



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Validación e Implementación
de la Nueva Generación de
Telemáticos 4G LTE para una
empresa automotriz.**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A

Abraham Arias Plata

ASESOR DE INFORME

M.I.A Luis Arenas Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020

Índice

I.	Introducción	5
II.	Marco Teórico	7
A.	Telemáticos	7
B.	¿Cómo funciona el servicio de Telemáticos?	7
C.	¿Qué es un Vehículo Conectado?	9
D.	Internet de las cosas (IoT)	10
E.	Pruebas de Software.....	11
F.	Tipos de Pruebas de Software.....	12
1.	<i>Pruebas Funcionales (Lo que el sistema hace)</i>	12
2.	<i>Pruebas No Funcionales (Cómo Funciona el sistema)</i>	12
3.	<i>Pruebas de Estructura o Arquitectura</i>	13
4.	<i>Pruebas de regresión y re-prueba por cambios</i>	13
5.	<i>Pruebas de Mantenimiento</i>	13
G.	Niveles de Prueba de Software (Modelo V)	14
1.	<i>Pruebas de Unidad (Component)</i>	14
2.	<i>Pruebas de Integración (Sub-System)</i>	14
3.	<i>Pruebas de Sistema (System)</i>	15
4.	<i>Pruebas de Aceptación</i>	15
III.	Resumen de Actividades Profesionales.....	17
A.	Objetivos.....	17
B.	Planeación del proyecto.....	18
C.	Alcance	21
D.	Ejecución	21
IV.	Proyectos Alternos de Estandarización y Optimización.....	25
A.	Proyecto: Estandarización de las actividades de Field Testing para Gen10	25
1.	Definición del Problema.....	25
2.	Resultados esperados.	25
3.	Metodología.....	26

4.	Entregables.....	26
5.	Beneficios del proyecto	26
6.	Desarrollo del proyecto.....	27
B.	Proyecto: Optimización de las Actividades de Field Testing para Gen10	41
1.	Definición del problema:	41
2.	Resultados esperados	41
3.	Metodología.....	42
4.	Entregables.....	42
5.	Beneficios del proyecto	42
6.	Desarrollo del Proyecto.....	43
V.	Resultados y conclusiones.....	45
VI.	Bibliografía	47
VII.	Anexos	49

I. Introducción

Dentro del inmenso mundo del desarrollo de software encontramos diversas actividades que un ingeniero en computación puede realizar, desde el análisis, planeación, diseño, desarrollo, pruebas, implantación y mantenimiento de sistemas de software. Dentro de las actividades de pruebas se encuentra la verificación y validación que están diseñadas para encontrar errores en el sistema por lo que entre mayor sea el número de defectos que podamos encontrar mejor será la prueba de software, sin embargo, una prueba que no logra encontrar defectos es considerada una prueba fallida. Enfocando esto a la vida cotidiana, significa que el cliente final al que está orientado el sistema en cuestión, recibirá un sistema de gran calidad y que cumple con los requerimientos para los que fue diseñado.

Uno de los objetivos principales para la empresa automotriz en la que laboro siempre es pensar en el cliente y considerar sus necesidades en todo lo que hacemos, por ello, ofrecer a nuestros clientes un mejor servicio de telemáticos (que son tecnologías que ayudan a que la conducción sea una experiencia interactiva) en el vehículo es una tarea primordial en nuestro día a día. Desde la implementación del sistema de telemáticos en 2013, la empresa automotriz ha contribuido a la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías en los vehículos que produce por lo que siendo esta la meta, se desarrolló una generación completamente renovada del sistema de telemáticos que lleva por identificativo “4G LTE”

Como un área de ingeniería, el objetivo principal de este proyecto es ofrecer al cliente final un producto que cumpla con todos los requerimientos funcionales y no funcionales, así como regulatorios, diseñar e implementar un plan de validación, además de como seguir los procesos y procedimientos para el reporte y corrección de errores/defectos que el sistema pudiera tener.

Por lo anterior, me he dado a la tarea de redactar el informe aquí descrito que tiene por nombre - Validación e Implementación de la Nueva Generación de Telemáticos “4G LTE” para una empresa automotriz en donde se describen las actividades profesionales en el área de Ingeniería en computación las cuales fueron realizados para la empresa automotriz, así como la empresa responsable del servicio de Telemáticos en el año de 2017 bajo la dirección del Centro Regional de Ingeniería Toluca (TREC) que tiene la organización descrita en la Figura 1.1.

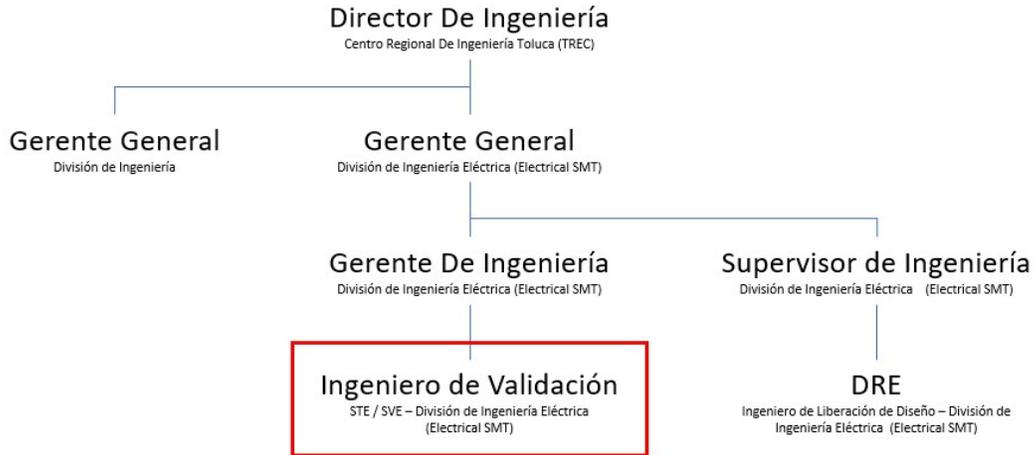


Figura 1.1 Estructura Organizacional del Centro Regional de Ingeniería Toluca (TREC)
Fuente: Propia (2020)

II. Marco Teórico

A. Telemáticos en el sector automotriz

En el sector automotriz, el uso de los telemáticos ha incrementado de manera exponencial, dando pie a un gran avance tecnológico, cada día son más las armadoras automotrices que integran el uso de estas tecnologías para aprovechar al máximo la interacción con el usuario y así poder ofrecer experiencias diferentes dentro del automóvil. De esta integración surge la siguiente pregunta: ¿Qué son los telemáticos¹?

Por definición, los telemáticos son una serie de tecnologías interdisciplinarias que proveen a la industria automotriz las herramientas, metodologías y sistemas necesarios para transformar la conducción del vehículo en una atractiva e interactiva experiencia de usuario en un ambiente conectado o vehículo conectado (Figura 2.1). Los telemáticos funcionan como una colección de tecnologías que permiten y facilitan el intercambio de información, que es vital para concebir los servicios y beneficios de un vehículo conectado, aplicaciones y ecosistemas.

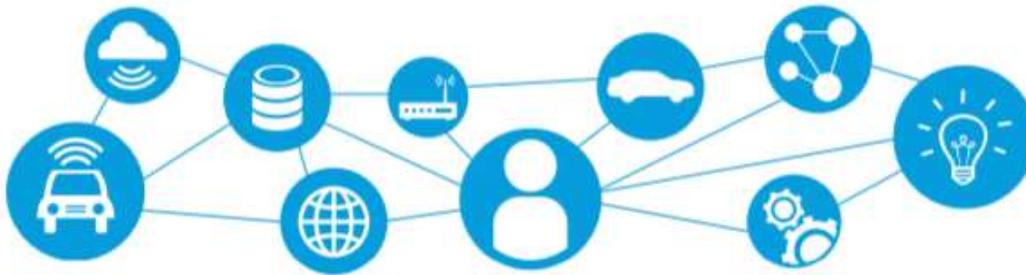


Figura 2.1 Ecosistema Conectado, un vehículo conectado dentro de la red de datos.

Fuente: www.freepik.com (2019) Designed by macrovector / Freepik

B. ¿Cómo funciona el servicio de telemáticos?

El servicio de telemáticos funciona a través de un grupo de asesores calificados que están disponibles 24/7 para asistir en cualquier eventualidad o emergencia. Por medio de la conexión establecida, el asesor puede obtener información del vehículo tal como ubicación, estado del vehículo, su velocidad, entre otras. Con esta información, el asesor es capaz de brindar una gran cantidad de servicios que van desde una apertura remota de puertas, hasta un bloqueo de motor o en caso de una eventualidad o enviar servicios de emergencia hasta la ubicación exacta del vehículo.

¹ El uso de la palabra telemáticos dentro de este texto, se refiere únicamente a los telemáticos usados en el sector automotriz.

El servicio puede ser bajo demanda (Figura 2.2) o automático, por lo cual el conductor puede presionar el botón azul para establecer la conexión con el asesor y requerir de su asistencia. En el caso del botón rojo, se puede presionar para indicar que una emergencia se ha suscitado y el conductor requiere de asistencia inmediata, por lo que será comunicado mediante una llamada prioritaria.



Figura 2.2 Botonera del Sistema Vehicular de Telemáticos, botonera en el espejo retrovisor
Fuente: OnStar México LLC (2019)

Las principales ventajas que ofrece el servicio de telemáticos son los siguientes (dependiendo del paquete contratado):

- Respuesta automática en caso de accidente
- Servicios de emergencia
- Asistencia en el camino
- Asistencia de vehículos robados
- Asistencia en crisis
- Navegación paso a paso
- Notificaciones de alarma de robo
- Diagnóstico de vehículo
- Notificaciones de mantenimiento del vehículo
- Aplicación móvil
- Wi-Fi hotspot 4G/LTE (Servicio implementado a partir de la generación 10) (Figura 2.3)

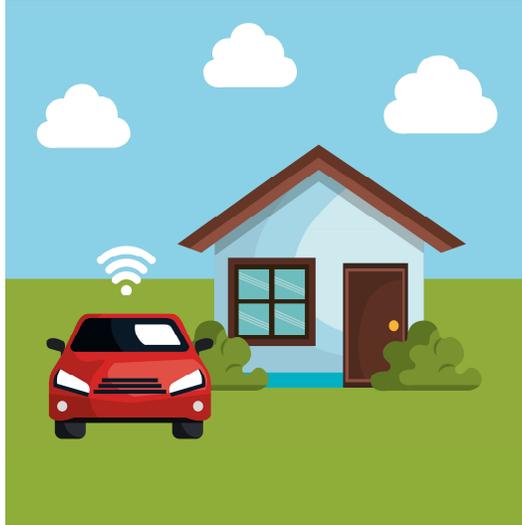


Figura 2.3 Vehículo conectado con HotSpot Wi-Fi
Fuente: www.freepik.com (2019) Designed by macrovector / Freepik

C. ¿Qué es un Vehículo Conectado?

El término vehículo conectado se refiere a aplicaciones, servicios y tecnologías que logran conectar a un vehículo a entorno natural. Un vehículo conectado puede incluir diferentes dispositivos de comunicación, pueden ser embebidos (Integrados en el vehículo) o portátiles², que facilitan la conectividad con otros dispositivos presentes tanto dentro como fuera de él. Esto también facilita la comunicación entre el vehículo y dispositivos, redes, aplicaciones y servicios que se encuentran en el exterior de este.

Algunas de las aplicaciones que es capaz de ejecutar un vehículo conectado van desde Eficiencia de tráfico y seguridad, infoentretenimiento, asistencia de estacionamiento, Asistencia en el Camino, Diagnóstico Remoto de Vehículo, Vehículos Autónomos y Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

Una de las ventajas de los vehículos conectados es que hay aplicativos diseñados para incrementar la seguridad, así como mitigar los riesgos de incidente por medio de los siguientes servicios:

- Sistemas Interactivos de Asistencia Avanzada a Conductores (ADASs) <Interactive Advanced Driver Assistance Systems>
- Sistemas Cooperativos de Transporte Inteligente (C-ITS) <Cooperative Intelligent Transport Systems>
- Sistemas de Comunicación Vehículo-a-Vehículo (V2V) <Vehicle To Vehicle Communication>
- Sistemas de Comunicación Vehículo-a-Infraestructura (V2I) <Vehicle To Infrastructure Communication>

² Dispositivos que se instalan adicional al equipamiento estándar del vehículo.

Estos sistemas relacionados con la asistencia al conductor pueden estar basados en sistemas de Visión/Monitoreo, Tecnologías de Sensores y Redes de comunicación Vehicular (Figura 2.4) además de implementar características como Control de cruceo adaptativo, Freno autónomo, Alertas de GPS y Tráfico, Conexión con Smartphones, Alerta de riesgos al Conductor, Monitor de Puntos Ciegos Laterales, Alertas de cambio de carril, entre otros.

Todas estas funciones de los vehículos conectados son la característica medular de los sistemas de vehículos autónomos, por lo que constantemente se encuentran cambiando para ofrecer a los clientes más y mejores herramientas de asistencia al conductor.

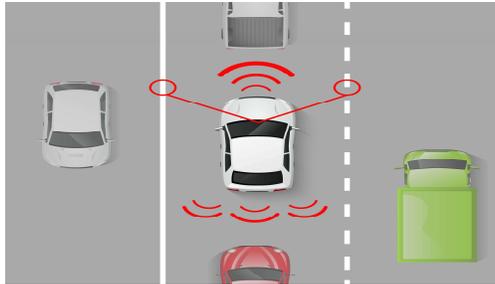


Figura 2.4 Sistemas de Detección de un Vehículo Conectado: Seguimiento de Carril, Radares Frontales y Traseros. Fuente: Fuente: www.freepik.com (2019) Designed by macrovector / Freepik

D. Internet de las cosas (IoT)

El término “Internet de las cosas” es relativamente nuevo, este término tiene su origen en la década de los 90’s en los que se soñaba con poder controlar dispositivos o “cosas” por medio de la red de aquellos tiempos (ARPANET³ posteriormente Internet) pero no fue hasta el 1999 que el profesor del MIT Kevin Ashton⁴, decidió utilizar de manera pública el termino Internet de las cosas (IoT) (Figura 2.5). El internet de las cosas, por definición se refiere a un mundo en el que la casa, los automóviles, los electrodomésticos, el mobiliario urbano, las máquinas de las fábricas, etc. estarán conectados a Internet. Usualmente estas “cosas” implementan un dispositivo de encendido/apagado, pero también podrían implementar dispositivos de comunicación avanzados.

El objetivo de que todo esto se encuentre conectado a internet, es el de poder arrojar la mayor cantidad de información en tiempo real, para conocer el estado de las “cosas” conectadas y así poder proporcionar retroalimentación que permita tomar decisiones sobre ellas. El auge del internet de banda ancha ha ido en aumento por lo que cada vez se hace más económico el acceso a la red, cada vez más dispositivos son construidos con la capacidad de conectarse a Internet y obtener información de su entorno por medio de sensores, por lo que los costos de la tecnología también han decrementado, se estima que estos factores ayuden al crecimiento exponencial de esta era tecnológica de las “cosas”.

³ Considerada el precursor de Internet, era una red de uso controlado a la que solo tenían acceso las universidades y la industria militar

⁴ Ver artículo [Interview with Kevin Ashton – inventor of IoT: Is driven by the users.](#)

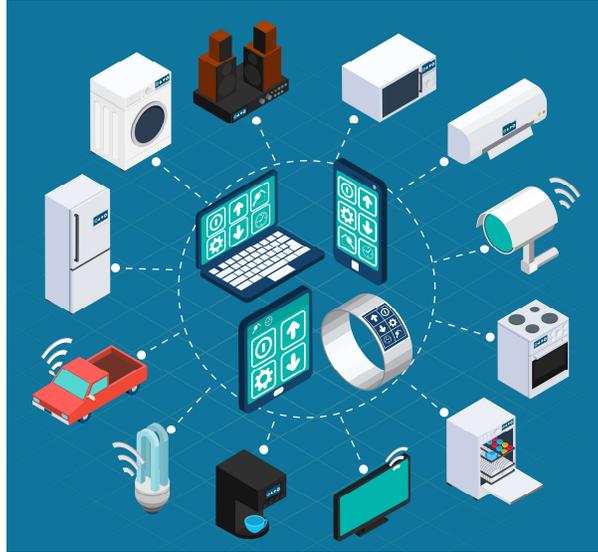


Figura 2.5 Internet de las Cosas, Dispositivos Interconectados por Medio de Internet
Fuente: www.freepik.com (2019) Designed by macrovector / Freepik

E. Pruebas de Software

Por definición, una prueba de software (Figura 2.6) es un conjunto de actividades que se realizan para identificar posibles fallos en el funcionamiento, configuración o usabilidad de un programa o aplicación por medio de comprobaciones sobre el comportamiento de este. Las pruebas de software pueden abarcar tanto funcionalidad como requerimientos por lo que existen distintas clasificaciones en las pruebas de software las cuales nos ayudan a identificar el tipo de prueba que debe ejecutarse dados los requerimientos de esta. Existen diferentes entidades reguladoras que se encargan de estandarizar los procesos relacionados con las Pruebas de Software, entre ellas se encuentra la ISTQB (International Testing Qualifications Board).



Figura 2.6 Pruebas de Software, Sello de Aprobación
Fuente: www.freepik.com (2019) Designed by macrovector / Freepik

F. Tipos de Pruebas de Software.

De acuerdo con la ISTQB define los tipos de pruebas de software (Figura 2.7) como los siguientes:

1. Pruebas Funcionales (Lo que el sistema hace)

Las Pruebas funcionales se enfocan en verificar las capacidades del sistema, estas pueden estar escritas en las especificaciones tanto funcionales, como de requerimientos, casos de uso o en el peor de los casos no estar documentadas, en cuyo caso debería realizarse el estudio necesario para sugerir las pruebas. A partir de estos documentos de especificaciones se generan los casos de prueba, también se consideran aspectos de integración e interoperabilidad entre sistemas. Las pruebas funcionales incluyen también el comportamiento externo del sistema, las pruebas de seguridad e interoperabilidad, que son primordiales para el sector automotriz, también son clasificadas como pruebas funcionales

2. Pruebas No Funcionales (Cómo Funciona el sistema)

Las pruebas no funcionales se encargan de probar los requerimientos que no involucran funciones específicas del software como pueden ser las pruebas de usabilidad, confiabilidad, desempeño, carga, estrés, mantenibilidad, etc.

Al tratar de probar el funcionamiento del sistema podemos tener diferentes tipos de mediciones que nos ayudan a evaluar la respuesta del software. Las pruebas no funcionales pueden también hacer referencia a modelos de calidad ISO o algunos otros estándares internacionales.

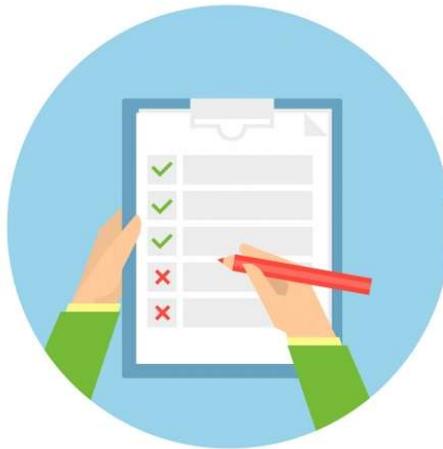


Figura 2.7 Ejecución de Pruebas

Fuente: www.freepik.com (2019) Designed by macrovector / Freepik

3. *Pruebas de Estructura o Arquitectura*

Las pruebas de Estructura o Arquitectura son aquellas en las que se realizan pruebas estructurales y técnicas estáticas, en lugar de técnicas basadas en la especificación del sistema. Estas pruebas estructurales se basan en la arquitectura del sistema por lo que buscan cubrir el 100% de los casos de uso, en caso de no ser así, se pueden diseñar pruebas adicionales. El objetivo de realizar pruebas de arquitectura o de estructura es el de demostrar que por la forma en la que se diseñó el sistema y su jerarquía, los elementos del mismo tienen una fuerte cohesión y un bajo acoplamiento, es decir, que el sistema no tendrá defectos o modos de fallo inesperados en caso de que un módulo pudiera fallar. En este tipo de prueba el concepto de “cobertura” es utilizado para definir la extensión con la cual la estructura ha sido cubierta por el conjunto de pruebas, siempre expresado como un porcentaje del elemento probado.

4. *Pruebas de regresión y re-prueba por cambios*

Después de que un defecto es identificado y corregido, las pruebas de regresión y re-prueba son útiles para verificar que un defecto ya no se encuentre presente, este tipo de pruebas se realizan sobre un componente que ya ha sido probado y que requiere de una verificación para confirmar que no presenta nuevos defectos después de dicha modificación.

Las pruebas de regresión y re-prueba también se aplican para buscar nuevos defectos en los componentes ya probados, pero también en otros componentes afectados por el cambio en cuestión, por lo que se necesita tener muy claro cuáles han sido los cambios, así como las posibles implicaciones que tuviera estos sobre otras partes de la aplicación.

Este tipo de pruebas incluyen pruebas funcionales, no funcionales, de estructura y dado su carácter iterativo (suelen realizarse más de una vez) son candidatas a la automatización por medio de herramientas especializadas.

5. *Pruebas de mantenimiento*

Las pruebas de mantenimiento son pruebas que se ejecutan como resultado de modificaciones, migraciones o desincorporación de software que incluye mejoras planificadas, correctivas o de emergencia, así como de sistema operativo, bases de datos, actualizaciones, etc.

Por su naturaleza, estas pruebas de mantenimiento suelen aplicarse sobre sistemas en ambientes productivos, deben incluir pruebas sobre el entorno (si es que este ha sido modificado) así como las pruebas sobre el software ha sido modificado. Estas pruebas pueden ser difíciles de realizar si las especificaciones están desactualizadas o no existen, así mismo suelen ser de gran complejidad para testers que no tienen un entrenamiento o conocimiento acerca del sistema y su funcionalidad.

G. Niveles de Prueba de Software (Modelo V⁵)

1. Pruebas de Unidad (Component)

Son el tipo de pruebas que realizan los programadores al momento de realizar el código del sistema que se encuentran desarrollando, es decir, prueban cada uno de los componentes al nivel de desarrollo (Figura 2.8).

Este tipo de pruebas suelen ser rápidas y poco elaboradas y sirven para validar que el código realice lo que necesita hacer.

Aquí se evalúa la especificación de los componentes



Figura 2.8 Ciclo de Validación a Nivel Componente
Fuente: Propia (2020)

2. Pruebas de Integración (Sub-System)

Son el tipo de pruebas que se realizan cuando dos o más componentes de hardware y/o software se combinan. Estas pruebas están diseñadas para validar y verificar que dos o más componentes trabajen de manera adecuada en conjunto (Figura 2.9).

Aquí se evalúa el diseño técnico del sistema



Figura 2.9 Ciclo de Validación a Nivel Subsistema
Fuente: Propia (2020)

⁵ Modelo V o Vee Model, [ver referencias](#)

3. *Pruebas de Sistema (System)*

Son el tipo de pruebas que se realizan para determinar el cumplimiento de los objetivos y requerimientos del sistema por parte del equipo de validación y desarrollo (Figura 2.10). Aquí se evalúa el diseño funcional del sistema.

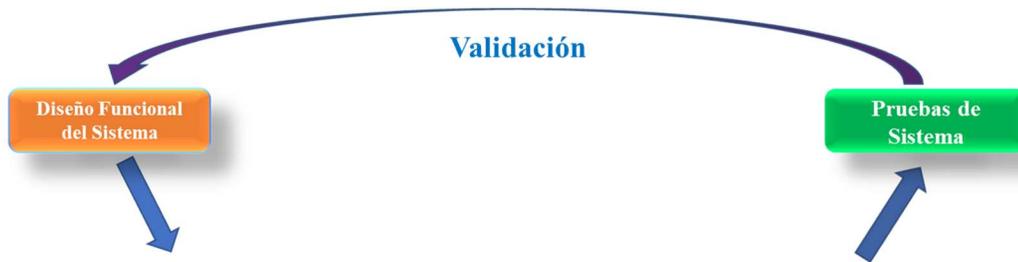


Figura 2.10 Validación a Nivel de Sistema.
Fuente: Propia (2020)

4. *Pruebas de Aceptación*

Son el tipo de pruebas que realiza el usuario o cliente para determinar si los requerimientos del sistema o las especificaciones se cumplen de manera correcta y puntual (Figura 2.11). Se revisan todos y cada uno de los casos de prueba contra especificación y al final se elabora un reporte de prueba con la evaluación obtenida

Aquí se evalúa la definición de los requerimientos.



Figura 2.11 Pruebas de Aceptación, Validación de Requerimientos.
Fuente: Propia (2020)

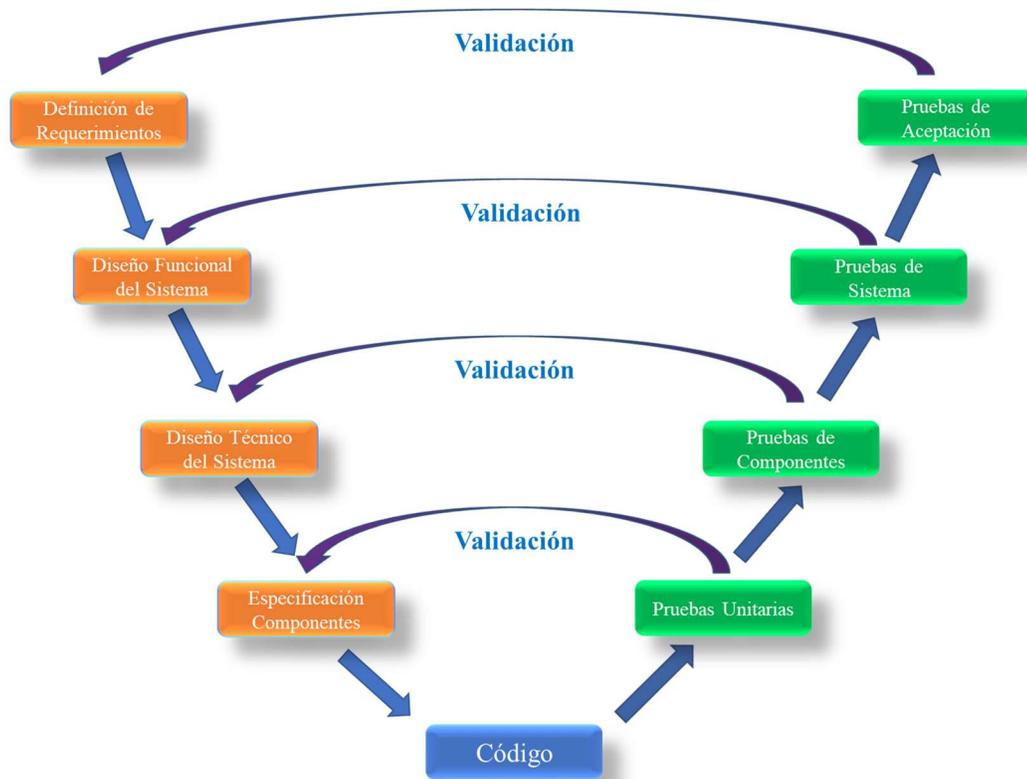


Figura 2.12 Modelo V, Utilizado en Validación Para la Definición de Casos de Prueba
Fuente: Propia (2020)

En la práctica, un modelo V (Figura 2.12) puede tener más, menos o diferentes niveles de desarrollo y pruebas, en función del proyecto y del producto de software. Así, por ejemplo, pueden realizarse las pruebas de integración de componentes a continuación de las pruebas de componente, y las pruebas de integración de sistemas después de las pruebas de sistemas.

Los productos de trabajo de software como, por ejemplo: escenarios, casos de uso, especificaciones de requerimientos, documentos de diseño y código - que se elaboran en la fase de desarrollo a menudo conforman la base de las pruebas en uno o más niveles de pruebas. Además, las actividades de verificación y validación pueden realizarse durante el desarrollo de los productos de trabajo del Software que se está construyendo

III. Resumen de Actividades Profesionales

El proyecto que me fue asignado como primera tarea consistió en realizar las actividades de pruebas de campo para verificar que la integración entre los servicios de telemáticos y la red 4G-LTE del proveedor de telecomunicaciones fuera correcta, además de asegurar que la cobertura de red cumpliera con lo estipulado en los requerimientos que le fueron solicitados al proveedor de telecomunicaciones.

A. Objetivos

- Verificar y evaluar el comportamiento del sistema de telemáticos ante pruebas en ambientes pre productivos y productivos.
- Evaluar el comportamiento y desempeño de la característica de punto de acceso móvil (Wi-Fi) del sistema de telemáticos (característica principal de la nueva generación)
- Verificar y evaluar el comportamiento de la red celular en los puntos con mayor índice de conectividad reportado (De acuerdo con los datos obtenidos por las áreas correspondientes)
- Diseñar y ejecutar escenarios de prueba significativos para los casos de uso previstos tales como:
 - Conectividad 2G
 - Conectividad 3G
 - Conectividad 4G/LTE
 - Servicios en escenarios de Roaming/Cruce fronterizo
- Capturar registros⁶ de las pruebas para ser enviados al equipo encargado del análisis de los datos
- Reportar problemas identificados mediante el sistema de reporte y resolución de problemas (para casos atribuibles al sistema de telemáticos), así como el sistema de reporte del proveedor de servicios de telecomunicaciones (para casos atribuibles a la red celular).
- Requerir una solución a los problemas reportados.
- Realizar re-prueba de cambios y verificación de soluciones.
- Verificar la interacción con el Centro de atención telefónica de producción de los módulos de nueva generación.

⁶ Un registro es una grabación secuencial en un archivo de los acontecimientos que afectan un módulo vehicular mientras se hace el procesamiento de sus datos.

B. Planeación del proyecto.

Para la planeación de este proyecto se tomaron en cuenta diferentes datos obtenidos tanto del proveedor como del grupo de Marketing para, con esta información, identificar las principales ciudades en las que los servicios de la plataforma de telemáticos se utilizaban de manera más frecuente, así como los niveles de cobertura que reportaba el proveedor de servicios de telecomunicaciones. Además, se consideró también el caso en el que nuestros clientes tuvieran la necesidad de cruzar la frontera con Estados Unidos. La frontera sur no fue considerada debido a la falta de acuerdos comerciales por parte de la compañía para tener cobertura en esa zona.

Analizando estos factores se determinó que las ciudades en las que se debían verificar los servicios y la implementación de esta generación de Telemáticos debían ser las siguientes (Figura 3.1):

Dentro de México

- Aguascalientes
- Cancún
- Ciudad de México
- Guadalajara
- León
- Mérida
- Monterrey
- Pachuca
- Puebla
- San Luis Potosí
- Tijuana
- Toluca
- Tuxtla Gutiérrez
- Veracruz
- Zacatecas

En la frontera norte con México

- Brownsville
- El Paso
- Laredo
- MC Allen
- San Diego



Figura 3.1 Mapa de las Ciudades Donde se Realizaron Pruebas.
Fuente: Google Maps. Datos del Mapa @ 2020 INEGI

Para cubrir todas estas ciudades se consideraron dos equipos conformados de un ingeniero de pruebas y un conductor. A cada equipo le fueron asignadas ciertas ciudades divididas por ubicación geográfica como se muestra a continuación.

Equipo A.

Ubicación geográfica: Sur – Frontera oeste

Ciudades:

- Cancún
- CDMX
- El Paso
- Mérida
- Puebla
- San Diego
- Tijuana
- Tuxtla Gutiérrez
- Veracruz

Equipo B.

Ubicación geográfica: Centro -Norte - Frontera Este

Ciudades:

- Aguascalientes
- Brownsville
- Guadalajara
- Laredo
- León
- MC Allen
- Monterrey
- Pachuca
- San Luis Potosí
- Toluca
- Zacatecas

C. Alcance

Dentro del alcance de mi participación en este proyecto se me fueron asignadas las ciudades del Centro-Norte del país, teniendo como base la ciudad de Toluca (Equipo B), así como la frontera noreste con EE. UU. y fue mi deber cumplir con los objetivos previamente mencionados para esta región en específico del país.

Mediante el diseño y la ejecución del calendario de pruebas se debía garantizar que los escenarios de prueba se cumplieran de manera satisfactoria y los datos recabados fueran enviados a las áreas correspondientes para su análisis, tal y como se detalló en los objetivos de este proyecto.

D. Ejecución

Para la Ejecución de las pruebas requeridas utilizamos diversas herramientas de hardware y software que en conjunto integraban el material de prueba, además de que tuve que tomar un entrenamiento de mecánica básica, así como ensamble de interiores para acceder a los módulos del vehículo con los que se requería una conexión física.

Adicional, tuve que tomar un entrenamiento en conjunto con mi chofer para garantizar que nuestra seguridad no se viera comprometida de ninguna forma en la ejecución de las pruebas.

Una vez hecha la planeación de las ciudades con las que se trabajaría, el siguiente paso dentro de la ejecución del proyecto fue trabajar con el equipo de pruebas de red inalámbrica (Wireless) en EE. UU. para tener un calendario de pruebas adecuado con el cual pudiéramos cubrir la mayor cantidad de pruebas en cada ciudad para cada una de las tecnologías celulares requeridas (4G, 3G y 2G)

Se diseñaron tres calendarios de prueba (Tabla 3.1) con una duración de dos semanas cada uno para cubrir todas las ciudades de la siguiente manera:

Fecha	Duración (días)	Ciudades	Tecnología a Probar
12/05/2016 - 12/17/2016	12	Zacatecas, Aguascalientes, Pachuca, Toluca	4G, 3G, 2G
10/09/2016 - 10/21/2016	13	Guadalajara, Leon, San Luis Potosí	4G, 3G, 2G
08/21/2016 - 09/05/2016	16	Monterrey, Mc Allen, Brownsville, Laredo	4G, 3G, 2G, Roaming Internacional

Tabla 3.1 Calendario de Viajes de Prueba para la Red Celular.
Fuente: Propia (2020)

Una vez definidos los tiempos de viaje y las estancias en cada ciudad se procedió a acordar el plan de pruebas para cada ciudad en específico, así como los tramos carreteros entre las ciudades teniendo como ejemplo el siguiente plan de pruebas (Tabla 3.2)

Date	Equipo 1	Red Celular	Prueba	# Pruebas
12/5/2016	Toluca - Zacatecas (580 KM)		Prueba A	Cada 2 minutos
12/6/2016	Zacatecas	4G 4G 4G 4G	Prueba B Prueba C Prueba A-1 Prueba D	3 Horas 30 Iteraciones 50 Iteraciones 100 iteraciones
12/7/2016	Zacatecas	3G 3G 3G 3G	Prueba A-2 Prueba C Prueba B Prueba D	5 Iteraciones 30 Iteraciones 3 Horas 100 Iteraciones
12/8/2016	Zacatecas - Aguascalientes (122 Km)	4G 4G	Prueba E-1 Prueba E-2 Prueba A	30 Iteraciones 30 Iteraciones Cada 2 Minutos
12/9/2016	Aguascalientes	4G 4G 4G 4G	Prueba B Prueba C Prueba A-1 Prueba D	3 Horas 30 Iteraciones 50 Iteraciones 100 iteraciones
12/10/2016	Aguascalientes	3G 3G 3G 3G	Prueba A-2 Prueba C Prueba B Prueba D	50 Iteraciones 30 iteraciones 3 Horas 100 Iteraciones
12/11/2016	Aguascalientes	3G 3G 2G 2G	Prueba E-1 Prueba E-2 Prueba D-2 Prueba D-1 Prueba D-2	30 iteraciones 30 Iteraciones 50 Iteraciones 100 Iteraciones 50 Iteraciones
12/12/2016	Aguascalientes	4G 4G 2G 2G	Prueba E-1 Prueba E-2 Prueba E-1 Prueba E-2	30 Iteraciones 30 Iteraciones 30 Iteraciones 30 Iteraciones
12/13/2016	Aguascalientes - Pachuca (508Km)		Prueba A	Cada 2 minutos
12/14/2016	Pachuca	4G 4G 4G 4G	Prueba B Prueba C Prueba A-1 Prueba D-1	3 Horas 30 Iteraciones 50 Iteraciones 100 Iteraciones
12/15/2016	Pachuca	3G 3G 3G 3G	Prueba A-2 Prueba C Prueba B Prueba D-1	50 Iteraciones 30 Iteraciones 3 Horas 100 Iteraciones

12/16/2016	Pachuca	3G	Prueba E-1	30 Iteraciones
		3G	Prueba E-2	30 Iteraciones
		3G	Prueba D-2	50 Iteraciones
		2G	Prueba D-1	100 Iteraciones
		2G	Prueba D-2	50 Iteraciones
12/17/2016	Pachuca - Toluca (197 Km)		Prueba A	Cada 2 minutos

Tabla 3.2 Calendario de Pruebas Real de una Actividad de Pruebas.
Fuente: Propia (2020)

Para la ejecución de estas pruebas fue necesario conocer todas y cada una de las pruebas requeridas ([Anexo 1](#)), así como su procedimiento específico, además fue necesario crear una plantilla en una hoja de cálculo para la captura de la información que sería enviada al equipo en Estados Unidos para su análisis. La clave para una correcta ejecución siempre fue la constante comunicación entre el equipo de pruebas inalámbricas en Estados Unidos y el equipo de Pruebas de Campo de México.

Al ejecutar las pruebas se tuvieron varios problemas que se fueron solucionando sobre la marcha, ya que muchas veces al encontrarse en una zona de acceso remoto para las pruebas en red Celular 2G, no se contaba con el apoyo en tiempo real del equipo de pruebas experimentado. Durante los viajes de pruebas se identificaron varios errores tanto de conectividad de red, así como problemas identificados en el sistema de telemáticos que fueron solucionados paulatinamente en el ciclo de vida del software del sistema por lo que al final, a manera de verificación se planeó una actividad de re-prueba de cambios para verificar que estos errores habían sido solucionados correctamente con el mismo calendario de pruebas

Todo el proceso de re-prueba de errores se documentó el en sistema interno de resolución de problemas, quedando como antecedente para futuras actividades y generaciones de telemáticos.

IV. Proyectos Alternos de Estandarización y Optimización

Dentro de mis actividades en la corporación como ingeniero de pruebas de campo, observé diferentes oportunidades de mejora en algunos procesos y procedimientos. Por ejemplo, los trabajos no se encontraban estandarizados, el proceso de entrenamiento era demasiado complejo y en algunas ocasiones no existía un entrenamiento apropiado, al visualizar esta oportunidad de mejora, me di a la tarea de desarrollar dos proyectos para documentar, estandarizar y optimizar el trabajo que un ingeniero de pruebas de campo debe realizar y así garantizar que los futuros nuevos empleados tuvieran un documento en donde se describieran las actividades a realizar así como la forma de realizarlas, y derivado de estas acciones, lograr acotar la curva de aprendizaje. Todo esto quedó documentado en el proyecto que resumo a continuación:

A. Proyecto: Estandarización de las actividades de Field Testing⁷ para Gen10

1. Definición del Problema.

Los ingenieros de pruebas de campo requieren de un conocimiento en algunos rubros que usualmente no son tan fáciles de explicar, por lo que el entrenamiento se vuelve primordial para poder ejecutar sus actividades durante un viaje de pruebas. Las condiciones en las que se realizan las pruebas dificultan el apoyo en tiempo real por parte de cualquier otro miembro del equipo más experimentado por lo que se pensó en la implementación de un trabajo estándar que explicara a los ingenieros de campo las principales actividades realizadas durante un viaje de pruebas para que sirviera en forma tanto de entrenamiento como de consulta y así pudiéramos hacer más eficiente el ciclo de pruebas tanto de un ingeniero experimentado, como de un “recién contratado” teniendo la información primordial a la mano.

2. Resultados esperados.

Se espera que con este proyecto los Ingenieros de pruebas de campo tengan un mejor apoyo y puedan realizar las actividades de pruebas de una manera más estandarizada, adicionalmente se espera que el documento planteado en los entregables ayude como referencia y a su vez sirva de consulta en caso de alguna dificultad.

⁷ Son las actividades de verificación que se realizan con vehículos de producción regular en condiciones cotidianas de uso para evaluar los servicios del sistema de telemáticos.

3. Metodología

Por medio de la metodología de DFSS⁸ se procedió al análisis del problema planteado anteriormente por lo que al utilizarla se estructuró el análisis y las posibles soluciones del problema. Una vez encontrada la posible solución, se eligió la metodología del análisis comparativo para la implementación de la solución, teniendo como línea base los registros de rondas de pruebas pasadas, en la cual participaron ingenieros novatos con poco conocimiento en las pruebas requeridas para contrastarlos con registros de pruebas de Ingenieros recién contratados después de utilizar el documento de apoyo/entrenamiento.

4. Entregables.

El principal entregable de este proyecto es un documento de apoyo denominado “Field Testing Check List for Gen10” en el cual se documentan todas y cada una de las pruebas necesarias para un ingeniero de pruebas de campo, así como los procedimientos y requerimientos para ejecutarlas. Adicionalmente a esto se incluye la información primordial para la configuración de las herramientas de prueba, así como las interfaces necesarias para este.

5. Beneficios del proyecto.

- Menor tiempo de ejecución en las pruebas, lo que se traduce a menor tiempo de ejecución en las actividades programadas para un día.
- Homologación en la recolección de información, al estandarizar la información requerida por medio de una plantilla de recolección de información diseñada en Excel.
- Mejor y más información recabada de la interacción del módulo de telemáticos para comprender mejor su comportamiento con las redes celulares locales.
- Mayor simplicidad en el análisis de la información obtenida de las pruebas, dando al equipo encargado de analizar la información la ventaja de poder identificar problemas de manera más eficiente.
- Los ingenieros recién contratados contarán con una guía de referencia que los ayude a completar sus actividades de manera eficiente y autónoma.
- Se minimiza el entrenamiento requerido para los ingenieros de nuevo ingreso y se cambia a un esquema auto didacta de entrenamiento.

⁸ DFSS. Design For Six-Sigma, es una metodología para la resolución de problemas complejos que estructura el pensamiento y ofrece herramientas para determinar las posibles soluciones.

6. Desarrollo del proyecto.

El proyecto consistió en la división estructurada de tareas para poder identificar la mejor solución al problema planteado anteriormente, esto mediante la metodología de DFSS impartida por parte de la empresa. El desarrollo del proyecto estuvo estructurado en cinco actividades principales que se identifican por su acrónimo IDDOV⁹

- Identificación del problema:

En esta fase se identifica el problema y el motivo de este proyecto, con base en las observaciones que se tuvieron acerca de las posibles áreas de oportunidad identificadas.

Para este proyecto, identifiqué el problema de la falta de entrenamiento para los ingenieros de campo y el impacto que este tenía sobre el tiempo que utilizaba para lograr completar una prueba exitosa sin ningún tipo de apoyo por lo que tomé como los datos base el análisis de los logs de prueba de una actividad de campo (Tabla 4.1) en las que se midieron los tiempos totales en prueba y se promediaron para obtener los siguientes datos

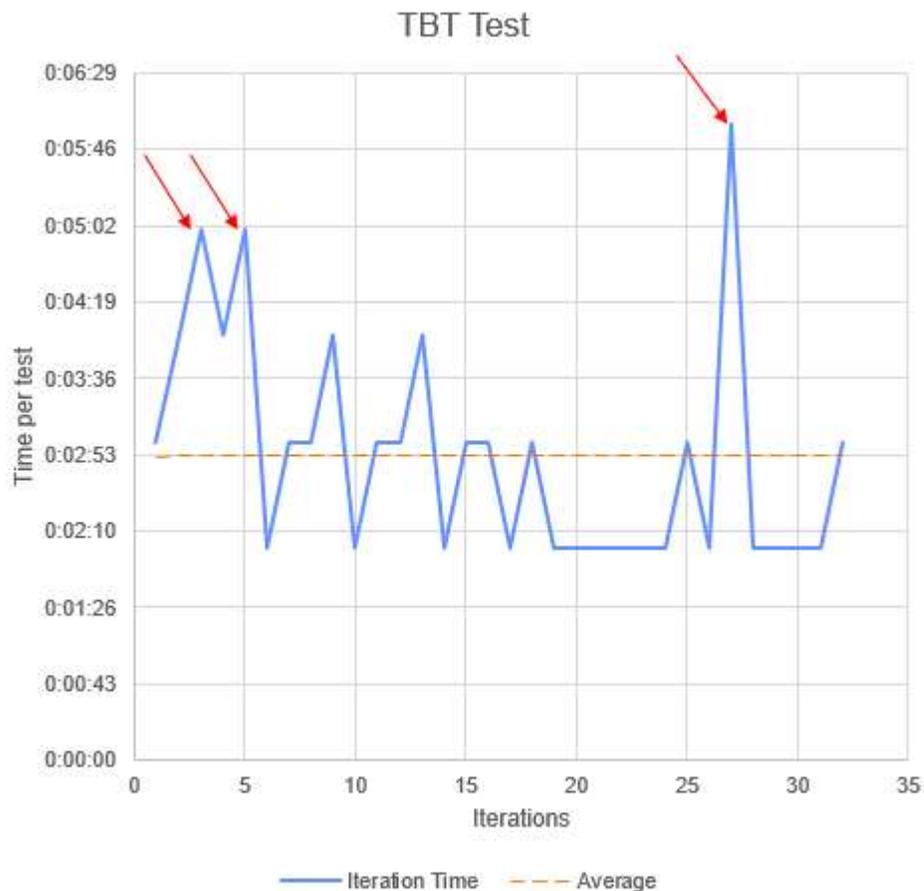
Tester Name	Test	Beginning Time	End Time	Total Test Time	Average Iteration Time	Iterations	File
Abraham Arias	BB without Advisor	11:07	12:21	1:14:00	0:01:31	50	Microsoft Excel 11-2011 Worksheet
Abraham Arias	BB with Advisor	9:15	10:48	1:31:00	0:01:49	50	Microsoft Excel 07-2011 Worksheet
Abraham Arias	TBT	19:08	20:37	1:29:00	0:02:53	32	Microsoft Excel 02-2011 Worksheet
Abraham Arias	SMS GPKD (SMS155) In DRX	20:24	21:05	0:41:00	0:02:09	21	Microsoft Excel 07-2011 Worksheet
Abraham Arias	SMS GPKD (SMS155) In IDLE	14:43	15:28	0:43:00	0:01:32	30	Microsoft Excel 07-2011 Worksheet
Abraham Arias	SMS In IDLE			2:00:00	aprox	100	Out of Scope
Abraham Arias	SMS Over Voice			2:00:00	aprox	100	Out of Scope
Abraham Arias	SMS Over Night (SMS 53)			0:40:00	aprox	50	Out of Scope
Abraham Arias	Throughput			3:00:00		3h	Out of Scope
	Total Time			13:18:00	Aprox		

Tabla 4.1 Tiempos Promedio Para Completar una Prueba de Manera Exitosa
Fuente: Propia (2018)

⁹ Identificar, Definir, Diseñar, Optimizar, Verificar

Al obtener estos datos, tomé como una base lo que se tenía actualmente y funcionaron como el peor escenario.

Tomando estos datos se hizo también el análisis de un caso práctico para la prueba listada en el renglón 3 de la Tabla 4.1. Al analizar estos datos y los tiempos totales por cada iteración se descubrió que dentro de la prueba existen iteraciones con un cronometraje elevado, a los que se conoce como “Tiempo crítico”, que están directamente relacionados a algún problema durante la prueba, por lo que completarla tomó más tiempo de lo esperado. En el gráfico (Gráfica 4.1) se pueden identificar estos “Tiempos críticos” de manera clara.



Gráfica 4.1 Iteraciones vs Tiempo por prueba, en rojo se identifican los “Tiempos críticos” y el tiempo promedio de la prueba.

Fuente: Propia (2018)

Al identificar este comportamiento se realizó la tarea de analizar los demás casos de prueba y pude observar que este comportamiento era replicable y que estaba afectando directamente los tiempos de prueba por lo que hacer algo para minimizar el impacto de estos “Tiempos críticos” era primordial para poder lograr el objetivo.

- Definir los requerimientos

Para la definición de los requerimientos se tomó en contraste lo que el cliente¹⁰ requería para cada día en el plan, tomando en cuenta que la cantidad de pruebas está definida para un día completo (ocho horas efectivas de trabajo), cualquier inconveniente durante una prueba impactaría directamente en el tiempo total de pruebas teniendo como resultado retrasos en el calendario y la posible repetición de estas.

A continuación (Tabla 4.2) se presenta un ejemplo de calendario de pruebas que fue solicitado por el equipo de redes inalámbricas para su ejecución durante el 2016 en la campaña de validación del sistema GEN 10.

Date	Team 1	Test
10/10/2016	In Leon	Device 2 : 30 TBT with Global SIM – LTE (1.5 – 2 hours) Device 2 : Throughout 3 hours in 4G Device 2 : 30 SMS 155 GPKT In DRX (in LTE) (aprox 1 hour) Device 2 : 100 SMS in LTE (aprox 2 Hours)
11/10/2016	In Leon	Device 2 : 30 TBT with Global SIM - 3G (1.5 – 2 hours) Device 2 : Throughout 3 hours in 3G Device 2 : 30 SMS 155 GPKT In DRX (in 3G) (1 Hour) Device 2 : 30 SMS 155 GPKT In Idle (in 3G)(1 Hour)
12/10/2016	Leon - Queretaro	Device 2 : 50 BB Calls (request a service) (2 hour)
12/10/2016	In Queretaro	Device 2 : 30 TBT with Global SIM – LTE (1.5 - 2 hours) Device 2 : 30 SMS 155 GPKT In DRX (in LTE) (1 hour) Device 2 : 30 SMS 155 GPKT In Idle (in LTE) (1 hour)
13/10/2016	In Queretaro	Device 2 : 30 TBT with Global SIM - 3G (1.5 – 2 hour) Device 2 : Throughout 3 hours in 4G Device 2 : 30 SMS 155 GPKT In DRX (in 3G) (1 hour) Device 2 : 100 SMS in 3G (2 hour)
14/10/2016	Queretaro - Toluca	Device 2 (In car) : Periodic BB

Tabla 4.2 Calendario de Pruebas de una Actividad de Field Testing.
Fuente: Propia (2018)

¹⁰ El cliente en este caso se refiere al área que requiere los datos de las pruebas realizadas.

Tomando en cuenta lo anterior como la voz del cliente y realicé un análisis minucioso de los requerimientos proporcionados para poder identificar las posibles áreas de oportunidad y saber qué es lo que se podía hacer para mejorarlas (Tabla 4.3).

Customer expectation	Target (LTB/STB)	Functional Requirements (units)	Evaluation methods
Hours per day in testing	8 (STB)	Hours	Number of test cases completed in Journal
Days in validation trip	10 (STB)	Days	Meet the target of Days in testing with 100 % progress
Cities per validation trip	3 (LTB)	Cities	Cover at least 3 Cities with 2G, 3G and 4G Cases

Tabla 4.3 Análisis de las Expectativas de cliente (Voz del cliente).
Fuente: Propia (2018)

Los criterios de evaluación son los siguientes:

- LTB= Larger The Better (Entre más grande mejor)
- STB = Smaller The Better (Entre más pequeño mejor)

Lo que significa que tan grande o pequeño sea el número objetivo respectivamente, mejores serán los resultados esperados por el cliente. Por ejemplo, será mejor para el cliente que las horas por día en pruebas sean menores (STB) resultando así más óptimo.

- Diseño de la solución

En el diseño de la solución se propusieron diferentes conceptos que podrían cumplir la función antes mencionada, por lo que, por medio de una lluvia de ideas, se logró proponer a tres candidatos de los cuales se evaluaron las cualidades de cada idea para así poder determinar cuál de ellas era el mejor candidato.

Esta evaluación se realizó mediante un método llamado Matriz de Pugh (Tabla 4.4) en la cual se definen los criterios a ser evaluados, así como los criterios de medida, definiendo como línea base la ausencia de este documento.

Criterios	Type	Target	Unit	Baseline Design (Nothing)	Checklist Guide	Mind Map	Notebook Notes
				DATUM	1	2	3
Hours Per Day In Testing	STB	8	Hours (h)		-	-	s
Days In Validation Trip	STB	10	Days (d)	D	-	-	s
Cities per validation Trip	LTB	3	Cities	A	+	+	s
Complexity	STB	-	N/A	T	-	+	-
Easy to understand	LTB	+	N/A	U	+	+	s
Structurated	LTB	+	N/A	M	+	+	+
Portability	LTB	+	N/A		+	-	-
Development Time	STB	-	N/A		+	+	+
Robustness	LTB	+	N/A		+	-	-
Standard	LTB	+	N/A		+	+	-
Sum of Positives					7	6	2
Sum of Negatives					3	4	4
Sum of "sames"					0	0	4

Tabla 4.4 Matriz de Pugh para la selección de conceptos.
Fuente: Propia (2018)

Una vez definido lo anterior, se evaluó de manera objetiva el desempeño de cada uno de los conceptos propuestos bajo los criterios marcados. Al final se contabilizaron las ventajas y desventajas de cada uno de los conceptos por lo que el ganador resultó ser aquél que demostró más ventajas por sobre los competidores.

Concepto ganador

Teniendo como sustento lo anterior, el concepto ganador fue una guía tipo checklist por lo que se comenzó a discutir cuales serían los contenidos adecuados y cuales eran también los puntos que se debían abordar en esta guía por lo que se procedió a documentar dicha guía, para su realización se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones y contenidos:

- Introducción a las pruebas de campo
 - Notas importantes del software requerido para testear.
 - Explicación de que es una prueba de campo.

- Pasos iniciales
 - Interfaz entre el módulo y la computadora
 - Conexión física.
 - Verificación de configuración virtual.
 - Posibles errores de comunicación.
 - Herramienta de captura de registros
 - Instalación y uso de la herramienta.
 - Requisición e instalación de licencias de software.
 - Configuración de comunicaciones.
 - Opciones de captura de registros.
 - Posibles errores de comunicación.
 - Herramienta de escaneo de red celular
 - Instalación y uso de la herramienta.
 - Requisición e instalación de licencias de software.
 - Configuración de las comunicaciones.
 - Opciones de captura de registros.
 - Posibles errores de comunicación.

 - Herramienta Simulador de asesor virtual

- Instalación y uso de la herramienta.
 - Configuraciones generales.
 - Configuración del módulo de telemáticos.
 - Uso del módulo de telemáticos dentro de la herramienta.
-
- Ayuda en General
 - Contactos de ayuda.
 - Línea de soporte para casos de red celular.
 - Línea de soporte para casos de herramientas.
-
- Estandarización de pruebas
 - Pruebas relacionadas con el asesor virtual
 - Prueba tipo A
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo A.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo A.
 - Prueba Tipo B
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo B.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo B.
 - Pruebas relacionadas con el servicio de navegación GPS del Sistema de telemáticos
 - Pruebas de descarga de rutas
 - Definición del método de prueba de descarga de rutas.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas de Navegación GPS.

- Pruebas relacionadas con el servicio de datos del vehículo
 - Prueba tipo 1
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo 1.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo 1.
 - Prueba tipo 2
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo 2.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo 2.
 - Prueba tipo 3
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo 3.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo 3.
 - Prueba tipo 4
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo 4.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo 4.
 - Prueba tipo 5
 - Definición del método de prueba para pruebas tipo 5.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas tipo 5.

- Pruebas relacionadas con el consumo de datos del punto de acceso Wi-Fi del vehículo

- Pruebas de estrés
 - Definición del método de prueba para pruebas de estrés.
 - Captura de datos.
 - Estandarización de resultados mediante un archivo común para pruebas de estrés.

Cubriendo estos temas se consideró que un ingeniero recién contratado podría obtener el máximo beneficio y además podría generar más pruebas en menor tiempo con la ayuda del checklist. Adicional, la existencia de los documentos estándar para la captura de resultados incluiría una mejora significativa dado que todos los ingenieros estarían reportando en un mismo formato, lo cual hace que su interpretación sea más efectiva.

Diseño del Experimento

Una vez obtenido y documentado el checklist junto con los archivos estándar para captura de datos se propuso un experimento para verificar la validez de la hipótesis.

Se tomó como muestra un empleado de un área relacionada que no tenía mucho conocimiento de las actividades de pruebas y se le documentó con el checklist, la hipótesis era que cualquier empleado, aunque no fuera familiar con el procedimiento, con la ayuda de nuestro documento podría realizar las actividades requeridas en un tiempo considerable.

El experimento constaba de una ronda de 32 iteraciones de la prueba tipo A en un vehículo de pruebas (Figura 4.1), que al final serían evaluadas contra el peor escenario definido previamente en la fase de identificación. A lo largo de estas pruebas, el empleado de prueba tendría solo la ayuda del documento checklist.



Figura 4.1 Vehículo de pruebas.

Fuente: La Innovación detrás de Chevrolet Spark, Recuperado de: www.media.gm.com

Captura de Datos

A través del siguiente diagrama (Figura 4.2) se instruyó al ingeniero de pruebas para que realizara las conexiones físicas en el vehículo de pruebas.

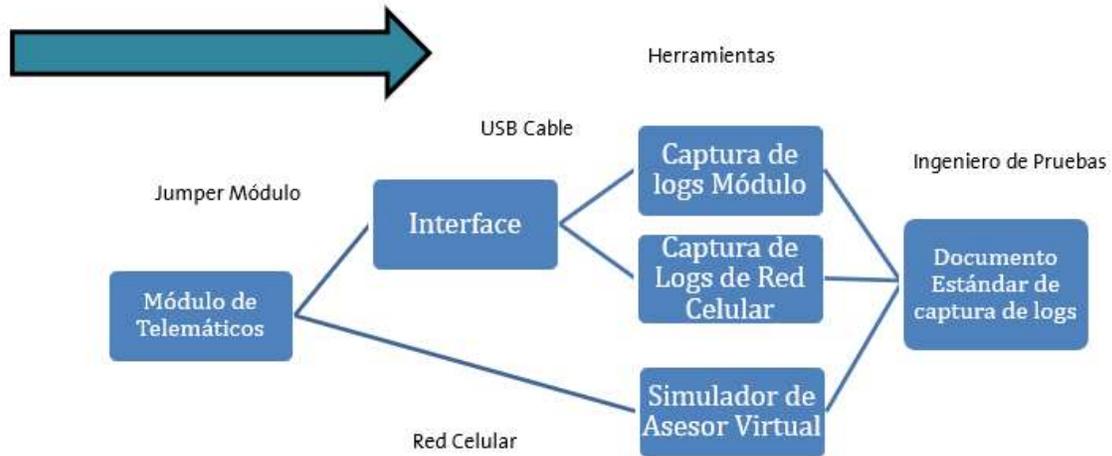


Figura 4.2 Diagrama de conexiones físicas al vehículo.
Fuente: Propia (2018)

- Optimización del diseño (Estrategia de ruidos) -Fuera de alcance en este proyecto-

La parte de la optimización de este proyecto por cuestiones de tiempo no fue contemplada, pero si fue sugerida para un proyecto futuro dado que representaba un reto muy alto considerar todos los posibles ruidos aplicables al caso que deseábamos tratar por lo que se definió un segundo proyecto para implementar la optimización.

- Verificación de los resultados

Después de conducir el experimento, se tomaron los resultados de este ejercicio (Tabla 4.5) y se analizaron para obtener lo siguiente:

Ing. de Pruebas	Prueba	Tiempo Inicio	Tiempo Fin	Tiempo Total	Tiempo promedio por prueba	Iteraciones
Nuevo Ingeniero sin Checklist	Prueba C	19:08	20:37	1:29:00	0:02:53	32
Nuevo Ingeniero con Checklist	Prueba C	14:39	15:45	1:06:00	0:02:11 ↓	32

Tabla 4.5 Resultados del experimento realizado.
Fuente: Propia (2018)

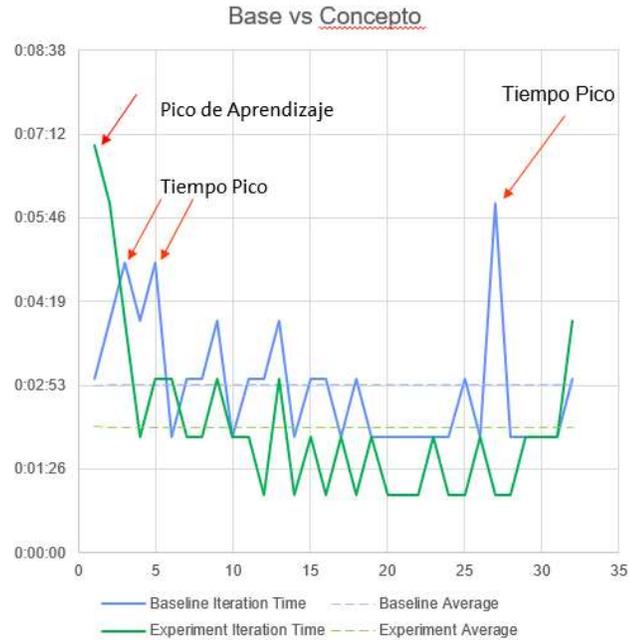
Con el apoyo del documento Check list logramos disminuir en un 25% el tiempo de la prueba en comparación con el tiempo base de 1:29:00 esto, en términos del tiempo representa que podemos realizar más rápido el trabajo. En el hipotético caso en el que extrapoláramos este ahorro del 25% hacia las demás pruebas tendríamos algo como lo siguiente:

Tester	Prueba	Inicio	Fin	Tiempo total de Prueba	Tiempo promedio por prueba	Tiempo esperado (25%)	Tiempo Total Esperado	Iteraciones
Ingeniero 1	Prueba A	11:07	12:21	1:14:00	0:01:31	0:01:08	0:56:40	50
Ingeniero 1	Prueba A-1	9:15	10:46	1:31:00	0:01:49	0:01:22	1:08:20	50
Ingeniero 1	Prueba C	19:08	20:37	1:29:00	0:02:53	0:02:11	1:09:52	32
Ingeniero 1	Prueba E-2	20:24	21:05	0:41:00	0:02:09	0:01:37	0:33:57	21
Ingeniero 1	Prueba E-1	14:43	15:26	0:43:00	0:01:32	0:01:09	0:34:30	30
	Tiempo Total			5:38:00			4:23:19	

Tabla 4.6 Ahorros proyectados en tiempos de prueba después del checklist.
Fuente: Propia (2018)

En la tabla anterior (Tabla 4.6), podemos ver que, en conjunto, se estaría ahorrando más de una hora de pruebas en total, con lo que se podría disminuir drásticamente la carga de trabajo a lo largo de las 10 horas que se tienen planeadas por día de pruebas en campo.

En este análisis también se determinó que, en gran parte, este ahorro de tiempo se debió a la disminución de los “Tiempos Críticos” en los cuales el ingeniero de pruebas tenía que documentarse para recordar los pasos siguientes de la prueba. Al graficar los resultados (Gráfica 4.2) del análisis de los registros de prueba podemos observar claramente la tendencia en la siguiente gráfica.



Gráfica 4.2 Comparativa de Base vs Concepto, Se aprecia la disminución de los tiempos críticos.
Fuente: Propia (2018)

Aquí se puede observar el contraste entre la prueba base y el concepto, además, se puede notar que se disminuyó el tiempo promedio de prueba y a su vez también se pudo eliminar en mayor cantidad los “Tiempos críticos” de la prueba por lo que se puede concluir que el ahorro está directamente relacionado con estos tiempos y el documento propuesto también nos ayuda para eliminarlos.

Derivado del estudio anterior y los beneficios presentados, este documento sentó las bases para los ingenieros recién contratados, dándoles la capacidad de tener auto entrenamiento y ayudándoles a entender mejor el procedimiento para realizar su trabajo. En etapas posteriores se tomó la decisión de contratar a un proveedor que se encargaría de las pruebas antes mencionadas y el documento generado ayudó también a que estos nuevos proveedores pudieran eliminar la curva de aprendizaje y adoptar el trabajo en el menor tiempo posible.

B. Proyecto: Optimización de las Actividades de Field Testing para Gen10

Debido a que el alcance del proyecto de estandarización fue muy corto, dejó muchas oportunidades de mejora. Por esta razón se creó una segunda fase en la cual se incluyó una fase de optimización en la que se detalló el proyecto de estandarización y se midió el impacto que podría tener en lo que denominamos un “recién contratado” y el entrenamiento que debería recibir para ejecutar las actividades de Ingeniero de pruebas de campo. Al correr la fase de optimización de este proyecto se encontraron muchas mejoras que se presentan a continuación en la fase de optimización.

1. Definición del problema:

Derivado del proyecto anterior, durante la ejecución del mismo pude identificar que además de los problemas estándar durante una prueba, también podían presentarse problemas con la configuración y manipulación del módulo de telemáticos por lo que una forma de optimizar nuestro documento inicial sería incluir también los principales modos de falla, así como los procedimientos para manipular la configuración y las diferentes generaciones de telemáticos.

Bajo este problema me di a la tarea de realizar las investigaciones correspondientes e incluir la fase de optimización del concepto generado en el proyecto anterior.

A continuación, se presentan los detalles de la fase de optimización por medio de una estrategia de ruidos.

2. Resultados esperados

Se espera que, con esta segunda fase del proyecto, el documento obtenido en la etapa anterior pase por un criterio de evaluación el cual nos ayude a optimizar, por medio de una estrategia de ruidos¹¹, para identificar cuales serían los principales problemas que el documento podría presentar en su fase de implementación para así minimizar el número de errores que el usuario pueda cometer con el mismo.

¹¹ Una estrategia de ruidos se refiere a una herramienta de la metodología de DFSS para evaluar todos los posibles factores externos que pudieran afectar a la solución y darles un tratamiento específico para mitigarlo

3. Metodología

La metodología DFSS contempla una herramienta que se conoce como factores de ruido, por medio de la cual, se analizan todas las posibles entradas adicionales que afecten el resultado de la solución y se les da el tratamiento necesario para que no afecten a la prueba. Haciendo esto se establece un diseño de solución robusto y a prueba de errores que servirá para minimizar las posibles fallas durante la ejecución de la solución.

La metodología de factores de ruido está enfocada a procesos de manufactura dentro del método Taguchi¹² en donde se identifican los diferentes tipos de factores de ruido aplicables:

- Factores Externos: Pueden ser factores ajenos al proceso, tales como ambientales, operativos, imputables al usuario de la solución, etc.
- Variaciones de manufactura: Pueden ser factores dentro del proceso como variación de partes.
- Deterioro del producto: Son factores que se producen cuando existe degradación en los componentes de la solución

Dado que no se trata de un proceso de manufactura lo que se propone, únicamente se consideraron los factores de ruido externo para la solución.

4. Entregables

El entregable principal de esta fase es el documento denominado “Field Testing Check List for Gen10” optimizado. Se aplicó una estrategia de ruidos externos al documento que permitió definir posibles modos de falla que fueron corregidos para hacer una solución más robusta.

5. Beneficios del proyecto

El proyecto en su fase de optimización permitirá al usuario tener un mejor control de los factores externos que podrían afectar la prueba, por lo que sería más eficiente su trabajo.

Al definir estos factores externos, el documento preparará al usuario para afrontar estos problemas con el entrenamiento adecuado.

¹² Método Taguchi, Metodología que se refiere a un experimento diseñado que permite elegir un producto o proceso que funcione de manera más consistente en un ambiente operativo. Reconoce que no todos los factores que causan variabilidad pueden ser controlados.

6. Desarrollo del Proyecto

Optimización del Diseño (Estrategia de Ruidos)

Dentro de la fase de optimización, la estrategia de ruidos nos hizo plantearnos tres escenarios principales en los que se debían considerar todos los posibles factores externos que pudieran afectar a nuestro diseño actual, por lo cual surgió el siguiente cuestionamiento:

¿Algún factor puede demorar el proceso de pruebas?

Por medio de la investigación de eventos pasados de pruebas nos dimos cuenta de que algunos factores externos podrían demorar las pruebas por lo que deberíamos estar preparados para solucionarlos.

Este fue el factor determinante que nos impulsó a complementar con la información acerca de la manipulación del módulo de telemáticos

Posible Solución:

Para la posible solución de los problemas relacionados con la manipulación del módulo, se consideraron todos los posibles códigos de falla del módulo de telemáticos, así como la documentación requerida y los procedimientos técnicos para solucionarlos.

Código de Falla	Descripción de Falla	Estado
FC-001	ECU Performance - General Checksum Failure	Active Inactive
FC-002	ECU Performance - General Memory Failure	Active Inactive
FC-003	ECU Performance - Watchdog/Safety uC Failure	Active Inactive
FC-004	ECU Performance - Supervision Software Failure	Active Inactive
FC-005	ECU Performance - Bluetooth Failure	Active Inactive
FC-006	ECU Performance - Loss of Comm. With GPS	Active Inactive
FC-007	ECU Performance - Internal Communications Failure	Active Inactive
FC-008	Option Configuration Failure	Active Inactive
FC-009	Replace Backup Power source - Voltage Bellow Threshold	Active Inactive
FC-010	Backup Power Source - Open Circuit	Active Inactive
FC-011	Cell Phone Microphone Circuit Malfunction - Short	Active Inactive
FC-012	Cell Phone Microphone Circuit Malfunction - Open Circuit	Active Inactive
FC-013	Cell Phone Antenna Circuit Malfunction - Short to Ground	Active Inactive
FC-014	Cell Phone Antenna Circuit Malfunction - Open Circuit	Active Inactive
FC-015	Cell Phone Select Service Switch Malfunction - Open Circuit	Active Inactive
FC-016	Cell Phone Select Service Switch Malfunction - Stuck Button	Active Inactive
FC-017	Wireless Communication Antenna (Bluetooth) - Short to Ground	Active Inactive
FC-018	Wireless Communication Antenna (Bluetooth) - Open Circuit	Active Inactive
FC-019	Control Module Communication - BUS Off on LSGMLAN	Active Inactive
FC-020	Control Module Communication - BUS Off on HSGMLAN	Active Inactive
FC-021	Supervised Lost Comm. With BCM	Active Inactive
FC-022	Supervised Lost Comm. With RCM	Active Inactive
FC-023	Supervised Lost Comm. With IPC	Active Inactive
FC-024	Supervised Lost Comm. With Radio	Active Inactive
FC-025	Supervised Lost Comm. With Inside RearView Mirror	Active Inactive

Tabla 4.7 Modos de Falla del Módulo de Telemáticos
Fuente: Propia (2018)

Una vez identificados estos posibles modos de falla se procedió a incluirlos en el documento que fue previamente definido para que nuestros nuevos ingresos también tuvieran el conocimiento técnico requerido para la manipulación de este módulo.

Debido a la confidencialidad de los datos acerca de la configuración del módulo de telemáticos, no me fue permitido presentar el desarrollo ni los resultados de la fase de optimización, pero puedo mencionar que el tiempo y el trabajo ahorrado para los ingenieros de pruebas fue primordial para poder completar las pruebas de manera más rápida y efectiva.

V. Resultados y conclusiones.

En lo referente al proyecto de validación y verificación de la nueva generación de Telemáticos 4G-LTE del [capítulo III](#) los resultados fueron los siguientes:

- Se encontraron cerca de 50 defectos tanto de configuración como de programación que fueron propiamente documentados y reportados al equipo correspondiente para su solución.
- Se encontraron cerca de 20 defectos atribuibles a la plataforma de telecomunicaciones
- Se hicieron pruebas en 4 versiones de software distintas para garantizar que los defectos fueran solucionados en su totalidad.
- Los sistemas fueron implementados en aproximadamente el 20% de la población total de vehículos vendidos en México por la marca en 2018 y años modelo posteriores, beneficiando a los consumidores que recibieron un sistema de calidad y muchas mejoras en la funcionalidad del sistema.
- Este proyecto ayudo a identificar áreas de oportunidad que la compañía tenía y ayudo a sentar las bases para los proyectos de estandarización y optimización propuestos posteriormente

En lo referente a los proyectos de Estandarización y Optimización descritos en las secciones A y B del [capítulo IV](#):

Al finalizar estos proyectos se pudieron sentar las bases de un trabajo estándar, así como la optimización del tiempo de prueba para los empleados denominados “recién contratado”. Así mismo, el mayor trabajo realizado consistió en minimizar la curva de aprendizaje para que este tipo de empleados pudieran adaptarse a la forma de trabajo de una manera natural bajo el concepto de “on the Job Training” (Entrenamiento sobre la marcha, que supone que alguien puede entrenarse al momento de realizar las tareas asignadas) que para los intereses de la compañía es primordial debido a que con esto ahorramos dinero en costosas actividades de entrenamiento.

Adicional a esto, el trabajo aquí descrito fue expuesto en foros dentro de la compañía a nivel internacional dedicados a estas actividades de pruebas, sentando un precedente para los ingenieros a nivel global encargados de las pruebas alrededor del mundo. El proyecto completo se encuentra publicado en un sitio interno de la organización por lo que cualquiera es capaz de consultar y hacer referencia a los manuales, procedimientos y ejecuciones ahí mostradas por lo que creo que el impacto ha sido tal que incluso los proveedores directos de la empresa lo han utilizado para entrenarse y gracias a esto han realizado pruebas de manera exitosa en algunas ciudades de Latinoamérica que hoy en día se encuentran implementando este sistema de telemáticos en sus países.

Derivado de todos estos resultados, puedo concluir que los objetivos principales de este resumen de actividades profesionales se han cumplido puesto que se ha demostrado que gracias a las actividades de validación y verificación de componentes de software específico que he realizado durante mi estancia en esta empresa del sector automotriz he contribuido a que nuestros clientes reciban un producto de calidad, que cumple con todos los requerimientos y funcionalidades para los que ha sido diseñado y además que ha sentado un precedente en el desarrollo tecnológico del sector automotriz.

Una de mis más valiosas contribuciones al ser parte de esta gran empresa ha sido que he tenido la fortuna de verificar que las nuevas tecnologías, en las que somos pioneros, puedan revolucionar el mundo que conocemos. Como parte de mi formación como ingeniero he podido aprender las técnicas requeridas para hacer mi trabajo y aplicarlas a la práctica lo me hace pensar en todas las posibilidades que tendremos en el futuro de la industria automotriz y me motiva a proponer, investigar, innovar y sobre todo garantizar que los vehículos que se construyen estén bien hechos y cumplan con los requerimientos regionales que mi país requiere.

VI. Bibliografía

- ❖ Garay, G. (2013). Modelos de desarrollo de Software - Modelo V. Octubre 02, 2019, de Scrum - QA Sitio web: <http://scrum-qa.blogspot.com/2013/03/modelos-de-desarrollo-de-software.html>
- ❖ Forsberg, K., Mooz, H & Cotterman, H. (2005). Visualizing Project Management: Models and Frameworks for Mastering Complex Systems. United States: John Wiley & Sons.
- ❖ IEEE Connected & Autonomous Vehicles. (2019). Connected Vehicles. Abril 6, 2019, de IEEE Connected Vehicles Initiative Sitio web: <https://site.ieee.org/connected-vehicles/ieee-connected-vechicles/connected-vehicles/>
- ❖ International Software Testing Qualifications Board. (2018). Foundation Level Syllabus. Junio 01, 2019, de International Software Testing Qualifications Board (ISTQB) Sitio web: <https://www.istqb.org/downloads/send/2-foundation-level-documents/281-istqb-ctfl-syllabus-2018-v3-1.html>
- ❖ International Software Testing Qualifications Board. (2018). Foundation Level Syllabus. Junio 01, 2019, de International Software Testing Qualifications Board (ISTQB) Sitio web: <https://www.istqb.org/downloads/send/2-foundation-level-documents/281-istqb-ctfl-syllabus-2018-v3-1.html>
- ❖ Medina, A. (2017). La Historia detrás de la Internet de las cosas. Mayo 22, 2019, de El Espectador Sitio web: <https://www.elespectador.com/tecnologia/la-historia-detras-de-la-internet-de-las-cosas-articulo-716678>
- ❖ Cole, Tim. (2018). Interview with Kevin Ashton – inventor of IoT: Is driven by the users. Mayo 19, 2019, de Smart Industry The IoT Magazine Sitio web: <https://www.smart-industry.net/interview-with-iot-inventor-kevin-ashton-iot-is-driven-by-the-users/>
- ❖ Minitab LLC. (2019). Factors in Taguchi Designs. Diciembre 02, 2019, de Minitab, LLC. Sitio web: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/supporting-topics/taguchi-designs/factors-in-taguchi-designs/>
- ❖ Minitab LLC. (2019). Taguchi Designs. Diciembre 02, 2019, de Minitab, LLC. Sitio web: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/supporting-topics/taguchi-designs/taguchi-designs/#example-of-a-taguchi-design>

- ❖ Morgan J. (2014). A Simple Explanation of The Internet of Things!. Abril 06, 2019, de Forbes Magazine Sitio web: <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#1ee460211d09>
- ❖ PMO Informática. (2016). Pruebas de Software. Mayo 31, 2019, de PMO Informática Sitio web: <http://www.pmoinformatica.com/p/pruebas-de-software.html>

VII. Anexo

Anexo 1. Equivalencias de nombres de prueba

Nombre de Prueba	Descripción de Prueba
Prueba A	Llamadas periódicas a Call Center
Prueba A-1	Llamadas periódicas a Call Center con servicio remoto requerido
Prueba A-2	Llamadas periódicas a Call Center sin servicio remoto requerido (Estrés)
Prueba B	Consumo de datos a través del punto de acceso Wi-Fi
Prueba C	Servicio de navegación satelital
Prueba D-1	Servicio remoto
Prueba D-2	Servicio remoto sobre llamada de voz
Prueba E-1	Servicio de conectividad - Comandos remotos en IDLE
Prueba E-2	Servicio de conectividad - Comandos remotos en DRX

Tabla 7.1 Equivalencias de nombres de prueba
Fuente: Propia (2019)