| • Praxis de parte del técnico | • Dispositivos dañados |
| • Capacitación del personal | • Atrasos a nivel administrativo |
| • Tipos de modelos de vehículos | • Cargo de trabajo en técnicos |
| • Tipo de servicio de instalación | • Herramientas necesarias |
| • Cambios climáticos | • Cliente invasivo |
| • Atrasos en clientes | • Situaciones en carretera |
| • Coordinación de citas | • Planificación de las citas |
| • Problemas en sistema | • Problema mecánico |
| • Tiempos de instalación | |

Fuente: Autor, 2024.

En la lluvia de ideas anterior, se observan las posibles causas que se encuentran generando atrasos en la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, esta fue realizada por un grupo de 5 personas de la compañía Tracklink S.A.

A continuación, se hace mención a cada una de las causas indicadas en la lluvia de ideas realizada:

- Praxis de parte del técnico: En ocasiones, existen casos en los que el técnico por descuido, falta de conocimiento y demás, realizan acciones no adecuadas en la instalación del dispositivo y, esto conlleva, a tomar tiempo de dicha instalación recuperando lo sucedido.
- Capacitación del personal: En este momento Tracklink cuenta con técnicos nuevos en los que debido al tiempo y necesidad de brindar citas de instalación no se ha logrado mantener una buena capacitación, o bien, retroalimentaciones constantes que permitan conocer en detalle todos los imprevistos que podrían ocurrir en las instalaciones.
- Tipos de modelos de vehículos: Normalmente ingresan al país distintos modelos de vehículos en los que en ocasiones se desconoce el manual eléctrico de cada uno previo a la instalación para conocer si es posible la instalación de comandos como apertura de puertas y apagado remoto de los vehículos.
- Tipo de servicio de instalación: Tracklink cuenta con diferentes servicios para instalación, posee así un servicio básico, un servicio full que este conlleva comandos de apertura de puertas y apagado remoto del vehículo los cuales se instala solo en casos en los que sea posible debido a las características de los

vehículos, adicional mantiene el servicio Premium que provee la instalación de comunicación en cabina y a su vez, distintos upgrade como: sensores de temperatura, botón de pánico, entre otros, esto hace que existan atrasos en distintas citas.

- Cambios climáticos: Existen momentos en los que a Tracklink les afecta el clima para realizar una instalación en donde si hay mucho sol o lluvia no le afecte al técnico para cumplir con los estándares de la cita adecuadamente.
- Atrasos en clientes: Tracklink trabaja por medio de agendas a los técnicos, sin embargo, existen atrasos de parte de los mismos que provocan un desfase en la agenda del técnico instalador para las demás citas.
- Coordinación de citas: Actualmente el área de agendamiento o bien, el ejecutivo de ventas coordina con el cliente para que el área de instalación sea techada y que mantenga las condiciones aptas para la instalación, pero en ocasiones estas no se cumplen.
- Problemas en sistema: Una vez realizada la instalación el técnico debe de realizar las pruebas correspondientes y en ocasiones el sistema mantiene inconvenientes que afectan los tiempos de la cita.
- Dispositivos dañados: Existen casos en los que el técnico realiza la instalación y al realizar la pruebas los dispositivos mantienen fallos, o bien, están dañados.
- Atrasos a nivel administrativo: Para hacer las pruebas el técnico requiere de parte del departamento técnico y servicio al cliente, en el que existen atrasos debido a otras actividades que estos realizan.
- Cargo de trabajo en técnicos: Para concluir con todas las instalaciones que proceden, se realiza el sobrecargo de trabajo en el que los técnicos realizan más instalaciones de lo normal o bien, se desplazan de una gira larga a realizar instalaciones en las que el momento de descanso no fue el adecuado, por lo que afecta la jornada de citas con atrasos.
- Herramientas necesarias: Se necesitan una serie de herramientas para la instalación y validación de la misma, sin embargo, existen algunas no es posible tenerlas para todos los técnicos.

- Cliente invasivo: Existen atrasos debido a que el cliente detiene en ocasiones al técnico para realizar consultas internas de la instalación, o bien, del servicio en general.
- Situaciones en carretera: Hay atrasos al desplazarse a las siguientes citas debido a distintas situaciones que acontecen en la carretera que impiden el flujo de los vehículos.
- Planificación de las citas: De parte del área de agendamiento se debe planear adecuadamente el traslado de los técnicos a las citas y, a su vez, respetar sus espacios de descanso como es así el almuerzo.
- Problema mecánico: Han sucedido casos en los que hay atrasos en las citas debido a que fallan los vehículos, por ejemplo: una llanta, luces, entre otros.
- Tiempos de instalación: La empresa mantiene un aproximado del tiempo de instalación que conlleva cada servicio a instalar, sin embargo, no se mantiene un dato exacto del tiempo correcto para llevar a cabo cada una de las instalaciones.

4.1.4 Multivoto

Para aterrizar el proceso de definir las causas del estudio es importante priorizar las mismas y centrar las ideas como las más significativas.

Para realizar este paso, se reúnen a las 5 personas miembros del grupo y participantes de dicho proceso, con el fin de llegar a una aceptación en cuanto a la importancia y relevancia que tienen las causas que afectan la calidad del servicio.

A los participantes, se les indica que deben asignar un número a cada causa llevando así la siguiente enumeración:

- Número 3: causa con poca relevancia
- Número 5: causa de relevancia intermedia.
- Número 9: causa de mayor relevancia.

A continuación, se muestran los resultados del Multivoto:

Tabla 4.1: Multivoto realizado para obtener la prioridad de cada causa

| <i>Afinidad:</i> | <i>Causas posibles:</i> | Participante 1 | Participante 2 | Participante 3 | Participante 4 | Participante 5 | Total |
|------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 1 | Praxis de parte del técnico | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 19 |
| 2 | Capacitación del personal | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| 3 | Tipos de modelos de vehículos | 9 | 3 | 5 | 5 | 5 | 27 |
| 4 | Tipo de servicio de instalación | 9 | 3 | 5 | 3 | 9 | 29 |
| 5 | Cambios climáticos | 3 | 5 | 3 | 3 | 5 | 19 |
| 6 | Atrasos en clientes | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 23 |
| 7 | Coordinación de citas | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 17 |
| 8 | Problemas en sistema | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 19 |
| 9 | Dispositivos dañados | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 |
| 10 | Atrasos a nivel administrativo | 5 | 9 | 5 | 3 | 3 | 25 |
| 11 | Cargo de trabajo en técnicos | 3 | 9 | 3 | 3 | 5 | 23 |
| 12 | Herramientas necesarias | 5 | 9 | 3 | 3 | 3 | 23 |
| 13 | Cliente invasivo | 9 | 9 | 3 | 5 | 5 | 31 |
| 14 | Situaciones en carretera | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 |
| 15 | Planificación de las citas | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 |
| 16 | Problemas mecánicos | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 17 | Tiempos de instalación | 9 | 9 | 9 | 9 | 5 | 41 |
| | | 97 | 95 | 71 | 69 | 75 | 407 |

Fuente: Autor, 2024.

En la tabla anterior, se observan los resultados obtenidos del Multivoto, en donde los puntos distribuidos entre los participantes hacen un total de 407. Los resultados indicados en cada fila proceden a ser el total de votos asignados por causa por cada participante, con el fin de determinar cuál es la causa más crítica en el proceso y se toma por resultado que esta es el ítem número 2 que indica que procede a ser capacitación del personal.

Posterior a ello, se realiza una tabla que determina las frecuencias acumuladas de cada ítem, con el fin de estipular las principales causas en las que se debe de colocar énfasis para dicho análisis.

Tabla 4.2: Frecuencias acumuladas del multivoto realizado

| <i>Causas</i> | Ocurrencia | Frecuencia | Acumulado |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Tiempos de instalación | 45 | 11% | 11% |
| Capacitación del personal | 41 | 10% | 21% |
| Cliente invasivo | 31 | 8% | 29% |
| Tipo de servicio de instalación | 29 | 7% | 36% |
| Tipos de modelos de vehículos | 27 | 7% | 43% |
| Atrasos a nivel administrativo | 25 | 6% | 49% |
| Atrasos en clientes | 23 | 6% | 54% |
| Cargo de trabajo en técnicos | 23 | 6% | 60% |
| Herramientas necesarias | 23 | 6% | 66% |
| Praxis de parte del técnico | 19 | 5% | 70% |
| Cambios climáticos | 19 | 5% | 75% |
| Problemas en sistema | 19 | 5% | 80% |
| Dispositivos dañados | 17 | 4% | 84% |
| Coordinación de citas | 17 | 4% | 88% |
| Situaciones en carretera | 17 | 4% | 92% |
| Planificación de las citas | 17 | 4% | 96% |
| Problemas mecánicos | 15 | 4% | 100% |
| Total | 407 | 100% | |

Fuente: Autor, 2024

En la tabla anterior se observa el cálculo de las frecuencias acumuladas para cada una de las causas que fueron elegidas en la lluvia de ideas

Posterior, se realiza un diagrama de Pareto para determinar y priorizar las causas más importantes durante el proceso.

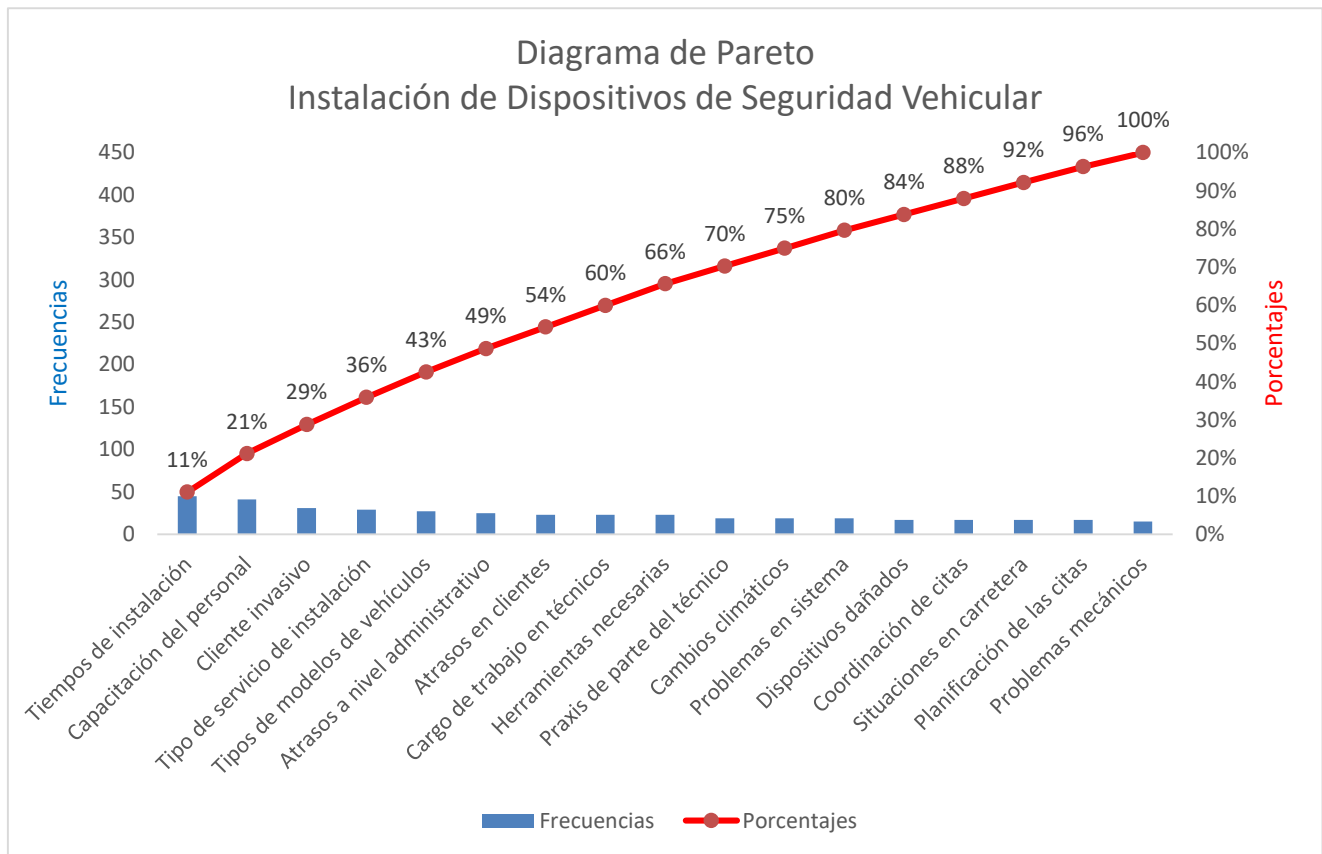
4.1.5 Diagrama de Pareto

A raíz de la información dada anteriormente, se elabora un diagrama de Pareto tomando en cuenta las frecuencias indicadas en la tabla, con el fin de observar las causas más relevantes y poder darle una pronta solución al inconveniente.

Figura 4.4: Diagrama de Pareto de las causas presentadas

Fuente: Autor, 2024

Según el diagrama anterior, se observa que las causas críticas de este análisis



proceden a ser las siguientes:

- Tiempos de instalación, con 45 votos, equivalente a un 11% de las causas.
- Capacitación del personal, con 41 votos, equivalente a un 21% del total de las causas.
- Cliente invasivo, con 31 votos, equivalente a un 29% del total de las causas.
- Tipo de servicio de instalación, con 29 votos, equivalente a un 36% del total de las causas.

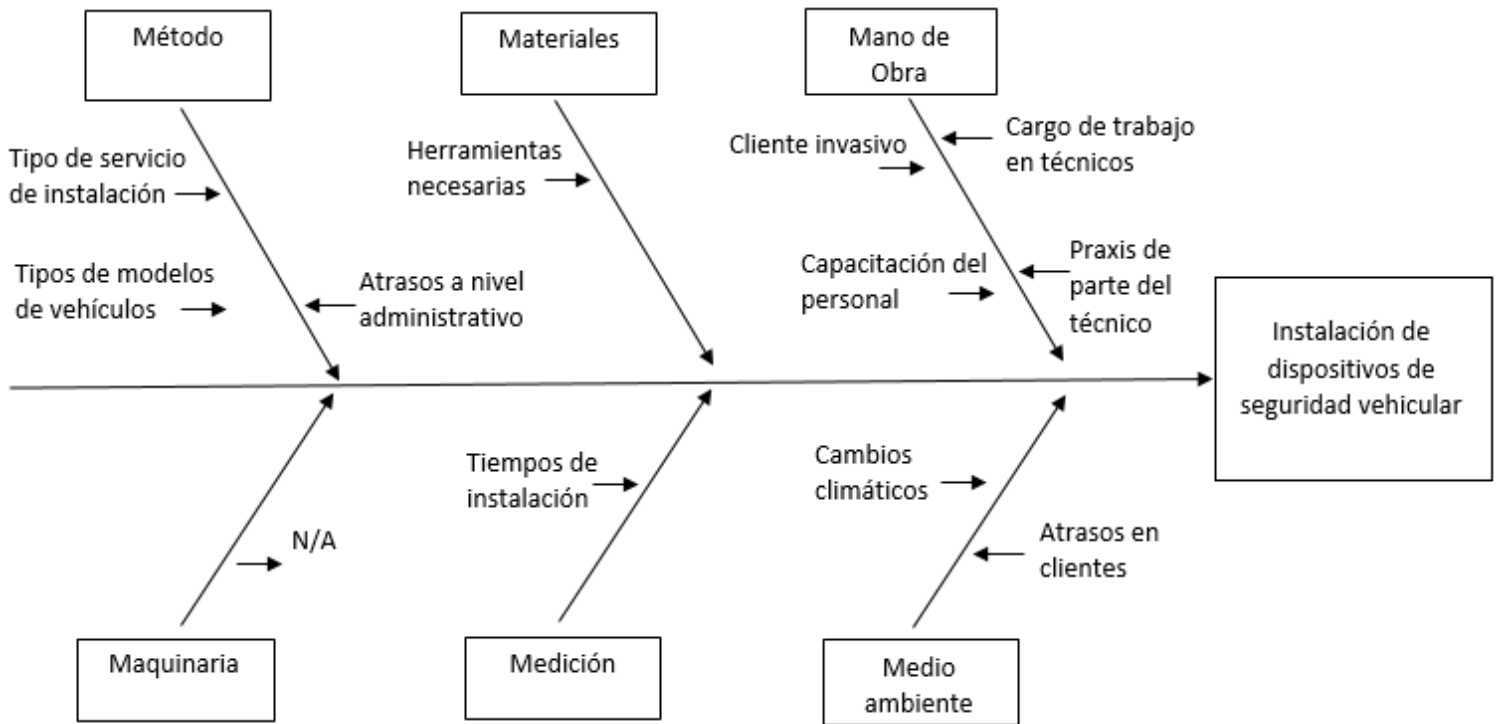
- Tipos de modelos de vehículos, con 27 votos, equivalente a un 43% del total de las causas.
- Atrasos a nivel administrativo, con 25 votos, equivalente a un 49% del total de las causas.
- Atrasos en clientes, con 23 votos, equivalente a un 54% del total de las causas.
- Cargo de trabajo en técnicos, con 23 votos, equivalente a un 60% del total de las causas.
- Herramientas necesarias, con 23 votos, equivalente a un 66% del total de las causas.
- Praxis de parte del técnico, con 19 votos, equivalente a un 70% del total de las causas.
- Cambios climáticos, con 19 votos, equivalente a un 75% del total de las causas.

Analizados los datos con la gerencia, se consideran como más relevantes las once primeras causas que representan el 75%, con este dato se realiza posteriormente las etapas faltantes para continuar con el método DMADV.

4.1.6 Diagrama de Ishikawa

Para concluir la etapa de definir es importante clasificar por afinidad las causas críticas realizadas en el proceso anterior, para esto se realiza un diagrama de Ishikawa que ayuda a reconocer las causas.

Figura 4.5: Diagrama de Ishikawa de la instalación de dispositivos de seguridad vehicular



Fuente: Autor, 2024.

Un diagrama de Ishikawa es la representación de las causas y los efectos que puedan contribuir en un problema.

La figura anterior, muestra las causas que provocan el tiempo de instalación de dispositivos de seguridad vehicular y se encuentran clasificadas por las 6 M del diagrama de Ishikawa las cuales son: método, mano de obra, medio ambiente, medición, máquina y método, se detallan a continuación.

Método

Tipo de servicio de instalación: En la actualidad Tracklink cuenta con una serie de servicios como, por ejemplo: servicio básico, full (apertura de puertas y apagado remoto del vehículo), premium (comunicación en cabina) o bien así servicios upgrade como sensores de temperatura y botón de pánico, los cuales generan diferencias en cada cita ya que los técnicos suelen tardar tiempos diferentes de instalación uno con otro.

Tipo de modelos de vehículos: Se relaciona directamente con los modelos de los vehículos que se encuentran normalmente y adicional los nuevos que se incorporan, además, se requiere del manual de instalación de los vehículos para que los técnicos puedan visualizar la forma en la que será instalado el equipo, sin embargo, en ocasiones los técnicos topan con vehículos nuevos el cual no fue observado su manual respectivo.

Atrasos a nivel administrativo: Se mantienen atrasos cuando el técnico debe de realizar las pruebas correspondientes de cada unidad y quizás el personal del área encargado de realizar estas pruebas se encuentra ocupado en otras funciones.

Materiales

Falta de herramientas: Todos los técnicos deben mantener una serie de herramientas necesarias para la instalación de los dispositivos, sin embargo, existen casos en los que algún técnico carece de alguna de estas herramientas, ya sea porque están dañados o porque no se mantiene una en específico para cada uno de los técnicos.

Mano de obra

Capacitación del personal: Existe una carencia de capacitación al personal en modelos de vehículos, manera correcta de una instalación y formas de evacuar distintos inconvenientes, debido a esto se generan atrasos en citas, ya que, algunas veces, el técnico instala y contacta a otro técnico con más experiencia para que le brinde soporte con dicha instalación a realizar.

Cargo de trabajo en técnicos: Se da el cargo debido a que hay técnicos que realizan una mayor cantidad de instalaciones, en la mayoría, podría ser por la rapidez al realizar las mismas y, a su vez, se da cargo de trabajo debido a giras que realizan dichos técnicos en las que pueden llegar tarde a sus hogares al desplazarse de las mismas y al otro día debe de realizar su jornada laboral sin excepción.

Praxis de parte del técnico: Existen casos en los que el técnico realiza funciones inadecuadas en la instalación debido a falta de conocimiento y conlleva a atrasos en los que toma para solventar los inconvenientes que se presentan.

Cliente invasivo: En la mayoría de citas a domicilio, en el momento que el técnico procede a realizar la instalación del dispositivo en el vehículo, el cliente suele hacer

consultas referentes a la instalación, a la aplicación para el monitoreo del vehículo, a la renovación del servicio, entre otros, esto provoca atrasos para el técnico en el momento de la instalación.

Medio ambiente

Cambios climáticos: A veces, genera atrasos si llueve o hace mucho sol a la hora de la instalación y si no mantiene las condiciones adecuadas, sin embargo, esta causa no será contemplada en el análisis debido a que procede a ser una causa incontrolable.

Atrasos en clientes: Al cliente se le da la opción de la cita a domicilio, o bien, en las instalaciones de Tracklink, se le agenda una hora y fecha para la instalación del dispositivo, pero, en ocasiones, suelen llegar atrasados debido a tráfico en el camino o bien, algún percance en general al desplazarse a la cita.

Medición

Tiempos de instalación: Tracklink mantiene un aproximado por experiencia de los tiempos de duración de cada servicio a instalar, sin embargo, no existe un análisis en el que incluya una toma de estos tiempos, por lo que esto genera atrasos entre citas.

Maquinaria

No se menciona nada relacionado con las causas indicadas, por lo tanto, esta categoría queda vacía.

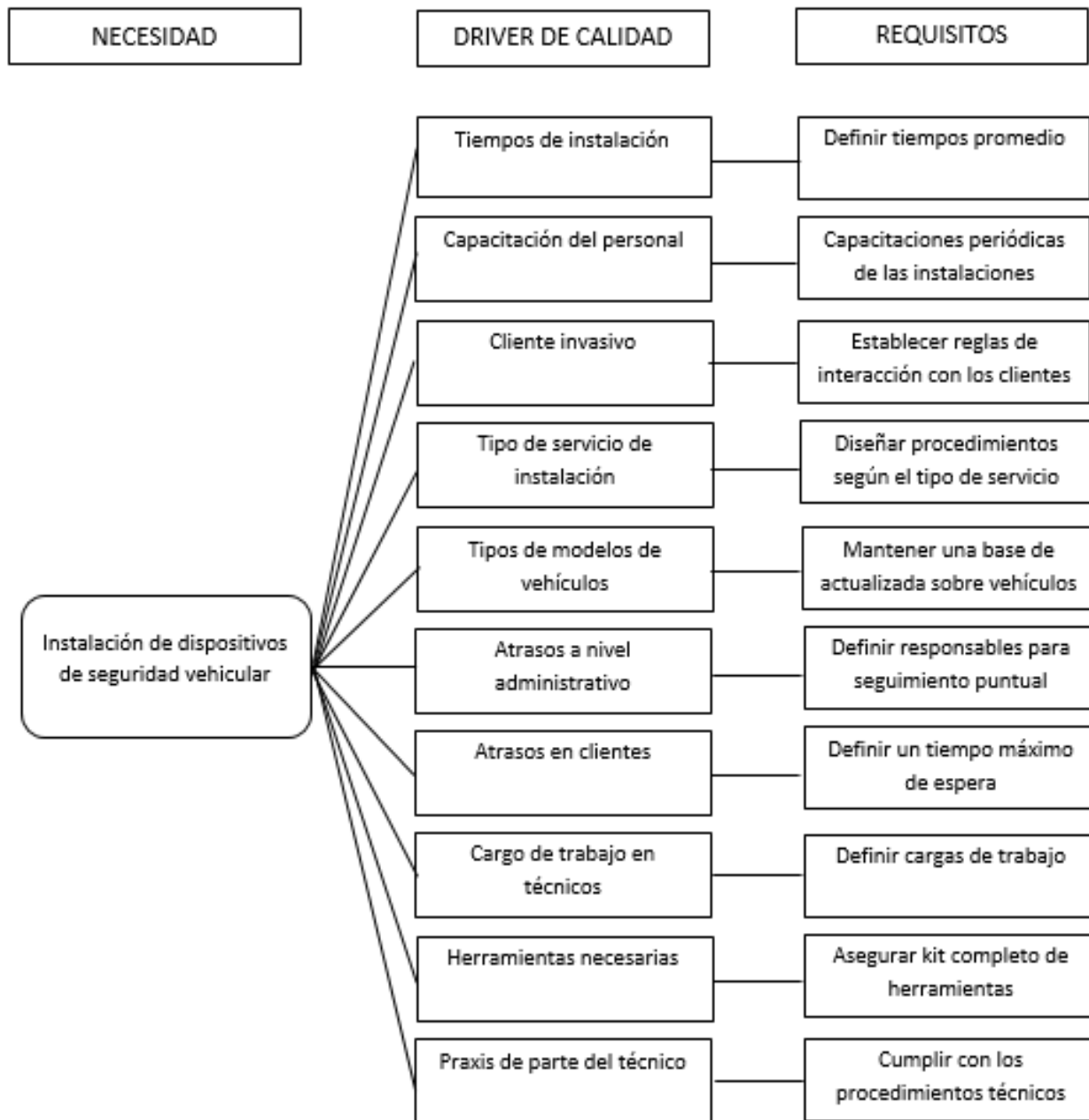
4.1.7 Árbol de CTQ

Como parte del proceso de investigación, se utiliza la herramienta de árbol de CTQ crítico para la calidad, con el fin de valorar el servicio, a través de lo que ven los clientes y entender que es realmente importante para ellos.

Debido a ser una empresa instaladora de dispositivos de seguridad vehicular se valora que la instalación exitosa de dichos dispositivos procede a tener la mayor relevancia en el proceso.

Para la realización del análisis no se contempla la causa de cambios climáticos, ya que esta procede a ser una causa no controlable.

Figura 4.6: Árbol CTQ para los requerimientos de calidad en la instalación de dispositivos de seguridad



Fuente: Autor, 2024.

Como se puede observar en el diagrama de CTQ anterior se tienen los niveles de requerimientos que son críticos para la calidad de los clientes, según el análisis realizado anteriormente, los cuales son:

Tiempos de instalación

Este se logra definiendo tiempos promedio para cada una de las instalaciones de los dispositivos de seguridad vehicular en Tracklink.

Capacitación del personal

Esta es vinculada al cumplir con la capacitación periódica de los técnicos de acuerdo a los tipos de vehículos y las instalaciones que podrían realizarse de acuerdo a sus características.

Cliente invasivo

Tracklink requiere de establecer reglas de interacción del técnico con directamente con los clientes en el momento de la instalación.

Tipo de servicio de instalación

Se requiere del diseño de procedimientos según el tipo de instalación de los servicios que ofrece actualmente Tracklink.

Tipos de modelos de vehículos

Se necesita mantener una base actualizada de los vehículos que existen y los nuevos que se incorporan.

Atrasos a nivel administrativo

Se debe definir responsables directos en las funciones de pruebas para el seguimiento puntal del proceso.

Atrasos en clientes

Se relaciona al definir un tiempo máximo de espera al cliente para evitar atrasos en citas.

Cargo de trabajo en técnicos

Se requiere definir las cargas de trabajo equilibradas según las capacidades de los mismos y estándares correctos de trabajo.

Herramientas necesarias

Se relaciona al brindar un kit completo de las herramientas necesarias para la instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

Praxis de parte del técnico

Cumplir con los procedimientos técnicos adecuados según corresponda en la instalación de los dispositivos.

4.2 MEDIR

En la segunda etapa del método DMADV llamada medir, se realiza un estudio de las causas identificadas en la etapa de definir. Cada causa será evaluada por medio de un análisis detallado en el que se realizarán las pruebas necesarias para determinar con precisión los factores que influyen en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

Una vez realizada esta fase se podrá continuar con la siguiente etapa del ciclo del método DMADV, así mismo, con un conocimiento claro de los factores críticos en los que debe de ser abordada una solución.

A continuación, se detallan las posibles causas:

Tipo de servicio de instalación y tiempos de instalación:

Para este caso se toman en cuenta ambas causas debido a que los tiempos de instalación podrían verse interrumpidos por los tipos de servicio que existen, actualmente, en Tracklink al momento de la instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

Actualmente, se mantienen distintos servicios de instalación los cuales se mencionan a continuación:

1. Servicio básico: procede a ser instalación de equipo GPS únicamente.
2. Servicio full: procede a ser la instalación de equipo GPS + la instalación de relays que conllevan a la apertura de puertas y apagado remoto del vehículo únicamente en casos en los que es posible la instalación de estos comandos.
3. Servicio premium: procede a ser la instalación de equipo GPS + relays para comandos de apertura de puertas y apagado remoto del vehículo + comunicación en cabina, este es un parlante y un micrófono instalado en el vehículo.

Adicional la empresa cuenta con servicios de upgrade como sensor de temperatura y botón de pánico, sin embargo, son servicios muy poco adquiridos por los clientes.

- **Acciones realizadas:** Para realizar la evaluación de ambas causas, se procede hacer una toma de los tiempos de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular, se realizó una verificación de los datos para confirmar que todos se mantuvieron dentro de las especificaciones durante el proceso, con un total de 80 instalaciones realizadas durante una semana. para obtener el tamaño de la muestra (n) en un muestreo aleatorio simple se utiliza la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{E^2}$$

$$n \text{ ajustado} = \frac{n}{1 + \frac{n - 1}{N}}$$

A continuación, se detallan las especificaciones de las fórmulas:

N = Tamaño de la población (80 instalaciones por semana)

Z = Valor correspondiente al nivel de confianza 95% ($Z = 1.96$)

e = Margen de error aceptable 10% ($E= 0.1$)

$p= 0.5 / e= 0.1$

$$n = \frac{(1.96^2) * (0.5) * (1 - 0.5)}{(0.1^2)} = \frac{(3.8416) * (0.25)}{0.1} = \frac{0.9604}{0.01} \approx 96.04$$

Se procede ajustar $N=80$:

$$n_{ajustado} = \frac{96.04}{1 + \frac{96.04 - 1}{80}} = 43.89 \approx 44$$

Por lo tanto, el tamaño óptimo de la muestra para una población de 80 instalaciones realizadas por los cuatro técnicos por semana con un nivel de confianza de 95% es de 44 instalaciones A continuación, se detalla la toma de tiempos realizada:

Tabla 4.3: Toma de tiempos de instalación de servicios de seguridad vehicular 1-25

| Tipo de servicio | Especificaciones | Marca y modelo | Inicio | Fin | Duración (Minutos) |
|------------------|--|--------------------|------------|------------|--------------------|
| Básico | Solo equipo gps | Omoda C5 | 09:42 a.m. | 10:07 a.m. | 25 |
| Básico | Solo equipo gps | Hyundai Tucson | 02:53 p.m. | 03:40 p.m. | 47 |
| Básico | Solo equipo gps | Volkswagen Saveiro | 12:02 p.m. | 12:48 p.m. | 50 |
| Full | Equipo gps + comandos | Toyota Rav4 | 08:30 a.m. | 09:37 a.m. | 67 |
| Básico | Solo equipo gps | Geely Geometry | 09:00 a.m. | 09:42 a.m. | 42 |
| Premium | Equipo gps + comandos + comunicación en cabina | Isuzu NLR55E | 10:30 a.m. | 12:43 p.m. | 133 |
| Básico | Solo equipo gps | Maxus T60 | 11:34 a.m. | 11:59 a.m. | 25 |
| Básico | Solo equipo gps | Jetour Dashing | 04:10 p.m. | 04:30 p.m. | 20 |
| Básico | Solo equipo gps | Toyota Lite Ace | 08:00 a.m. | 08:47 a.m. | 47 |
| Básico | Solo equipo gps | Toyota Yaris | 08:31 a.m. | 09:28 a.m. | 59 |
| Básico | Solo equipo gps | BYD Seagull | 09:35 a.m. | 10:40 a.m. | 65 |
| Básico | Solo equipo gps | Nissan Qashqai | 11:07 a.m. | 12:01 p.m. | 54 |
| Premium | Equipo gps + comandos + comunicación en cabina | Toyota Hilux | 09:14 a.m. | 11:51 a.m. | 157 |
| Premium | Equipo gps + comandos + comunicación en cabina | Nissan Frontier | 09:21 a.m. | 11:38 a.m. | 137 |
| Básico | Solo equipo gps | JMC N720 | 02:03 p.m. | 03:19 p.m. | 76 |
| Básico | Solo equipo gps | Hyundai Creta | 02:22 p.m. | 03:10 p.m. | 48 |
| Básico | Solo equipo gps | Suzuki Vitara | 08:30 a.m. | 09:20 a.m. | 50 |
| Full | Equipo gps + comandos | Mitsubishi ASX | 08:50 a.m. | 09:52 a.m. | 62 |
| Básico | Solo equipo gps | Nissan Frontier | 09:20 a.m. | 09:50 a.m. | 30 |
| Básico | Solo equipo gps | Xpeng G6 | 10:17 a.m. | 10:52 a.m. | 35 |
| Básico | Solo equipo gps | Mitsubishi L200 | 09:09 a.m. | 10:18 a.m. | 69 |
| Básico | Solo equipo gps | Volkswagen T-CROSS | 10:25 a.m. | 11:28 a.m. | 63 |
| Full | Equipo gps + comandos | Suzuki Jimny | 03:14 p.m. | 04:06 p.m. | 52 |
| Full | Equipo gps + comandos | Nissan Frontier | 08:30 a.m. | 09:04 a.m. | 34 |
| Básico | Solo equipo gps | Hyundai Creta | 10:53 a.m. | 11:15 a.m. | 22 |

Fuente: Autor, 2025.

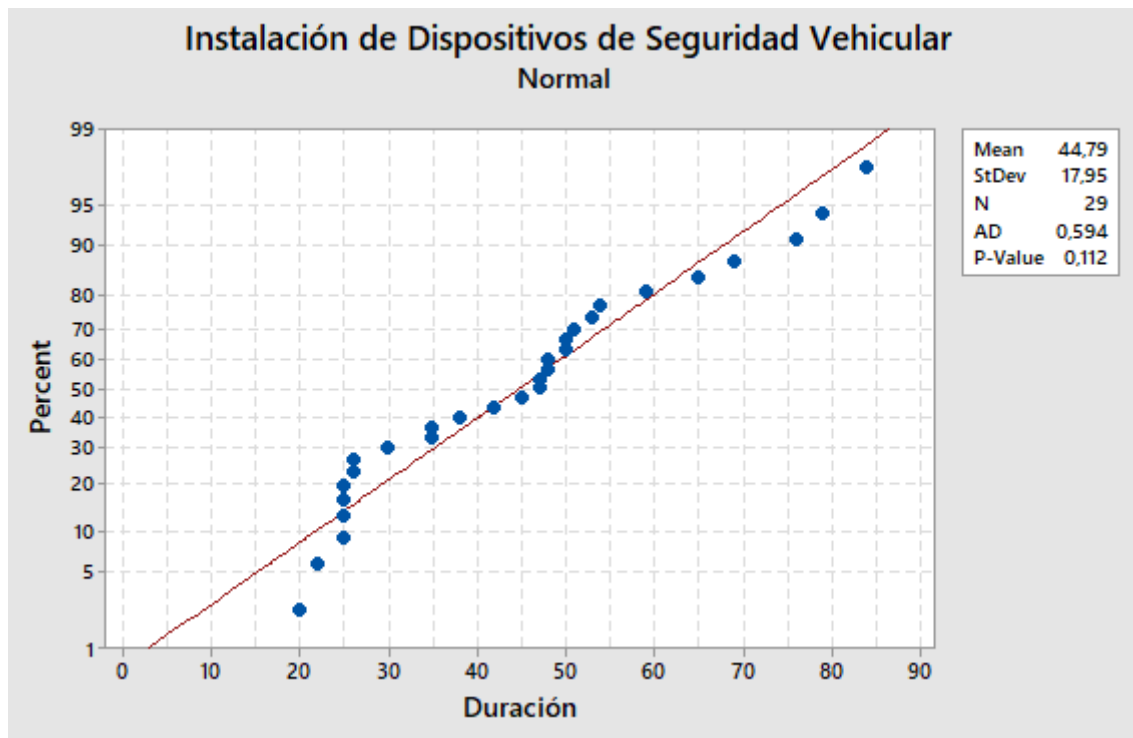
Tabla 4.4: Toma de tiempos de instalación de servicios de seguridad vehicular 26-44

| Tipo de servicio | Especificaciones | Marca y modelo | Inicio | Fin | Duración (Minutos) |
|------------------|-----------------------|------------------------|------------|------------|--------------------|
| Básico | Solo equipo gps | Geely Geometry | 01:50 p.m. | 02:25 p.m. | 35 |
| Básico | Solo equipo gps | Geely Geometry | 12:01 p.m. | 01:25 p.m. | 84 |
| Full | Equipo gps + comandos | Kia Seltos | 09:38 a.m. | 10:47 a.m. | 69 |
| Básico | Solo equipo gps | Geely Coolray | 02:03 p.m. | 02:51 p.m. | 48 |
| Full | Equipo gps + comandos | Toyota Rav4 | 03:24 p.m. | 04:31 p.m. | 67 |
| Básico | Solo equipo gps | Mercedes Station Wagon | 08:52 a.m. | 09:43 p.m. | 51 |
| Básico | Solo equipo gps | Audi E-TRON | 10:06 p.m. | 11:25 p.m. | 79 |
| Básico | Solo equipo gps | Changan CS55 | 11:36 a.m. | 12:26 p.m. | 53 |
| Full | Equipo gps + comandos | Toyota Rav4 | 08:26 a.m. | 09:31 a.m. | 65 |
| Full | Equipo gps + comandos | Isuzu Reward NLR85L | 09:39 a.m. | 10:40 a.m. | 61 |
| Básico | Solo equipo gps | Suzuki Vitara GL | 08:05 a.m. | 08:43 a.m. | 38 |
| Básico | Solo equipo gps | Citroen Jumper | 10:18 a.m. | 10:43 a.m. | 25 |
| Básico | Solo equipo gps | Toyota Raize | 11:49 a.m. | 12:34 p.m. | 45 |
| Full | Equipo gps + comandos | Nissan Frontier | 07:42 a.m. | 08:20 a.m. | 38 |
| Básico | Solo equipo gps | Foton Tunland | 10:08 a.m. | 10:34 a.m. | 26 |
| Full | Equipo gps + comandos | Jac JS8 Pro | 10:42 a.m. | 11:06 a.m. | 24 |
| Básico | Solo equipo gps | Geely Starray | 08:50 a.m. | 09:15 a.m. | 25 |
| Básico | Solo equipo gps | Geely GX3 | 10:35 a.m. | 11:01 a.m. | 26 |
| Full | Equipo gps + comandos | Suzuki Vitara GL | 12:10 p.m. | 12:53 p.m. | 43 |

Fuente: Autor, 2025.

Posteriormente, se realiza un test de Anderson-Darling por medio del software estadístico Minitab para medir la normalidad de los datos según la toma de tiempos, se realiza un test para observar el comportamiento de la instalación, únicamente, de servicios básicos y, a su vez, un test para observar la normalidad de todos los servicios instalados en la toma de tiempos.

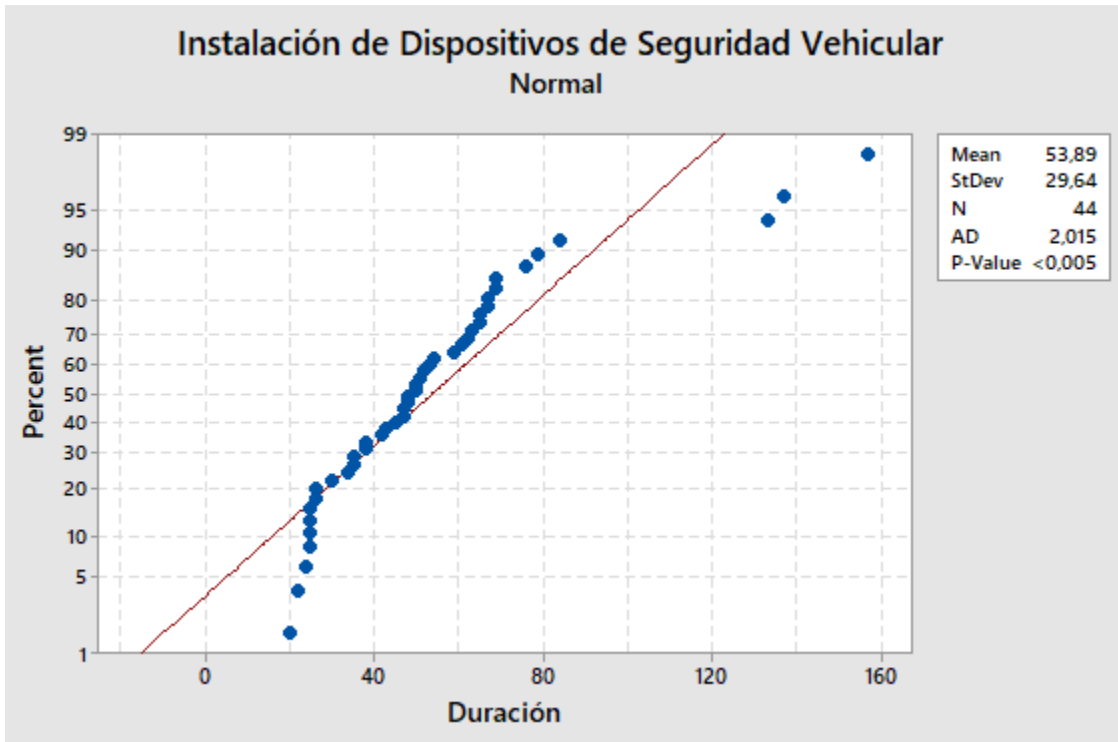
Figura 4.7: Test de Anderson-Darling servicios básicos



Fuente: Autor, 2025.

Según el análisis anterior, se observa que se obtiene una media de 44,79 minutos de instalación, con una desviación estándar de 17,95 minutos hacia arriba o hacia abajo y un P Value de 0,112, por lo tanto, los datos siguen una distribución normal.

Figura 4.8: Test de Anderson-Darling toma de tiempos realizada



Fuente: Autor, 2025.

Al realizar el test de los 44 datos completos de las instalaciones se observa una media de 53,89 minutos con una desviación estándar de 29,64 minutos y, a su vez, un P Value menor a 0,005, por lo tanto, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis de que los datos siguen una distribución normal al encontrarse los datos de los tres servicios en conjunto.

A continuación, se procede a realizar una estructura de actividades del proceso de instalación de dispositivos de seguridad vehicular para cada uno de los técnicos que laboran en Tracklink, con el fin de conseguir el tiempo estándar de duración del proceso de instalación.

Tabla 4.5: Estructura de actividades del proceso de instalación

| Procedimiento | Técnico 1 | | | Técnico 2 | | | Técnico 3 | | | Técnico 4 | | | Promedio |
|---|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-------------|
| | Inicio | Fin | Duración | Inicio | Fin | Duración | Inicio | Fin | Duración | Inicio | Fin | Duración | |
| Se recibe el vehículo y valida la información | 09:42 | 09:44 | 2 | 09:00 | 09:02 | 2 | 02:03 | 02:06 | 3 | 08:52 | 08:54 | 2 | 2,25 |
| Se toman fotografías del estado del vehículo | 09:44 | 09:45 | 1 | 09:02 | 09:03 | 1 | 02:06 | 02:08 | 2 | 08:54 | 08:55 | 1 | 1,25 |
| Acomoda su área de trabajo y herramientas necesarias | 09:45 | 09:46 | 1 | 09:03 | 09:04 | 1 | 02:08 | 02:09 | 1 | 08:55 | 08:56 | 1 | 1 |
| Se procede a desarmar el dash para la instalación del dispositivo | 09:46 | 09:48 | 2 | 09:04 | 09:08 | 4 | 02:09 | 02:15 | 6 | 08:56 | 08:59 | 3 | 3,75 |
| Se realizan las pruebas de voltaje con tester | 09:48 | 09:51 | 3 | 09:08 | 09:13 | 5 | 02:15 | 02:23 | 8 | 08:59 | 09:04 | 5 | 5,25 |
| Se realiza la instalación del GPS | 09:51 | 09:59 | 8 | 09:13 | 09:30 | 17 | 02:23 | 02:53 | 30 | 09:04 | 09:27 | 23 | 19,5 |
| Se realizan las pruebas correspondientes al GPS | 09:59 | 10:02 | 3 | 09:30 | 09:36 | 6 | 02:53 | 02:57 | 4 | 09:27 | 09:32 | 5 | 4,5 |
| Se arma el dash del vehículo | 10:02 | 10:04 | 2 | 09:36 | 09:38 | 2 | 02:57 | 03:08 | 11 | 09:32 | 09:36 | 4 | 4,75 |
| Se entrega y valida el vehículo con el cliente | 10:04 | 10:05 | 1 | 09:38 | 09:40 | 2 | 03:08 | 03:14 | 6 | 09:36 | 09:40 | 4 | 3,25 |
| Se llena y se brinda boleta de instalación al cliente | 10:05 | 10:07 | 2 | 09:40 | 09:42 | 2 | 03:14 | 03:19 | 5 | 09:40 | 09:43 | 3 | 3 |
| Total | | | 25 | | | 42 | | | 76 | | | 51 | 48,5 |

Fuente: Autor, 2025.

Según la estructura realizada, anteriormente, se visualiza que, ajustando a las reglas de redondeo, los técnicos de Tracklink cuentan con un tiempo normal de instalación de 49 minutos para dicho proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

A su vez, se realiza la sumatoria del tiempo normal junto con los suplementos establecidos por Tracklink para las instalaciones de los dispositivos de seguridad.

Tabla 4.6: Tabla de tiempos estimados de duración de instalación

| Tiempos de duración de instalación | |
|---|------------|
| Tiempo promedio | 49 minutos |
| Tiempo de traslado | 30 minutos |
| Desayuno | 15 minutos |
| Almuerzo | 60 minutos |
| Café | 15 minutos |

Fuente: Autor, 2025.

La tabla indicada, anteriormente, se visualiza que existe un tiempo normal de instalación de 49 minutos, a esto debemos sumarle el tiempo de traslado, debido a que las instalaciones normalmente son a domicilio, es decir, el técnico debe trasladarse donde

el cliente para realizar la instalación correspondiente, también se suma el tiempo de desayuno, almuerzo y café.

Esta estimación brinda un tiempo entre instalaciones de 79 minutos (1 hora y 19 minutos por instalación, contemplando los 30 minutos de traslado) y 90 minutos por tiempos de descanso (1 hora y 30 minutos), siendo así:

9 horas x 60 minutos= 540 minutos laborales por día.

540 minutos – 90 minutos de descanso = 450 minutos libres para instalación.

450 minutos / 79 minutos tiempos estimado de instalación=5,6 instalaciones por día.

Con este tiempo estándar de instalación se podría llegar a tener 28 instalaciones por técnico por semana, lo cual si se suma al mes es un total de 112 instalaciones por técnico.

A continuación, se realiza el cálculo del porcentaje de descanso, actualmente, en Tracklink:

$$\frac{120}{540} = 22\%$$

Según la OIT, el tiempo de descanso debe ser de un 16% sobre la jornada efectiva de trabajo, el cual se considera como descanso únicamente las pausas destinadas a la recuperación del trabajador, es decir, desayuno, almuerzo y café, que estos suman un total de 90 minutos, sin embargo, el tiempo de traslado que es de 30 minutos en Tracklink el cual procede a ser de un 6%, es un tiempo operativo necesario para la ejecución de dicho trabajo ya que como se menciona anteriormente las instalaciones en Tracklink suelen ser fuera de las oficinas.

Esto quiere decir que, si se realiza la sumatoria del tiempo de traslado, el tiempo de desayuno, almuerzo y café, da un total de 120 minutos, esto al dividirse entre los 540 minutos de jornada laboral diaria, da como resultado un 22% de descanso sobre la jornada laboral.

- **Resultado del análisis:**

Según la toma de tiempos realizada anteriormente y los análisis de Anderson-Darling se observa que las instalaciones de servicios básicos pueden seguir una distribución normal

ya que los datos proceden a ser más homogéneos, sin embargo, al combinar las instalaciones de los servicios básicos, full y premium se observa que no siguen una distribución normal ya que existe una variabilidad en los datos.

A su vez, en relación al tiempo normal de instalación que se obtuvo en la estructura de procesos realizada se observa que existe variabilidad en los tiempos de duración del proceso de instalación actualmente.

- **Conclusión:**

Con base en los resultados dados de los análisis realizados, anteriormente, se puede afirmar que esta causa está afectando el proceso, debido a que, existe variabilidad en la duración de la instalación de los servicios, por ende, se acepta esta causa para continuar con el proceso de análisis.

Herramientas necesarias:

Se considera que para cumplir con los tiempos y estándares correctos para llevar a cabo la instalación de dispositivos de seguridad es importante mantener las herramientas necesarias para cumplir con los objetivos, ya que si estas herramientas no existen provocan desfases en el proceso de instalación y perjudica los tiempos de la misma llevando así, atrasos en las demás citas de la agenda.

- **Acciones realizadas:** Para evaluar esta posible causa, los técnicos de dicha compañía son sometidos a la realización de un check list de herramientas para así verificar la presencia de las que son claves al momento de la instalación.

Tabla 4.7: Check list de herramientas para primer técnico

| Técnico instalador: Diego Alonso Cordero Campos | | |
|--|-----------------|---------------|
| Herramienta | Se tiene | Estado |
| Pelacables roja | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano sapita | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño delgado | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips sapita | ✓ | ✓ |
| Probador analógico | ✓ | ✓ |
| Juego de llaves Allen torx | ✓ | ✓ |
| Juego de paletas rojo | ✓ | ✓ |
| Cortadora 6 roja | ✓ | ✓ |
| Alicate 7 truper | ✓ | ✓ |
| Linterna para vehículo | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 10 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 12 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 13 | ✓ | ✓ |
| Cúter | ✓ | ✓ |
| Juego de cubos | ✓ | ✓ |
| Punta lógica | ✓ | ✓ |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Alicate de puntas | ✓ | ✓ |
| Tester total CAT3 | ✓ | ✓ |
| Juego TORX6 | ✓ | ✓ |

Fuente: Autor, 2025.

Tabla 4.8: Check list de herramientas para segundo técnico

| Técnico instalador: Kevin Quirós Cascante | | |
|--|-----------------|---------------|
| Herramienta | Se tiene | Estado |
| Pelacables roja | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano sapita | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño delgado | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips sapita | ✓ | ✓ |
| Probador analógico | ✓ | ✓ |
| Juego de llaves Allen torx | ✓ | ✓ |
| Juego de paletas rojo | ✓ | ✓ |
| Cortadora 6 roja | ✓ | ✓ |
| Alicate 7 truper | ✓ | ✓ |
| Linterna para vehículo | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 10 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 12 | ✓ | ✓ |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Llave corofija 13 | ✓ | ✓ |
| Cúter | ✓ | ✓ |
| Juego de cubos | ✓ | ✓ |
| Punta lógica | ✓ | ✓ |
| Alicate de puntas | ✓ | ✓ |
| Tester total CAT3 | ✓ | ✓ |
| Juego TORX6 | ✓ | ✓ |

Fuente: Autor, 2025.

Tabla 4.9: Check list de herramientas para tercer técnico

| Técnico instalador: Honner Espinoza | | |
|--|-----------------|---------------|
| Herramienta | Se tiene | Estado |
| Pelacables roja | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano sapita | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño delgado | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips sapita | ✓ | ✓ |
| Probador analógico | ✓ | ✓ |
| Juego de llaves Allen torx | ✓ | ✓ |
| Juego de paletas rojo | ✓ | ✓ |
| Cortadora 6 roja | ✓ | ✓ |

| | | |
|------------------------|---|---|
| Alicate 7 truper | ✓ | ✓ |
| Linterna para vehículo | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 10 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 12 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 13 | ✓ | ✓ |
| Cúter | ✓ | ✓ |
| Juego de cubos | ✓ | ✓ |
| Punta lógica | ✓ | ✓ |
| Alicate de puntas | ✓ | ✓ |
| Tester total CAT3 | ✓ | ✓ |
| Juego TORX6 | ✓ | ✓ |

Fuente: Autor, 2025.

Tabla 4.10: Check list de herramientas para cuarto técnico

| Técnico instalador: José Paulo Alfaro | | |
|--|-----------------|---------------|
| Herramienta | Se tiene | Estado |
| Pelacables roja | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano largo | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano mediano | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano sapita | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño | ✓ | ✓ |
| Desarmador plano pequeño delgado | ✓ | ✓ |
| Desarmador Phillips sapita | ✓ | ✓ |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Probador analógico | ✓ | ✓ |
| Juego de llaves Allen torx | ✓ | ✓ |
| Juego de paletas rojo | ✓ | ✓ |
| Cortadora 6 roja | ✓ | ✓ |
| Alicate 7 truper | ✓ | ✓ |
| Linterna para vehículo | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 10 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 12 | ✓ | ✓ |
| Llave corofija 13 | ✓ | ✓ |
| Cúter | ✓ | ✓ |
| Juego de cubos | ✓ | ✓ |
| Punta lógica | ✓ | ✓ |
| Alicate de puntas | ✓ | ✓ |
| Tester total CAT3 | ✓ | ✓ |
| Juego TORX6 | ✓ | ✓ |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:**

El análisis confirma que los cuatro técnicos de Tracklink mantienen todas las herramientas necesarias para la correcta instalación de los dispositivos de seguridad vehicular, adicional no se encontraron herramientas dañadas o en condiciones subóptimas. Esto indica que las herramientas no representan un obstáculo para la instalación de los dispositivos de seguridad vehicular ni atrasos en las citas.

- **Conclusión:**

Después de realizado el proceso de medición en donde indica que actualmente los técnicos cuentan con todas las herramientas necesarias para la instalación de los dispositivos, no se obtiene evidencia para indicar que esta causa esté afectando el

proceso de instalación de dispositivos de seguridad, por ende, se descarta esta causa para el análisis.

Tipos de modelos de vehículos:

Para la instalación de los dispositivos de seguridad en Tracklink es requerido conocer los modelos de los vehículos junto con el diagrama eléctrico de cada uno, o bien así, el diagnóstico técnico, ya que conforme a las características de estos se define qué tipo de servicio debe de ser instalado, ya que de acuerdo al diagnóstico técnico o según las características de algunos vehículos provenientes del diagrama eléctrico se procede a decidir si es posible la instalación de los comandos de apertura de puertas y apagado remoto de motor.

- **Acciones realizadas:** Para medir esta causa se realiza una matriz de verificación de la disponibilidad del diagrama eléctrico de cada modelo de vehículo o bien así la existencia de diagnóstico técnico para los modelos y de este modo identificar si actualmente Tracklink cuenta con los mismos para el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

Tabla 4.11: Matriz de disponibilidad de diagramas eléctricos o diagnóstico técnico de los vehículos

| Modelo del Vehículo | ¿Se dispone? | |
|------------------------|--------------------|---------------------|
| | Diagrama Eléctrico | Diagnóstico Técnico |
| Omoda C5 | X | ✓ |
| Hyundai Tucson | ✓ | ✓ |
| Volkswagen Saveiro | ✓ | ✓ |
| Toyota Rav4 | ✓ | ✓ |
| Geely Geometry | ✓ | ✓ |
| Isuzu NLR55E | ✓ | ✓ |
| Maxus T60 | ✓ | ✓ |
| Jetour Dashing | X | ✓ |
| Toyota Lite Ace | ✓ | ✓ |
| Toyota Yaris | ✓ | ✓ |
| BYD Seagull | ✓ | ✓ |
| Nissan Qashqai | ✓ | ✓ |
| Toyota Hilux | ✓ | ✓ |
| Nissan Frontier | ✓ | ✓ |
| JMC N720 | ✓ | ✓ |
| Hyundai Creta | ✓ | ✓ |
| Suzuki Vitara | ✓ | ✓ |
| Mitsubishi ASX | ✓ | ✓ |
| Xpeng G8 | X | ✓ |
| Mitsubishi L200 | ✓ | ✓ |
| Volkswagen T-CROSS | ✓ | ✓ |
| Suzuki Jimny | ✓ | ✓ |
| Hyundai Creta | ✓ | ✓ |
| Kia Seltos | ✓ | ✓ |
| Geely Coolray | ✓ | ✓ |
| Mercedez Station Wagon | ✓ | ✓ |
| Audi E-TRON | ✓ | ✓ |
| Changan CS55 | ✓ | ✓ |
| Isuzu Reward NLR85L | ✓ | ✓ |
| Citroen Jumper | ✓ | ✓ |
| Toyota Raize | ✓ | ✓ |
| Foton Tunland | X | ✓ |
| Jac JS8 Pro | ✓ | ✓ |
| Geely Starray | X | ✓ |
| Geely GX3 | X | ✓ |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:**

En el estudio realizado se observa que actualmente Tracklink cuenta con los diagramas eléctricos de los modelos de los vehículos o bien así, cuenta con un

diagnostico técnico que determina la instalación de los comandos en los vehículos a instalar.

- **Conclusión:**

Debido a que Tracklink cuenta con los diagramas eléctricos de los modelos de los vehículos o bien así, mantiene un diagnostico técnico de los mismos, se evidencia que esta causa no está afectando el proceso de instalación, por lo tanto, se descarta esta causa para la continuidad de las etapas, sin embargo, se recomienda realizar el diagnóstico técnico con antelación a la instalación de un nuevo modelo de vehículo.

Atrasos en clientes:

Esta causa es analizada debido a que un atraso en clientes genera diferencia en los tiempos de instalación, lo cual crea, además, atrasos en las citas de los demás clientes en la agenda de los técnicos.

- **Acciones realizadas:**

Para medir esta causa se diseña una tabla de registro de datos específicos durante las instalaciones, en los que se evalúan los atrasos de 20 clientes conforme a la duración en minutos que conllevan estos atrasos.

Tabla 4.12: Registro de datos de atrasos en clientes 1-22

| Fecha | Cliente | Duración (min) | Observaciones | Lugar de instalación |
|-----------|---------|----------------|--------------------------------|----------------------|
| 7/1/2025 | 1 | 3 | Retraso en entrega de vehículo | A domicilio |
| 7/1/2025 | 2 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 7/1/2025 | 3 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 7/1/2025 | 4 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 8/1/2025 | 5 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 8/1/2025 | 6 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 8/1/2025 | 7 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 8/1/2025 | 8 | 5 | Retraso en entrega de vehículo | A domicilio |
| 9/1/2025 | 9 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 9/1/2025 | 10 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 9/1/2025 | 11 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 9/1/2025 | 12 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 10/1/2025 | 13 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 10/1/2025 | 14 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 10/1/2025 | 15 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 10/1/2025 | 16 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 11/1/2025 | 17 | 30 | Retraso en carretera | Torre Mercedes |
| 11/1/2025 | 18 | 0 | No hubo retraso | Torre Mercedes |
| 11/1/2025 | 19 | 5 | Retraso en dar vehículo | Torre Mercedes |
| 11/1/2025 | 20 | 17 | Retraso al ingresar | Torre Mercedes |
| 13/1/2025 | 21 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 13/1/2025 | 22 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |

Fuente: Autor, 2025.

Tabla 4.13: Registro de datos de atrasos en clientes 23-44

| Fecha | Cliente | Duración (min) | Observaciones | Lugar de instalación |
|-----------|---------|----------------|----------------------|----------------------|
| 13/1/2025 | 23 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 13/1/2025 | 24 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 14/1/2025 | 25 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 14/1/2025 | 26 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 14/1/2025 | 27 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 14/1/2025 | 28 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 15/1/2025 | 29 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 15/1/2025 | 30 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 15/1/2025 | 31 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 15/1/2025 | 32 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 16/1/2025 | 33 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 16/1/2025 | 34 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 16/1/2025 | 35 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 16/1/2025 | 36 | 2 | Retraso al ingresar | Torre Mercedes |
| 17/1/2025 | 37 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 17/1/2025 | 38 | 5 | Retraso en carretera | Torre Mercedes |
| 17/1/2025 | 39 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 17/1/2025 | 40 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 17/1/2025 | 41 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 18/1/2025 | 42 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 18/1/2025 | 43 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |
| 18/1/2025 | 44 | 0 | No hubo retraso | A domicilio |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:** Conforme al análisis de los 44 registros realizados se observa que la mayoría de los casos no obtiene un atraso por parte del cliente, únicamente 7 clientes mostraron atrasos en carretera, al ingresar o bien, al brindar el vehículo, estos atrasos normalmente son visualizados cuando el cliente debe llevar el vehículo a las oficinas de Tracklink.

- **Conclusión:** Según el análisis realizado anteriormente, no existe suficiente evidencia para indicar que esta causa esté afectando el proceso en estudio, por lo tanto, esta causa se descarta de dicho análisis. A su vez, se recomienda mantener énfasis en las citas que se mantienen en las oficinas de Tracklink en Torre Mercedes, San José, indicar al cliente un tiempo máximo de 15 a 30 minutos hábiles de espera por parte del técnico, de lo contrario, la cita deberá ser reprogramada, con el fin de evitar atrasos en las citas.

Capacitación del personal y praxis de parte del técnico:

Es importante que los técnicos de Tracklink cuenten con una capacitación amplia de los distintos modelos de vehículos a instalar, además que, realicen el proceso de instalación correctamente según los estándares de calidad y de esta manera no existan errores en el momento de la instalación y que puedan ser realizadas en el tiempo adecuado. Una mala praxis por falta de capacitación puede interrumpir el proceso de instalación de dispositivos de seguridad vehicular.

- **Acciones realizadas:** Se realiza una hoja de verificación del procedimiento, conocimiento de los vehículos, se evalúa la experiencia y el uso de herramientas de cada técnico en el que será evaluado para dicho análisis.

Tabla 4.14: Hoja de verificación del proceso de instalación

| PREGUNTA | TÉCNICO 1 SÍ/NO | TÉCNICO 2 SÍ/NO | TÉCNICO 3 SÍ/NO | TÉCNICO 4 SÍ/NO |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. ¿Conocía el modelo del vehículo? | SI | SI | SI | SI |
| 2. ¿Había trabajado previamente con este modelo? | SI | SI | SI | SI |
| 3. ¿Conocía el procedimiento de instalación? | SI | SI | SI | SI |
| 4. ¿Sabía interpretar el esquema eléctrico del vehículo? | SI | SI | SI | SI |
| 5. ¿Utilizó correctamente todas las herramientas? | SI | SI | SI | SI |
| 6. ¿Tuvo dificultad en el manejo de alguna herramienta? | NO | NO | NO | NO |
| 7. ¿Completó el proceso en el tiempo estimado? | SI | SI | SI | SI |

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| 8. ¿Realizó consultas externas? | NO | SI | NO | NO |
| 9. ¿Siguió correctamente el procedimiento? | SI | SI | SI | SI |
| 10. ¿Hubo errores en la instalación inicial? | NO | NO | NO | NO |
| 11. ¿Realizó las pruebas de funcionamiento? | SI | SI | SI | SI |
| 12. ¿Conoce todos los sistemas eléctricos de los vehículos? | NO | NO | NO | NO |
| 13. ¿Mantiene una experiencia alta en instalación de dispositivos de seguridad vehicular? | SI | NO | NO | NO |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:**

En dicho análisis se observa que existe un técnico con una experiencia alta en la instalación de dispositivos de seguridad mientras que los otros tres técnicos poseen una experiencia baja, a esto, se debe sumar que pese aunque en Tracklink se mantiene la mayoría de diagramas eléctricos de los vehículos, no todos los técnicos los estudian o analizan previo a las instalaciones y día con día ingresan diferentes modelos al país, esto puede generar atrasos en la instalación debido a consultas externas que se deben realizar, se puede generar una dependencia del técnico con más experiencia y, a su vez, errores durante la instalación, aumentando el riesgo de re trabajos.

- **Conclusión:**

Debido al análisis realizado se concluye la capacitación del personal y praxis por parte del técnico son causas que afectan el proceso de instalación de dispositivos de seguridad vehicular, por lo tanto, existe suficiente evidencia de que dichas causas están afectando el proceso, por ende, se acepta y estas causas pasarán a la siguiente etapa del método DMADV.

Cargas de trabajo en técnicos:

Para llevar a cabo un buen proceso de instalación de dispositivos de seguridad vehicular es importante mantener un adecuado equilibrio entre las responsabilidades asignadas y los recursos para garantizar la productividad, reducir el riesgo de errores y evitar el sobrecargo laboral que pueda generar disminución en la calidad del trabajo.

- **Acciones realizadas:**

Se procede a realizar una tabla de análisis de la duración media para la instalación de servicios junto con el tiempo de traslado, tiempos de descanso y adicional de tiempos extras para los técnicos por los atrasos que pueden existir.

Tabla 4.15: Tabla de tiempos de duración de instalación

| Tiempos de duración de instalación | |
|---|------------|
| Tiempo promedio | 49 minutos |
| Tiempo de traslado | 30 minutos |
| Desayuno | 15 minutos |
| Almuerzo | 60 minutos |
| Café | 15 minutos |

Fuente: Autor, 2025.

Según el promedio de la toma de tiempos de la primera causa se observa que el tiempo estimado de instalación es de 49 minutos por instalación, a esto debemos sumar un tiempo de traslado del técnico de aproximadamente 30 minutos, así mismo Tracklink brinda 15 minutos por desayuno y 15 minutos por tiempo de café en horas de la tarde, para dar por finalizada una jornada laboral de 9 horas contando los 60 minutos de almuerzo.

Como se observó anteriormente, esta estimación brinda un tiempo entre instalaciones de 79 minutos (1 hora y 19 minutos por instalación) y 90 minutos por tiempos de descanso (1 hora y 30 minutos), siendo así:

$9 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos} = 540 \text{ minutos laborales por día}$

$540 \text{ minutos} - 90 \text{ minutos de descanso} = 450 \text{ minutos libres para instalación}$

$450 \text{ minutos} / 79 \text{ minutos tiempos estimado de instalación} = 5,6 \text{ instalaciones por día}$

Esta conversión estima un aproximado de 5,6 instalaciones permitidas por técnico por día.

Posteriormente, realizada la estimación de tiempos, se procede a generar una medición de la carga laboral a cada técnico.

Tabla 4.16: Tabla de medición de carga laboral

| Honner Espinoza | | Jose Paulo Alfaro | |
|-----------------|---------------|-------------------|---------------|
| Fecha | Instalaciones | Fecha | Instalaciones |
| 20/1/2025 | 4 | 20/1/2025 | 4 |
| 21/1/2025 | 5 | 21/1/2025 | 5 |
| 22/1/2025 | 4 | 22/1/2025 | 4 |
| 23/1/2025 | 5 | 23/1/2025 | 3 |
| 24/1/2025 | 4 | 24/1/2025 | 4 |
| Diego Cordero | | Kevin Quirós | |
| Fecha | Instalaciones | Fecha | Instalaciones |
| 20/1/2025 | 4 | 20/1/2025 | 4 |
| 21/1/2025 | 4 | 21/1/2025 | 4 |
| 22/1/2025 | 5 | 22/1/2025 | 4 |
| 23/1/2025 | 4 | 23/1/2025 | 3 |
| 24/1/2025 | 3 | 24/1/2025 | 5 |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:**

Se observa que los cuatro técnicos de Tracklink cuentan con instalaciones en cantidades de 3, 4 o 5 unidades por día, esto quiere decir que se encuentran en el rango de instalaciones aproximadas que deben de realizar al día.

- **Conclusión:** Debido a que los técnicos de la empresa cuentan con el rango de instalaciones debidas por día no se encuentra suficiente evidencia para indicar que esta causa esté afectando el proceso de instalación de los dispositivos, por lo tanto, se descarta esta causa para continuar con la siguiente etapa del análisis, sin embargo, se recomienda colocar las instalaciones adecuadas por día para que todos los técnicos obtengan la misma carga de trabajo a la semana.

Ciente invasivo:

La intervención de los clientes en el proceso de instalación del dispositivo de su vehículo realizando consultas, no solo interrumpe el flujo de trabajo del técnico, sino que también afecta el tiempo destinado a cada cita en agenda, ya que el técnico debe desviar su atención de la instalación para brindar respuesta a las consultas de dichos clientes, de este modo se generan retrasos en el proceso de instalación lo que puede provocar que las citas programadas durante el día se vean afectadas.

- **Acciones realizadas:**

Para realizar el análisis de esta causa se procede a generar una hoja de verificación en donde se coloca si en las 44 instalaciones realizadas, anteriormente, en el registro de datos hay existencia de clientes invasivos.

Tabla 4.17: Hoja de verificación de clientes invasivos 1-22

| Fecha | Duración | ¿Existencia de cliente invasivo? |
|-----------|----------|----------------------------------|
| 7/1/2025 | 25 | NO |
| 7/1/2025 | 47 | SI |
| 7/1/2025 | 50 | SI |
| 7/1/2025 | 67 | SI |
| 8/1/2025 | 42 | SI |
| 8/1/2025 | 133 | SI |
| 8/1/2025 | 25 | NO |
| 8/1/2025 | 20 | SI |
| 9/1/2025 | 47 | SI |
| 9/1/2025 | 59 | SI |
| 9/1/2025 | 65 | SI |
| 9/1/2025 | 54 | SI |
| 10/1/2025 | 157 | SI |
| 10/1/2025 | 137 | SI |
| 10/1/2025 | 76 | SI |
| 10/1/2025 | 48 | SI |
| 11/1/2025 | 50 | SI |
| 11/1/2025 | 62 | SI |
| 11/1/2025 | 30 | SI |
| 11/1/2025 | 35 | SI |
| 13/1/2025 | 69 | SI |
| 13/1/2025 | 63 | SI |

Fuente: Autor, 2025.

Tabla 4.18: Hoja de verificación de clientes invasivos 23-44

| Fecha | Duración | ¿Existencia de cliente invasivo? |
|-----------|----------|----------------------------------|
| 13/1/2025 | 52 | SI |
| 13/1/2025 | 34 | SI |
| 14/1/2025 | 22 | NO |
| 14/1/2025 | 35 | SI |
| 14/1/2025 | 84 | SI |
| 14/1/2025 | 69 | SI |
| 15/1/2025 | 48 | SI |
| 15/1/2025 | 67 | SI |
| 15/1/2025 | 51 | SI |
| 15/1/2025 | 79 | SI |
| 16/1/2025 | 53 | SI |
| 16/1/2025 | 65 | SI |
| 16/1/2025 | 61 | SI |
| 16/1/2025 | 38 | SI |
| 17/1/2025 | 25 | NO |
| 17/1/2025 | 45 | SI |
| 17/1/2025 | 38 | SI |
| 17/1/2025 | 26 | SI |
| 17/1/2025 | 24 | SI |
| 18/1/2025 | 25 | SI |
| 18/1/2025 | 26 | SI |
| 18/1/2025 | 43 | SI |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:**

En la técnica utilizada se observa que hay una existencia de clientes invasivos en la mayoría de instalaciones lo que cual indica que el cliente mantiene dudas respecto a la instalación del dispositivo en su vehículo y la existencia de estos perjudica el proceso de instalación y los tiempos de la misma ya que genera atrasos al técnico con las otras citas en agenda.

- **Conclusión:**

Se concluye que existe suficiente evidencia que dicha causa está afectando el proceso, por ende, se acepta y esta causa pasará a la siguiente etapa del estudio.

Atrasos a nivel administrativo:

La existencia de atrasos en el cierre de orden o en procesos a nivel administrativo entre el técnico y el personal administrativo de Tracklink, podría ser una causa por las que se producen atrasos en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

- **Acciones realizadas:** Para la medición de esta causa se realiza una tabla de verificación para conocer la existencia de los atrasos a nivel administrativo en la medición realizada de las instalaciones.

Tabla 4.19: Tabla de verificación de atrasos a nivel administrativo 1-22

| Fecha | Duración de Instalación | ¿Hay atrasos? | Tiempo de atraso |
|-----------|-------------------------|---------------|------------------|
| 7/1/2025 | 25 | X | 0 |
| 7/1/2025 | 47 | X | 0 |
| 7/1/2025 | 50 | X | 0 |
| 7/1/2025 | 67 | X | 0 |
| 8/1/2025 | 42 | X | 0 |
| 8/1/2025 | 133 | X | 0 |
| 8/1/2025 | 25 | X | 0 |
| 8/1/2025 | 20 | X | 0 |
| 9/1/2025 | 47 | X | 0 |
| 9/1/2025 | 59 | ✓ | 1 |
| 9/1/2025 | 65 | X | 0 |
| 9/1/2025 | 54 | X | 0 |
| 10/1/2025 | 157 | X | 0 |
| 10/1/2025 | 137 | X | 0 |
| 10/1/2025 | 76 | X | 0 |
| 10/1/2025 | 48 | X | 0 |
| 11/1/2025 | 50 | X | 0 |
| 11/1/2025 | 62 | X | 0 |
| 11/1/2025 | 30 | ✓ | 1 |
| 11/1/2025 | 35 | X | 0 |
| 13/1/2025 | 69 | X | 0 |
| 13/1/2025 | 63 | X | 0 |

Fuente: Autor, 2025

Tabla 4.20: Tabla de verificación de atrasos a nivel administrativo 23-44

| Fecha | Duración de Instalación | ¿Hay atrasos? | Tiempo de atraso |
|-----------|-------------------------|---------------|------------------|
| 13/1/2025 | 52 | X | 0 |
| 13/1/2025 | 34 | X | 0 |
| 14/1/2025 | 22 | X | 0 |
| 14/1/2025 | 35 | X | 0 |
| 14/1/2025 | 84 | X | 0 |
| 14/1/2025 | 69 | X | 0 |
| 15/1/2025 | 48 | X | 0 |
| 15/1/2025 | 67 | X | 0 |
| 15/1/2025 | 51 | X | 0 |
| 15/1/2025 | 79 | X | 0 |
| 16/1/2025 | 53 | X | 0 |
| 16/1/2025 | 65 | X | 0 |
| 16/1/2025 | 61 | X | 0 |
| 16/1/2025 | 38 | X | 0 |
| 17/1/2025 | 25 | X | 0 |
| 17/1/2025 | 45 | X | 0 |
| 17/1/2025 | 38 | X | 0 |
| 17/1/2025 | 26 | ✓ | 2 |
| 17/1/2025 | 24 | X | 0 |
| 18/1/2025 | 25 | X | 0 |
| 18/1/2025 | 26 | X | 0 |
| 18/1/2025 | 43 | X | 0 |

Fuente: Autor, 2025.

- **Resultado del análisis:**

En la medición realizada se observa que en la mayoría de instalaciones no existe un atraso a nivel administrativo, solo en tres casos con un tiempo de atrasos de 2 minutos en una instalación y otras dos instalaciones con un minuto de atraso respectivamente, esto de 44 muestras realizadas.

- **Conclusión:**

Debido al análisis realizado, se concluye que no existe suficiente evidencia de que dicha causa esté afectando el proceso de instalación, por ende, se descarta esta causa para continuar con la siguiente etapa, sin embargo, se recomienda colocar una persona encargada para realizar los procesos administrativos junto con el técnico para que de este modo no exista posibilidad de atrasos ni interrupciones en el proceso de instalación de dispositivos de seguridad vehicular.

Posterior a realizar la medición de las causas se detalla el cuadro, donde se indican las causas que se descartan del proceso y adicional las causas que pasan a la siguiente etapa del método DMADV.

Tabla 4.21: Tabla de medición de causas aceptadas y descartadas

| Causa | Decisión |
|---------------------------------|-----------------|
| Tipo de servicio de instalación | Aceptada |
| Tiempos de instalación | Aceptada |
| Herramientas necesarias | Descartada |
| Tipos de modelos de vehículos | Descartada |
| Atrasos en clientes | Descartada |
| Capacitación del personal | Aceptada |
| Praxis de parte del técnico | Aceptada |
| Cargo de trabajo en técnicos | Descartada |
| Cliente invasivo | Aceptada |
| Atrasos a nivel administrativo | Descartada |

Fuente: Autor, 2025.

Según la medición de las causas realizadas, se detalla que los tiempos de instalación, tipos de servicio de instalación, capacitación del personal, praxis de parte del técnico y cliente invasivo son las causas aceptadas para continuar con la siguiente etapa del método DMADV debido a que se evidencia que son las causas que se encuentran afectando el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

4.3 ANALIZAR

Como parte de la etapa analizar del ciclo DMADV, el enfoque principal es profundizar en las causas responsables identificadas durante la fase de medir.

A continuación, se presenta el detalle de las causas que fueron aceptadas para continuar en el proceso.

Tabla 4.22: Causas aceptadas para continuar con el ciclo

| Causas | Aceptada |
|--|-----------------|
| Tiempos de instalación y tipos de servicios de instalación | ✓ |
| Capacitación del personal y praxis de parte del técnico | ✓ |
| Cliente invasivo | ✓ |

Fuente: Autor, 2025.

Estas causas afectan el proceso en la instalación de los dispositivos de seguridad, lo que conlleva a existir atrasos en las citas y desfases en la agenda de los técnicos.

Para continuar con la etapa es importante recalcar que hay causas que se agrupan, por ejemplo, la causa de tipos de instalación y tipos de servicios de instalación se juntan para el análisis debido a que los tiempos de instalación varían según el servicio a instalar en los vehículos, a su vez, las causas de capacitación del personal y praxis de parte del técnico se agrupan debido a que la ejecución correcta del trabajo está relacionada con el nivel de formación o capacitación de los técnicos.

Análisis de los tiempos de instalación y los tipos de servicios de instalación:

Se llevó a cabo una medición detallada de los tiempos de instalación de 44 muestras evaluando el tipo de servicio de instalación. Para el proceso de instalación de los servicios de seguridad vehicular Tracklink cuenta con varios servicios de upgrade y bien así, servicios básicos de instalación únicamente del GPS, servicio full de instalación de GPS + comandos de apagado remoto de los vehículos y apertura de puertas y el servicio premium que incluye el equipo GPS, los comandos y adicional la comunicación en cabina. A continuación, se detalla un cuadro comparativo de los componentes que utiliza cada servicio para la instalación en los vehículos.

Tabla 4.23: Cuadro comparativo de los servicios para instalación

| Componentes | Servicios | | |
|-----------------------------|-----------|------|---------|
| | Básico | Full | Premium |
| Equipo GPS | X | X | X |
| Arnés de conexión | X | X | X |
| Relay de corte de corriente | | X | X |
| Parlante | | | X |
| Micrófono | | | X |

Fuente: Autor, 2025.

La medición realizada confirmó que existen diferencias en los tiempos de instalación entre los servicios, ya que al realizar el test de los servicios básicos se observa que se mantiene una normalidad entre los datos de las instalaciones, pero al realizar el test de los tiempos de instalación de los tres servicios juntos se observa que si existe una

variabilidad en la duración de las instalaciones, lo anterior, a raíz de que como se puede visualizar en el cuadro realizado anteriormente, los servicios full y premium obtienen más complejidad debido a la cantidad de componentes que se deben de instalar en cada uno de ellos.

Capacitación del personal y praxis de parte del técnico:

Durante el proceso de medición de las causas se realiza una verificación en el proceso de instalación de los dispositivos en cada técnico instalador que posee Tracklink, para validar la existencia de conocimiento de todas las herramientas necesarias, los errores recurrentes y evaluar el nivel de capacitación del personal.

Para el análisis de esta causa, se elabora una matriz de hipótesis para valorar el impacto de las posibles causas que están afectando la capacitación del personal y praxis de parte del técnico en el momento de la instalación de los dispositivos de seguridad.

Para el análisis de los datos, se han definido tres categorías de cuantificación basadas en una escala del 1 a 30, la cual permite identificar el nivel de impacto que obtienen dichas causas. Las categorías son las siguientes:

Baja (1-10): Indica un nivel deficiente, lo que sugiere que existe una alta necesidad de intervención.

Media (11-20): Representa un nivel aceptable, pero con oportunidades de mejora.

Alta (21-30): Indica un alto nivel de cumplimiento.

Tabla 4.24: Matriz de hipótesis para el análisis de las causas

| # | Hipótesis | Impacto 1-5 | Probabilidad 1-5 | Cuantificación | Evidencia | Categoría |
|---|--|-------------|------------------|----------------|---|-----------|
| 1 | Falta de capacitación o experiencia en el proceso de instalación | 5 | 5 | 25 | Reportes en hoja de verificación | Alta |
| 2 | Falta de supervisión a los técnicos nuevos | 4 | 4 | 16 | Técnicos con menos de 3 meses de experiencia | Media |
| 3 | Falta de retroalimentación tras las instalaciones | 4 | 3 | 12 | Ausencia de revisiones post-instalación | Media |
| 4 | Uso incorrecto de herramientas por falta de capacitación | 2 | 1 | 2 | Opinión de los técnicos sobre uso de herramientas | Baja |

Fuente: Autor, 2025.

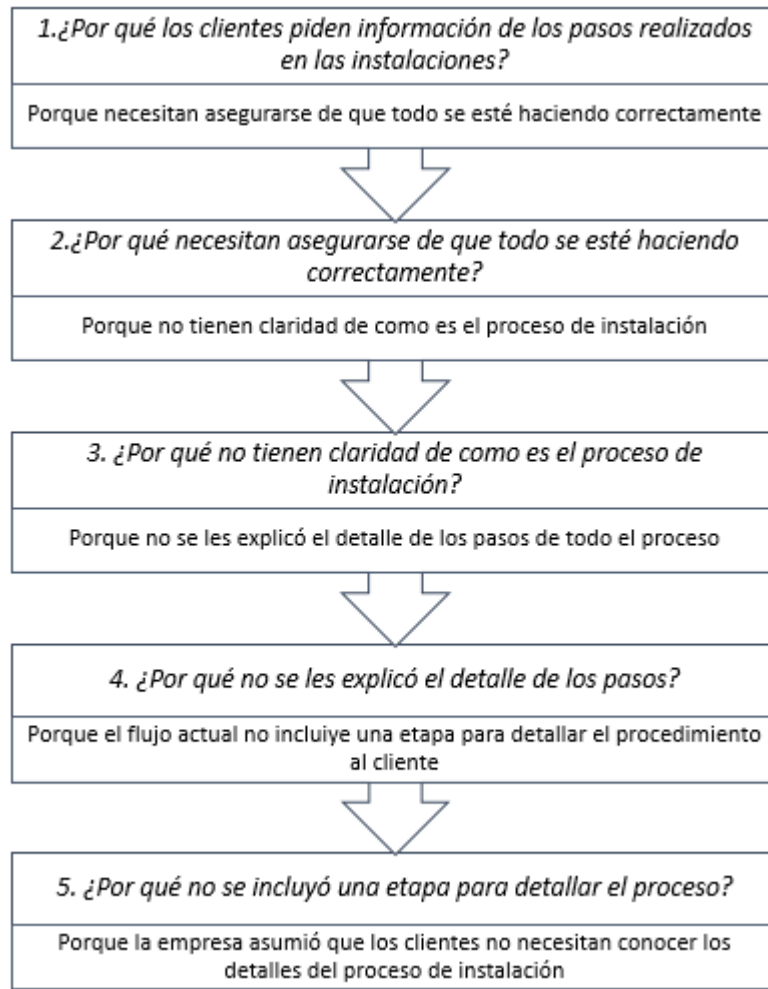
Este estudio confirmó que Tracklink actualmente cuenta con personal poco capacitado y con poca experiencia en la instalación de dispositivos de seguridad, a su vez, se logra validar que pese, aunque no hubo existencia de errores en las instalaciones de la verificación realizada por parte de cada técnico, aumenta la posibilidad de la existencia de estos debido a la poca experiencia y a la falta de capacitación.

Como se puede observar en la matriz de hipótesis se obtiene una categoría alta en falta de capacitación o experiencia en el proceso de instalación, además, de una categoría media en falta de supervisión a los técnicos con nuevos y falta de retroalimentación tras las instalaciones y, por último, se visualiza una categoría baja en uso incorrecto de herramientas por falta de capacitación.

Ciente invasivo:

Para el análisis de esta causa, se utiliza la técnica de 5 porqués para corroborar a que se debe la existencia de clientes invasivos en la instalación de los dispositivos de seguridad vehicular en dicha compañía.

Figura 4.9: 5 porqués de la causa clientes invasivos



Fuente: Autor, 2025

Según la técnica realizada anteriormente, se llega a la conclusión que en Tracklink no se brinda al cliente información del proceso de instalación del dispositivo en su vehículo, por esto, hay existencia de clientes invasivos, ya que los mismos requieren asegurarse que todo se encuentre correctamente y adicional estar totalmente enterados del proceso de instalación del servicio de su vehículo antes, durante y después de finalizado el mismo.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

5.1 DISEÑAR

En esta etapa se lleva a cabo el diseño de las propuestas para la solución de las causas críticas del análisis realizado, en el cual se determinó que estas son “tiempos de instalación, tipos de servicios de instalación, cliente invasivo, capacitaciones del personal y praxis de parte del técnico”, son los factores principales que afectan el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular en la empresa Tracklink S.A.

Para iniciar se llevará a cabo el diseño de la propuesta de las causas tiempos de instalación y tipos de servicios de instalación.

5.1.1 Diseño de procedimientos de instalación por tipos de servicios:

Es fundamental contar con el procedimiento de la instalación de los dispositivos de seguridad en Tracklink de acuerdo a los tipos de servicios: básico, full y premium que se mantienen actualmente ya que los tiempos de instalación y tipos de servicios de instalación son unas de las causas que están afectando el proceso. Diseñando estos procedimientos ayuda a reducir los tiempos de instalación y a mantener un tiempo estándar para minimizar la variabilidad en las instalaciones y de este modo mejorar la eficiencia del equipo técnico.

A continuación, se realiza el diseño del procedimiento de instalación del servicio básico.

Figura 5.1: Procedimiento de instalación de servicios básicos

| PROCEDIMIENTO DE SERVICIO BÁSICO DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR | |
|---|---|
| Objetivo | Establecer un procedimiento estandar para la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, garantizando calidad y cumplimiento con los tiempos establecidos. |
| Alcance | Aplica a todas las instalaciones de servicio básico realizadas por técnicos en vehículos. |
| Responsables | Técnico instalador: Ejecutar la instalación siguiendo los pasos definidos. Supervisor técnico: Verificar cumplimiento de estándares de calidad. |
| Materiales y herramientas | Equipo GPS + arnés de conexión. Herramientas manuales y eléctricas. |
| Procedimiento | <p>1. Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la orden de trabajo. *Inspeccionar el vehículo. *Tomar fotografías del estado del vehículo. *Desarmar dash del vehículo. <p>2. Instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Identificar punto de conexión según modelo de vehículo. *Conectar el arnés del dispositivo. *Asegurar conexiones eléctricas. *Fijar el dispositivo en ubicación segura. <p>3. Pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Realizar pruebas de emisión de señal. *Verificar que no haya errores eléctricos. <p>5. Cierre del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> *Amar dash del vehículo. *Verificar estado del vehículo. *Completar formulario de instalación. *Registrar el tiempo total de instalación y reportar incidencias. |
| Control y seguimiento | Auditorías aleatorias por parte del supervisor técnico. Registro de tiempos para optimización de procesos. |

Fuente: Autor, 2025.

Para el procedimiento de la instalación de los servicios básicos se divide en cuatro etapas el proceso, entre estas están: preparación, instalación, pruebas y cierre del servicio. A continuación, se detallan cada uno de los pasos a seguir en cada etapa.

Preparación

- **Revisión de la orden de trabajo:** Este paso indica verificar la información clave antes de iniciar el proceso de instalación, esto incluye: verificar los datos del cliente, información del vehículo a instalar y el tipo de servicio a instalar en caso de indicarse.
- **Inspeccionar el vehículo:** Realizar una revisión previa del vehículo, es decir, verificar el estado del sistema eléctrico y validar las condiciones del vehículo.
- **Tomar fotografías del estado del vehículo:** Se procede a la toma de fotografías por dentro y por fuera del vehículo, especialmente en zonas que serán utilizadas por el técnico, esto para que quede evidencia en caso de algún inconveniente.

- Desarmar dash del vehículo: Se debe proceder a desarmar el dash del vehículo para ubicar espacio en donde será instalado el dispositivo.

Instalación

- Identificar punto de conexión según modelo de vehículo: Se procede a validar con el Tester donde se encuentre el negativo, positivo y tierra para la instalación del dispositivo en el vehículo.
- Conectar el arnés del dispositivo: Se realiza la conexión del arnés con los cables del vehículo y se empalma con su respectivo aislamiento.
- Asegurar conexiones eléctricas: Garantizar que todas las conexiones eléctricas sean seguras.
- Fijar dispositivo en ubicación segura: Asegurar el equipo en un lugar estratégico del vehículo para evitar manipulaciones.

Pruebas

- Realiza pruebas de emisión de señal: Verificar que el dispositivo de seguridad instalado transmite correctamente la información y se comunica con la plataforma de monitoreo.
- Verificar que haya errores eléctricos: Comprobar que la instalación no ha generado fallos en el sistema eléctrico del vehículo.

Cierre del servicio

- Armar dash del vehículo: Volver a ensamblar todas las partes que fueron desmontadas en la instalación.
- Verificar estado del vehículo: Hacer una revisión final para asegurarse de que la instalación no ha afectado ninguna función del vehículo y que todo se encuentra en óptimas condiciones.
- Completar formulario de instalación: Documentar todos los detalles de la instalación realizada, brindar al cliente para que lo firme y brindar copia del formulario.

- Reportar el tiempo total de instalación y reportar incidencias: Documentar tiempo que tomó completar el servicio y registrar cualquier problema encontrado durante el proceso de instalación.

Posterior a esto, se realiza el procedimiento de instalación del servicio full, el cual se detalla a continuación.

Figura 5.2: Procedimiento de instalación de servicios full

| PROCEDIMIENTO DE SERVICIO FULL DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR | |
|---|---|
| Objetivo | Establecer un procedimiento estandar para la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, garantizando calidad y cumplimiento con los tiempos establecidos. |
| Alcance | Aplica a todas las instalaciones de servicio full realizadas por técnicos en vehículos. |
| Responsables | Técnico instalador: Ejecutar la instalación siguiendo los pasos definidos. Supervisor técnico: Verificar cumplimiento de estándares de calidad. |
| Materiales y herramientas | Equipo GPS + arnés de conexión + relay de corte de corriente. Herramientas manuales y eléctricas. |
| Procedimiento | <p>1. Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la orden de trabajo. *Inspeccionar el vehículo. *Tomar fotografías del estado del vehículo. *Desarmar dash del vehículo. <p>2. Instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Identificar punto de conexión según modelo de vehículo. *Conectar el arnés del dispositivo. *Conectar el relay de corte de corriente y realizar apertura de puertas. *Asegurar conexiones eléctricas. *Fijar el dispositivo en ubicación segura. <p>3. Pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Realizar pruebas de emisión de señal. *Verificar que no haya errores eléctricos. *Verificar funcionamiento de apagado y apertura de puertas. <p>5. Cierre del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> *Armar dash del vehículo. *Verificar estado del vehículo. *Completar formulario de instalación. *Registrar el tiempo total de instalación y reportar incidencias. |
| Control y seguimiento | Auditorías aleatorias por parte del supervisor técnico. Registro de tiempos para optimización de procesos. |

Fuente: Autor, 2025.

Para el formulario de las instalaciones de los servicios full se procede con el ingreso de un paso más en la etapa de instalación en donde se debe colocar el relay para realizar el corte de corriente en el vehículo y adicional la conexión para la apertura de puertas.

Este paso es fundamental para garantizar que el sistema de seguridad pueda bloquear el motor y controlar el acceso al vehículo de manera remota, además de que la conexión permite que el usuario por medio de la app puede abrir los seguros de las puertas de dicho vehículo. A su vez, en la etapa de pruebas se realizará una revisión del funcionamiento del bloqueo de motor y la apertura de puertas.

A continuación, se procede con el diseño del formulario de instalación de los servicios premium.

Figura 5.3: Procedimiento de instalación de servicios premium

| PROCEDIMIENTO DE SERVICIO PREMIUM DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR | |
|--|---|
| Objetivo | Establecer un procedimiento estandar para la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, garantizando calidad y cumplimiento con los tiempos establecidos. |
| Alcance | Aplica a todas las instalaciones de servicio premium realizadas por técnicos en vehículos. |
| Responsables | Técnico instalador: Ejecutar la instalación siguiendo los pasos definidos. Supervisor técnico: Verificar cumplimiento de estándares de calidad. |
| Materiales y herramientas | Equipo GPS + arnés de conexión + relay de corte de corriente. Herramientas manuales y eléctricas. |
| Procedimiento | <p>1. Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la orden de trabajo. *Inspeccionar el vehículo. *Tomar fotografías del estado del vehículo. *Desarmar dash del vehículo. <p>2. Instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Identificar punto de conexión según modelo de vehículo. *Conectar el arnés del dispositivo. *Conectar el relay de corte de corriente y realizar apertura de puertas. *Instalar el parlante y micrófono del vehículo. *Asegurar conexiones eléctricas. *Fijar el dispositivo en ubicación segura. <p>3. Pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Realizar pruebas de emisión de señal. *Verificar que no haya errores eléctricos. *Verificar funcionamiento de apagado y apertura de puertas. *Verificar funcionamiento de audio en cabina. <p>5. Cierre del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> *Armar dash del vehículo. *Verificar estado del vehículo. *Completar formulario de instalación. *Registrar el tiempo total de instalación y reportar incidencias. |
| Control y seguimiento | Auditorías aleatorias por parte del supervisor técnico. Registro de tiempos para optimización de procesos. |

Fuente: Autor, 2025.

En este formulario se ha incorporado un paso adicional que incluye la instalación del parlante y el micrófono en el vehículo el cual permite la comunicación por medio de una llamada telefónica en la cabina del vehículo.

Además, en la etapa de verificación y pruebas, se realizará un chequeo para garantizar que el audio funcione correctamente y que la calidad de sonido sea óptima.

El diseño de estos formularios de procedimientos divididos por tipos de servicios permite estandarizar los procesos de las instalaciones, asegurando que cada instalación se realice de manera eficiente y cumpla con los requerimientos necesarios.

Al segmentar los procedimientos según el tipo de servicio (básico, full o premium), se facilita la capacitación del personal técnico, se reducen errores en la instalación y se mejora la calidad del servicio. Además, estos formularios garantizan un mejor control y

seguimiento, permitiendo registrar tiempos, verificar cumplimiento y evaluar el desempeño de cada instalación.

Se propone brindar estos formularios de instalación a los técnicos de forma virtual por medio de la creación de un código QR que al escanearlo dirija directamente a los procedimientos almacenados para la instalación de cada servicio que obtiene Tracklink.

Además, se propone que el supervisor técnico sea el encargado de realizar actualizaciones y de la supervisión del cumplimiento de los estándares de calidad en el que el debe realizar inspecciones de las instalaciones de los técnicos para verificar el desarrollo de estos adecuadamente.

Por medio de la realización de las actividades descritas anteriormente se obtiene el diseño de procedimientos de instalación por tipos de servicios, basado en tiempos de operación, recursos y otros factores; enseguida se muestra el costo mensual que representa para Tracklink la realización de cada una de estas actividades:

Tabla 5.1: Costos de la propuesta 1

| Actividad | Responsable | Proveedor | Artículos o compras | Costo (\$) |
|--------------------------------|--------------|-----------|---------------------|---------------|
| Generación de código QR | Área técnica | Externo | Ninguno | \$30 |
| Actualizaciones de formularios | Área técnica | Interno | Ninguno | \$642 |
| Supervisión de calidad | Área técnica | Interno | Ninguno | \$642 |
| Total | | | | \$1314 |

Fuente: Autor, 2025.

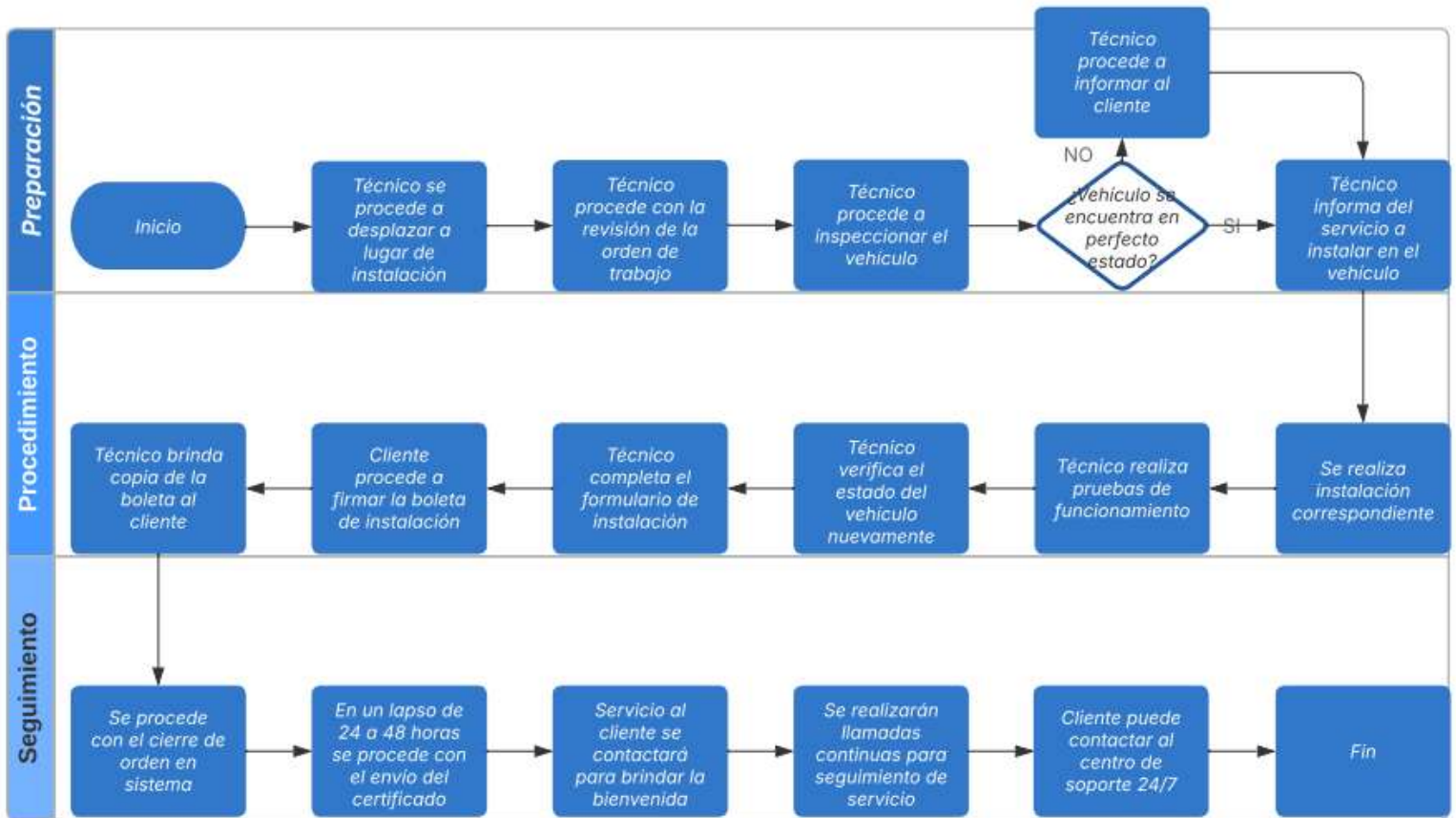
En la tabla anterior, se observan los costos en los que incurren la generación del código QR y el salario del supervisor técnico el cual realizará las actualizaciones de formularios y así también, la supervisión de calidad.

Se llevará a cabo la propuesta de la segunda causa crítica que procede a ser clientes invasivos la cual procede a ser una de las causas que está generando problemas en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

5.1.2 Diseño del flujo de proceso de instalación de los dispositivos de seguridad:

Para la siguiente causa crítica del proceso se diseña un diagrama de flujo del proceso de la instalación de los servicios, con el fin de poder brindar o enviar al cliente para que conozcan el proceso de instalación del dispositivo en su vehículo y de este modo evitar las consultas a los técnicos para evadir la causa de cliente invasivo.

Figura 5.4: Diagrama de flujo del proceso de instalación



Fuente: Autor, 2025.

Este flujo de proceso permite explicar de manera clara y estructurada al cliente cada paso de la instalación del dispositivo de seguridad en su vehículo y el servicio a instalar, esto mejora la comunicación, eficiencia y experiencia del cliente, evitando confusiones, atrasos al técnico y agilizando la instalación. Se propone incluir este flujo de proceso al cliente por medio de correo electrónico o WhatsApp en el momento en el que se confirma la cita por medio del departamento de agendamiento.

5.1.3 Diseño de video explicativo del proceso de instalación del servicio:

En la actualidad, los clientes de Tracklink no mantienen información detallada de todo el proceso de instalación que conlleva el adquirir el servicio de rastreo, por esta razón, que se obtiene la existencia de gran cantidad de clientes invasivos debido a que suelen realizar preguntas del proceso directamente a los técnicos provocando así atrasos en los mismos en las instalaciones correspondientes, de este modo, como parte de las propuestas se genera la creación de un video explicativo y dinámico acerca de todo el proceso de instalación de los dispositivos en los vehículos.

A continuación, se detalla el link del video para la observación y, a su vez, la imagen de referencia del mismo.

Link: <https://youtu.be/2ob2Qm0-TAU>

Figura 5.5: Video explicativo del proceso de instalación de los dispositivos de seguridad



Fuente: Autor, 2025.

El diseño de este video muestra al cliente el proceso que se llevará a cabo una vez iniciada la instalación, en el que se indican pautas como el tiempo en el que será enviado el certificado del servicio, se hace conocimiento del canal de YouTube donde existen videos tutoriales de la plataforma y, además, se brinda la información a los clientes del proceso de seguimiento una vez instalado el servicio. Además, permite

abordar la causa de clientes invasivos, la cual se utilizaría como una estrategia clave para mejorar la experiencia del cliente y la eficiencia del proceso de instalación, reduciendo las interrupciones de parte de los clientes a los técnicos instaladores.

Se propone hacer envío del video a los clientes por medio de WhatsApp o correo electrónico según las horas de instalación agendadas y el encargado de realizar este envío procede a ser el ejecutivo de agendamiento a cargo.

Por medio de la realización de las actividades se obtiene el diseño de diagrama de flujo del proceso de instalación y el diseño de un video explicativo del proceso de instalación, basado en tiempos de operación, recursos y otros factores; enseguida se muestra el costo mensual que representa para la empresa la realización de cada una de estas actividades:

Tabla 5.2: Costos de la propuesta 2

| Actividad | Responsable | Proveedor | Artículos o compras | Costo (\$) |
|---------------------------------|--------------|-----------|---------------------|------------|
| Inclusión del flujo del proceso | Agendamiento | Interno | Ninguno | \$0 |
| Creación de video | Agendamiento | Interno | Ninguno | \$39 |
| Inclusión de video en proceso | Agendamiento | Interno | Ninguno | \$0 |
| Total | | | | \$39 |

Fuente: Autor, 2025.

En estos se encuentran contemplados los costos de la inclusión del video y del flujo del proceso los cuales son marcados en \$0 ya que los mismos serían incorporados como un paso más de procesos actuales en Tracklink y a su vez, el costo de la creación del video que corresponde a ser de \$39.

Posteriormente, se realiza la propuesta para la causa de capacitaciones de personal y praxis de parte del técnico ya que en el estudio realizado de las etapas anteriores se logra evidenciar que esta causa es crítica y está afectando el proceso de instalación.

5.1.4 Diseño de capacitaciones de personal:

En la etapa de medir se evidencia que la empresa Tracklink cuenta con técnicos poco capacitados para realizar las instalaciones de los GPS en los vehículos, es por esta razón, que se diseña un proceso estructurado para las capacitaciones de personal y de este modo también, llevar a cabo la causa de praxis de parte del técnico tanto para técnicos nuevos como activos, con el fin de mejorar los tiempos, calidad del servicio y evitar errores. El desarrollo de estas capacitaciones se realiza en diferentes fases, las cuales se despliegan a continuación:

Planificación de la capacitación

Se propone para las capacitaciones colocar como responsables al supervisor técnico y, además, contratar una persona outsourcing que conozca y obtenga experiencia alta en la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, esta persona se contrata además para brindar soporte a los técnicos en cuanto lo requieran, por lo tanto, se propone ofrecer el costo mensual al mismo con el fin de obtener disponibilidad de consultas y auditorías de instalaciones todos los meses.

Capacitación teórica

Duración: 2 horas de capacitación bimensual con 10 minutos de receso.

Temas a evaluar: Introducción a los dispositivos de seguridad vehicular, tipos de servicio: básico, full y premium, procedimientos de instalación, uso adecuado de herramientas, formularios de instalación y buenas prácticas de instalación.

Estos entrenamientos se deben realizar de forma presencial en un horario de lunes a las 8:00 a.m. con el fin de que no sea interrumpido en su mayoría las labores del día.

Así, el supervisor y coordinador técnico deben presentar videos explicativos e información de la teoría correspondiente.

Capacitación práctica

Duración: 49 minutos de una instalación en sitio realizada por el coordinador de capacitaciones contratado por Tracklink, la misma debe ser realizada bimensual en la primera instalación realizada un día lunes.

Se recomienda realizar las siguientes actividades:

- Simulación de instalación en diferentes modelos de vehículos.
- Uso correcto de herramientas.
- Pruebas de funcionamiento.
- Solución de errores.

Evaluación y certificación

Se debe realizar una evaluación teórica y una evaluación práctica donde el coordinador deberá realizar la tarea de supervisar una instalación de los tres servicios disponibles de un técnico por mes. En caso de esta prueba mantener una nota menor a 80 se debe proceder a brindar una capacitación adicional al técnico y volver a realizar una nueva evaluación. Además, en esta supervisión se debe realizar un check list de desempeño para evaluar el cumplimiento del proceso correctamente. A su vez, si la nota corresponde ser 80 o más, se procede a brindar un certificado al técnico.

A continuación, se detalla el diseño del check list de desempeño realizado para las capacitaciones correspondientes.

Figura 5.6: Check list de desempeño

| Check List de Desempeño - Instalación de Dispositivos de Seguridad | | | |
|---|---|---|----------------------|
| *Técnico evaluado: _____ | | | |
| *Fecha: _____ | | | |
| *Supervisor: _____ | | | |
| *Tipo de servicio: <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Full <input type="checkbox"/> Premium | | | |
| Criterio | <input checked="" type="checkbox"/> Cumple | <input type="checkbox"/> No Cumple | Observaciones |
| Revisión de la orden de trabajo | | | |
| Inspección de vehículo antes de iniciar | | | |
| Toma fotografías del estado del vehículo | | | |
| Desarma dash correctamente | | | |
| Identifica punto de conexión de GPS | | | |
| Conecta el arnés correctamente | | | |
| Coloca comandos y upgrade correctamente | | | |
| Asegura conexiones inalámbricas | | | |
| Fija el dispositivo en lugar seguro | | | |
| Realiza pruebas de emisión de señal | | | |
| Verifica que no hayan errores | | | |
| Verifica funcionamiento de comandos | | | |
| Arma dash del vehículo correctamente | | | |
| Verifica estado correcto del vehículo | | | |
| Completa boleta de instalación | | | |
| Brinda copia de boleta al cliente | | | |

Fuente: Autor, 2025.

Seguimiento y refuerzo

Se debe brindar retroalimentación individual y corrección de errores, además de brindar acceso a material digital para que los técnicos cuenten con toda la información necesaria. Estas capacitaciones deben ser continuas para observar nuevos dispositivos y procedimientos que existan en la compañía.

Tabla 5.3: Costos de la propuesta 3

| Actividad | Responsable | Proveedor | Artículos o compras | Costo (\$) |
|------------------------|--------------|-----------|---------------------|------------|
| Persona outsourcing | Área técnica | Externo | Ninguno | \$492 |
| Horas de los técnicos | Área técnica | Interno | Ninguno | \$56 |
| Supervisión de calidad | Área técnica | Interno | Ninguno | \$0 |
| Total | | | | \$548 |

Fuente: Autor, 2025.

En el cuadro anterior, se observa el costo que requiere la persona outsourcing que se contrata como coordinador técnico para el tema de capacitaciones, evaluaciones y consultas por parte de los técnicos, además de que se contempla las horas de los técnico que procede a ser dos horas al mes por un costo de \$14 por técnico, esto para un total de \$56 por los 4 técnicos de Tracklink, adicional se coloca la supervisión de calidad por parte del supervisor técnico, sin embargo, en los costos de la causa anterior ya fue contemplado, por ende, en estos costo, se encuentra marcado en \$0.

En conjunto, los diseños de estas propuestas actúan como una estrategia para mantener el control de calidad en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad en los vehículos de los clientes y de este modo mejorar la experiencia de los mismos evitando atrasos en las citas y eliminando errores en las instalaciones.

Tabla 5.4: Resumen de Costos Totales

| Actividad | Responsable | Proveedor | Artículos o compras | Costo (\$) |
|---------------------------------|--------------|-----------|---------------------|------------|
| Generación de código QR | Área técnica | Externo | Ninguno | \$30 |
| Actualizaciones de formularios | Área técnica | Interno | Ninguno | \$642 |
| Supervisión de calidad | Área técnica | Interno | Ninguno | \$642 |
| Inclusión del flujo del proceso | Agendamiento | Interno | Ninguno | \$0 |
| Creación de video | Agendamiento | Interno | Ninguno | \$39 |
| Inclusión de video en proceso | Agendamiento | Interno | Ninguno | \$0 |
| Persona outsourcing | Área técnica | Externo | Ninguno | \$492 |
| Horas de los técnicos | Área técnica | Interno | Ninguno | \$56 |
| Total | | | | \$1901 |

Fuente: Autor, 2025.

En el cuadro se observa el costo que lleva el diseño e implementación de estas propuestas y que en total sería un costo de \$1901 para llevar a cabo la ejecución del plan de mejora.

En el siguiente diagrama, se detallan las actividades y el tiempo establecido en que se llevarán a cabo cada una de ellas.

Figura 5.7: Diagrama de Gantt

| Actividades | Semana 1 (1 al 4 de mayo) | Semana 2 (5 al 11 de mayo) | Semana 3 (12 al 18 de mayo) | Semana 4 (19 al 25 de mayo) | Semana 5 (26 al 31 de mayo) |
|--|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <i>Generación de códigos QR</i> | | | | | |
| <i>Implementación de códigos QR</i> | | | | | |
| <i>Implementación de formularios digitales</i> | | | | | |
| <i>Implementación del video</i> | | | | | |
| <i>Envío de diagrama de flujo</i> | | | | | |
| <i>Inicio de capacitación del personal</i> | | | | | |
| <i>Supervisión de instalaciones</i> | | | | | |
| <i>Evaluación y retroalimentación</i> | | | | | |

Fuente: Autor, 2025.

En el cuadro anterior, se detalla el tiempo en semanas que debe de ser iniciada cada una de la realización de estas actividades, donde la generación e implementación del código QR procede a ir en semana 1 dando como inicio a las propuestas, posterior, se encuentra la implementación de los formularios de procedimientos digitales en técnicos, la implementación del video y el envío del diagrama de flujo debe de ser iniciado en semana 2, adicional inicio de las capacitaciones del personal se llevarían a cabo a partir de semana 3, llevándose continuamente en periodos bimensuales, la siguiente semana, es decir, la 4, se procede con la supervisión de las instalaciones y en semana 5 se procede a realizar la evaluación y retroalimentación a los técnicos.

5.2 VERIFICAR

Para la etapa verificar en el ciclo DMADV, se requiere implementar actividades de verificación que ayuden a definir indicadores de desempeño de modo que aseguren la eficacia de las mejoras realizadas en el diseño de propuestas. Estas actividades se proponen con el objetivo de mejorar el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular. A continuación, se describen las actividades de verificación y los indicadores clave, además de un resumen de costos.

5.2.1 Verificación de tiempos de instalación por tipos de servicios mediante Gráficos de Control (SPC):

Los gráficos de control permiten verificar de manera avanzada cualquier variabilidad en los tiempos de instalación de los servicios de rastreo. El uso de estos gráficos es fundamental para la verificación correcta de las causas ya que permite al área técnica actuar antes de que surjan inconvenientes con las citas de instalación y con los clientes.

- **Objetivo:** Monitorear la variabilidad de los tiempos de instalación por tipos de servicios del sistema de seguridad vehicular.
- **Frecuencia:** Una vez al mes conforme a la implementación de anotación de tiempos.
- **Responsable:** Técnicos instaladores y supervisor técnico.
- **Método:** Registro de datos en gráficos de control SPC, analizando el proceso y tiempos de instalación de los diferentes servicios de seguridad vehicular y tomando acciones necesarias para la mejora en caso de requerirse.

5.2.2 Auditorías periódicas de capacitaciones de personal:

Las auditorías permiten confirmar que el diseño del plan de capacitaciones del personal se dé correctamente y que el flujo del mismo sea el adecuado, estas permiten identificar desviaciones o bien errores realizados por los técnicos en las instalaciones correspondientes. Al verificar con normalidad estos procesos, se evade la posibilidad de que el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad sea afectado y, además, ayuda en la praxis de parte del técnico al realizar dichos procedimientos, evitando errores y cumpliendo con los estándares de calidad.

- **Objetivo:** Auditar el cumplimiento correcto de las capacitaciones, asegurando el flujo de las mismas y validando el control.
- **Frecuencia:** Una vez bimensual.
- **Responsable:** Supervisor técnico.
- **Método:** Check list de la auditoría para evaluar el cumplimiento de todo el flujo de las capacitaciones.

5.2.3 Método Gemba:

Esta técnica permite observar los procesos en donde ocurren las operaciones. Esto ayuda a identificar problemas y buscar oportunidades en mejoras, el cual permitirá observar la interferencia de los clientes con el técnico en el momento de la instalación y validar, a su vez, el alcance de las propuestas.

- **Objetivo:** Evaluar en el lugar del proceso la interacción que obtiene el cliente con el técnico.
- **Frecuencia:** Bisemanal.
- **Responsable:** Supervisor técnico y coordinador técnico.
- **Método:** Técnica Gemba de observación del proceso de instalación de los dispositivos de seguridad, observando y validando la interrupción de los clientes a los técnicos para buscar mejoras adicionales en caso de requerirse.

5.2.4 Tabla de resumen de costos, Beneficios y Retorno de Inversión (ROI):

Debido al alto nivel de afectaciones en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad en Tracklink, con las causas principalmente de tiempos de instalación, tipos de servicios de instalación, clientes invasivos, capacitaciones de personal y praxis de parte del técnico, la elaboración de este trabajo pretende no solo evitar atrasos en las citas y evitar estas afectaciones, sino también mejorar la eficiencia operativa y aumentar la ganancia.

Con base en el análisis de costos y en los beneficios proyectados de las mejoras, la tabla de Resumen de Costos, Beneficios y Retorno de Inversión (ROI) realizado a continuación, establece una comparativa entre la inversión requerida por parte de la

empresa para implementar las propuestas del diseño de mejoras y la utilidad por optimización del tiempo estándar de las instalaciones.

Tabla 5.5: Resumen de Costo / Beneficio y Retorno de Inversión (ROI)

| Actividades | Costo Mensual | Costo Anual | Costo Único |
|---|----------------|-----------------|-------------|
| Generación del código QR | - | - | \$30 |
| Actualización de formularios y supervisión de calidad | \$1,284 | \$15,408 | - |
| Creación del video | - | - | \$39 |
| Contratación outsourcing | \$492 | \$5,904 | - |
| Horas de técnicos (bimensual) | \$56 | \$336 | - |
| Total de Costos por Implementación | \$1,832 | \$21,648 | \$69 |

Fuente: Autor, 2025.

Según la tabla realizada anterior del resumen de costos se observa un costo total anual de \$21 717, esto haciendo la suma del costo anual y además del pago único de la generación de código QR y creación del video.

Beneficios Totales anuales estimados

Utilidad anual por optimización de tiempo estándar de instalación de dispositivos de seguridad vehicular: **\$726 608, 64**

Esta utilidad es obtenida debido a que Tracklink cuenta con un estimado de 4 instalaciones por día por técnico, pero al conseguir el tiempo estándar que indica que cada técnico puede realizar 5,6 instalaciones por día, se observa que hay un total por técnico de 1,6 instalaciones al día que pueden ser agendados, esto quiere decir que hace un total de 32 instalaciones a la semana por los cuatro técnicos de Tracklink y al multiplicarlo por 4,33 semanas se obtiene un total de 138,56 instalaciones al mes, consiguiendo así un total de 1 662,72 instalaciones al año. Esto representa un total de \$726 608,64 anuales ya que cada instalación del servicio de rastreo en Tracklink posee un costo de \$437.

El costo inicial de la propuesta es de \$1,901, mientras que la utilidad generada por la optimización en el primer mes es de \$60,550.72. Esto indica que la inversión de la

propuesta se recupera dentro del mes de inicio de la misma, debido a que la utilidad mensual supera la inversión inicial.

Retorno de Inversión (ROI)

$$\text{ROI Anual} = \frac{\text{Utilidad por optimización} - \text{Costos totales de implementación}}{\text{Costos totales de implementación}} \times 100 = 3245,81\%$$

El diseño de estas mejoras permite abordar las afectaciones que incurren en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad, además, garantiza el desarrollo del tiempo estándar por instalación para evitar atrasos en las instalaciones. Según el análisis de costos y beneficios, el diseño de las mejoras mantiene un ROI tangible respaldado por el incremento de instalaciones por técnico. En conclusión, este proyecto no sólo evitará atrasos en las citas en la agenda de los técnicos, sino que también aumentará la eficiencia operativa.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Para clasificar las conclusiones de forma ordenada, se presentan por medio de las etapas de la metodología DMADV utilizada en el proyecto.

Conclusiones

Etapas Definir

En esta etapa se realizó la identificación de las principales causas de variabilidad en los tiempos de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular, en el que se utilizaron una serie de herramientas ingenieriles como: lluvia de ideas, multivoto, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y árbol de CTQ que permitieron observar las causas críticas del proceso de instalación de los dispositivos. Según el Diagrama de Pareto y el análisis con el Gerente General se tomó la decisión de realizar el proceso con las 11 causas indicadas correspondientes al 75% de dichas causas, sin embargo, al concluir la etapa de definir se indicaron únicamente 10 causas ya que cambios climáticos proceden a ser una causa no controlable por ende se descartó para continuar con las siguientes etapas.

Etapas Medir

Se realizó la medición de las causas para descartar las que no cumplen con suficiente evidencia de que estén afectando el proceso y a su vez, se tomaron las causas en las que se evidencia que sí están afectando el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular, esto con el fin de que las mismas continúen a la siguiente etapa de la metodología DMADV, en el que se observó que estas fueron: cliente invasivo, tipos de servicios de instalación, tiempos de instalación, capacitación del personal y praxis de parte del técnico. A su vez se realizó la combinación de las causas de capacitación del personal junto con praxis de parte del técnico y tiempos de instalación junto con tipos de servicios de instalación ya que son causas que obtienen relación.

Etapas Analizar

En esta fase, se realizó el análisis de la causa de tiempos de instalación y tipos de servicios de instalación por medio de los componentes y proceso de instalación que incluye cada servicio, a su vez, se analizaron las causas de capacitaciones de personal y praxis de parte del técnico por medio de la herramienta de matriz de hipótesis y posterior, se realizó el análisis de la causa clientes invasivos por medio de la técnica de 5 porqués que dio a conocer el motivo por el cual se da la existencia de los mismos.

Etapas Diseñar

En esta etapa se realizó el diseño de las propuestas de mejora y procesos los cuales Tracklink no mantenía, esto realizado con base al análisis elaborado en las etapas anteriores, se realizaron formularios, un video explicativo del proceso y diagrama de flujo del proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular en dicha compañía.

Etapas Verificar

Finalmente, en la etapa de verificar se generaron mecanismos de control que permitan garantizar el cumplimiento del diseño de las propuestas y de este modo evaluar la efectividad de las mismas.

Cumplimiento de Objetivos del Proyecto

Objetivo General

El objetivo general fue Evaluar los tiempos en la instalación de servicios de monitoreo y seguridad vehicular en Tracklink S.A, a través de la metodología DMADV, para disminuir los atrasos en las instalaciones de al menos un 10% con respecto al estándar.

- **Cumplimiento:** Se evaluaron los tiempos de instalación de los servicios, utilizando la metodología DMADV, en el que durante el análisis realizado en cada etapa se logró identificar las causas clave de los atrasos en las instalaciones. Además, se confirmó el tiempo estándar de las instalaciones en el que permitió brindar un estado de 5,6 instalaciones por día por técnico y se valoró que actualmente Tracklink cuenta con un tiempo estándar de 4 instalaciones por técnico por día, es

decir, queda un total de 1,6 instalaciones por técnico por día que no se utiliza, se realizó el análisis del aumento de las instalaciones y se validó que está a un 29 %, es decir, que el objetivo general se cumple en su totalidad.

Objetivos específicos

1. Analizar la metodología del proceso de instalación del servicio de ControlCar+ mediante la metodología DMADV.

- **Cumplimiento:** Se realizó el análisis de las causas en el proceso de instalación del servicio en los vehículos por medio de las etapas de definir, medir, analizar, diseñar y controlar.

2. Analizar los procesos de instalación mediante análisis de causa raíz para determinar las más críticas.

- **Cumplimiento:** Se identificaron en la etapa de definir por medio de distintas herramientas ingenieriles, las causas críticas en el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.

3. Validar el tiempo estándar actual de la compañía en los procesos de instalación.

- **Cumplimiento:** Se validó el tiempo estándar en la causa de tiempos de instalación en donde se observó que Tracklink contaba con un tiempo estándar de 4 instalaciones por técnico al día como máximo y según el análisis que se realizó cada técnico puede realizar 5,6 instalaciones por día.
- **Diseñar el diagrama de flujo del proceso de instalación y controles para disminuir los atrasos en los servicios de monitoreo.**

Cumplimiento: En la etapa de diseño, se realizaron propuestas de ingreso del diagrama del flujo en el proceso actual y, además, se generaron controles para validar el cumplimiento de las propuestas y evitar los atrasos en las instalaciones.

Conclusión final

El proyecto cumplió con todos los objetivos establecidos, permitiendo no solo identificar las causas raíz de la afectación del proceso en las instalaciones de los dispositivos, sino que también permitió por medio de la metodología DMADV el diseño de herramientas que permiten la mejora en el proceso indicado y a su vez, se obtuvo un tiempo estándar en las instalaciones para beneficio de la compañía.

Recomendaciones

- Mantener un control regulado de los tiempos de instalación de los servicios de seguridad vehicular junto con auditorías para asegurar el cumplimiento de los mismos.
- Revisar el check list de desempeño de las pruebas de cada técnico con el fin de que se de la retroalimentación constante para evitar errores y variabilidad en los tiempos de instalación.
- Validar el cumplimiento de la cantidad de instalaciones de los técnicos por día de modo que permita cumplir, con el tiempo estándar y sacar provecho de las propuestas.
- Verificar el acatamiento del envío del diagrama de flujo y video explicativo del proceso de instalación a los clientes, con el fin de evitar atrasos a los técnicos en el momento del proceso a realizar.
- Realizar nueva toma de tiempos en lapsos de seis meses, con el fin de actualizar la información y mantener el control del tiempo estándar para así evitar variaciones en los mismos.

REFERENCIAS

Libros

Socconini, L., y Escobedo, E. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso*. Valencia, Barcelona.

Fuentes de Internet

Araya Orozco, F. (2006). Diseño de un sistema de control de la calidad en el recibo de materia prima en la empresa Fruta Internacional (Tesis de bachiller). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Asesor de Calidad. (2015). *Herramienta de Planificación: Diagrama de Gantt*. Recuperado de http://asesordecalidad.blogspot.com/2016/12/herramienta-de-planificacion-diagrama.html#.Xu_GzGhKjIU

BBVA. (2024). *ROI: qué es el retorno de la inversión y cuál es su fórmula*. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/roi-que-es-el-retorno-de-la-inversion-y-cual-es-su-formula/>

Digital School. (2023). *Project charter: gestiona tu proyecto con un documento clave*. Recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/project-charter-gestiona-tu-proyecto-con-un-documento-clave-agile-scrum/#:~:text=un%20project%20charter-,Qu%C3%A9%20es%20un%20project%20chartere,de%20constituci%C3%B3n%20de%20un%20proyecto>

Duarte Briceño, M. T. (2011). Análisis de las metodologías para el control de calidad en procesos de manufactura (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

EcuRed contributors. (2011). *Diagrama de Flujo*. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Diagrama_de_Flujo&oldid=804959

EcuRed contributors. (2019). *Diagrama de Pareto*. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Diagrama_de_Pareto&oldid=3488648

EcuRed contributors. (2019). *Hoja de verificación*. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Hoja_de_verificaci%C3%B3n&id=3520381

EcuRed contributors. (2019). *La Hipótesis (método científico)*. Recuperado de [https://www.ecured.cu/index.php?title=La_Hip%C3%B3tesis_\(m%C3%A9todo_cient%C3%ADfico\)&oldid=3525798](https://www.ecured.cu/index.php?title=La_Hip%C3%B3tesis_(m%C3%A9todo_cient%C3%ADfico)&oldid=3525798)

EcuRed contributors. (2023). *Diagrama de Gantt*. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Diagrama_de_Gantt&id=4454984

EcuRed contributors. (2023). *Lluvia de ideas*. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Lluvia_de_ideas&oldid=4420434

EcuRed contributors. (2024). *Diagrama causa efecto*. Recuperado de https://www.ecured.cu/index.php?title=Diagrama_causa_efecto&oldid=2511667

Gómez Rodríguez, A. (2018). *Mejora de procesos logísticos mediante la metodología DMAIC*. (Tesis de grado). Universidad XYZ.

Gutiérrez Torres, J. (2020). *Metodología DMAIC aplicada a la mejora de procesos en el sector de servicios*. (Tesis de grado). Universidad XYZ.

Montenegro Loría, J. C. (2020). *Propuesta de un sistema de gestión de calidad en la empresa Armaduras y Estructuras de Alajuela S.A.* (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Ocampo, J. y Pavón, A. (2014). *Integrando la tecnología DMAIC de seis sigma con la simulación de Eventos Discretos en flexsim*. [PDF]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30038413/RP147-libre.pdf?1390878714=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIntegrando_la_Metodologia_DMAIC_de_Seis.pdf&Expires=1677113209&Signature=YrR4sJscmdJ8bV~Atm9pS~LASHrorprSazgiJ~dS~TteyW2ZYk-Akv4L63brV0E4JAZIBDwWeaTjeopAmTjvDWQe9bVpdrjuPLs4PcPxGZBvksFCd3sHUtBAeE2Ms0WpYqoPxaF5mEg8JLbxuOW9qaEJaOvhPuBu7Mc1FxAEOPNpxGqw9kYNxwCBICKGsHkjIE~7L3g7TJAsDdEI-x2topEvGG2CujQUFwiNNgh-OV2bgbP6YfE65VSGw8nT5ll-SIQKSLUtDSBHOFgnwtCeS1i6re9nb4lto~MzOc9YdYG0LbI00Dv4adt8B4DJKCPREykiElcZDbiDHwG~G3s7g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Pérez García, M. (2017). *Mejora de la eficiencia en proyectos de construcción utilizando la metodología Six Sigma DMAIC*. (Tesis de grado). Universidad XYZ.

Pérez López, E. (2014). Implementación de la metodología DMAIC, Seis Sigma en el envasado de licores en FANAL (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Probabilidad y Estadística (2024). *DMADV* Recuperado de <https://www.probabilidadyestadistica.net/dmadv/>

Project Management Institute, Inc. (2020). *¿Qué es un Project Charter?* Recuperado de <https://www.pmi.org/learning/library/project-charter-template-improving-planning-process-1986>

Psicología y Mente. (s.f.). *Registro anecdótico: qué es y cómo se usa en psicología y educación*. Recuperado de <https://psicologiaymente.com/clinica/registro-anecdótico>

Questionpro. (2023). *Diagrama SIPOC: Qué es y cómo crearlo*. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-sipoc/#:~:text=En%20resumen%2C%20un%20diagrama%20SIPOC,c%C3%B3mo%20se%20relacionan%20estos%20elementos.>

Ramos Fernández, C. (2016). *Optimización de procesos industriales mediante Six Sigma: Un caso práctico en una empresa manufacturera*. (Tesis de grado). Universidad XYZ.

SafetyCulture. (2024). Los 5 porqués: Una poderosa herramienta para resolver problemas. Recuperado de <https://safetyculture.com/es/temas/5-porques/>

Sánchez Martínez, L. (2019). *Implementación de Six Sigma en una empresa de telecomunicaciones: Optimización del tiempo de respuesta en la instalación de servicios*. [Tesis de grado]. Universidad XYZ.

Soporte de Minitab. (2024). *El estadístico de Anderson Darling*. Recuperado de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/the-anderson-darling-statistic/>

SPC Consulting Group. (2013). *Gráficas de control de calidad*. Recuperado de <https://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/>

Teoría General del Sistema. (2010). *Diagramas causales*. Recuperado de <http://teoriageneralsistema.blogspot.com/2010/11/diagramas-causales-un-diagrama-causal.html>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

GPS: sistema de posicionamiento global basado en satélites que brinda ubicaciones.

Arnés de conexión: Conjunto de cables y conectores.

Outsourcing: Práctica de contratar una persona o empresa externa para realizar tareas.

Relay: Interruptor que permite abrir o cerrar un circuito eléctrico.

APÉNDICE 2: PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS

| PROCEDIMIENTO DE SERVICIO BÁSICO DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR | |
|---|--|
| Objetivo | Establecer un procedimiento estandar para la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, garantizando calidad y cumplimiento con los tiempos establecidos |
| Alcance | Aplica a todas las instalaciones de servicio básico realizadas por técnicos en vehículos. |
| Responsables | Técnico instalador. Ejecutar la instalación siguiendo los pasos definidos. Supervisor técnico: Verificar cumplimiento de estándares de calidad. |
| Materiales y herramientas | Equipo GPS + arnés de conexión. Herramientas manuales y eléctricas. |
| Procedimiento | <p>1. Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la orden de trabajo. *Inspeccionar el vehículo. *Tomar fotografías del estado del vehículo. *Desarmar dash del vehículo. <p>2. Instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Identificar punto de conexión según modelo de vehículo. *Conectar el arnés del dispositivo. *Asegurar conexiones eléctricas. *Fijar el dispositivo en ubicación segura. <p>3. Pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Realizar pruebas de emisión de señal. *Verificar que no haya errores eléctricos. <p>5. Cierre del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> *Armar dash del vehículo. *Verificar estado del vehículo. *Completar formulario de instalación. *Registrar el tiempo total de instalación y reportar incidencias. |
| Control y seguimiento | Auditorías aleatorias por parte del supervisor técnico. Registro de tiempos para optimización de procesos. |

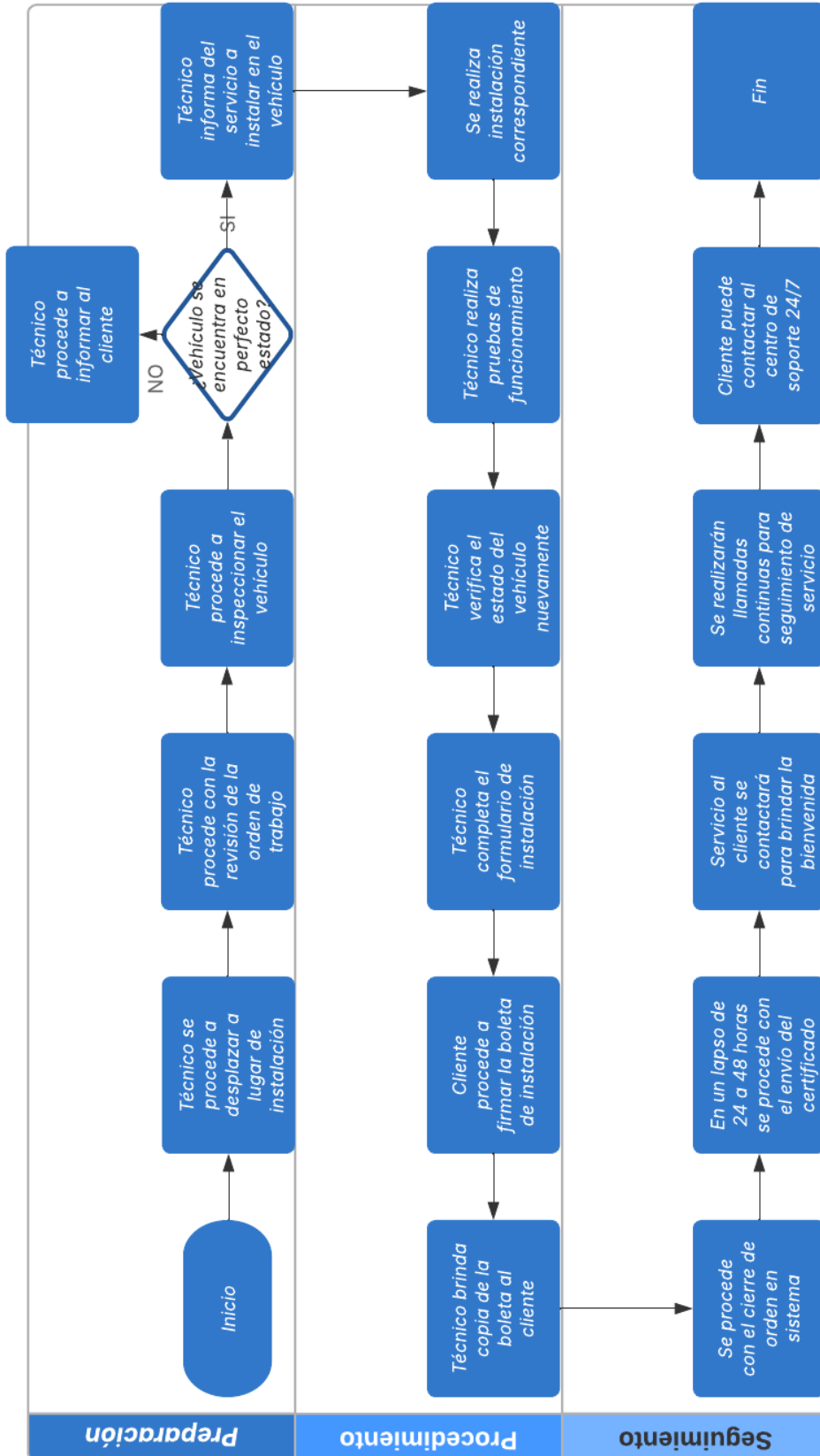
APÉNDICE 3: PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS FULL

| PROCEDIMIENTO DE SERVICIO FULL DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR | |
|--|--|
| Objetivo | Establecer un procedimiento estandar para la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, garantizando calidad y cumplimiento con los tiempos establecidos. |
| Alcance | Aplica a todas las instalaciones de servicio full realizadas por técnicos en vehiculos. |
| Responsables | Técnico instalador. Ejecutar la instalación siguiendo los pasos definidos. Supervisor técnico. Verificar cumplimiento de estándares de calidad. |
| Materiales y herramientas | Equipo GPS + armés de conexión + relay de corte de corriente. Herramientas manuales y eléctricas. |
| Procedimiento | <p>1. Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la orden de trabajo. *Inspeccionar el vehículo. *Tomar fotografías del estado del vehículo. *Desarmar dash del vehículo. <p>2. Instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Identificar punto de conexión según modelo de vehículo. *Conectar el relay de corte de corriente y realizar apertura de puertas. *Asegurar conexiones eléctricas. *Fijar el dispositivo en ubicación segura. <p>3. Pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Realizar pruebas de emisión de señal. *Verificar que no haya errores eléctricos. *Verificar funcionamiento de apagado y apertura de puertas. <p>5. Cierre del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> *Armar dash del vehículo. *Verificar estado del vehículo. *Completar formulario de instalación. *Registrar el tiempo total de instalación y reportar incidencias. |
| Control y seguimiento | Auditorías aleatorias por parte del supervisor técnico. Registro de tiempos para optimización de procesos. |

APÉNDICE 4: PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS PREMIUM

| PROCEDIMIENTO DE SERVICIO PREMIUM DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR | |
|---|---|
| Objetivo | Establecer un procedimiento estandar para la instalación de dispositivos de seguridad vehicular, garantizando calidad y cumplimiento con los tiempos establecidos. |
| Alcance | Aplica a todas las instalaciones de servicio premium realizadas por técnicos en vehículos. |
| Responsables | Técnico instalador: Ejecutar la instalación siguiendo los pasos definidos. Supervisor técnico: Verificar cumplimiento de estándares de calidad. |
| Materiales y herramientas | Equipo GPS + amés de conexión + relay de corte de corriente. Herramientas manuales y eléctricas. |
| Procedimiento | <p>1. Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la orden de trabajo. *Inspeccionar el vehículo. *Tomar fotografías del estado del vehículo. *Desarmar dash del vehículo. <p>2. Instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Identificar punto de conexión según modelo de vehículo. *Conectar el amés del dispositivo. *Conectar el relay de corte de corriente y realizar apertura de puertas. *Instalar el parlante y micrófono del vehículo. *Asegurar conexiones eléctricas. *Fijar el dispositivo en ubicación segura. <p>3. Pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> *Realizar pruebas de emisión de señal *Verificar que no haya errores eléctricos. *Verificar funcionamiento de apagado y apertura de puertas. *Verificar funcionamiento de audio en cabina. <p>5. Cierre del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> *Armar dash del vehículo. *Verificar estado del vehículo. *Completar formulario de instalación. *Registrar el tiempo total de instalación y reportar incidencias. |
| Control y seguimiento | Auditorías aleatorias por parte del supervisor técnico. Registro de tiempos para optimización de procesos. |

APÉNDICE 5: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR



APÉNDICE 6: VIDEO EXPLICATIVO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN

Link: <https://youtu.be/2ob2Qm0-TAU>



APÉNDICE 7: CHECK LIST DE DESEMPEÑO

| Check List de Desempeño - Instalación de Dispositivos de Seguridad | | | |
|---|---|---|----------------------|
| *Técnico evaluado: _____ | | | |
| *Fecha: _____ | | | |
| *Supervisor: _____ | | | |
| *Tipo de servicio: <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Full <input type="checkbox"/> Premium | | | |
| Criterio | <input checked="" type="checkbox"/> Cumple | <input type="checkbox"/> No Cumple | Observaciones |
| Revisión de la orden de trabajo | | | |
| Inspección de vehículo antes de iniciar | | | |
| Toma fotografías del estado del vehículo | | | |
| Desarma dash correctamente | | | |
| Identifica punto de conexión de GPS | | | |
| Conecta el arnés correctamente | | | |
| Coloca comandos y upgrade correctamente | | | |
| Asegura conexiones inalámbricas | | | |
| Fija el dispositivo en lugar seguro | | | |
| Realiza pruebas de emisión de señal | | | |
| Verifica que no hayan errores | | | |
| Verifica funcionamiento de comandos | | | |
| Arma dash del vehículo correctamente | | | |
| Verifica estado correcto del vehículo | | | |
| Completa boleta de instalación | | | |
| Brinda copia de boleta al cliente | | | |

ANEXO 1: NO HAY

En este proyecto no se presenta la inclusión de anexos, ya que la empresa no contaba con documentos, formularios o procedimientos estructurados en relación al tema en estudio, es por esta razón, que el trabajo realiza el diseño e implementación de los procesos y herramientas para mejorar el proceso de instalación de los dispositivos de seguridad vehicular.