

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO**



## **Instalación de la Aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 en Cabina para Telemetría de Vehículos de Carga Pesada.**

Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional

Elaborada por:

Jesús Zamudio Ortiz

Que presenta para obtener el título de:

**INGENIERO EN SISTEMAS AUTOMOTRICES**

Asesor:

MTW Juan Oswaldo López Fuentes

Uriangato, Gto.

Octubre de 2022

# **“Instalación de la Aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 en Cabina para Telemetría de Vehículos de Carga Pesada”**

Elaborada por:

**Jesús Zamudio Ortiz**

Aprobado por. ....

MTW Juan Oswaldo López Fuentes  
Docente de la carrera de Ingeniería En Sistemas Automotrices  
Asesor de la tesis profesional

Revisado por. ....

M.C. Mariano Braulio Sánchez  
Coordinador de la carrera de Ingeniería En Sistemas Automotrices  
Revisor de la tesis profesional

Revisado por. ....

M.C. Pedro Durán Reséndiz  
Docente de la carrera de Ingeniería En Sistemas Automotrices  
Revisor de la tesis profesional



LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto. 18 Septiembre 2017

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

Ing. J. Trinidad Tapia Cruz
Director Académico y de Estudios Profesionales
ITSUR
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Table with 2 columns: Field and Value. Fields include: Nombre de estudiante y/o egresado(a), Carrera, Nombre del proyecto, and Producto.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Handwritten signature of M.C. Mariano Braulio Sánchez

M.C. Mariano Braulio Sánchez
Coordinador de Ingeniería en Sistemas Automotrices
ITSUR

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

Table with 3 columns and 1 row. Each cell contains a signature and name of a reviewer: M.T.W. Juan Oswaldo López Fuentes, M.C. Mariano Braulio Sánchez, and M.C. Pedro Durán Roséndiz.



Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
COORDINACIÓN INGENIERIA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

c c p - Expediente

Julio 2017



Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato  
División de Ingeniería en Sistemas Automotrices

DEPARTAMENTO ACADEMICO	CLAVE:11EIT0002E ISA-EGR-2022/23
---------------------------	-------------------------------------

Uriangato, Guanajuato, 05/octubre/2022

Asunto: Aprobación de impresión de trabajo profesional

**C. ZAMUDIO ORTIZ JESÚS**

**PRESENTE:**

Por medio de este conducto, le comunico a usted que después de haber sido revisado su trabajo bajo la cual se derivó la Monografía Titulada:

**"Instalación de la Aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 en Cabina para Telemetría de Vehículos de Carga Pesada"**

La comisión revisora, ha tenido a bien aprobar la impresión de este trabajo.

**ATENTAMENTE**  
"Excelencia en Educación Tecnológica".  
"Tecnología y Calidad para la Vida"

  
**M.C Mariano Braulio Sánchez**

**Jefe de División de Ingeniería en Sistemas Automotrices**

C.c.p Unidad de Servicios Escolares

C.c.p Coordinación de Ingeniería en Sistemas Automotrices

C.C.p Archivo Consecutivo



Instituto Tecnológico Superior  
del Sur de Guanajuato  
COORDINACION INGENIERIA  
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES



Ave. Educación Superior No. 2000, Col. Benito Juárez, Uriangato, Guanajuato,  
C.P. 38980

Tels. (445) 45 7 74 68 al 71 Ext. \*116, e-mail: [promocion@itsur.edu.mx](mailto:promocion@itsur.edu.mx)

[tecma.mx](http://tecma.mx) | [itsur.edu.mx](http://itsur.edu.mx)



**2022 Flores**  
Ricardo  
Alto de Magón  
PRESENCIA DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

## Tabla de contenido

Capítulo 1 .....	11
Introducción. ....	11
Capítulo 2.....	13
Marco teórico (Antecedentes). ....	13
Capítulo 3.....	18
Planteamiento del problema .....	21
3.1. Identificación. ....	21
3.2. Justificación. ....	21
3.3. Alcance. ....	21
Capítulo 4.....	22
Objetivos .....	22
4.1. Objetivos generales. ....	22
4.2. Objetivos específicos. ....	22
Capítulo 5.....	23
Metodología .....	23
Capítulo 6.....	31
Resultados .....	31
Capítulo 7 .....	51
Análisis de Resultados.....	51
Capítulo 8.....	62
Conclusiones y trabajo a futuro.....	62
Referencias bibliográficas .....	65
Anexos .....	66

## Índice de figuras.

Fig. 1 Símbolos y significado de elementos a usar en un diagrama de flujo o flujograma. [7].....	19
Fig. 2. Elementos que se deben tomar en cuenta para documentar el proceso. ..	23
Fig. 3. Pasos a considerar para la documentación de procesos. ....	24
Fig. 4. Significado de la simbología de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Fuente: propia. ....	31
Fig. 5. Diagrama de flujo de instalación de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Fuede: propia. ....	34
Fig. 6. Diagrama de actividades para sintetizar y analizar proceso. Fuente: propia. ....	43
Fig. 7. Conectores para sensor de combustible, conector para sensores 485 en la parte izquierda y conector para sensores 232 en la parte derecha.....	66
Fig. 8. Arnés relevador y arnés de alimentación para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.....	66
Fig. 9. Fotografía tomada por personal de la empresa para identificar los cables de corriente, corte de motor e ignición de un vehículo Foton Auman 245.....	67
Fig. 10. Fotografía para identificar el cable del claxon en la columna del volante de un vehículo Foton Auman 245.....	67
Fig. 11. Fotografía de sensores de combustible 485 conectados al arnés en cabina para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. ....	68
Fig. 12. Sensor de enganche para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.....	68
Fig. 13. Antenas GSM y GPS para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.....	69
Fig. 14. AMEF del Proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.....	69

## Índice de tablas.

Tabla 1. Criterios de ponderación para calificar la severidad en el AMEF. ....	28
Tabla 2. Criterios de ponderación para calificar la ocurrencia en el AMEF. ....	29
Tabla 3. Criterios de ponderación para calificar la ocurrencia en el AMEF. ....	29
Tabla 4. Tabla de colores de las conexiones para sensores de combustible con conexión 485 y 232. Fuente: propia. ....	38
Tabla 5. Conexiones de los elementos telemáticos con el arnés del equipo. Fuente: propia. ....	39
Tabla 6. Actividades con sus modos de fallo con su grado de severidad. ....	44
Tabla 7. Modos de fallo con sus posibles causas y nivel de ocurrencia. ....	45
Tabla 8. Modos de fallo con sus respectivos controles y grado de detección. ....	46
Tabla 9. Modos de fallo con sus correspondiente NPR. ....	48
Tabla 10. AMEF del proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2- MAG1 hasta el cálculo del primer NPR. ....	48
Tabla 11. Modos de fallo ordenados en valor descendente en base a su NPR. ...	54
Tabla 12. AMEF con acciones correctivas para cada uno de los modos de fallo. Con color rojo, se observan los valores de NPR dentro del rango de valores más alto (400 a 267), de color amarillo, los valores dentro del rango de valores medios (266 a 136) y de color verde en el rango más bajo (135 a 4). ....	59
Tabla 13. AMEF del proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2- MAG1 hasta las acciones correctivas. ....	60

**Título de la tesis:**

Instalación de la Aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 en Cabina para Telemetría de Vehículos de Carga Pesada.

**Resumen y abstract:**

**Resumen.** El presente proyecto de residencias se enfocó a la documentación del proceso de instalación en cabina para vehículos de carga pesada con la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Documentando una de las soluciones telemáticas más completas dentro de la empresa de telemetría Saktësi. Dicha aplicación, consiste en el monitoreo de posición, nivel de combustible, ignición, corte de motor, botón de pánico y enganche de cajas. Con este proceso documentado se pretende dar capacitaciones a nuevo personal dentro de la empresa y estandarizar el proceso de instalación, mejorando su eficiencia e implementar mejoras continuas futuras, sentando las bases dentro de la empresa.

**Abstract.** This residency project focused on the documentation of the installation process in the cabin for heavy-duty vehicles with the Sak-Gal-C2-MAG1. Documenting one of the most complete telematics solutions within the Saktësi telemetry company. Said application consists of position monitoring, fuel level, ignition, engine cut-off, panic button and box coupling. With this documented process, it is intended to train new personnel within the company and standardize the installation process, improving its efficiency and implementing future continuous improvements, laying the foundations within the company.

**Palabras claves (keywords)**

*AMEF, arnés, botón de pánico, cabina, corriente general, empatar, diagramas de flujo, equipo de rastreo, GPS, Sak-Gal-C2-MAG1, telemáticos y tierra general.*



## **Agradecimientos.**

Este proyecto fue posible gracias al apoyo de diversas personas que han fungido de manera directa e indirecta a lo largo del desarrollo de esta tesis, por lo que quiero dar mi cordial agradecimiento:

Al personal docente del Instituto Tecnológico Superior Del Sur De Guanajuato involucrado en el proyecto, quiero agradecer de la manera más atenta por colaborar en mi formación profesional como Ingeniero En Sistemas Automotrices. En especial al M.C. Mariano Braulio Sánchez, como revisor y coordinador de la carrera, al M.C. Pedro Durán Reséndiz como revisor de tesis y al MTW Juan Oswaldo López Fuentes, quien fungió como asesor de tesis durante este último proceso. Siendo las guías en este último escalón de mi vida académica.

A su vez, estoy agradecido con todos los docentes de la coordinación de Ingeniería En Sistemas Automotrices e Ingeniería Electrónica, que, a lo largo de mis estudios profesionales, fueron un pilar fundamental para mi formación, haciendo mención especial al Dr. José Eduardo Eli Durán, Lic. Melissa Torres Rangel, Dr. Carlos Alberto Fuentes e Ing. Rogelio Orozco. Agradezco de antemano que hayan formado parte de mi educación profesional. Son unos excelentes docentes y una inspiración como profesionistas exitosos, mi mayor admiración por estos profesores con verdadera vocación.

Finalmente, quiero hacer mención al personal directivo de la empresa Saktësi de S. de R.L. de C.V. por permitirme realizar mis residencias profesionales dentro de su empresa y desarrollar mi tesis. En especial agradecimiento al personal técnico del área de operaciones por fungir como colaboradores en el proceso de aprendizaje en la instalación de equipo de telemetría. Fue muy grato colaborar con personal tan capacitado en su área de especialidad, siempre hay algo nuevo que aprender dentro de cada una de las diferentes áreas de la empresa.

## **Dedicatoria.**

Culminar el nivel superior, es uno de los caminos más complicados y más anhelados en esta vida, afortunadamente, he tenido la oportunidad de lograr este objetivo y sentirme realizado de manera profesional. Fueron días de mucho esfuerzo y dedicación a lo largo mis estudios de Ingeniería en Sistemas Automotrices. Sin embargo, todo esto no sería posible sin ciertas personas que me dieron todo su apoyo y esfuerzo a lo largo de este camino, sin ellos no hubiera podido lograr todo esto que es una realidad. Por dicho motivo, este trabajo está dedicado a:

A mi familia, en especial a mis padres J. Jesús Rigoberto Zamudio Sánchez y Ana Bertha Ortiz Guzmán, que, gracias a su esfuerzo y gran labor para apoyarme e impulsarme a salir adelante, desde el día en que nací, por ellos ha sido posible culminar esta etapa, son una parte muy fundamental en mi vida. Gracias a mi familia, estoy en el lugar que me encuentro; mis padres son mi ejemplo a seguir y estoy profundamente agradecido por todo lo que han hecho y harán por mí.

De todo corazón, a mi compañera de vida, Raquel Azeneth Herrejón Flores, por darme su apoyo incondicional, alentarme a superarme personal y profesionalmente, sé que se siente tan orgullosa de mi como yo de ella. Agradezco infinitamente coincidir con ella en esta vida y de todo corazón, anhelo que cumpla cada uno de sus sueños, que yo voy a estar siempre dándole todo mi apoyo. Muchas gracias por estar siempre a mi lado, eres mi motivación día a día, te amo mi amor.

Finalmente, también, quiero dedicar este trabajo a todos los profesores que han formado parte de mi educación, que verlos realizados como profesionistas son una inspiración personal para cumplir todas nuestras metas. Gracias por aportar su conocimiento y su tiempo en mi formación académica, mis mejores deseos; son todo un ejemplo a seguir.

## **Capítulo 1**

### **Introducción.**

La telemetría tiene grandes aplicaciones en el mundo moderno, el hecho de medir magnitudes, cantidades y rastreo a distancia es de suma importancia en el área de logística de las grandes empresas. Una de las aplicaciones más comunes de la telemetría es la instalación de equipos de localización y rastreo (*GPS*) en vehículos de transporte de carga pesada y transporte de pasajeros. Que gracias a este tipo de tecnologías permite al área de logística conocer la ubicación exacta y ruta de las unidades en tiempo real en su panel o plataforma de control. Además, de que, de manera remota, pueden conocer diversos parámetros del vehículo, como: nivel de combustible, velocidad a la que se encuentra en movimiento, nivel de líquidos, temperatura del motor, apertura de puertas y entre otros. Todo esto gracias equipos de telemetría que se instalan dentro del vehículo para leer, interpretar y enviar dichos parámetros. Las capacidades de funcionamiento de estos equipos, van desde un rastreo básico (*GPS*), hasta tener equipos que permiten analizar los datos de la computadora del vehículo, la lectura de señal de diversos sensores y dispositivos (de nivel de combustible, apertura, temperatura, cámaras, etc.) demandados.

La empresa Saktësi, es una empresa de telemetría que se encarga de proveer soluciones telemáticas en vehículos, medios de transporte a diversas empresas con el fin de aportar apoyo para la toma de decisiones en situaciones críticas y/o de costos que el cliente demande. Además, se encarga de instalar aplicaciones con un servicio muy básico, hasta aplicaciones más complejas como las que se han mencionado anteriormente.

Sin embargo, la empresa no tiene documentados sus procesos de instalación, es por ello que este trabajo consiste en documentar el servicio más completo de rastreo aplicado en vehículos de carga pesada, la aplicación denominada Sak-Gal-C2-

MAG1. Cuyo propósito tiene el rastreo y posicionamiento de la unidad, medición del nivel de combustible en tanques, sensor magnético de enganche de carga y botón de pánico. Dentro de este documento se incluyen algunas explicaciones de cuáles, como y donde se encuentran los cables que el técnico en cabina debe de utilizar para la instalación de esta aplicación. Así como los cables del arnés con los que va conectada cada cable de la unidad. Para no crear mucha confusión, hay que aclarar, que, dentro de la empresa, cuando se habla de algún coche, automóvil o vehículo, a este se le denomina como “unidad”, entonces al estar hablando de una unidad, se refiere al vehículo al cual se realiza algún tipo de servicio.

Por otro lado, cuando se habla del dispositivo que se instala y se encarga de leer los datos del sensor, comunicar el posicionamiento del vehículo, se le denomina como “equipo de rastreo” o simplemente como “equipo”. Es importante que el lector al encontrarse con estos conceptos dentro del documento identifique a que se refieren para no causar confusión.

Complementando la parte de la documentación de este proceso, se ha desarrollado un AMEF, hasta la parte de las acciones propuestas para que cuando la empresa lo considere conveniente las aplique dentro de su proceso. Siendo de gran ayuda, pues en estos momentos, se encuentra en constante crecimiento, actualmente, está por proveer de sus servicios telemáticos en Perú, a una empresa del sector privado que le ha abierto sus puertas para aprovechar estos servicios ofertados. Por ende, Saktësi, deberá de contar y capacitar al personal técnico calificado para que se desarrolle en el país sudamericano con la misma eficiencia como lo hace el equipo técnico de la ciudad de León, Gto. y en el Norte del país en su sede de Monterrey, N.L. Denominando entonces la: ACTIVACIÓN MTY-PERÚ, que le permite a la empresa mexicana buscar nuevas relaciones con clientes de distintas zonas del continente y llevando en alto el nombre de la compañía a nivel internacional. Es un hecho que Saktësi ha demostrado a lo largo de su historia, ser un ejemplo de superación y constante esfuerzo de grandes emprendedores Guanajuatenses.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico (Antecedentes).**

#### **Telemetría.**

Es un sistema que permite la monitorización, mediación y rastreo de magnitudes físicas o químicas a través de datos que son transferidos a una central de control y se realiza normalmente mediante comunicación inalámbrica, pero también se puede realizar a través de otros medios como: teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, entre otros.

El objetivo de la telemetría es medir magnitudes físicas o químicas, conocer los estados de los procesos y sistema, así como controlar de manera remota el funcionamiento, corregir los errores y enviar la información recabada hacia un sistema de información para su uso y provecho. [1]

El sistema de telemetría funciona con un transductor como dispositivo de entrada, un medio de transmisor en forma de líneas de cable u ondas, procesamiento de señales, dispositivo de grabación o visualización de datos. El transductor tiene como principal función convertir la magnitud física o química como: la temperatura, presión, vibraciones, voltaje, en una señal eléctrica, que es transmitida a distancia a efecto de ser registrada y medida. [1]

#### **Activación MTY-PERÚ.**

Saktësi, es una de las empresas de telemetría más reconocidas en el estado de Guanajuato y originaria del mismo. Su sede principal radica en la ciudad de León, Gto. donde se realizan diversos servicios de telemetría para diversas empresas privadas del país, a su vez, cuenta con una sede en la ciudad de Monterrey, Nuevo

León. Lugar donde también se realizan servicios de instalación y mantenimiento de equipos de telemetría.

Actualmente, el equipo técnico ha hecho instalaciones en la ciudad de Lima, Perú. Abriendo las puertas de Saktësi hacia un panorama internacional, donde a futuro, se planea fundar una de las sedes para proveer de los servicios telemáticos que se ofrecen, teniendo con ello la ACTIVACIÓN MTY-PERÚ, dando realce a las nuevas oportunidades que cuenta en el Norte de México y en el Sur del continente americano. Siendo un claro ejemplo de una joven empresa en crecimiento. Aunado a esto, el proyecto contempla la participación de su equipo técnico para realización de servicios en las zonas ya mencionadas. (Fuente propia)

### **Análisis del Modo Efecto y Fallas (AMEF).**

Se define como un procedimiento para la detección de riesgos a partir del análisis de fallas potenciales, lo que permite la implementación de acciones que eviten que las fallas se presenten y se mejore la calidad. [2]

El implementar un AMEF permite: aumentar la efectividad de los procesos, reducir los costos de mantenimiento y los asociados a los errores, mejorar la satisfacción del cliente y etc. Además, según el enfoque de aplicación existen diferentes tipos de AMEF que son:

- AMEF de Sistema (SFMEA)
- AMEF de Diseño (DFMEA)
- AMEF de Proceso (PFMEA)

Sin embargo, no existen etapas definidas para realizar un AMEF y varía según el autor, pero todas se basan en lo mismo y conducen a lo mismo. Para realizar este análisis, solo se requiere voluntad para ser utilizado y se debe de actualizar de

manera dinámica, por lo que no existe un momento específico para hacer un AMEF. A continuación, se presentan algunos ejemplos en los que se puede aplicar:

- Implementación de sistemas de gestión que requieren análisis de riesgos.
- Por requerimientos de los clientes, por ejemplo, cuando necesitan que se garantice la continuidad de un servicio.
- Diseño de nuevos productos, servicios, procesos o software.
- Reiterados errores en un proceso de producción o prestación de un servicio.
- Programas de mantenimiento.
- Documentación de procesos.

### **Proceso de servicio de instalación de equipo de telemetría en el departamento de operaciones técnicas de Saktësi.**

El proceso de instalación de equipo de telemetría con lleva diversas actividades que se deben de llevar a cabo dentro de la empresa, que van desde la programación de la unidad del servicio que se le va a realizar hasta su entrega con el responsable.

No obstante, el servicio de instalación de equipo de telemetría conlleva la aplicación de diversos dispositivos de rastreo con capacidades para adquisición y procesamiento de datos distintos. Puesto que hay equipos de telemetría muy sencillos que son empleados para una o dos aplicaciones específicas, en cambio, otros tienen la capacidad de procesar una mayor cantidad de datos al mismo tiempo y se emplean para servicios de telemetría con un mayor número de requerimientos por parte del cliente. Dichos requerimientos van desde el rastreo vía satelital, detección de nivel de combustible, detección de encendido y apagado de la unida (detección de ignición), apagado y encendido de motor de manera remota, sensores de enganche y de apertura de puertas, botón de pánico y entre otros.

Cabe mencionar que todas estas actividades se realizan en el departamento de Operaciones Técnicas, donde el personal se encarga desde la programación y configuración de equipos de telemetría hasta la instalación y pruebas de funcionamiento. A su vez, también se encarga del mantenimiento, que parte de la actualización constante del equipo o dispositivos de telemetría y la corrección de fallas y daños físicos en el sistema.

### **Sensor magnético de apertura.**

El sensor magnético es un elemento que consta de una capsula conteniendo un par de contactos metálicos en su interior y un par de terminales que permiten acceder a conectarlo. Normalmente, estos contactos, están eléctricamente aislados el uno del otro, pero cuando un campo magnético de la magnitud adecuada se acerca, estos contactos se cierran. Y el encapsulado con imán es simplemente un material magnetizado que se instala en la parte móvil de la abertura. Por otro lado, el encapsulado con el switch se instala en el marco de la abertura de modo que cuando esta última está cerrada, el imán este lo suficientemente cerca para mantener cerrados los contactos. Cuando la puerta se abra, el campo magnético del imán cesará de accionar los contactos, que al estar conectados informan la existencia de un evento de apertura. [3]

### **Sensor capacitivo para medir el nivel de combustible.**

Este tipo de sensor se instala dentro del tanque a través de una perforación en la parte superior. Cuenta con dos tuberías separadas entre sí, una interna y otra externa. Al entrar en contacto con el combustible, este actúa como dieléctrico. De tal forma que, a través de una variación de tensión entre las dos tuberías, refleja el valor correspondiente, para que la información sea entendible es necesario realizar



una calibración previa con la técnica de muestreo, en la cual se configuran los valores porcentuales que ocupa cada porción de combustible en el tanque. [4]

### **Botón de pánico.**

El botón del pánico es un complemento de un sistema de alarmas que consiste en un dispositivo que permite, con tan solo pulsarlo, notificar de una emergencia y es capaz de emitir una señal silenciosa. En ocasiones, es suficiente con tan solo pulsar un botón, mientras otras es necesario teclear un código. Y su ventaja principal, consiste en obtener asistencia cuando se detecta cualquier sospecha de intrusismo y es fácil de camuflarlo en el entorno donde se instale. [5]

### **Documentación de procesos.**

La documentación de procesos es un documento interno activo que registra en detalle las tareas y pasos necesarios para lanzar un proceso nuevo. [6]

La documentación de procesos optimiza los procesos en curso, pues es una hoja de ruta para los miembros del equipo, ya que ayuda a establecer de forma clara los pasos necesarios para crear un proceso nuevo y sirve como una fuente de referencias para consultar al momento de hacer algo. Las fases para la documentación de procesos son:

1. Determinar el alcance del proceso.
2. Definir los límites del proceso.
3. Determinar las entradas y salidas del proceso.

4. Identificar los pasos del proceso.
5. Asignar los roles en el proyecto.
6. Crear un diagrama de flujo del proceso.
7. Indicar las excepciones del flujo del proceso.
8. Poner a prueba el proceso.

### **Diagrama de flujo.**

Es una representación gráfica de un proceso, donde cada paso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción. Los símbolos gráficos están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso. Gracias a esto se ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso, mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás. [7]

En la ilustración siguiente, se muestra la simbología implementada en la realización de los diagramas de flujo. Tal como se observa, cada uno de los símbolos, son figuras simples que permiten interpretar de la manera más simple el proceso.

Además, este tipo de diagramas, expresan el flujo de la información y de los materiales, las derivaciones del proceso, el número de pasos y las operaciones interdepartamentales. Por otro lado, esta herramienta es la base para operar mejoras en el futuro. Al igual que facilita la selección de indicadores de proceso, indispensables para efectuar su control y evaluar su rendimiento y eficacia. Algunos de los beneficios de implementar un diagrama de flujo son los siguientes:

- Visión transparente del proceso.

- Define límites del proceso.
- Estimula el pensamiento analítico.
- Es un método de comunicación eficaz.
- Colabora a establecer el valor agregado.
- Es una referencia para establecer mecanismos de control.
- Mejora tiempos y costos.











SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	<b>Terminal:</b> Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		<b>Actividad:</b> Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.
	<b>Decisión:</b> Señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo "Sí" – "No".		<b>Documento:</b> Documento utilizado en el proceso.
	<b>Multidocumento:</b> Refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		<b>Inspección / Firma:</b> Aplicado en aquellas acciones que requieren de supervisión.
	<b>Conector de un Proceso:</b> Conexión o enlace con otro proceso, en el que continúa el diagrama de flujo. Por ejemplo, un subproceso.		<b>Archivo:</b> Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento o expediente.
	<b>Base de Datos:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de Flujo:</b> Indica el sentido del flujo del proceso.

Fig. 1 Símbolos y significado de elementos a usar en un diagrama de flujo o flujograma. [7]

**GPS.**

El GPS, o sistema de posicionamiento global, es un sistema de navegación global por satélite que proporciona información relativa a ubicación, velocidad y sincronización horaria. [8]

No obstante, las empresas de logística implementan sistemas telemáticos para mejorar la productividad y la seguridad, por ejemplo, la geolocalización de camiones

u otras unidades, puede usarse para mejorar la optimización de rutas, la eficiencia del combustible, la seguridad del conductor y el cumplimiento normativo. Sin embargo, la precisión de un dispositivo, depende el número de satélites disponibles, la ionósfera y el entorno urbano. A continuación, se enlistan algunas de las causas que afectan en la precisión del GPS:

- Obstrucciones físicas, como montañas, edificios, árboles y estructuras.
- Efectos atmosféricos, como las tormentas, tormentas solares y retrasos ionosféricos y lluvias.
- Interferencias artificiales como interferencia intencionada o suplantación.

## Capítulo 3

### Planteamiento del problema

- 3.1. Identificación.** Uno de los servicios técnicos más concurridos en la empresa de telemetría Saktësi y que se han de implementar en la ACTIVACIÓN MTY-PERÚ, es la instalación de equipo de telemetría en cabina de tracto camiones o unidades de carga pesada, con la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Qué consiste en la instalación de un equipo de rastreo, sensores para la lectura del nivel de combustible en tanques, sensor magnético para el enganche de cajas y botón de pánico. Sin embargo, la empresa cuenta con nula documentación de dicho proceso, es por ello que, en este trabajo, se procede a la documentación del proceso de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.
- 3.2. Justificación.** El hecho de tener el proceso documentado a implementar, permite estandarizar el proceso de instalación del equipo de telemetría y con ello: eliminar errores, reducir tiempos, mejorar la eficiencia en el proceso de instalación y realizar mejoras continuas futuras para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Además, de que el nuevo personal que ingrese a laborar dentro de la empresa, tenga las bases necesarias para desempeñar dicha actividad y evitar la ambigüedad en las labores del proceso.
- 3.3. Alcance.** Esta tesis se enfocará a la documentación del proceso de instalación de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 en cabina de unidades o camiones de carga pesada, posteriormente, una vez documentado el proceso, este se analiza y se implementa la herramienta AMEF, para identificar áreas de oportunidades e implementar mejoras en el proceso o acciones correctivas planteadas en un futuro por parte de la empresa.

## **Capítulo 4**

### **Objetivos**

#### **4.1. Objetivo general.**

- Documentar para estandarizar el proceso de instalación en cabina de vehículos de carga pesada con la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 de equipo de telemetría para el rastreo del vehículo, monitoreo del nivel de combustible de los tanques piloto y copiloto, monitoreo de enganche y botón de pánico.

#### **4.2. Objetivos específicos.**

- Desarrollar un diagrama de flujo que sintetice el proceso de instalación en cabina para vehículos de carga pesada de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 de equipo de telemetría, basados en los elementos de representación de diagramas de flujo dentro de un proceso industrial.
- Emplear la documentación del proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 para la capacitación del nuevo personal que llegue a laborar dentro de la empresa, sintetizando y simplificando la información por escrito para su mejor comprensión.
- Desarrollar un AMEF para el análisis del proceso implementado y proponer las mejoras correspondientes, aplicadas en un futuro por la empresa, basado en la metodología general para el desarrollo de dicha herramienta.

## Capítulo 5

### Metodología

#### Metodología para la documentación de procesos.

La metodología para la documentación del proceso de instalación de equipo de telemetría en cabina tiene como propósito resumir las actividades del proceso, para con ello, evitar inconvenientes en las operaciones y contar con una guía con la que el personal pueda referenciarse con el proceso. Con ello, contar con uniformidad dentro de las actividades, facilitando el monitoreo y supervisión de la mismas. Los elementos con que se deben de tomar en consideración para documentar el proceso de la manera más completa son los que se muestran en el diagrama siguiente.

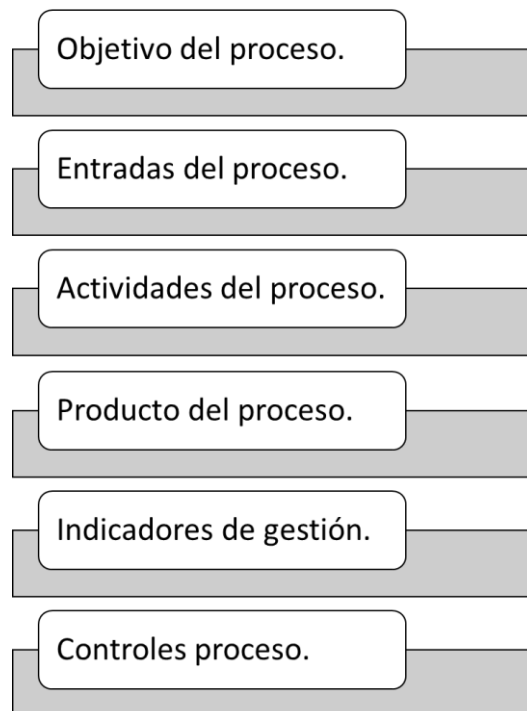


Fig. 2. Elementos que se deben tomar en cuenta para documentar el proceso.

Los pasos a considerar para la documentación de procesos se mencionan en el siguiente diagrama (Fig. 3) y en la parte de debajo se explican a detalle.

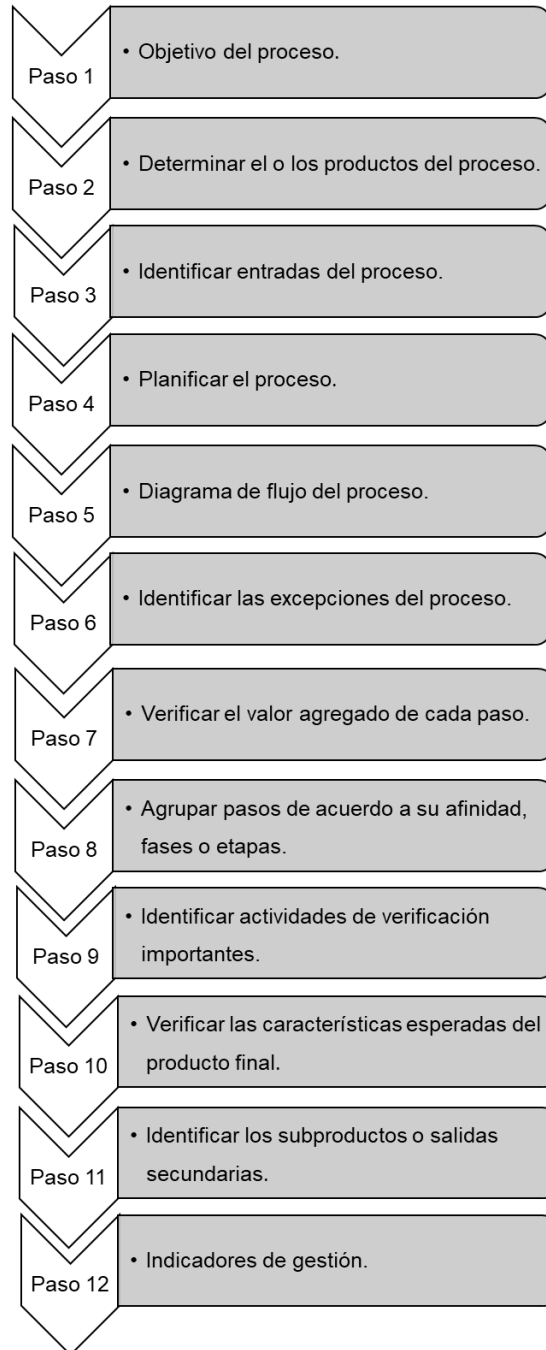


Fig. 3. Pasos a considerar para la documentación de procesos.



1. **Objetivo del proceso.** Plantear cual es la finalidad de desarrollar y aplicar dicho proceso dentro de la empresa. Es muy importante contar con objetivos bien definidos para que el personal sea consciente de la importancia de la labor que ha de realizar.
2. **Determinar el o los productos del proceso.** Aquí, se plantea el resultado esperado en el proceso y se explica cómo es que funciona y que función tiene en base al objetivo planteado anteriormente, en sí, se da a conocer la finalidad principal de todo el proceso y se concreta el resultado al que se desea llegar.
3. **Identificar entradas del proceso.** En esta parte se dan a conocer los recursos y los materiales necesarios que se requieren para llevar a cabo el proceso.
4. **Planificar el proceso.** Comienza a planificar se manera general el proceso y se contemplan todos los elementos que se involucran para que este se lleve a cabo.
5. **Diagrama de flujo del proceso.** De manera esquemática se sintetizan todas las actividades pertinentes que son necesarias para que se desarrolle el proceso, simplemente darlas a conocer.
6. **Identificar las excepciones del proceso.** En esta parte se explican de manera detallada cada uno de los pasos del diagrama de flujo que forman parte del proceso. Es importante buscar ser lo más específico y claro posible para evitar ambigüedades en el proceso.

7. **Verificar el valor agregado de cada paso.** En este apartado se deben de analizar cada una de las actividades que son relevantes en el proceso, pueden ser sustituidas por otra más simple o pueden llegar a ser eliminadas, buscado hacer el proceso lo más simple posible.
8. **Agrupar pasos de acuerdo a su afinidad, en fases o etapas.** Se deben de analizar cada uno de los pasos que hay dentro del proceso y si alguno de los pasos resulta muy complicado o largo, se tiene que subdividir en una secuencia más. Con el propósito de hacer el proceso lo más simple y entendible posible.
9. **Identificar las actividades de verificación importantes.** Identificar aquellas actividades clave que tienen mayor realce y requieren ser revisadas con mayor relevancia para que el proceso cumpla con sus especificaciones.
10. **Verificar las características esperadas del producto final.** Se analiza que cada una de las actividades cumpla con el propósito pertinente de lograr el objetivo del proceso, de lo contrario habrá que modificar dicha actividad.
11. **Identificar los subproductos o salidas secundarias.** Se analizan las posibles actividades o servicios posteriores al término del proceso que llega a requerir el cliente.
12. **Indicadores de gestión.** En esta parte de desarrollan las pautas que nos indican si el proceso desarrollado cumple con los objetivos planteados en primera instancia, para con ello crear controles en el proceso.

### **Metodología para el desarrollo de un AMEF.**

La metodología implementada para el desarrollo de un AMEF aplicada en el proyecto, está basada en la metodología del autor Betancourt en su publicación del 27 de Julio del 2020 “*Cómo hacer un Análisis del Modo y Efecto de Fallas AMEF*” en la página Ingenio Empresa. Los pasos para desarrollar el AMEF, son los siguientes:

1. **Objeto de aplicación e información previa.** Recopilación de información de las actividades que se realizan en caso de ser un proceso o producto, o las partes en caso de que sea un sistema. En este caso es la información sobre el proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. La información se recopila en base a la observación del proceso con el personal técnico.
2. **Conformación del equipo.** Es necesario contar con un o equipo que tenga conocimiento del objeto de aplicación, es recomendable colaborar con el personal más involucrado dentro del proceso.
3. **Descripción de las actividades.** En esta parte se secciona el proceso en actividades básicas, para con ello, encontrar los posibles errores o modos de fallo involucrados dentro del proceso.
4. **Detección de los modos de fallo.** Lo que se debe de hacer es detectar los errores o modos de fallo que se pueden llegar a presentar al realizar cada una de las actividades dentro del proceso.
5. **Determinación los efectos de los modos de fallo.** Se hace referencia a las consecuencias que hay dentro de los modos de fallo en el proceso.

6. **Calificación de la severidad.** Se refiere a la gravedad que tiene los modos de fallo dentro del proceso y se clasifica en una escala de 1 a 10, siendo 1 insignificante y 10 catastrófico. Con ello, la siguiente tabla de severidad te orientar para asignar la ponderación correspondiente:

Tabla 1. Criterios de ponderación para calificar la severidad en el AMEF.

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja	No es razonable esperar a que el fallo origine un efecto de mayor gravedad en el proceso.	1
Baja	Origina un pequeño inconveniente.	2-3
Moderada	El fallo produce cierta insatisfacción en el proceso.	4-6
Alta	El fallo es crítico y se puede ver inutilizado en el sistema, produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy alta	Es un fallo muy crítico, afecta el funcionamiento o seguridad en el proceso, e incumple seriamente los lineamientos de la empresa.	9-10

7. **Determinación de las causas.** Para cada una los modos de fallo se determinan las causas que la generan, con ello se encuentran las causas que presentan los riesgos potenciales, será más probable que la actividad genere buenos resultados.
8. **Calificación de la ocurrencia.** Es la frecuencia con que ocurra el modo de fallo. Al igual que la severidad, la ocurrencia se suele clasificar en una escala del 1 al 10, siendo 1 muy improbable y 10 inevitable. [2]

La tabla siguiente es una herramienta ponderar de manera correcta la ocurrencia de los modos de fallo.

Tabla 2. Criterios de ponderación para calificar la ocurrencia en el AMEF.

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos ni se ha dado nunca, pero es concebible.	1

Gravedad	Criterio	Valor
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperado, pero es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Aparece ocasionalmente en el proceso o sistema.	4-6
Alta	Se presenta con cierta frecuencia en procesos similares o previos que han fallado.	7-8
Muy alta	Es imposible de que el fallo se presente en el proceso.	9-10

**9. Identificar los controles.** Son los procedimientos, acciones, mecanismos o pruebas que se emplean para evitar que las fallas se generen y lleguen al cliente o a procesos cliente. Los controles pueden estar dirigidos a: detectar el fallo después de ocurrido, pero antes de que llegue al cliente, evitar que la causa se genere y reducir la probabilidad de que la causa ocurra.

**10. Calificación del grado de detección del control.** En esta parte se estima qué tan bien los controles pueden detectar una causa o su modo de falla después de ser generada pero antes de que llegue al cliente. También se califica en una escala que va de 1 a 10, siendo 1 un control en el que se tiene certeza de que se detectará la falla y 10 un control con certeza de que NO se detectará. Para su ponderación se emplea la siguiente tabla guía.

11. Tabla 3. Criterios de ponderación para calificar la ocurrencia en el AMEF.

Gravedad	Criterio	Valor
Muy alta	Es más que obvio y es imposible no detectar el defecto.	1
Alta	Aunque el defecto es obvio, se puede llegar a escapar en un primer control, pero puede ser detectado con toda certeza.	2-3
Mediana	El posible que pase desapercibido y se detecte en la parte final del sistema.	4-6
Pequeña.	El difícil detectar el defecto en los parámetros establecidos.	7-8
Muy alta	El defecto no se detecta durante el proceso, hasta que llega a manos del cliente.	9-10

**12. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR).** Se obtiene al multiplicar el grado de severidad, ocurrencia y detección, la fórmula es la siguiente:

$$NPR = Severidad * Ocurrencia * Detección$$

**13. Toma de Acciones.** Este último paso consiste en la toma de acciones dirigidas a cambiar el diseño o proceso en aras de reducir la severidad o la ocurrencia. También pueden ser controles adicionales para aumentar el grado de detección. Dicho de otra forma, las acciones pueden enfocarse en las fallas, las causas o los controles. [2]

**14. El nuevo NPR.** Cada vez que se implementa una acción, es conveniente calcular el nuevo NPR para determinar si la acción fue eficaz. Decimos que una acción ha sido eficaz cuando se logra el resultado por el cual se apertura. Por lo tanto, si el NPR se reduce, la acción es eficaz. [2]

## Capítulo 6

### Resultados

#### Instalación de equipo de telemetría con Sak-Gal-C2-MAG1 en cabina.

El servicio de instalación en cabina de sensores de combustible, sensor de enganche y botón de pánico, son unas de las aplicaciones más solicitadas por los clientes dentro de la empresa. Regularmente este tipo de aplicaciones son instaladas en tracto camiones y vehículos de carga pesada. Los equipos de telemetría y trasteo ofrecidos son variados, opta por el más conveniente en base a sus necesidades y presupuesto. El proceso de instalación Sak-Gal-C2-MAG1 es uno de ellos y consiste en la instalación de equipo de telemetría con dos sensores de combustible, un sensor magnético de enganche y botón de pánico.

Por otro lado, el significado del nombre Sak-Gal-C2-MAG1, “Sak” se refiera a Saktësi (nombre de la empresa). “Gal”, al tipo de equipo de rastreo implementado, que por cuestiones de confidencialidad así es como se designa al modelo usado. La letra “C” se refiera a los sensores de combustible y el número a la derecha al número de sensores de combustible. De igual manera, “MAG”, hace referencia al sensor magnético de enganche y el número a la derecha a que solamente es un sensor. Tal como se describe en la imagen de la parte de abajo.

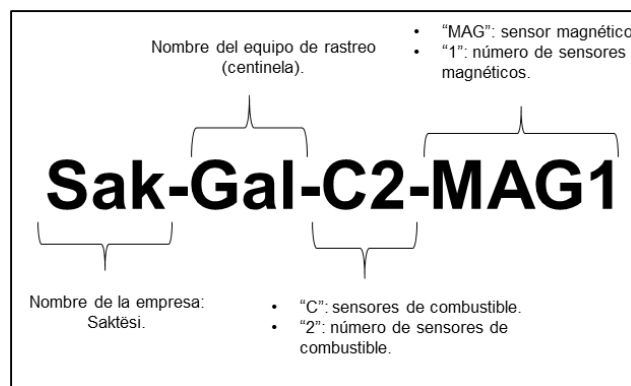


Fig. 4. Significado de la simbología de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Fuente: propia.

### **Objetivo.**

Instalar en cabina un sistema de telemetría capaz de proporcionar información relacionada con la ubicación (*GPS*), nivel de combustible en tanques, enganche de la unidad y botón de pánico conforme a los protocolos del servicio de instalación dentro de la empresa.

### **Producto o servicio proporcionado.**

Instalación de equipo de rastreo en cabina con conexiones para: la lectura de dos sensores de combustible (para tanques piloto y copiloto), un sensor magnético de enganche de carga y botón de pánico.

### **Materiales a usar.**

- Equipo de rastreo Gal con SIM.
- Arnés de alimentación de equipo Gal.
- Arnés relevador de equipo Gal.
- Extensores para arnés.
- 1.5m de cable rojo de calibre 18 para la corriente general.
- 1.5m de cable negro de calibre 18 para la tierra con terminal de ojillo 5/16".
- 1.5m de cable café para el claxon.
- 3.0m de cable azul de calibre 18 para el corte de motor o ignición.
- Termos 1/8", 1/16".
- Cinchos de 360x3.5mm, 360x4.5mm, 200x3.5mm.
- Cinta de aislar.
- Interruptor de cola de rata para botón de pánico.
- Broca pija de 3/8".
- Encendedor.
- Bota grapas.
- Destornilladores (cruz, plano, torx).
- Pinzas de corte.



- Pinzas peladoras.
- Pinzas ponchadoras.
- Pinzas de punta.
- Fusible con porta fusible de pastilla de 3A.
- Encendedor.
- Probador de corriente de 12-24V.
- Taladro con copa de 3/8".
- Conectores rápidos macho y hembra tipo cocodrilo.
- Lámpara de minero.

Proceso de instalación.

El proceso de instalación del equipo de rastreo se sintetiza en el siguiente diagrama de flujo que se muestra a continuación, donde se observa que se parte desde el proceso de abrir el vehículo, cerrarla y terminar el proceso.

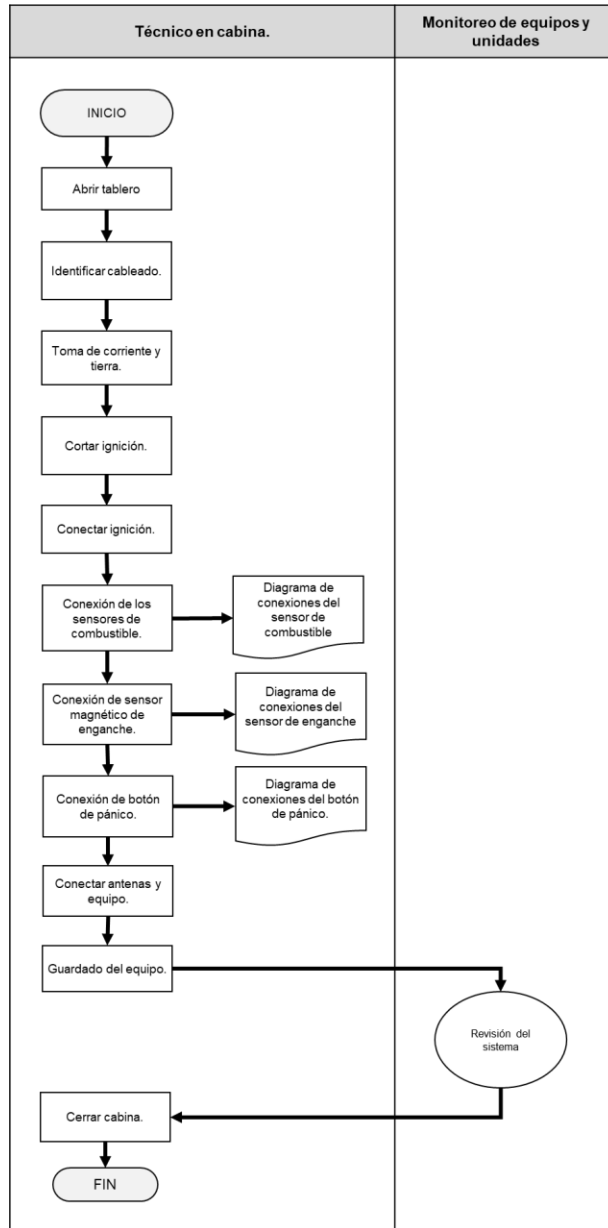


Fig. 5. Diagrama de flujo de instalación de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Fuente: propia.

Las actividades clave del proceso de instalación de equipo en cabina con sensores de combustibles y sensor magnético se definen y se explican de la siguiente manera.

**1. Abrir tablero.** El primer paso a realizar para el proceso de instalación de equipo de telemetría en cabina es abrir el tablero de la unidad, ubicando las posibles zonas donde se puede guardar y ocultar el equipo y sus conexiones, así como tener el espacio necesario para poder realizar las conexiones de la manera más cómoda posible. Se requiere del uso de bota grapas y destornilladores, para así, desprender las molduras y piezas de la cabina necesarias para poder observar y manipular los cables para realizar las conexiones en el arnés del equipo.

Comúnmente, las zonas que siempre se deben de destapar son: el switch (para tomar conexiones de corriente y corte de motor), el tablero (para ocultar la unidad y tomar el cableado de sensores fuera de cabina) y la columna del volante (allí se ubica el cable del claxon y en ocasiones también el switch).

**2. Identificar cableado.** Ya destapada la cabina, se deben de identificar los cables necesarios para las conexiones. Detrás del switch se ubica la corriente general de la unidad, que es empleada para la alimentación del sistema telemático, también, se encuentra el cable de ignición de la unidad, usado para el corte de motor. En la columna del volante se encuentra el cable del claxon. Y finalmente, detrás del tablero, está el cableado de los sensores, previamente instalados, que se encuentran fuera de cabina. En la sección siguiente, se aprecia cómo identificar los cables en el texto *Parámetros a considerar para la identificación del cableado en el vehículo.*

**3. Toma de corriente y tierra.** El cable de corriente, es el encargado de proporcionar la alimentación adecuada para cada uno de los dispositivos que se conectan al sistema a instalar. Cuando son unidades nuevas, para evitar cortar y/o pelar el cable se usan conectores rápidos tipo cocodrilo para realizar un

trabajo más estético en las conexiones, el conector hembra, va en el cable de corriente general del switch, que se debe de fijar con ayuda de las pinzas de punta para mejor agarre. Por ende, el cable extensor rojo de 1.5m de calibre 18 se debe de colocar el conector macho con ayuda de las pinzas ponchadoras, haciendo presión y evitar que el cable se salga del conector. La corriente va conectada al arnés a un cable de color rojo, el cual se empata con el otro extremo del cable extensor colocado anteriormente, que da la pauta para alimentar el equipo de rastreo y de esa misma conexión se pueden alimentar el resto de los dispositivos que requieren alimentación de corriente.

Para tomar la tierra y cerrar el circuito se pija un tornillo en el chasis, con el taladro, dentro de la cabina y cerrar el circuito. A este tornillo se le coloca una terminal de ojillo de 5/16" conectada a 1.5m de cable negro de calibre 18. También es recomendable si a simple vista se observa un tornillo que se encuentre conectado al chasis, es preferible de ese punto tomar la tierra para las conexiones posteriores. Previamente, al cable extensor de la tierra (1.5m de calibre 18), se debe de colocar a la terminal de ojillo de 5/16" y esta última entre en la broca pija y el chasis del vehículo. Y a su vez, este va conectado al cable de tierra (de color negro) del arnés y de allí, se pueden conectar todas las tierras de los dispositivos conectados. En la sección de anexos, en la Fig. 8 se muestra una imagen en la parte superior el arnés de alimentación empleado para esta aplicación.

- 4. Corte de ignición.** Es importante identificar cual es el cable de ignición del sistema que se debe cortar para conectar el equipo. Una manera de identificarlo rápidamente, es destapar el switch y observar cuál de los pines es el correspondiente y si el motor se encuentra encendido, en automático se debe de apagar. Un extremo del cable, al estar cortado, contiene corriente al momento de abrir el switch y el otro extremo queda libre de corriente.

- 5. Conectar ignición.** Una vez hecho el corte del cable de ignición, se procede a realizar las conexiones al relevador del arnés, que se muestra en la parte inferior de la *Fig. 8*. Donde el cable de ignición que no tiene pase de corriente directa, debe empatare al cable negro del relé, en cambio el otro, al cable de color rojo. Una manera, de identificar cual es el cable que contiene corriente, es usar el probador de corriente y este al tener contacto con el cable y tener el switch abierto indica que hay una señal eléctrica. Cabe mencionar que para ambos casos de debe de usar 1.5m de cable de calibre 18 de color azul. Finalmente, los cables amarillo y rosa con conector, se enchufan al mismo par de cables del arnés. Esta conexión se emplea para detectar la ignición y realizar el corte de motor en la unidad.
- 6. Conectar claxon al arnés.** Una vez que se haya identificado el cable del claxon, con ayuda de un conector rápido tipo cocodrilo, se hace la conexión del conector hembra al cable del claxon y el conector macho se coloca en el extensor de color café y el otro extremo se conecta hacia al arnés, en el cable de color café con la leyenda “*OUT 1*”.
- 7. Conexiones de sensores de combustible.** Los sensores de combustible, cuentan con cuatro cables cada uno, dos para transmisión de datos (amarillo TX y verde RX) y los dos restantes, negro y rojo, son los de tierra y corriente, respectivamente. Es importante considerar el tipo de conexión que deben de llevar los sensores de combustible, pues los sensores pueden ser de conexión 485 o 232. Para la conexión de los sensores al arnés, se usan conectores, uno para conexión 485, con los colores, verde, amarillo, rojo y negro. El conector para el 232 tiene los colores morado, naranja, rojo y negro. A continuación, se muestra en la tabla siguiente como deben de ir conectados los sensores a los conectores. En la *Fig. 7* se muestran los conectores para sensores de combustible 485 y 232.

Como se observa en la tabla, en común, los cables de corriente y tierra de los sensores, en ambos conectores van conectados con su respectivo color. Sin embargo, para los cables de transmisión de datos, cuando la conexión es 485 también van conectados con su respectivo color y con cualquier conexión de los mismos colores con el arnés. Pero cuando la conexión es 232, el cable verde va con morado, el amarillo con naranja, el conector del cable piloto, va con el conjunto de cables marcados con la leyenda **0** y con los cables con la leyenda **1** para el copiloto.

Como observación adicional, es importante, no confundir los cables del sensor del tanque piloto y copiloto, es por ello que los cables del tanque piloto se marcan con una cinta en uno de los extremos de los cables.

Tabla 4. Tabla de colores de las conexiones para sensores de combustible con conexión 485 y 232. Fuente: propia.

Cableado del sensor	Cables del conector 485	Cables del conector 232
Rojo	Rojo	Rojo
Negro	Negro	Negro
Amarillo	Amarillo	Naranja
Verde	Verde	Morado

**8. Conexiones de sensor magnético de enganche.** Este sensor magnético (*Fig. 12*) cuenta con dos cables, uno de color rojo que es la alimentación de corriente del sensor y otro de color verde, que es la salida y a su vez el encargado de enviar la señal apertura al centinela. Este último, va conectado al cable de lectura digital “IN2” del arnés, para indicar cambios en el sensor, y el cable rojo al cable alimentación del arnés. Es conveniente, colocar un fusible de pastilla con su porta fusible entre la conexión de corriente del sensor y el arnés para protegerlo.

**9. Conexión del botón de pánico.** El botón de pánico, en sí, es un interruptor de cola de rata, cuenta con dos conexiones, la de color blanco que va al cable de corriente de alimentación del arnés y el otro cable de color amarillo, que va hacia uno de los cables blancos del arnés con la leyenda “IN1”. Básicamente, así es como van las conexiones del botón de pánico. Sin embargo, debe de ir colocado

en cualquier parte del tablero del vehículo que se preste a ser perforada con una broca de ½” y permita coloca el interruptor de dicho botón. No hay un lugar específico para colocarlo, es por ello que el técnico en base al modelo de la unidad, deberá de buscar el lugar más conveniente al momento de realizar la instalación. En la tabla siguiente, se presentan las conexiones pertinentes de cada uno de los elementos con el arnés del dispositivo, como se observa, se muestra de manera visual el color de la celda con el color respectivo de los cables a conectar. Considerando que todas las corrientes y tierras de cada uno, van conectados a los cables de corriente y tierra general, respectivamente.

Tabla 5. Conexiones de los elementos telemáticos con el arnés del equipo. Fuente: propia.

Elemento a conectar	Cable de conexión en el arnés
<b>Corriente y tierra general.</b>	
<b>Corriente (+)</b>	<b>Cable rojo (PIN 2)</b>
<b>Tierra (-)</b>	<b>Cable negro (PIN 1)</b>
<b>Botón de pánico</b>	
<b>Pánico (cable blanco)</b>	<b>Cable blanco IN1 (PIN 3)</b>
<b>Sensor de enganche</b>	
<b>Enganche (amarillo)</b>	<b>Cable blanco IN2 (PIN 6)</b>
<b>Claxon</b>	
<b>Claxon (cable café)</b>	<b>Cable blanco OUT1 (pin 21)</b>
<b>Ignición y corte de motor</b>	
<b>Cable azul con corriente</b>	<b>Cable rojo (extensión de relé)</b>
<b>Cable azul sin corriente</b>	<b>Cable negro (extensión de relé)</b>
<b>Apagado de ignición (cable rosa)</b>	<b>Cable rosa OUT0 (PIN 22)</b>
<b>Detección de ING (cable amarillo)</b>	<b>Cable amarillo IN0 (PIN 4)</b>
<b>Sensor piloto 232</b>	
<b>Verde TX</b>	<b>Morado 0 (PIN 11)</b>
<b>Amarillo RX</b>	<b>Naranja 0 (PIN 13)</b>
<b>Corriente</b>	<b>Rojo</b>
<b>Tierra</b>	<b>Negro</b>
<b>Sensor copiloto 232</b>	
<b>Verde TX</b>	<b>Morado 1 (PIN 9)</b>
<b>Amarillo RX</b>	<b>Naranja 1 (PIN 10)</b>
<b>Corriente</b>	<b>Rojo</b>
<b>Tierra</b>	<b>Negro</b>
<b>Sensores 485</b>	
<b>Verde TX</b>	<b>Verde (PIN 13)</b>
<b>Amarillo RX</b>	<b>Amarillo (PIN 14)</b>
<b>Corriente</b>	<b>Rojo</b>
<b>Tierra</b>	<b>Negro</b>

**10. Conectar antenas y equipo.** Una vez hechas todas las conexiones, estas se encintan y se conecta el arnés directamente al equipo, con su respectivo conector y para evitar que las conexiones se zafen, se coloca entre las conexiones un cincho de seguridad, con las medidas: 360x3.5mm. Posteriormente, se conectan las antenas al equipo, en su respectivo lugar, la antena GPS en el lugar que se indica y la antena GSM también en su conector. Las antenas, van ocultas dentro de la cabina y deben de ir colocadas en posición correcta, en cualquier lugar donde estas se puedan colocar. La posición correcta de las antenas debe de ser de manera horizontal y apuntando hacia arriba, ambas deben de estar separadas en sentidos opuestos a la mayor distancia posible, en la parte de abajo, cada una de las antenas tiene cinta de contacto, por lo que se puede desprender la etiqueta y adherirse a la superficie.

**11. Guardado del equipo.** Posteriormente, el equipo de rastreo y el cableado deben de guardarse y ocultarse dentro de la unidad, es por ello que, de la manera más meticulosa posible, el equipo y sus conexiones deben de ocultarse entre el cableado del tablero de cabina. Tratando de colocarlo entre y debajo de los cables, encincharlo (de medidas de 360x4.5mm y 200x3.5mm) para evitar que este se mueva. Entre más oculto pueda quedar, es mejor, es aquí donde el técnico en cabina debe de localizar el área más conveniente en base a las condiciones y espacios del modelo del vehículo. Es recomendable que, al momento de guardar, se ilumine el área con la lámpara de minero, para tener una mejor visión de la zona.

**12. Revisión del sistema.** Es de suma importancia revisar que la instalación funcione de manera óptima, por ello, en el sistema se revisa y se ponen a prueba todos los parámetros a evaluar. Si hay algún error, en automático se proceden a realizar todas las acciones correctivas correspondientes. Con ello, se aprueba que la instalación en cabina se ha hecho de manera exitosa.



**13. Cerrar cabina.** Hecho todo lo anterior, se vuelve a cerrar la unidad, colocando las piezas del tablero en su lugar correspondiente tal y como se encontraban antes de realizar el proceso de instalación.

**\*Nota:** *Es importante considerar que, para asegurar las conexiones de empates de los cables, se coloquen termos (de la medida pertinente) con ayuda de un encendedor. Con ello se evita que la parte descubierta de los cables tengan contacto entre sí y se genere un corto circuito, este es un elemento primordial de protección para el funcionamiento del sistema.*

### **Parámetros a considerar para la identificación del cableado en el vehículo.**

Regularmente, los colores de los cableados de las unidades varían, dependiendo del modelo, por lo que es conveniente que el técnico en cabina tenga el conocimiento suficiente como para poder identificar los cables que requiere, a continuación, se muestran algunos de los métodos o técnicas para identificar cada uno de los cables (corriente, ignición y claxon):

- **Identificación de cable de corriente.** Este cable, como ya se mencionó, se encuentra detrás del switch de la unidad. Una manera rápida de identificarlo, es destapar y con un probador de corriente, tocar los pines de la unidad, el cable que se encuentre energizado es el cable de corriente. Otra forma de identificar este cable, es destapar la parte superior del switch de la unidad y localizar el cable correspondiente a la corriente, regularmente viene marcado con la simbología “BAT”. En la *Fig. 9* se muestra dicho cable.
- **Identificación del cable de ignición.** Para localizar el cable de ignición de la unidad se debe de destapar el switch y localizar el cable que se encuentra marcado como ignición (“ING”). Una forma de comprobarlo, es abrir el switch de la unidad, al momento de cortar dicho cable, el motor se debe de apagar

de manera inmediata, así mismo, en el extremo del cable que se encuentra directo al switch, con el probador de corriente, si este indica que hay corriente, de manera exitosa se ha localizado el cable de ignición del motor.

**Nota:** *Es de suma importancia no cortar los cables al ras de sus conexiones, es suficiente con dejar un margen considerable para poder pelar cables y realizar las conexiones siguientes en el proceso.*

- **Identificación del cable del claxon.** En la columna del volante se encuentra este cable y a su vez, diversos cables que pueden llegar a causar confusión y no identificar el cable del claxon. Pudiera ser que los cables vengan marcados, de lo contrario, se deberá de usar un probador de corriente, haciendo contacto con las conexiones de los pines del cableado. Al momento de tocar el cable con el probador, en automático el claxon de la unidad debe de activar. En la *Fig. 10* se muestra el cable del claxon.

Estos, son los pasos necesarios para llevar a cabo esta aplicación, que claro, cuanto más hábil es el técnico, el proceso se llevará con menor tiempo de instalación, en promedio, realizar este trabajo tiene una duración de 90min-120min, es variable, porque cada una de las diferentes unidades a instalar, cuenta con diferente número de piezas por remover o resulta complicado manipular los cables por sus dimensiones, forma y lugar en que estos se encuentran. Se espera que cuando la empresa aplique esta metodología en su proceso, el tiempo de instalación disminuya, aumente la productividad en el proceso y en su personal.

### **Análisis para el mejoramiento del proceso de instalación en cabina con la herramienta AMEF.**

La herramienta *AMEF* ha sido implementada para mejorar el proceso de instalación de equipo de telemetría con la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. El plan de trabajo fue

desarrollado con el apoyo del equipo técnico de expertos de instalación en cabina, que son los principales involucrados en este servicio. De primera instancia, se realizó un simple diagrama de actividades fácil de interpretar y que sintetizara todo el proceso de instalación, partiendo de una lluvia de ideas para seccionar y analizar de mejor manera las actividades fundamentales dentro del proceso, el diagrama es el que se muestra en la ilustración siguiente.

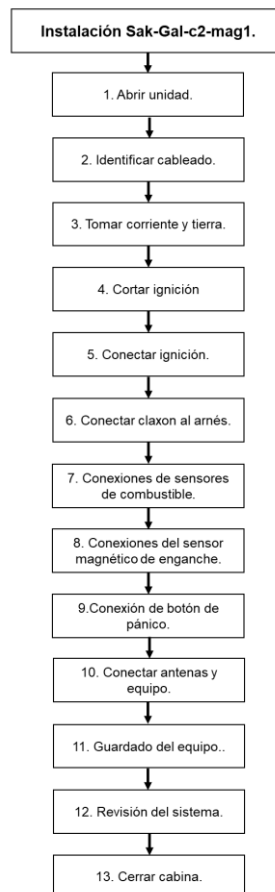


Fig. 6. Diagrama de actividades para sintetizar y analizar proceso. Fuente: propia.

Como se observa, el diagrama muestra una secuencia de actividades que, a primera instancia, es fácil ver la secuencia del proceso y es útil, para conocer las actividades a analizar dentro del AMEF.

## Capítulo 6. Resultados.

**Modos de fallo en el proceso y severidad.** Una vez dividido todo el proceso de instalación en actividades clave se detectaron ciertos modos de fallo que repercuten en la calidad del trabajo y proceso de instalación. A su vez, se colocó el valor del grado de severidad (S) de cada uno de los modos de fallo, dando un valor numérico del 1 al 10, los cuales se observan en la tabla siguiente.

Tabla 6. Actividades con sus modos de fallo con su grado de severidad.

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	No embonan las piezas.	4
		Desconexiones de los botones.	No se sabe dónde se deben colocar de nuevo.	5
		Piezas rotas y ralladuras.	Pago de factura y reclamos del cliente.	10
			Pegatinas de los choferes.	
			Dificultada para abrir.	
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	Reclamos en los clientes, atrasa el tiempo.	6
Abrir en el lugar incorrecto.	Retardo en el tiempo de trabajo.	1		
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	Retraso en instalación por reproceso y mal funcionamiento del equipo.	7
			Daño en las computadoras de los equipos.	
		Cortos por cables en mal estado.	Retrasa el trabajo localizando y reparando.	8
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	Los fusibles se dañan.	7
		Mala ubicación para la toma de corriente.	Voltaje irregular, daños en la unidad.	10
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	Falso contacto.	10
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	La unidad no enciende y hay pérdidas de tiempo por inspección.	10
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	No se puede abrir el switch.	10
		Cortar un cable erróneo.	Pérdida de tiempo en busca del indicado y reparación del cable.	4
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	Mal funcionamiento del relevador.	10
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	Mal funcionamiento del sistema.	10
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	No se leen los valores.	10
		Confundir piloto con copiloto.	Parámetros incongruentes en plataforma.	5
			Aumenta el tiempo de instalación.	
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	Fusibles abierto y cierre del paso de corriente.	10
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	No reporta señal hacia el equipo.	10
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	El pánico no se activa.	1
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	Problemas de señal, no hay recepción.	10
		Conexiones torcidas.	Daños en pines y entradas de conexiones.	10
		Pines zafados.	Voltaje bajo en plataforma y no reportan sensores o conexiones del equipo.	10
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	Equipo muy visible y fácil de identificar.	8
			Degrada la calidad del trabajo de instalación.	
	Desconexiones del sistema de la unidad por vibraciones y movimiento.			
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	Fallo en la instalación.	10
		Retardo en la realización de pruebas.	Tiempo muerto en el proceso.	7
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	Retardo en la entrega.	10
		Desconexiones de los botones.	Las luces de la unidad no funcionan.	8
			Hay que buscar donde va cada conexión.	
	Colocar partes en un lugar incorrecto.	Volver empezar el proceso.	2	

## Capítulo 6. Resultados.

**Causas de los modos de fallo y grado de ocurrencia.** Hecho lo anterior, se establecieron las posibles causas con las que ocurren cada uno de los modos de fallo dentro de las actividades del proceso. Con ello, se le asigna el número o grado de ocurrencia que tiene cada uno de los modos de fallo, estableciendo estos valores por el personal técnico. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 7. Modos de fallo con sus posibles causas y nivel de ocurrencia.

Actividad	Modos de fallo	Causa	O	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	El personal no se encuentra bien capacitado.	2
		Desconexiones de los botones.	Es imposible de evitar.	5
		Piezas rotas y ralladuras.	La unidad se encuentra muy desgastada y manipulada.	6
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	Tiempo, descuidos.	3
		Abrir en el lugar incorrecto.	Falta de conocimiento.	3
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	Falta de capacitación.	5
		Cortos por cables en mal estado.	Unidades viejas y muy manipuladas.	4
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	Se cortaron dos cables al mismo tiempo	3
		Mala ubicación para la toma de corriente.	Falta de conocimiento técnico	5
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	No se le dio el torque adecuado.	4
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	Fusible abierto.	2
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	Trabajo descoordinado del equipo técnico.	5
		Cortar un cable erróneo.	Desconocimiento de las características del modelo.	1
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	Confusión al tener dos cables del mismo color.	2
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	Conocimiento técnico.	1
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	Problemas de comunicación con el equipo para la lectura de combustible.	2
		Confundir piloto con copiloto.	Los cables no iban marcados.	2
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	No aislar los cables para el ruteo.	1
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	Confusión entre los cables.	2
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	Confusión por parte del técnico.	3
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	Confusión al conectar.	2
		Conexiones torcidas.	Encintado muy apretado y conexiones demasiado cortas (se jalan).	4
		Pines zafados.	Arnés muy frágil y sensible a manipulaciones.	3
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	Poco espacio para guardar el equipo y no se está estandarizado el guardado de equipo en las unidades.	5
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	No hay un protocolo establecido.	4
		Retardo en la realización de pruebas.	El personal está ocupado.	5
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	Falla en la instalación.	6
		Desconexiones de los botones.	Desconexión de cables del tablero durante su manipulación.	2
		Colocar partes en un lugar incorrecto.	Es complicado saber dónde y cómo van algunas piezas.	2

## Capítulo 6. Resultados.

**Controles y nivel de detección en los modos de fallo.** Algunos de los controles que aplican los técnicos en cabina para evitar que los diversos modos de fallo surjan dentro del proceso son los que se muestran en la tabla siguiente, tal como se observa, se ha asignado el nivel de detección para cada uno.

Tabla 8. Modos de fallo con sus respectivos controles y grado de detección.

Actividad	Modos de fallo	Controles	D	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	Se colocan los tornillos en el portavasos.	1
		Desconexiones de los botones.	Ser meticulosa al momento de abrir.	1
		Piezas rotas y ralladuras.	Usar la herramienta adecuada y ser meticulosa al abrir la unidad.	2
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	Avisar al supervisor cualquier anomalía.	2
		Abrir en el lugar incorrecto.	Informarse con los compañeros del equipo de trabajo.	2
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	Destapar switch y revisar pines, usar probador de corriente o consultar con el equipo de trabajo.	6
		Cortos por cables en mal estado.	Precaución a la hora de manipular, inspección visual y aislar cables.	2
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	Cortar un cable a la vez.	7
		Mala ubicación para la toma de corriente.	Usar probador de corriente y multímetro.	8
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	Darle el máximo torque posible.	10
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	Cortar un cable a la vez y proteger puntas con cinta.	1
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	Coordinar labores.	2
		Cortar un cable erróneo.	El motor se debe de apagar.	1
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	Usar probador de corriente y marcar cables.	1
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	Conectar cable a tierra.	2
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	Comunicación entre técnico en cabina y técnico en tanques.	1
		Confundir piloto con copiloto.	Marcar los cables, el piloto se coloca una cinta amarilla en la punta.	5
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	Proteger puntas al momento de rutiar cables.	1
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	Consultar con el equipo de trabajo.	3
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	Indicar al técnico el cable en que va conectado el botón.	3

## Capítulo 6. Resultados.

Actividad		Modos de fallo	Controles	D
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	Relacionar tamaño de conectores.	1
		Conexiones torcidas.	Encintar conexiones para evitar que se enreden los cables y se jalen.	5
		Pines zafados.	Colocar cinchos en conexiones del equipo.	5
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	Buscar un área oscura y despejada de cables para colocar el equipo.	5
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	Se repite la secuencia en el proceso.	8
		Retardo en la realización de pruebas.	Los técnicos las realizan por su propia cuenta.	1
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	Realizar pruebas de comandos.	5
		Desconexiones de los botones.	Antes de atornillar, revisar que todas estén en funcionamiento.	1
		Colocar partes en un lugar incorrecto.	Recordar cómo estaba acomodada la unidad mediante la forma en que el técnico coloca las piezas al desmontarlas.	1

**Cálculo del NPR (Número Prioritario de Riesgo).** Ya desglosando lo anterior dentro del AMEF, contando con el grado de severidad, ocurrencia y detección en el proceso es posible calcular el NPR de cada uno de los modos de fallo, obteniendo el producto de cada uno para su correspondiente modo de fallo. En la tabla de la siguiente página se muestra el NPR correspondiente.

Tabla 9. Modos de fallo con sus correspondiente NPR

Actividad	Modos de fallo	S	O	D	NPR	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	4	2	1	8
		Desconexiones de los botones.	5	5	1	25
		Piezas rotas y ralladuras.	10	6	2	120
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	6	3	2	36
		Abrir en el lugar incorrecto.	1	3	2	6
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	7	5	6	210
		Cortos por cables en mal estado.	8	4	2	64
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	7	3	7	147
		Mala ubicación para la toma de corriente.	10	5	8	400
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	10	4	10	400
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	10	2	1	20
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	10	5	2	100
		Cortar un cable erróneo.	4	1	1	4
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	10	2	1	20

## Capítulo 6. Resultados.

Actividad		Modos de fallo	S	O	D	NPR
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	10	1	2	20
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	10	2	1	20
		Confundir piloto con copiloto.	5	2	5	50
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	10	1	1	10
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	10	2	3	60
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	1	3	3	9
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	10	2	1	20
		Conexiones torcidas.	10	4	5	200
		Pines zafados.	10	3	5	150
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	8	5	5	200
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	10	4	8	320
		Retardo en la realización de pruebas.	7	5	1	35
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	10	6	5	300
		Desconexiones de los botones.	8	2	1	16
		Colocar partes en un lugar incorrecto.	2	2	1	4

Finalmente, al calcular el primer NPR de cada uno de los puntos a tatar en el AMEF, se debe de proceder a ser analizados los cada uno y proponer las acciones a implementar para disminuir este índice en cada uno de los modos de fallo. En la tabla siguiente, se muestra una visualización completa de cada uno de los puntos que se han abordado en el desarrollo del AMEF. Posteriormente, se han de analizar los números obtenidos en el cálculo y proponer las acciones correspondientes dentro del proceso para buscar una disminución en su NPR.

Tabla 10. AMEF del proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 hasta el cálculo del primer NPR.

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	No embonan las piezas.	4	El personal no se encuentra bien capacitado.	2	Se colocan los tornillos en el portavasos.	1	8
		Desconexiones de los botones.	No se sabe dónde se deben colocar de nuevo.	5	Es imposible de evitar.	5	Ser meticulosa al momento de abrir.	1	25
		Piezas rotas y ralladuras.	Pago de factura y reclamos del cliente.	La unidad se encuentra muy desgastada y manipulada.	10	6	Usar la herramienta adecuada y ser meticulosa al abrir la unidad.	2	120
			Pegatinas de los choferes.						
			Dificultada para abrir.						
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	Reclamos en los clientes, atrasa el tiempo.	6	Tiempo, descuidos.	3	Avisar al supervisor cualquier anomalía.	2	36
Abrir en el lugar incorrecto.	Retardo en el tiempo de trabajo.	1	Falta de conocimiento.	3	Informarse con los compañeros del equipo de trabajo.	2	6		



## Capítulo 6. Resultados.

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	7	Falta de capacitación.	5	Destapar switch y revisar pines, usar probador de corriente o consultar con el equipo de trabajo.	6	210
		Daño en las computadoras de los equipos.						
		Cortos por cables en mal estado.	8	Unidades viejas y muy manipuladas.	4	Precaución a la hora de manipular, inspección visual y aislar cables.	2	64
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	7	Se cortaron dos cables al mismo tiempo	3	Cortar un cable a la vez.	7	147
		Mala ubicación para la toma de corriente.	10	Falta de conocimiento técnico	5	Usar probador de corriente y multímetro.	8	400
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	10	No se le dio el torque adecuado.	4	Darle el máximo torque posible.	10	400
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	10	Fusible abierto.	2	Cortar un cable a la vez y proteger puntas con cinta.	1	20
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	10	Trabajo descoordinado del equipo técnico.	5	Coordinar labores.	2	100
		Cortar un cable erróneo.	4	Desconocimiento de las características del modelo.	1	El motor se debe de apagar.	1	4
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	10	Confusión al tener dos cables del mismo color.	2	Usar probador de corriente y marcar cables.	1	20
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	10	Conocimiento técnico.	1	Conectar cable a tierra.	2	20
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	10	Problemas de comunicación con el equipo para la lectura de combustible.	2	Comunicación entre técnico en cabina y técnico en tanques.	1	20
		Confundir piloto con copiloto.	5	Los cables no iban marcados.	2	Marcar los cables, el piloto se coloca una cinta amarilla en la punta.	5	50
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	10	No aislar los cables para el ruteo.	1	Proteger puntas al momento de rutiar cables.	1	10
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	10	Confusión entre los cables.	2	Consultar con el equipo de trabajo.	3	60
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	1	Confusión por parte del técnico.	3	Indicar al técnico el cable en que va conectado el botón.	3	9

## Capítulo 6. Resultados.

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	Problemas de señal, no hay recepción.	10	Confusión al conectar.	2	Relacionar tamaño de conectores.	1	20
		Conexiones torcidas.	Daños en pines y entradas de conexiones.	10	Encintado muy apretado y conexiones demasiado cortas (se jalen).	4	Encintar conexiones para evitar que se enreden los cables y se jalen.	5	200
		Pines zafados.	Voltaje bajo en plataforma y no reportan sensores o conexiones del equipo.	10	Arnés muy frágil y sensible a manipulaciones.	3	Colocar cinchos en conexiones del equipo.	5	150
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	Equipo muy visible y fácil e identificar. Degrada la calidad del trabajo de instalación. Desconexiones del sistema de la unidad por vibraciones y movimiento.	8	Poco espacio para guardar el equipo y no se está estandarizado el guardado de equipo en las unidades.	5	Buscar un área oscura y despejada de cables para colocar el equipo.	5	200
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	Fallo en la instalación.	10	No hay un protocolo establecido.	4	Se repite la secuencia en el proceso.	8	320
		Retardo en la realización de pruebas.	Tiempo muerto en el proceso.	7	El personal está ocupado.	5	Los técnicos las realizan por su propia cuenta.	1	35
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	Retardo en la entrega.	10	Falla en la instalación.	6	Realizar pruebas de comandos.	5	300
		Desconexiones de los botones.	Las luces de la unidad no funcionan. Hay que buscar donde va cada conexión.	8	Desconexión de cables del tablero durante su manipulación.	2	Antes de atornillar, revisar que todas estén en funcionamiento.	1	16
		Colocar partes en un lugar incorrecto.	Volver empezar el proceso.	2	Es complicado saber dónde y cómo van algunas piezas.	2	Recordar cómo estaba acomodada la unidad mediante la forma en que el técnico coloca las piezas al desmontarlas.	1	4

## **Capítulo 7**

### **Análisis de Resultados**

#### **Análisis del Instalación de equipo de telemetría con Sak-Gal-C2-MAG1 en cabina.**

El proceso de instalación en cabina, como ya se ha mostrado en la sección anterior, consta de acciones muy básicas para la aplicación que se ha estado destinando. Cabe mencionar que, desde un principio, la metodología para la documentación de este proceso abarca desde una explicación en que consiste lo que se va a llevar a cabo, objetivos, producto o servicio a entregar y la metodología, que no incluye imágenes que ilustren como tal, todo el proceso, pero sería de gran ayuda, emplearlas y que cada una de las actividades de expliquen de la mejor manera más directa posible. Autorizar capturar las imágenes pertinentes y manejarlas de manera confidencial, solo para el personal de la empresa, ya que, por políticas de privacidad de la empresa, no es posible capturar ciertas imágenes.

Por otro lado, en la parte del diagrama de flujo, quizá sería más conveniente, realizar un gráfico un poco más sencillo, como el que se ha empleado para la realización del AMEF, se encuentra en la *Fig. 6*. El cual, para fines prácticos resulta más fácil de comprender y analizar por cualquier interesado. Si bien, la idea de que algún individuo pueda comprender y analizar el proceso de manera detallada, entre más desglosada tenga la información, sería más fácil de que el proceso sea comprendido.

Una de las partes que sería bueno incluir, que claro, lo haría muy extenso, es agregar una sección que describa cada una de las herramientas que se van a implementar dentro del proceso y resulte más fácil al usuario, en caso que desconozca del uso de herramienta, familiarizarse con cada una de las acciones que hay dentro del proceso y al momento de que lo ejecute se lleva acabo con menor número de contra tiempos.

Otra de las situaciones, que habría de considerarse, que quizá, no va muy relacionado con su totalidad en la descripción del proceso, pero se podría, incluir, ciertos diagramas, imágenes de los modelos concurrentes para la instalación de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1. Donde muestren las zonas en que se deben de abrir en cabina para colocar el equipo, las zonas donde se encuentran y muestre de manera específica los cables que se van a utilizar para la instalación, evitando errores en el proceso y demoras en el tiempo. Si bien, este no es un proceso industrial como tal, pero como cualquier otra secuencia de actividades se puede hacer más eficiente.

Es por ello que la herramienta AMEF se han implementado, tomando en cuenta ciertas eventualidades que surgen dentro del proceso. Que como se sabe, no es una secuencia de acciones que se pueda automatizar, sino que la mano humana es la encargada de llevarlo a cabo, al tratarse de personas, es común surjan acciones que, por distracción, confusión, entre otras, se cometan errores dentro del proceso que por más pequeños que sean, a la larga, llegan a presentarse problemas con mayor relevancia para el cliente y afecta a la reputación de la empresa. Donde, el cliente, al poco tiempo de instalar dicha aplicación en uno de sus vehículos, detecta que hay fallas constantes en el funcionamiento o que dichas fallas por consecuencia comienzan a provocar daños severos en la unidad que intervienen en el funcionamiento de la misma.

Que, por algún descuido, una de las conexiones ha fallado y el equipo se ha quedado con algún comando activado y al no contar con dicha conexión la unidad comienza a tener fallas, se tiene entonces un cliente insatisfecho que tuvo que suspender alguna de sus actividades por solucionar el problema presentado.

Siempre, uno de los mayores retos de cada empresa es mejorar su productividad, en cada uno de sus aspectos, para esta empresa, el hecho de comenzar a documentar sus procesos es una gran oportunidad para estandarizarlos y mejorar la calidad de los servicios que ofrece. Que como se ha dado a conocer, el proceso de instanciación de cada una de sus aplicaciones, para evitar complicaciones, debe

de ser el mismo que se realice en cada una de sus instalaciones y por cada uno de sus técnicos.

**Análisis del NPR del AMEF sobre el proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.**

La herramienta AMEF es de gran utilidad dentro de cualquier ámbito empresarial, pues con ello, el personal llega a obtener conclusiones que son de gran ayuda para el mejoramiento y crecimiento de la empresa. Hasta este punto ya se ha obtenido el NPR de cada una de las acciones del proceso, a continuación, se analizarán y se dará a conocer una posible solución para disminuir este índice.

Una vez, analizados los valores de NPR para cada uno de los modos de fallo, el valor más alto de *NPR* (400) se encuentra en dos actividades fundamentales en el proceso de instalación, que son la toma de la corriente de alimentación y la tierra. Por el contrario, los modos de fallo con menor *NPR* (4) se encuentran en las actividades 5 y 12, que en apariencia el hecho de llegar a presentarse no repercute en gran magnitud en el sistema. Con ello, el rango presente en los valores del *NPR* es el siguiente:

- ***Rango = Valor máx. – Valor mín.***
- ***Valor máx = 400***
- ***Valor mín. = 4***
- ***Rango = 400 – 4 = 396***

Por ende, el rango presente en el *NPR* es de 396, pero para priorizar los modos de fallos, este se subdivide en tres rangos:

- ***Rango de mayor prioridad: 268-400.***
- ***Rango de prioridad media: 136- 267.***
- ***Rango de prioridad baja: 4-135.***

## Capítulo 7. Análisis de Resultados.

En la tabla 10 se muestran los modos de fallos, ordenados de mayor a menor a base a su *NPR*, con color rojo se muestran los que se encuentran en el rango de mayor prioridad, en amarillo los rangos de prioridad media y en verde los de prioridad baja.

Tabla 11. Modos de fallo ordenados en valor descendente en base a su *NPR*.

	Modo de fallo	S	O	D	NPR
1	Mala ubicación para la toma de corriente.	10	8	5	400
2	No hace buen contacto con el chasis.	10	4	10	400
3	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	10	4	8	320
4	Volver a abrir la unidad.	10	6	5	300
5	No identificar el cableado a usar.	7	5	6	210
6	Colocar en lugar incorrecto el equipo.	8	5	5	200
7	Conexiones torcidas.	10	4	5	200
8	Pines zafados.	10	3	5	150
9	Hacer un cortocircuito.	7	3	7	147
10	Piezas rotas y ralladuras.	10	6	2	120
11	Quitar mangueras antes de sacar el corte.	10	5	2	100
12	Cortos por cables en mal estado.	8	4	2	64
13	Cable de datos de conexión equivocado al amés.	10	2	3	60
14	Confundir piloto con copiloto.	5	2	5	50
15	No hacer inspección de fallo en el tablero.	6	3	2	36
16	Retardo en la realización de pruebas.	7	5	1	35
17	Desconexiones de los botones.	5	5	1	25
18	Generar cortocircuito.	10	2	1	20
19	Conectar cables al revés.	10	2	1	20
20	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	10	2	1	20
21	Orden en las antenas incorrecto.	10	2	1	20
22	No identificar cable del claxon.	10	2	1	20
23	Desconexiones de los botones.	8	2	1	16
24	Generar cortocircuito en el sensores de enganche.	10	1	1	10
25	Conectar cables en pin erróneo.	1	3	3	9
26	Los tornillos se pierden.	4	2	1	8
27	Abrir en el lugar incorrecto.	1	3	2	6
28	Cortar un cable erróneo para la ignición.	4	1	1	4
29	Colocar partes en un lugar incorrecto.	2	2	1	4

### **Modos de fallo en el rango de 400 a 268.**

Estos modos de fallo son los de prioridad más alta a tratar, pues sus valores *NPR* se encuentran en el rango más alto. Las acciones correctivas aplicadas, se pretende que disminuyan su valor dentro del rango medio o la manera ideal, que se ubiquen dentro de los valores del rango más bajo. Los modos de fallo dentro de este rango son los siguientes:

- *Mala ubicación de la toma de corriente.*
- *La tierra no hace buen contacto con el chasis.*
- *Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.*
- *Volver a abrir la unidad.*

### **Mala ubicación de la toma de corriente.**

El lugar donde se debe de tomar la corriente para poder alimentar el sistema de telemetría es de suma importancia, pues depende de la alimentación de todo el sistema. Si la toma de corriente se obtiene del lugar incorrecto, provoca fallos en el sistema. Incluso, pudiera suceder que se lleguen a quemar algunos dispositivos de la unidad. Cabe mencionar que en las unidades hay diferentes puntos donde se puede realizar la toma de corriente, sin embargo, no todos proporcionan la corriente de alimentación adecuada. Regularmente la corriente implementada para la alimentación del sistema proviene del cable de corriente que se encuentra conectado al switch de encendido de la unidad. Sin embargo, en algunas ocasiones, llega a suceder que se debe de optar por tomar la corriente de una zona distinta, es allí donde se deben de discernir los distintos puntos para la corriente de alimentación. El técnico, al contar con modelos de unidades nuevas, de las cuales no está habituado, llega a errar en la zona de conexión de alimentación del sistema, esta es una situación de ocurrencia media, pero con severidad de grado 10, debido al tipo de consecuencias que traen consigo. Una posible solución o herramienta para evitar esta situación, es proporcionar al equipo técnico manuales o diagramas de especificaciones técnicas del cableado de las unidades que les indiquen donde puedan tomar la corriente de alimentación.

### **La tierra no hace buen contacto con el chasis.**

La tierra para el cierre del circuito, es uno de los elementos fundamentales en el equipo, es por ello que debe de colocarse en una zona donde tenga contacto directo con el chasis del vehículo. Comúnmente, se suele tomar de algún tornillo que se encuentre en dicha estructura o el técnico en cabina debe de perforar el chasis en cabina detrás del tablero, para fijar el tornillo y colocar la tierra del dispositivo. Sin embargo, muchas de las ocasiones el tornillo no se ha colocado con el torque adecuado, queda demasiado flojo o el torque es demasiado grande como para barrer el tornillo y al ser una zona oscura, es difícil de observar si este se encuentra de manera correcta. Es por ello, que al someterse a las vibraciones de la unidad suele aflojarse y como consecuencia se provoca un falso contacto en la tierra del sistema. Provocando intermitencias en las lecturas de las señales. Esta situación se evita colocando una rondana de presión en el tornillo fijado y esto asegura un mejor contacto con la tierra del equipo.

La propuesta de solución a implementar es estandarizar el método de fijación de la tierra y determinar un torque para que la presión de contacto del tornillo con el chasis sea la más adecuada para evitar que se afloje por las vibraciones de la unidad y se cree el falso contacto entre el tornillo y el cable de tierra (regularmente este cable siempre es de color negro).

### **Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.**

Regularmente, al terminar de realizar una instalación, se da luz verde en cuanto al funcionamiento del equipo, sensores y conexiones, pero, llega a suceder que cuando el funcionamiento se considera óptimo suceden algunas anomalías y de último momento se llega hacer una nueva revisión, lo que implica que se debe de volver abrir la cabina, abrir las conexiones para revisar y encontrar los posibles fallos. Realmente, no hay un estándar para realizar las pruebas del funcionamiento del servicio realizado. Pues este modo de fallo, al ser el segundo con NPR con mayor valor (280) se debe de disminuir el valor de su número prioritario de riesgo correspondiente.



La posible solución a implementar es desarrollar un protocolo para la realización de las pruebas de funcionamiento, en donde se lleve a cabo un orden en el proceso que se supone y sea lo bastante eficiente como para evitar que surjan anomalías posteriores a las pruebas de funcionamiento realizadas en la unidad.

**Volver abrir la unidad.** Al momento de que las pruebas de funcionamiento se han realizado de manera exitosa en el sistema es común que el transcurso del proceso del servicio ocurra fallas en el equipo de instalación. Es entonces que el técnico en cabina debe de volver a abrir el tablero de la unidad para revisar la razón por la que el equipo está fallando. Este tipo de situación suele ser algo tardada, ya que puede llegar a resultar una tarea complicada remover los tornillos y desensamblar partes de cabina, mover el equipo y el cableado que ya han sido colocados y fijados con cinchos para revisarlo y encontrar el origen del fallo y repararlo. Este proceso va de la mano con la implementación de un sistema de pruebas eficientes, que descarten cualquier posible fallo que pudiera haber dentro del servicio. Es por ello que parte de la acción correctiva radica en estandarizar las pruebas pertinentes y buscar el casi en su totalidad el equipo técnico se deslinda de este tipo de situaciones.

### **Modos de fallo en el rango de 267 a 136.**

Este tipo de situaciones de mediana prioridad están muy relacionadas en cuanto a la técnica de instalación por parte del proceso, si bien, estos representan una ocurrencia y detección media dentro del proceso, se muestran continuación.

- No identificar el cableado a usar.
- Colocar en lugar incorrecto el equipo.
- Conexiones torcidas.
- Pines zafados.
- Hacer un cortocircuito.

**Puntos prioritarios en el rango de 135 a 4.**

- Piezas rotas y ralladuras.
- Quitar mangueras antes de sacar el corte.
- Cortos por cables en mal estado.
- Cable de datos de conexión equivocado al arnés.
- Confundir piloto con copiloto.
- No hacer inspección de fallo en el tablero.
- Retardo en la realización de pruebas.
- Desconexiones de los botones.
- Generar cortocircuito.
- Conectar cables al revés.
- Error en el tipo de conexión (232 y 485).
- Orden en las antenas incorrecto.
- Desconexiones de los botones.
- Generar cortocircuito en el sensor de enganche.
- Conectar cables en pin erróneo.
- Los tornillos se pierden.
- No identificar cable del claxon.
- Abrir en el lugar incorrecto.
- Cortar un cable erróneo para la ignición.
- Colocar partes en un lugar incorrecto.

**Acciones correctivas para disminuir el NPR en los modos de fallo del proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.**

Analizando cada uno de los modos de fallo, se han propuesto las siguientes acciones correctivas para cada uno, las cuales se muestran en la tabla de la parte de abajo, que cabe aclarar que se le debe de dar prioridad a los valores con mayor valor. Como los muestra la tabla, algunas de las acciones correctivas, son bastante

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO

## Capítulo 7. Análisis de Resultados.

simples. Si la empresa las aplica dentro del proceso evitará pérdidas de tiempos y errores dentro del proceso de instalación. Con ello se mejora la calidad y eficiencia de los servicios que la empresa puede llegar a ofrecer a cada uno de sus clientes.

Tabla 12. AMEF con acciones correctivas para cada uno de los modos de fallo. Con color rojo, se observan los valores de NPR dentro del rango de valores más alto (400 a 268), de color amarillo, los valores dentro del rango de valores medios (276 a 136) y de color verde en el rango más bajo (135 a 4).

Actividad	Modos de fallo	NPR	Acciones	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	8	Colocar charola para colocar tornillos y tapones.
		Desconexiones de los botones.	25	Encintar conjunto de cables y tomar fotografía de conexiones.
		Piezas rotas y ralladuras.	120	Evidencia y notificación de que puede pasar.
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	36	Check list del estado de la unidad por parte del técnico.
		Abrir en el lugar incorrecto.	6	Manuales del vehículo y lugar de posible posición (estandarizar el guardo de equipos en marcas y modelos).
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	210	Capacitación del tipo de cableado de los diferentes modelos de unidades.
		Cortos por cables en mal estado.	64	Aislar cualquier posible corto antes de manipular.
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	147	Aislar cables antes de rutiar e identificar corrientes directas de batería.
		Mala ubicación para la toma de corriente.	400	Manuales o especificaciones de donde realizar la toma de corriente.
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	400	Atención del personal para no barrer la broca fija y establecer tolerancia de apriete (1/4 de vuelta).
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	20	Aislar pinzas e identificar los mejores puntos de la zona de corte de ignición.
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	100	Realizar plan de trabajo.
		Cortar un cable erróneo.	4	Manuales o especificaciones técnicas.
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	20	Realizar conexiones directas del switch con el color correspondiente del relevador.
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	20	Manual con especificaciones técnicas.
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	20	Orden por escrito del tipo de servicio que se va a realizar.
		Confundir piloto con copiloto.	50	Marcar los cables de los tanques desde el momento en que se colocan en la manguera.
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	10	Asegurarse de aislar puntas.
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	60	Mejorar la iluminación en la cabina.
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	9	Usar diagramas de conexiones.
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	20	Estandarizar marca en cada antena para identificarla.
		Conexiones torcidas.	200	Asegurar conexiones rápidas con cinchos.
		Pines zafados.	150	Mejorar la calidad de los arneses.
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	200	Especificaciones técnicas de posibles zonas de donde colocar el equipo.
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	320	Realizar protocolo para el procesos de pruebas.
		Retardo en la realización de pruebas.	35	Designar pruebas a los técnicos.
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	300	Revisar los resultados del arrojados por un protocolo de pruebas.
		Desconexiones de los botones.	16	Fotografías conexiones y si es posible marcarlas.
		Colocar partes en un lugar incorrecto.	4	Marcar partes en el orden de ensamblado en caso de que se requiera.

## Capítulo 7. Análisis de Resultados.

Finalmente, a continuación, se muestra el AMEF, con las acciones correctivas correspondientes propuestas para ser implementadas dentro del proceso, buscando en un futuro, disminuir los valores de NPR de cada uno de sus modos de fallo. Que cabe mencionar de nueva cuenta que, a pesar de tener los modos de fallo clasificados en base a su NPR en rangos, es importante buscar disminuir todos los valores de cada situación presentes dentro del proceso.

Tabla 13. AMEF del proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1 hasta las acciones correctivas.

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	
1	Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	4	El personal no se encuentra bien capacitado.	2	Se colocan los tornillos en el portavasos.	1	8	Colocar charola para colocar tornillos y tapones.	
		Desconexiones de los botones.	5	Es imposible de evitar.	5	Ser meticulosa al momento de abrir.	1	25	Encintar conjunto de cables y tomar fotografía de conexiones.	
		Piezas rotas y ralladuras.	Pago de factura y reclamos del cliente.	10	La unidad se encuentra muy desgastada y manipulada.	6	Usar la herramienta adecuada y ser meticulosa al abrir la unidad.	2	120	Evidencia y notificación de que puede pasar.
			Pegatinas de los choferes.							
			Dificultad para abrir.							
		No hacer inspección de fallo en el tablero.	Reclamos en los clientes, atrasa el tiempo.	6	Tiempo, descuidos.	3	Avisar al supervisor cualquier anomalía.	2	36	Check list del estado de la unidad por parte del técnico.
Abrir en el lugar incorrecto.	Retardo en el tiempo de trabajo.	1	Falta de conocimiento.	3	Informarse con los compañeros del equipo de trabajo.	2	6	Manuales del vehículo y lugar de posible posición (estandarizar el guardo de equipos en marcas y modelos).		
2	Identificar cableado.	No identificar el cableado a usar.	7	Falta de capacitación.	5	Destapar switch y revisar pines, usar probador de corriente o consultar con el equipo de trabajo.	6	210	Capacitación del tipo de cableado de los diferentes modelos de unidades.	
		Cortos por cables en mal estado.	Retrasa el trabajo localizando y reparando.	8	Unidades viejas y muy manipuladas.	4	Precaución a la hora de manipular, inspección visual y aislar cables.	2	64	Aislar cualquier posible corto antes de manipular.
3	Toma de corriente.	Hacer un cortocircuito.	7	Se cortaron dos cables al mismo tiempo	3	Cortar un cable a la vez.	7	147	Aislar cables antes de rutiar e identificar corrientes directas de batería.	
		Mala ubicación para la toma de corriente.	Voltaje irregular, daños en la unidad.	10	Falta de conocimiento técnico	5	Usar probador de corriente y multímetro.	8	400	Manuales o especificaciones de donde realizar la toma de corriente.
4	Toma de tierra.	No hace buen contacto con el chasis.	10	No se le dio el torque adecuado.	4	Darle el máximo torque posible.	10	400	Atención del personal para no barrer la broca fija y establecer tolerancia de apriete (1/4 de vuelta).	
5	Corte de ignición.	Generar cortocircuito.	10	Fusible abierto.	2	Cortar un cable a la vez y proteger puntas con cinta.	1	20	Aislar pinzas e identificar los mejores puntos de la zona de corte de ignición.	
		Quitar mangueras antes de sacar el corte.	No se puede abrir el switch.	10	Trabajo descoordinado del equipo técnico.	5	Coordinar labores.	2	100	Realizar plan de trabajo.
		Cortar un cable erróneo.	Pérdida de tiempo en busca del indicado y reparación del cable.	4	Desconocimiento de las características del modelo.	1	El motor se debe de apagar.	1	4	Manuales o especificaciones técnicas.

## Capítulo 7. Análisis de Resultados.

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	
6	Conectar ignición.	Conectar cables al revés.	Mal funcionamiento del relevador.	10	Confusión al tener dos cables del mismo color.	2	Usar probador de corriente y marcar cables.	1	20	Realizar conexiones directas del switch con el color correspondiente del relevador.
7	Conectar claxon.	No identificar cable del claxon.	Mal funcionamiento del sistema.	10	Conocimiento técnico.	1	Conectar cable a tierra.	2	20	Manual con especificaciones técnicas.
8	Conectar sensores de combustible.	Error en el tipo de conexión (232 y 485).	No se leen los valores.	10	Problemas de comunicación con el equipo para la lectura de combustible.	2	Comunicación entre técnico en cabina y técnico en tanques.	1	20	Orden por escrito del tipo de servicio que se va a realizar.
		Confundir piloto con copiloto.	Parámetros incongruentes en plataforma. Aumenta el tiempo de instalación.	5	Los cables no iban marcados.	2	Marcar los cables, el piloto se coloca una cinta amarilla en la punta.	5	50	Marcar los cables de los tanques desde el momento en que se colocan en la manguera.
9	Conectar sensor de enganche.	Generar cortocircuito en el sensor de enganche.	Fusibles abierto y cierre del paso de corriente.	10	No aislar los cables para el ruteo.	1	Proteger puntas al momento de rutiar cables.	1	10	Asegurarse de aislar puntas.
		Cable de datos de conexión equivocado al arnés.	No reporta señal hacia el equipo.	10	Confusión entre los cables.	2	Consultar con el equipo de trabajo.	3	60	Mejorar la iluminación en la cabina.
10	Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	El pánico no se activa.	1	Confusión por parte del técnico.	3	Indicar al técnico el cable en que va conectado el botón.	3	9	Usar diagramas de conexiones.
11	Conexión de antena y equipo.	Orden en las antenas incorrecto.	Problemas de señal, no hay recepción.	10	Confusión al conectar.	2	Relacionar tamaño de conectores.	1	20	Estandarizar marca en cada antena para identificarla.
		Conexiones torcidas.	Daños en pines y entradas de conexiones.	10	Encintado muy apretado y conexiones demasiado cortas (se jalen).	4	Encintar conexiones para evitar que se enreden los cables y se jalen.	5	200	Asegurar conexiones rápidas con cinchos.
		Pines zafados.	Voltaje bajo en plataforma y no reportan sensores o conexiones del equipo.	10	Arnés muy frágil y sensible a manipulaciones.	3	Colocar cinchos en conexiones del equipo.	5	150	Mejorar la calidad de los arneses.
		Colocar en lugar incorrecto el equipo.	Equipo muy visible y fácil e identificar. Degrada la calidad del trabajo de instalación. Desconexiones del sistema de la unidad por vibraciones y movimiento.	8	Poco espacio para guardar el equipo y no se está estandarizado el guardado de equipo en las unidades.	5	Buscar un área oscura y despejada de cables para colocar el equipo.	5	200	Especificaciones técnicas de posibles zonas de donde colocar el equipo.
12	Revisión del sistema.	Fallo de pruebas en el transcurso del proceso.	Fallo en la instalación.	10	No hay un protocolo establecido.	4	Se repite la secuencia en el proceso.	8	320	Realizar protocolo para el procesos de pruebas.
		Retardo en la realización de pruebas.	Tiempo muerto en el proceso.	7	El personal está ocupado.	5	Los técnicos las realizan por su propia cuenta.	1	35	Designar pruebas a los técnicos.
13	Cerrar la unidad.	Volver a abrir la unidad	Retardo en la entrega.	10	Falla en la instalación.	6	Realizar pruebas de comandos.	5	300	Revisar los resultados del arrojados por un protocolo de pruebas.
		Desconexiones de los botones.	Las Luces de la unidad no funcionan. Hay que buscar donde va cada conexión.	8	Desconexión de cables del tablero durante su manipulación.	2	Antes de atornillar, revisar que todas estén en funcionamiento.	1	16	Fotografías conexiones y si es posible marcarlas.
		Colocar partes en un lugar incorrecto.	Volver empezar el proceso.	2	Es complicado saber dónde y cómo van algunas piezas.	2	Recordar cómo estaba acomodada la unidad mediante la forma en que el técnico coloca las piezas al desmontarlas.	1	4	Marcar partes en el orden de ensamblado en caso de que se requiera.

En la sección de anexos en la Fig. 14 se muestra el AMEF hasta el punto de tomar en cuenta las acciones correctivas pertinentes para en un futuro disminuir el NPR de cada una de las partes del proceso.

## **Capítulo 8**

### **Conclusiones y trabajo a futuro.**

La empresa tiene un sinnúmero de posibilidades de crecimiento y desarrollo, actualmente cuenta con su sede principal en la ciudad de León, Gto. y con una segunda en la ciudad de Monterrey, N.L. A su vez, comienza a abrirse puertas en el sur de continente americano, en Perú, país con el cual ha comenzado a estrechar lazos comerciales con empresas de transporte, comenzando a proveer sus servicios de telemetría. Con ello da la pauta para adentrarse la ACTIVACIÓN MTY-PERÚ, que comenzó con la aplicación de servicios en el Norte de México, en Monterrey y en este año, abril de 2022, en Perú.

Una parte fundamental para consolidación de este proyecto, consiste en la documentación de procesos, al menos en el departamento de Operaciones, que es el encargado de realizar todas las instalaciones de equipo de telemetría en las unidades de los diversos clientes de la empresa. Es por ello, que, al ser una empresa en crecimiento a diversos mercados, requiere de la capacitación de nuevo personal para la realización de sus actividades, una manera de contribuir, es documentar sus procesos. Para así, estandarizar sus servicios de instalación, facilitar el trabajo en equipo, disminuir tiempos de servicio y aumentar la productividad del equipo técnico. Por esas razones, esta tesis, se encarga de documentar y plasmar por escrito una de sus aplicaciones más completas, que es Sak-Gal-C2-MAG1. La cual describe el proceso y proporciona una herramienta de capacitación para el futuro personal técnico de la empresa.

Dentro de este trabajo, se ha cumplido el objetivo general, pues se ha documentado y estandarizado la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1, como se ha mostrado en secciones anteriores, se plasma cada una de las actividades pertinentes para se lleve a cabo este servicio. Partiendo así, con el resto de los objetivos específicos, donde:

- Se desarrolló un diagrama de flujo, que, en unas pocas palabras, sintetiza todo el proceso de instalación de esta aplicación dentro de la empresa.
- Se ha simplificado toda la información de este proceso, por escrito, para ser empleada dentro de la empresa para dar a conocer la metodología que conlleva la instalación de la aplicación.
- Se implementó un AMEF para el análisis del proceso, proponiendo las mejoras que serán aplicadas en un futuro dentro de la empresa, el AMEF se desarrolló basado en la metodología general que se muestra dentro del marco teórico del documento.

No obstante, la experiencia de poder colaborar con dicha ha sido satisfactoria, pues se abre una puerta al panorama de lo que es la vida profesional para un futuro ingeniero en sistemas automotrices. Fue todo un reto, el hecho de consolidar este trabajo, pero afortunadamente se ha logrado. Se espera que la compañía se sienta satisfecha con el trabajo realizado y lo emplee para sus fines convenientes.

Además, que, a lo largo de la estancia, se han dado la experiencia de conocer como es realmente la vida laboral dentro de una empresa, donde se ha visto de manera empírica, el sistema con el que se conforma y funciona. Aportando la experiencia laboral en todos los sentidos para un practicante de ingeniería en una empresa de telemetría, pues cada situación por más o menos significativa que sea, aporta un aprendizaje fundamental respecto a la vida y a la vida laboral.

Sin más preámbulos, se desea que la empresa siga en constante crecimiento y día a día busque nuevas oportunidades en el mercado para posicionarse como una de las principales dentro del sector de servicios telemáticos y se agradece de antemano su atención prestada la realización de este informe de residencias.

**Competencias desarrolladas.**

Durante la estancia, se aplicaron de manera directa e indirecta algunas de las competencias cursadas a lo largo de toda la carrera. A continuación, se presentan las principales asignaturas que tuvieron aplicación en este trabajo, las cuales fueron bases fundamentales para su consolidación.

- **Control Estadístico De Procesos Automotrices.** En esta asignatura se dio a conocer la herramienta AMEF. Y con ello, se pudo formular y complementar de mejor manera el trabajo. A su vez, de forma indirecta, se involucró parte de los procesos y mejoras continuas en una empresa a lo largo del curso.
- **Instrumentación.** Hace referencia a los diversos sensores y elementos de medición en diversos sistemas. Dando una noción general de los diferentes tipos de elementos que se involucran en el proceso desarrollado.
- **Elementos Automotrices.** Incluye los elementos y autopartes, el hecho de identificarlos y observarlo en los vehículos de carga, para comprender de mejor manera las actividades que se llevan a cabo en la empresa.
- **Fundamentos de Investigación, Taller de investigación I y II.** Estas tres asignaturas, fueron parte clave para la documentación de este trabajo, pues gracias al aprendizaje adquirido en el desarrollo de proyectos, se logró fundamentar la estructura del presente escrito.

No obstante, las asignaturas involucradas, son un claro ejemplo de las múltiples posibilidades de aplicación de las competencias de los ingenieros en sistemas automotrices dentro de la vida laboral; herramientas fundamentales en el desarrollo profesional individual. Permitiendo ser elementos muy competitivos dentro del sector industrial, abriendo un panorama a diversas áreas de la industria como metal-mecánica, innovación, electrónica, estadística, automatización, administración, control, diseño y entre otras.



**Referencias bibliográficas.**

- [1] Significados.com, «[www.significados.com](http://www.significados.com),» 25 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.significados.com/telemetria/>.
- [2] D. F. Betancourt, «Ingeniero Empresa,» 27 julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/analisis-modo-efecto-fallas-amef/>.
- [3] TECNOSeguro, «[www.tecnoseguro.com](http://www.tecnoseguro.com),» 25 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/alarma/que-es-un-detector-magnetico-de-apertura>.
- [4] L. De Castillo, «[deltatracking.com](http://deltatracking.com),» 12 agosto 2020. [En línea]. Available: <https://deltatracking.com/2020/08/12/sensores-de-combustible-diferentes-tipos-y-sus-beneficios/>.
- [5] Securitas Direct, «[www.securitasdirect.es](http://www.securitasdirect.es),» 25 marzo 2022. [En línea]. Available: [https://www.securitasdirect.es/blog/boton-de-panico-que-es/#:%7E:text=El%20bot%C3%B3n%20del%20p%C3%A1nico%20es,Receptora%20de%20Alarmas%20\(CRA\)..](https://www.securitasdirect.es/blog/boton-de-panico-que-es/#:%7E:text=El%20bot%C3%B3n%20del%20p%C3%A1nico%20es,Receptora%20de%20Alarmas%20(CRA)..)
- [6] TEAM ASANA, «[asana.com](http://asana.com),» 19 agosto 2021. [En línea]. Available: <https://asana.com/es/resources/process-documentation>.
- [7] AITECO, «[www.aiteco.com](http://www.aiteco.com),» 15 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>.
- [8] J. Kyes, «[www.geotab.com](http://www.geotab.com),» 25 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.geotab.com/es-latam/blog/qu%C3%A9-significa-gps/>.

## Anexos

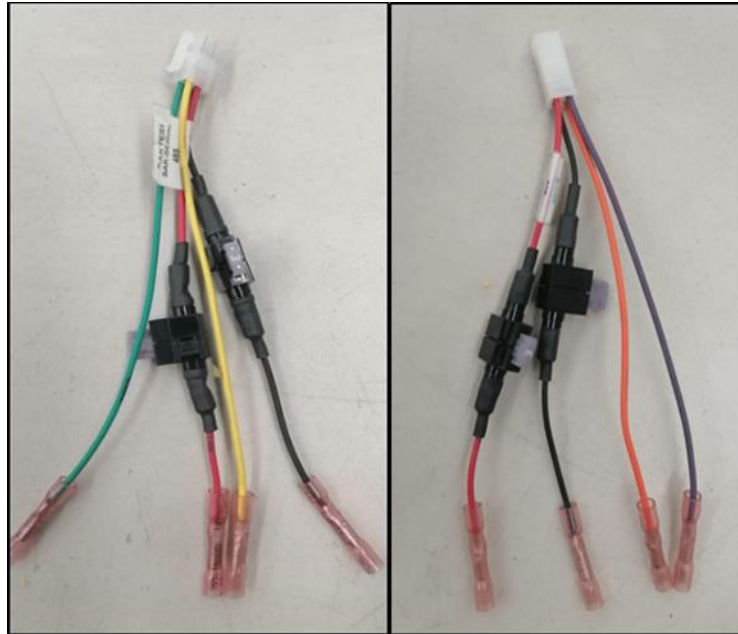


Fig. 7. Conectores para sensor de combustible, conector para sensores 485 en la parte izquierda y conector para sensores 232 en la parte derecha.



Fig. 8. Arnés relevador y arnés de alimentación para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.

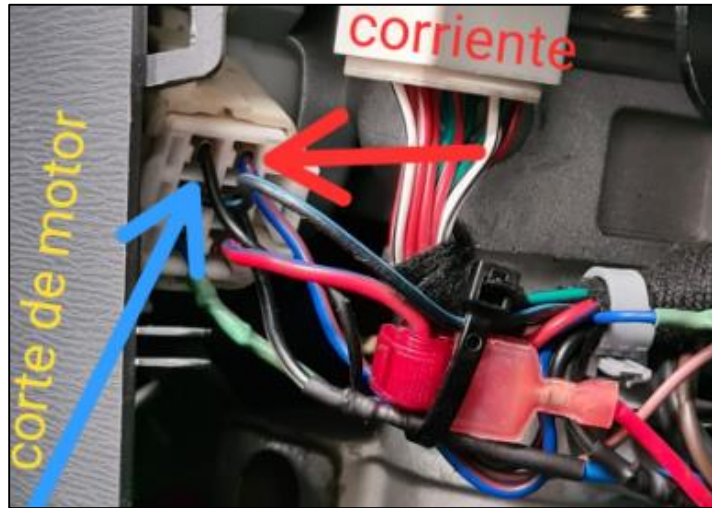


Fig. 9. Fotografía tomada por personal de la empresa para identificar los cables de corriente, corte de motor e ignición de un vehículo Foton Auman 245.



Fig. 10. Fotografía para identificar el cable del claxon en la columna del volante de un vehículo Foton Auman 245.

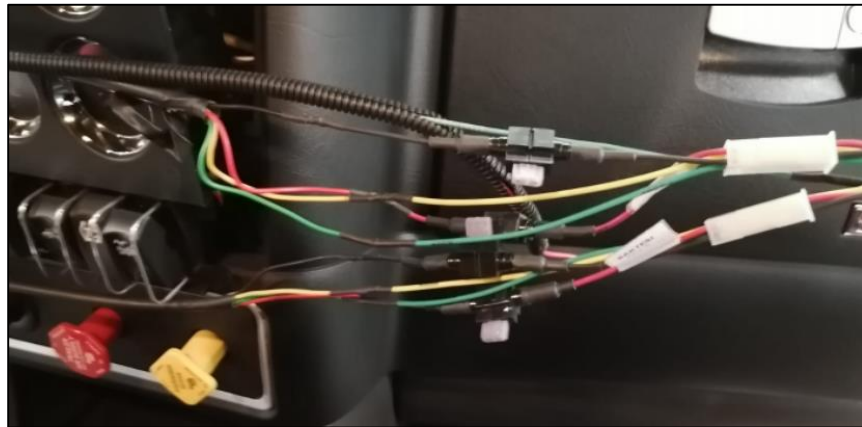


Fig. 11. Fotografía de sensores de combustible 485 conectados al arnés en cabina para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.

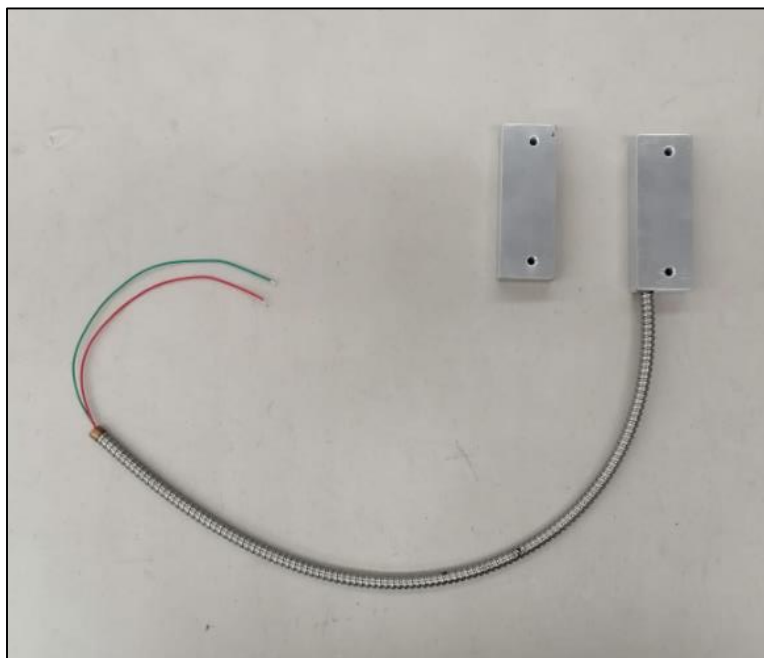


Fig. 12. Sensor de enganche para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.



Fig. 13. Antenas GSM y GPS para la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.

Proceso de instalación de equipo en cabina de la aplicación Sak-Gal-c2-mag1.									
Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones
1 Abrir tablero.	Los tornillos se pierden.	No empujan las piezas.	4	El personal no se encuentra bien capacitado.	2	Se colocan los tornillos en el portafijos.	1	4	Conectar charola para colocar tornillos y tapones.
	Desconexiones de los botones.	No se sabe dónde se deben colocar de nuevo.	5	Es imposible de evitar.	5	Se reubicaron al momento de abrir.	1	25	Registrar conexiones de cables y tomar fotografía de conexiones.
	Piezas rotas y rayaduras.	Pago de factura y reclamos del cliente.	10	La unidad se encuentra muy desgastada y manipulada.	6	Usar la herramienta adecuada y ser metódicos al abrir la unidad.	2	120	Indemnidad y notificación de que puede pasar.
	Dificultad para abrir.		8		3		2	36	Check list del estado de la unidad por parte del técnico.
2 Identificar cableado.	No hacer inspección de fallo en el tablero.	Retrasos en los clientes, retrasa el tiempo.	6	Tempo, descuido.	3	Asistir al supervisor cualquier anomalía.	2	6	Manuales del vehículo y lugar de posible posición (estandarizar el guardado de equipos en mesas y módulos).
	Abrir en el lugar incorrecto.	Retraso en el tiempo de trabajo.	1	Falta de conocimiento.	3	Informarse con los compañeros del equipo de trabajo.	2	6	Capacitación del tipo de cableado de los diferentes modelos de unidades.
	No identificar el cableado a usar.	Retrasos en el diagnóstico por repuestos y mal funcionamiento del equipo.	7	Falta de capacitación.	7	Desplazar switch y revisar pines, usar probador de corriente o consultar con el equipo de trabajo.	4	210	Inspección a la hora de manipular, inspección visual y aislar cables.
	Cortes por cables en mal estado.	Dato en los computadores de los equipos.	8	Unidades viejas y muy manipuladas.	8	Presión a la hora de manipular, inspección visual y aislar cables.	2	64	Aislar cualquier posible corto antes de manipular.
3 Toma de corriente.	Medir un cortocircuito.	Los fusibles se dañan.	7	Se cortan dos cables al mismo tiempo.	7	Cortar un cable a la vez.	7	147	Asistir cables antes de cortar e identificar conexiones directas de batería.
	Medir aplicación para la toma de corriente.	Verificar reparar, daños en la unidad.	10	Falta de conocimiento técnico.	5	Usar probador de corriente y multímetro.	8	400	Manuales e especificaciones de donde realizar la toma de corriente.
	No hace buen contacto con el chasis.	Falso contacto.	10	No se le da el torque adecuado.	4	Usar el máximo torque posible.	10	400	Asignación del personal para no borrar la banca fija e establecer tolerancia de agente (1/4 de vuelta).
	Generar cortocircuito.	La unidad no enciende y hay pérdidas de tiempo por inspección.	10	Puede abrirse.	1	Cortar un cable a la vez y proteger puntas con cinta.	1	29	Asistir pines e identificar los mejores puntos de la zona de corte de ignición.
4 Corte de ignición.	Quitar mangas antes de hacer el corte.	No se puede abrir el switch.	10	Faltas desconocimiento del equipo técnico.	10	Desconectar cables.	1	100	Realizar plan de trabajo.
	Cortar un cable erróneo.	Pérdida de tiempo en busca del indicado y reparación del cable.	4	Desconocimiento de los característicos del modelo.	5	Embotar se debe de apagar.	1	4	Manuales e especificaciones técnicas.
	Conectar cables al revés.	Mal funcionamiento del relevador.	10	Confusión al tener dos cables del mismo color.	2	Usar probador de corriente y marcar cables.	1	20	Realizar conexiones directas del switch con el color correspondiente del relevador.
	Conectar el switch.	Mal funcionamiento del sistema.	10	Conocimiento técnico.	5	Conectar cable a tierra.	2	20	Manual con especificaciones técnicas.
8 Conectar sensores de combustible.	Instar en el tipo de conexión (230 y 480).	No se ven los valores.	10	Problemas de comunicación con el equipo para la lectura de combustible.	10	Comunicación entre técnico en cabina y técnico en tanques.	1	20	Orden por escrito del tipo de servicio que se va a realizar.
	Confundir pines con capullo.	Parámetros incongruentes en plataforma.	5	Los cables no iban marcados.	2	Marcar los cables, el pino se coloca una cinta amarilla en la punta.	5	30	Marcar los cables de los tanques desde el momento en que se colocan en la mangara.
	Sensores cortocircuitado en el sensor de inyección.	Aumenta el tiempo de instalación.	10	No se usan los cables para el robot.	2	Indicar punto al momento de usar cables.	1	30	Asegurarse de aislar puntas.
	Sensores conectados.	Faltas de conexión y cierre del panel de corriente.	10	Confusión entre los cables.	2	Consultar con el equipo de trabajo.	1	10	Mejorar la iluminación en la cabina.
10 Conectar botón de pánico.	Conectar cables en pin erróneo.	El pánico no se activa.	5	Confusión por parte del técnico.	3	Indicar al técnico el cable en que va conectado el botón.	3	9	Usar diagramas de conexiones.
	Orden en las unidades incorrecto.	Problemas de señal, no hay recepción.	10	Confusión al conectar.	2	Realizar marcado de conexiones.	1	20	Estandarizar marca en cada antena para identificarla.
	Conexiones torcidas.	Tarjetas en áreas y entradas de conexiones.	10	Encordado muy apretado y conexiones demasiado cortas (se jalan).	4	Realizar conexiones para evitar que se entren los cables y se jalan.	5	200	Asegurar conexiones débiles con crinetas.
	Presión cables.	Voltaje bajo en plataforma y no respaldan sensores o conexiones del equipo.	10	Armas muy filigr y sensible a manipulaciones.	3	Conectar crinetas en conexiones del equipo.	5	150	Mejorar la calidad de los sensores.
11 Conexión de antena y equipo.	Colocar en lugar incorrecto el equipo.	Equipo muy visible y fácil de identificar.	8	Poco espacio para guardar el equipo y no se está estandarizado el guardado de equipo en la unidad.	5	Marcar un área oscura y despejada de cables para colocar el equipo.	5	200	Especificaciones técnicas de posibles zonas de donde colocar el equipo.
	Paño de pruebas en el transcurso del proceso.	Fallo en la instalación.	10	No hay un protocolo establecido.	4	Se repite la se comienza en el proceso.	8	330	Realizar protocolo para el proceso de pruebas.
	Retardo en la instalación de pruebas.	Tempo mientras se el proceso.	7	El personal está ocupado.	4	Se técnicos son realicen por su propia cuenta.	1	30	Revisar amplitud a las dietas.
	Volverse sobre la unidad.	Retraso en la instalación.	10	Fallo en la instalación.	6	Realizar pruebas de conectividad.	5	300	Revisar los resultados del diagnóstico por un prototipo de pruebas.
13 Cerrar la unidad.	Desconexiones de los botones.	Los botones no funcionan.	8	Desconexión de cables del tablero durante su manipulación.	2	Antes de atornillar, revisar que todos estén en funcionamiento.	1	16	Fotografías conexiones y si es posible marcarlas.
	Colocar partes en un lugar incorrecto.	Verificar empujar el proceso.	4	Es difícil abarcar saber dónde y cómo van algunas piezas.	2	Recordar cómo estaba acomodada la unidad mediante la forma en que el técnico antes se presas al desmontarlas.	1	4	Marcar partes en el orden de ensamblado en caso de que se requiera.

Fig. 14. AMEF del Proceso de instalación en cabina de la aplicación Sak-Gal-C2-MAG1.