



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Proceso de mantenimiento para
bicicletas eléctricas: descripción y
optimización**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Isaac Ortíz Licea

ASESOR DE INFORME

Dr. Fernando Velázquez Villegas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020

Este trabajo está dedicado a mi padre y a mi hermano, por ser el pilar durante mis estudios, labores profesionales y a lo largo de mi vida; por sus consejos, afecto, por creer y confiar en mí.

A la familia Ortiz Palma por su apoyo incondicional.

A Elgie por compartir conmigo los mejores momentos desde el comienzo, por su cariño, por estar ahí siempre.

Al Dr. Fernando Velázquez por guiarme en el desarrollo de este trabajo.

A todos, gracias.

Contenido

1	Introducción.....	1
2	Objetivo.....	1
3	Imaatech	2
3.1	Historia.....	2
3.1.1	Misión.....	2
3.1.2	Visión.....	2
3.1.3	Organigrama.	3
3.2	Descripción del puesto.....	4
4	Antecedentes	4
5	Actividades.....	4
5.1	Manual de servicio preventivo y diagnóstico de fallas Vectro Bikes.	4
5.2	Manual de mantenimiento para bicicletas eléctricas (Smart Bike).	7
5.3	Órdenes de servicio.....	10
6	Reportes de Daños	14
7	Mantenimiento	15
7.1	Mantenimiento al modelo Smart Bike.....	15
7.1.1	Mantenimiento correctivo.....	15
7.1.2	Mantenimiento preventivo.....	17
7.2	Mantenimiento a interfaz de usuario.....	18
8	Control de calidad y capacitación de personal	19
9	Resultados.....	20
10	Conclusiones	20
11	Anexos.....	22
11.1	Formatos de orden de servicio.	22
11.2	Formato de evaluación de daños.....	27
12	Referencias.....	29

1 Introducción

El presente trabajo se refiere a las labores realizadas para Imaatech S.A de C.V, en el puesto de becario de ingeniería.

Imaatech trabaja en dos grandes proyectos: el lanzamiento de la marca de bicicletas eléctricas "Vectro Bikes", y el modelo de bicicletas eléctricas de uso compartido "Smart Bike" para la CDMX. Los proyectos requieren de la participación de personal de diferentes áreas.

En el puesto de becario las actividades son diversas y destacan las siguientes: generación de documentación, mantenimiento, capacitación de personal y control de calidad.

La generación de documentación se enfoca en el desarrollo de manuales de mantenimiento para los modelos mencionados, y la elaboración de formatos para llevar a cabo el mantenimiento del modelo Smart Bike así como los reportes en los que se analiza el estado de la bicicleta ante un accidente.

El mantenimiento comprende la identificación de fallas o averías, y en consecuencia las labores de reparación del modelo Smart Bike de uso compartido.

Finalmente, las labores de mantenimiento requieren de la capacitación de personal para ser ejecutadas correctamente, además es primordial la aprobación de las actividades mediante inspecciones de calidad.

2 Objetivo

Describir las actividades realizadas en el puesto, la metodología empleada para su ejecución, los cambios efectuados para mejorar los procesos y los resultados obtenidos.

3 Imaatech

3.1 Historia.

En 2009 Rafael Garayoa Guajardo (fundador) emigró a Holanda con recursos propios para hacer una Maestría en Sistemas Embebidos; en 2010 comenzó a trabajar en Prodrive Technologies (empresa holandesa de desarrollo tecnológico) y en 2013 convenció a la junta de directores de abrir una subsidiaria orientada al desarrollo tecnológico en México. En 2015, la junta de directores de Prodrive decidió enfocar su atención en el mercado asiático por lo que se le presentó la oportunidad a Rafael de adquirir la subsidiaria mexicana y continuar con las operaciones, es así como en 2015 se funda Imaatech, empresa especializada en sistemas embebidos, inversores para vehículos eléctricos ligeros y sistemas de almacenamiento de energía (Imaatech, 2015). En 2017, Imaatech lanzó una marca de bicicletas eléctricas "Vectro bikes", únicas en México con tecnología desarrollada y manufacturada localmente.

El modelo de negocio de Imaatech está orientado a la venta B2B¹, ya sea a través del desarrollo de soluciones específicas o vendiendo productos terminados. Actualmente se encuentra constituida como una Sociedad Anónima de Capital Variable (Imaatech, 2015).

3.1.1 Misión.

Desarrollar tecnología y modelos de negocio sostenibles que generen valor y calidad de vida a nivel individual, y que a través de la suma de valor individual generen un impacto positivo en la sociedad y en nuestro planeta (Imaatech, 2015).

3.1.2 Visión.

Vivimos en una sociedad en profunda transformación y cuyos valores están evolucionando. Vislumbramos un futuro donde los valores de la humanidad no se centren en las posesiones materiales sino en el fundamento de que todos somos iguales y tenemos que velar por una calidad de vida homogénea para cada ser

¹ La venta B2B (business to business) se refiere al negocio entre una empresa "A" que desarrolla productos para otra empresa "F", y no necesariamente genera productos para un consumidor final.

humano. Nosotros seremos una empresa de vanguardia, proveedora de soluciones tecnológicas integrales en línea con estos valores y con los requerimientos de sustentabilidad que el mundo futuro demandará de la humanidad (Imaatech, 2015).

3.1.3 Organigrama.

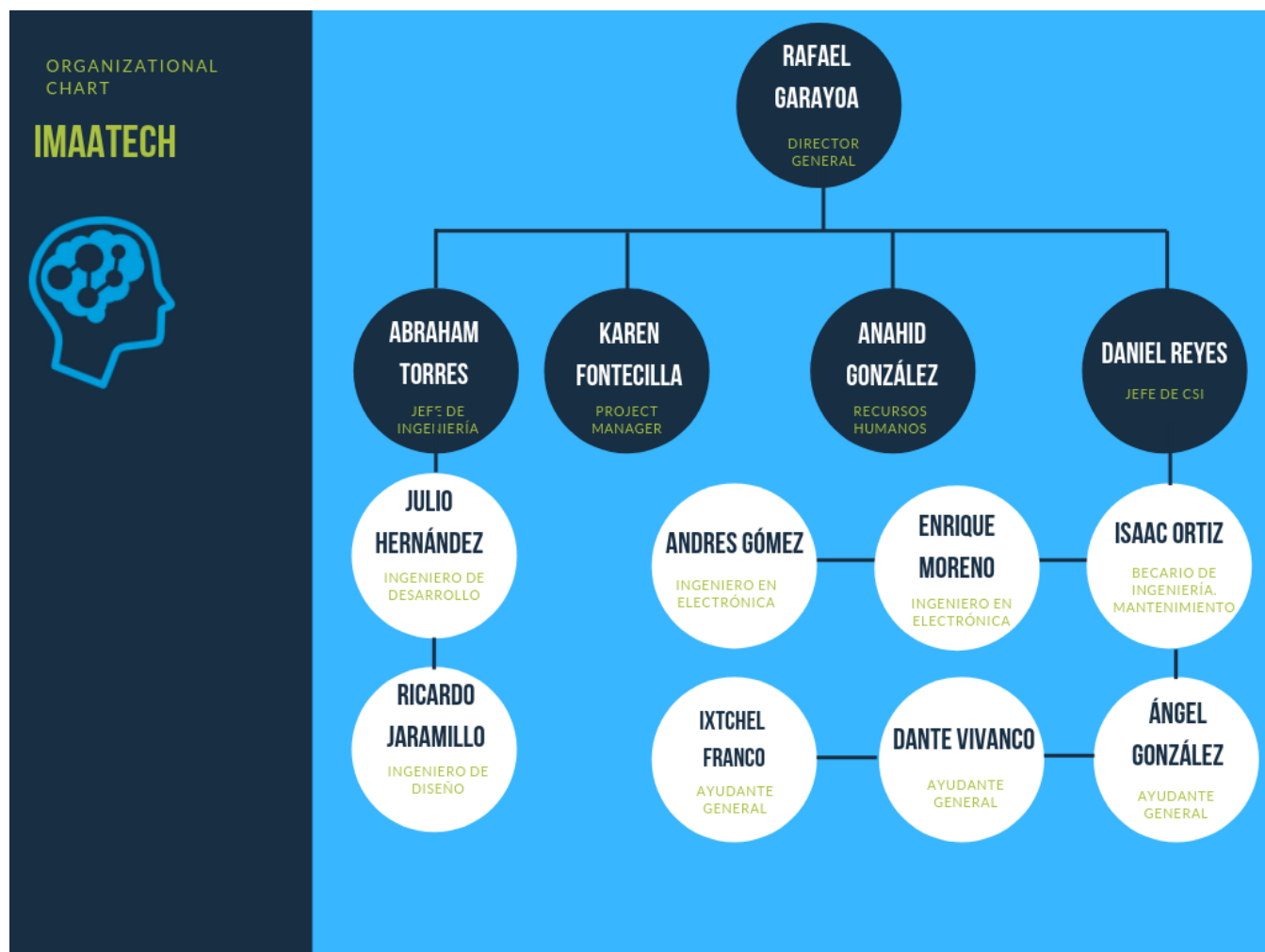


Figura 3.1. Organigrama

3.2 Descripción del puesto.

Ingeniero de mantenimiento.

Funciones:

- Mantenimiento preventivo y correctivo de bicicletas eléctricas.
- Diagnóstico, validación, ensamble y retrabajo de bicicletas eléctricas.
- Diagnóstico y reparación de tarjetas electrónicas de montaje superficial.
- Generación y actualización de documentación técnica.
- Control de calidad y capacitación de personal.

4 Antecedentes

Imaatech es una empresa que desde su fundación ha trabajado en diversos proyectos; sin embargo, dos de los más grandes son el lanzamiento de su propia marca de bicicletas eléctricas Vectro Bikes y el desarrollo de un sistema de bicicleta eléctrica (SmartBike) de uso compartido para Clear Channel México. Las labores que cumplí eran relacionadas a estos proyectos.

5 Actividades

5.1 Manual de servicio preventivo y diagnóstico de fallas Vectro Bikes.

- **Antecedentes.**

Imaatech me asigna la tarea de desarrollar un manual (general) para Vectro Bikes. Previo a la elaboración de este manual, se había concretado el proyecto de las bicicletas SmartBike, en el cual colaboré para el ensamble y la validación de las mismas. Con base en la experiencia adquirida, comienzo a plantear una idea de cómo validar el funcionamiento de las Vectro Bikes, haciendo una analogía con el funcionamiento de las SmartBike.

Una vez que la idea inicial es propuesta, entonces me enfoco en los detalles, los cuales fueron consultados con el personal de diseño electrónico para así generar un listado de las fallas comunes y sus soluciones.

- **Objetivo.**

Proporcionar una guía para el diagnóstico de fallas, las cuales no requieren un mantenimiento correctivo.

- **Metodología.**

Se genera un listado de la herramienta necesaria para realizar el mantenimiento, así como la descripción del área de trabajo, dependiendo si se atiende la parte mecánica o electrónica del sistema.

Mediante un check list, se realiza la evaluación general inicial de la bicicleta, y así se conoce el estado y funcionamiento de cada componente (Tabla 5.1. Check List).

Elemento	¿Funciona mecánicamente?	¿Funciona electrónicamente?	Comentarios
Display			
Asistencia			
Luces			
Motor			
Frenos			
Cambios			
Batería			
Módulo de potencia			

Tabla 5.1. Check List

El manual incluye una serie de tablas (Tabla 5.2 y Tabla 5.3) en las que se recopilan las fallas mecánicas y electrónicas más comunes, así como sus posibles causas. Estas tablas son consultadas una vez realizada la actividad correspondiente al check list.

Problema	Causas	Solución
Vibraciones anormales en el motor.	Motor mal conectado	Revisar conexiones y continuidad de los cables. Si existe algún daño consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
	Fallo en tarjeta electrónica.	Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
Bicicleta no frena	Cable de frenos o pastillas dañadas.	Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
La bicicleta no realiza los cambios de velocidad.	Sistema de cambios dañado.	Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
	Cadena dañada.	Reemplazar cadena. Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
	Cable de cambios muy tenso.	Aflojar cable de frenos.
	Demasiada suciedad en las fundas o el cable.	Reemplazar cadena. Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.

Tabla 5.2. Fragmento de tabla de fallas comunes (1)

Problema	Causas	Solución
Display no enciende.	Batería descargada.	Cargar batería.
	Conexión incorrecta entre batería y <i>docking station</i> .	Revisar conexiones entre batería y <i>docking station</i> .
	Conexión incorrecta entre display y cable extensión.	Revisar conexión entre display y cable extensión.
	Display dañado.	Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
	Daño en batería o <i>docking station</i> .	Consultar manual de mantenimiento correctivo o contactar al técnico especializado.
La batería se sobrecalienta durante la carga.	Temperatura del medio ambiente elevada.	Suspender la carga y dejar que la batería enfríe. Reanudar la carga una vez que la temperatura de la batería haya disminuido.
	Batería dañada	Suspender la carga y proceder como se indica en el manual de mantenimiento correctivo.

Tabla 5.3. Fragmento de tabla fallas comunes (2)

5.2 Manual de mantenimiento para bicicletas eléctricas (Smart Bike).

- **Antecedentes.**

Dado que el proyecto del modelo Smart Bike de uso compartido se presenta de manera repentina, la planeación del mismo fue insuficiente por la falta de tiempo, pues el personal se enfocó en el diseño y perfeccionamiento del sistema para entregar al cliente el mejor resultado lo más pronto posible. Esto ocasionó que se ignorara la elaboración de un plan de mantenimiento.

Tiempo después las fallas aparecieron, y con ello las soluciones; sin embargo, estas no eran asentadas en un documento, simplemente eran indicadas por el personal de diseño para que fueran realizadas por el personal de mantenimiento. Así el conocimiento era heredado con ambigüedades y sin una metodología bien establecida, provocando que las fallas se presentaran a la brevedad.

Otro inconveniente surgía con la llegada nuevo personal; el proceso de mantenimiento y de otras actividades era afectado por la necesidad de realizar capacitaciones, que podían ser más breves y claras con la existencia de un manual.

Por ello se decidió generar un plan de mantenimiento, el cual asentaría toda la información correspondiente, fungiendo como un respaldo que podría ser consultado por el personal en cualquier momento, con la correcta metodología, homogeneizando el conocimiento y optimizando el proceso.

- **Objetivo.**

Brindar al personal del Centro de Servicio Imaatech, una guía detallada del proceso de mantenimiento de las bicicletas eléctricas Smart Bike.

- **Metodología.**

La generación del manual comienza con el seccionamiento de los componentes de la bicicleta:

- ✚ Tapa superior.
- ✚ Tapa inferior.
- ✚ Luz delantera.
- ✚ Luz trasera.
- ✚ Interfaz de Usuario (UI).
- ✚ Palancas de frenos.
- ✚ Sensor de cadencia.
- ✚ Árbol de cables.

- ✚ Motor.
- ✚ Selladores.
- ✚ Batería, controlador de batería y cargador.



Figura 5.1. Cargador

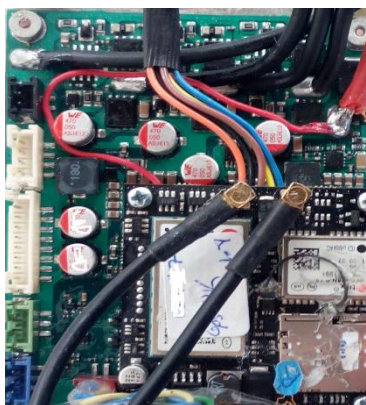


Figura 5.2. Controlador de batería.



Figura 5.3. Interfaz de usuario (UI).

En primera instancia, el manual aborda el funcionamiento de cada componente y las piezas que los conforman. La Figura 5.4 muestra un ejemplo de los componentes de la tapa superior del cuadro de la bicicleta.

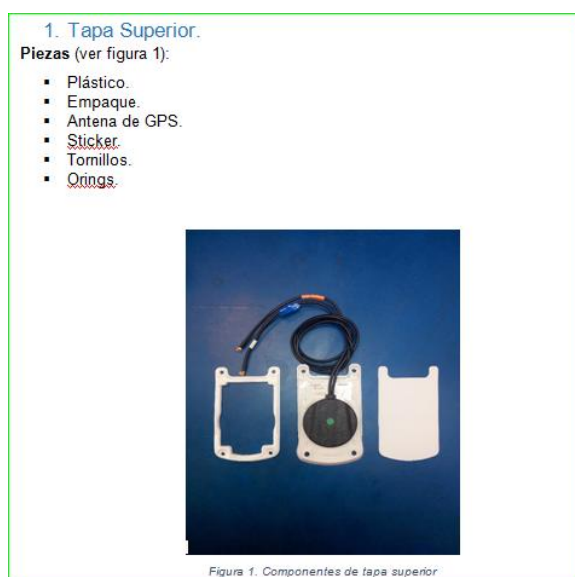


Figura 5.4 Piezas de tapa superior.

Posteriormente se realiza un listado de la herramienta y los materiales, así como las precauciones para realizar la actividad en cada componente. Enseguida se explica el proceso de mantenimiento y la colocación de la o las piezas (Figura 5.5).



Figura 5.5 Colocación de tapa inferior.

Finalizada la actividad, se especifica la manera en que debe validarse el funcionamiento del componente y asegurar que el proceso se realizó correctamente.

5.3 Órdenes de servicio.

- **Antecedentes.**

Cuando una bicicleta (Smart Bike) ingresaba a mantenimiento, se debía completar una orden de servicio en la cual se asentaban el estado, los cambios y correcciones realizados en cada etapa que conformaba el proceso de mantenimiento.

En dichas labores noté que podía mejorar la metodología y el formato, así que propuse cambios.

- **Objetivo.**

Generar un respaldo de las labores de mantenimiento realizadas a las bicicletas Smart Bike.

- **Metodología.**

Uno de los mayores problemas que sufre el sistema, es la filtración de agua en el compartimento donde se encuentra la electrónica. Es importante determinar la zona por donde ingresa el agua, así se decide si en la bicicleta es aplicable la garantía, o los gastos de la reparación serán cubiertos por el cliente. El personal que se encargaba de dicha inspección se limitaba a indicar si existía filtración de agua, ignorando la causa, por ello implementé un apartado que solicitara al personal averiguar la causa de filtración y lo documentara (Tabla 5.4). La posible causa de filtración sería confirmada con la validación de selladores.

Identificación de Humedad			
Nombre del Técnico Revisor:		Fecha:	
Inspección de empaque		Inspección de Compartimentos	
Identificar la separación de compartimentos		Colocar papel absorbente en ambos compartimentos	
Humedad en sección de Drenaje		Humedad en Compartimento de Drenaje	
Si	No	Si	No
Humedad en sección de Bandejas		Humedad en Compartimento de Bandejas	
Si	No	Si	No
Posible causa y zona de filtración:			

Tabla 5.4. Sección de identificación de humedad.

Previo a la extracción de la electrónica, debía inspeccionarse el funcionamiento de los componentes de la bicicleta así como la carga de la batería; sin embargo, en esta etapa, durante bastante tiempo no se verificaba el funcionamiento de los sensores de las palancas de frenos, así que en las secciones correspondientes se anexaron las casillas en donde se revisaban dichos sensores (Tabla 5.5, Tabla 5.6 y Tabla 5.7).

Validación Inicial			
Requisitos: LED de Controlador prendido. Realizar movimiento de pedal hacia adelante para la activación.			
Nombre del Técnico Revisor:			Fecha:
Componente	Enciende	Apaga	Observaciones
Luz Delantera			
Luz Trasera			
Motor			
Interfaz de Usuario		-----	
Sensor de Freno Delantero			
Sensor de Freno Trasero			

Tabla 5.5. Validación inicial de los componentes.

Validación Postcarga			
Requisitos: Carga mínima de 2 indicadores, realizar movimiento de pedal hacia adelante para la activación. Omitir esta sección de ser aprobada validación inicial.			
Nombre del Técnico Revisor:			Fecha:
Componente	Enciende	Apaga	Observaciones
Luz Delantera			
Luz Trasera			
Motor			
Interfaz de Usuario		-----	
Sensor de Freno Delantero			
Sensor de Freno Trasero			

Tabla 5.6. Validación de componentes después de carga.

Validación Pre-Insertión			
Requisitos: Realizar movimiento de pedal hacia adelante para la activación.			
Nombre del Técnico Revisor:			Fecha:
Componente	Enciende	Apaga	Observaciones
Luz Delantera			
Luz Trasera			
Motor			
Interfaz de Usuario		-----	
Sensor de Freno Delantero			
Sensor de Freno Trasero			
Continuidad de cuernos de carga	Aprobado	Rechazado	

Tabla 5.7. Validación de los componentes antes de insertar electrónica.

Como se mencionó, se le solicitó al personal indagar la zona y la causa de filtración y para confirmar o descartar este hecho, se agregó una sección para verificar el estado de cada sellador y una vez revisados se daba una conclusión al respecto (Tabla 5.8).

Validación de sellador			
Requisitos: Realizar prueba de impermeabilidad de sellador. En caso de fallar la prueba algún sellador, concluir la causa y anexar la hoja correspondiente para realizar la sustitución.			
Nombre del Técnico Revisor:			Fecha:
Sellador de compartimiento de drenaje a bandejas.	Sellador de ramal de cables a compartimiento de bandejas.	Sellador de cable de luz trasera.	Sellador de soporte de bicicleta.
Ok Falla	Ok Falla	Ok Falla	Ok Falla
Causa de filtración:			

Tabla 5.8. Inspección de selladores.

En caso de que fallara algún sellador o terminara el tiempo de vida útil, este debía reemplazarse. Para esta actividad se agregaba una hoja de sustitución de selladores en la orden de servicio, la cual también fue una modificación en el formato (Figura 11.4).

Antes de entregar las bicicletas al cliente, tenían que ser revisadas para que el estado de los componentes y el funcionamiento fueran correctos. Para esto, se anexaron 2 casillas de validación final en la orden de servicio (Tabla 5.9 y Tabla 5.10).

Validación final de cierre.		
Requisitos: Marcar con un círculo el estatus de cada validación.		
Nombre de técnico revisor:		Fecha:
Tapa inferior		
Requisitos.	Validación	Observaciones
1. Integridad del empaque	Si No	
2. Estado de o-rings	Si No	
3. Estado de tornillos	Si No	
4. Alineación correcta de la tapa	Si No	
5. Compresión e integridad de sello	Si No	
Tapa superior.		
1. Integridad del empaque inicial	Si No	
2. Estado de o-rings	Si No	
3. Estado de tornillos	Si No	
4. Alineación correcta de la tapa	Si No	
5. Compresión e integridad de sello	Si No	
6. Alineación del sticker.	Si No	

Tabla 5.9. Validación final de cierre.

Validación Final			
Requisitos: Realizar movimiento de pedal hacia adelante para la activación.			
Nombre del Técnico Revisor:			Fecha:
Componente	Enciende	Apaga	Observaciones
Luz Delantera			
Luz Trasera			
Motor			
Interfaz de Usuario		-----	
Sensor de Freno Delantero			
Sensor de Freno Trasero			
Carga de batería	Si	No	
GPS	Publica	No publica	

Tabla 5.10. Validación final.

La última modificación propuesta, fue la de anexar una hoja en la que se indicaran los componentes que fueron sustituidos durante el proceso (Figura 11.5).

6 Reportes de Daños

- **Antecedentes.**

El modelo de bicicleta eléctrica Smart Bike es de uso compartido en la CDMX, por esta razón está expuesto a sufrir daños. En consecuencia, cuando la bicicleta era dañada en accidentes se debía realizar un reporte al respecto.

- **Objetivo.**

Entregar al cliente información del daño ocasionado en la bicicleta.

- **Metodología.**

Primero se asientan los datos del personal encargado. Enseguida se escriben los datos de la bicicleta, se indican también todos los daños físicos ocasionados a la bicicleta. Se indagaba la causa del daño, que puede ser por un choque con un vehículo, alguna caída o impacto en el asfalto; estos son los más comunes.

Posteriormente se realiza un análisis del funcionamiento electrónico, la revisión es más detallada pues se inspecciona cada componente.

Finalizada la inspección, se redacta una conclusión en la que se resaltan los daños significativos y si estos fueron causados por uso o por el accidente. El formato es firmado por los encargados del proceso de ambas dependencias (Figura 11.6 y Figura 11.7).

7 Mantenimiento

7.1 Mantenimiento al modelo Smart Bike.

- **Antecedentes.**

El mantenimiento de las bicicletas puede ser preventivo o correctivo. En el caso del mantenimiento correctivo, la falla más frecuente es la filtración de agua hacia el compartimento donde se encuentra el sistema electrónico de la bicicleta. En otro caso, se le brinda a la bicicleta mantenimiento preventivo para actualización de software o ajustes menores.

- **Objetivo.**

Realizar a las bicicletas Smart Bike mantenimiento para su correcto funcionamiento.

- **Metodología.**

Para ambos tipos de mantenimiento, las etapas A, B y C son efectuadas:

- **Etapas A:** Realización del diagnóstico inicial. Se inspecciona la bicicleta de manera general, para conocer el estado físico y funcional (Figura 11.1).
- **Etapas B:** Inspección visual a la parte interna de la bicicleta, donde se encuentran los controladores y la batería (electrónica), con la intención de determinar su estado (Figura 11.2).
- **Etapas C:** Identificación de humedad en el sistema (Figura 11.3).

Toda la información obtenida, se asienta en las hojas correspondientes de la orden de servicio.

7.1.1 Mantenimiento correctivo.

En caso de que en la etapa C se detecte la presencia de humedad, la bicicleta ingresa a mantenimiento correctivo. La filtración de agua es la falla más recurrente y la corrección se realiza de la siguiente manera:

- **Etapas MC1:** Identificación de los componentes afectados por la filtración de agua. En la Figura 7.1 se puede apreciar la formación de óxido y salitre en el sistema debido a la presencia de humedad. La Figura 11.2 muestra el formato donde se registra la información obtenida de la inspección.



Figura 7.1. Daño en el sistema electrónico por filtración de agua.

- **Etapa MC2:** Limpieza y validación del cableado. Reparación del controlador y batería (Figura 7.2).

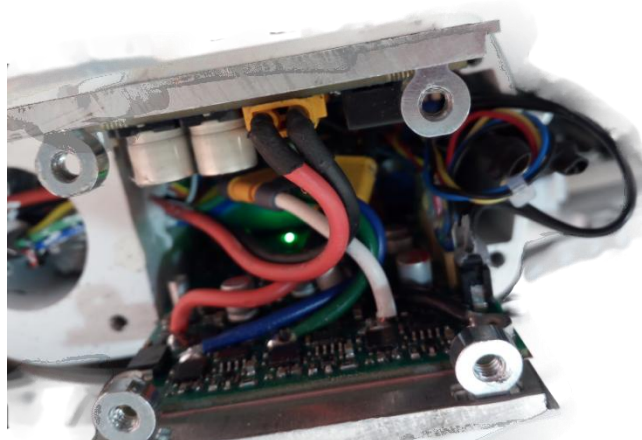


Figura 7.2. Controladores reparados.

- **Etapa MC3:** Inspección de selladores. La bicicleta cuenta con diferentes conductos que funcionan como guía para el cableado. Las entradas y salidas de los

conductos deben cubrirse con un sellador especial; si la aplicación del sellador es incorrecta o el tiempo útil del sellador ha concluido (degradación por uso), puede existir filtración de agua. En esta etapa se determina la causa de filtración, ya que si los selladores están en buen estado, la filtración se genera por la tapa superior (Figura 7.3) o los empaques.

En caso de que los selladores fallen, se reemplazan y se valida su funcionamiento.



Figura 7.3. Fisura en tapa superior.

- **Etapa MC4:** Inserción del sistema y cierre. Se inserta el sistema electrónico reparado, validando su funcionamiento.
- **Etapa MC5:** Validación final. En esta etapa se verifica que el funcionamiento la bicicleta y todos sus componentes sean correctos (control de calidad) y se le entrega al cliente.

7.1.2 Mantenimiento preventivo.

Se realiza este tipo de mantenimiento si en la etapa C no se detecta filtración de agua; esto implica que el fallo en el sistema es menor. La detección de la falla se realiza como se describe:

- **Etapa MP1:** Se conecta la bicicleta a la fuente de carga y se pueden presentar las siguientes condiciones (ver Figura 11.3 sección validación de carga):
 - A) La interfaz de usuario (UI) refleja carga; entonces la bicicleta se deja cargando hasta que tenga energía suficiente para realizar pruebas de funcionamiento.

B) La interfaz de usuario no refleja carga; entonces se sustituye por una nueva. Si responde, se deja cargando hasta que tenga energía suficiente para realizar pruebas de funcionamiento. En caso de que no responda con la interfaz nueva, se efectúa directamente la etapa MP3.

- **Etapa MP2:** Una vez que la bicicleta cuenta con la carga suficiente para accionar todos los componentes, se verifica el funcionamiento de cada elemento y se registra su estado en la sección correspondiente (Tabla 5.6). Si algún elemento falla, se realizan los ajustes pertinentes.
- **Etapa MP3:** Se extrae el sistema electrónico para la revisión de los controladores, batería, cableado y selladores. Si existen errores, se corrigen.
- **Etapa MP4:** Inserción del sistema y cierre. Se inserta el sistema electrónico se valida su funcionamiento.
- **Etapa MP5:** Validación final. En esta etapa se verifica que el funcionamiento la bicicleta y todos sus componentes sean correctos (control de calidad) y se le entrega al cliente .

7.2 Mantenimiento a interfaz de usuario.

En los siguientes incisos se presentan los casos en los que se le brinda mantenimiento a la interfaz y las soluciones:

- **No enciende:** se inspecciona el circuito en búsqueda de humedad; si existe, se limpia la placa y se revisa continuidad e impedancias de los componentes. En caso de detectarse daño en algún componente, este se sustituye. Si el daño es total, se reemplaza la tarjeta.
- **Indica error de manera permanente:** El circuito integrado que controla la tarjeta BMS está dañado. Se reemplaza el circuito integrado.
- **Diodos no encienden:** Es posible que no enciendan debido a la falta de continuidad en las pistas que suministran energía. De ser así, se coloca un puente para asegurar la continuidad. En caso de que el o los diodos estén dañados, se reemplazan.

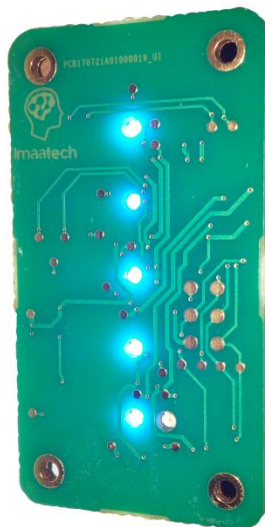


Figura 7.4 BMS de interfaz de Usuario.

8 Control de calidad y capacitación de personal

La implementación de nuevas técnicas para la realización de las labores de mantenimiento conlleva a la capacitación del personal.

Es necesario eliminar técnicas equivocadas ejecutadas por el personal. Para ello se implementa un programa en el cual se hacen reuniones, y se trabaja con cada empleado para conocer la manera con la que realizan las labores, corregir los errores y explicar las nuevas técnicas. En total la capacitación dura 25 horas.

En el caso de los nuevos empleados, se les capacita con base en el manual de mantenimiento generado. Los empleados pueden consultar el manual de manera libre, con esto se suprimen técnicas equivocadas de mantenimiento pues el personal se apega a lo descrito en el documento.

Cada etapa es supervisada, y una vez que el proceso de mantenimiento ha concluido, todas las bicicletas son revisadas y se les realizan pruebas de funcionamiento antes de ser entregadas al cliente. Aprobado entonces por el representante de control de calidad de Imatech, el encargado de la aprobación se reúne con el supervisor de calidad del cliente, para verificar el estado de cada bicicleta y ser entregadas para su uso.

9 Resultados.

El manual de mantenimiento para el modelo Smart Bike influyó de manera directa en la capacitación del personal nuevo, porque previo al manual, capacitar a una sola persona requería 10 horas, con el manual se invertían 5 horas y se le facilitaba el documento al empleado. Para el caso de los trabajadores que ya realizaban las labores, el tiempo invertido en el mantenimiento disminuye y la calidad del trabajo mejora. La cantidad de bicicletas que ingresaban al taller para mantenimiento decrece, pues la media inicial era de 25 reingresos al día, posteriormente se registra una media de 12 bicicletas diarias.

Las modificaciones al formato de orden de servicio, facilitan el diagnóstico y con ello las reparaciones se concretan rápidamente. En promedio, en una jornada de 5 horas se llevaban a cabo 6 diagnósticos, con las modificaciones a la orden de servicio incrementó la cantidad a 11 bicicletas. Con este aumento en el número de diagnósticos, se eleva también el número de bicicletas que se entregan al cliente; antes de las modificaciones en la orden de servicio se entregaban al cliente 4 bicicletas reparadas por día, con las modificaciones el número cambió a 9 bicicletas por día.

En el caso del mantenimiento a la BMS de interfaz de usuario, se tenían inhabilitadas 97 tarjetas, y con el proceso de mantenimiento se recuperan 65, el resto tenía daño irreversible.

10 Conclusiones

Con base en los resultados, las modificaciones a la orden de servicio y la elaboración del manual de mantenimiento mejoraron notablemente el proceso.

En otro contexto es importante resaltar que, debido a la escasez de tiempo el manual de mantenimiento omite la reparación de la BMS de interfaz de usuario, y las reparaciones a dicha tarjeta se hacen solo por un empleado con el fin de recuperar a la brevedad las tarjetas inhabilitadas. Posteriormente esa sección debe ser documentada formalmente e incluida en el manual.

A pesar de que las modificaciones a la orden de servicio y la documentación del manual disminuyeron la cantidad de reingresos a mantenimiento, para corregir por completo el mayor problema, la filtración de agua, la solución definitiva es un rediseño en la tapa superior que tenga un mejor sellado.

Uno de los factores que detenían el mantenimiento, era la falta de refacciones y esto llegó a ocasionar una retención de hasta 100 bicicletas en el taller, sin embargo, esta situación estaba fuera del alcance de los cambios propuestos.



La rectificación de las etapas descritas en este documento incrementaron la eficiencia del proceso, la relación con el cliente y en consecuencia las ganancias.

Las actividades realizadas se lograron gracias a mi formación profesional. Analizar, cuestionar, plantear soluciones a un problema, generar metodologías y trabajar en equipo son algunas de las habilidades desarrolladas en la facultad, esenciales en el desempeño de mis labores, sin omitir el conocimiento adquirido en áreas de electricidad, electrónica y la versatilidad de la ingeniería mecánica para poder comprender fenómenos de diferentes áreas.

Es importante fomentar en las nuevas generaciones de ingenieros aptitudes de liderazgo y manejo de personal. Además la enseñanza y el uso de técnicas como *lean manufacturing* deben ser empleadas por los profesionales, sin importar el tipo de ingeniería en el que se desarrollen.

11 Anexos.

11.1 Formatos de orden de servicio.

ORDEN DE SERVICIO

Revisión

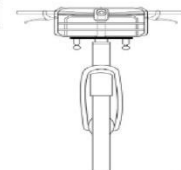

Orden No.

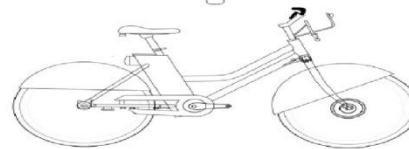
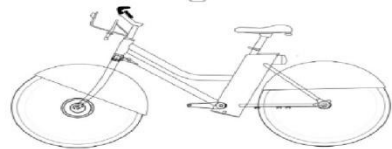
Fecha:	No. de bicicleta:
No. de cuadro:	No. de serie de motor:
Nombre del técnico revisor:	

Revisión Inicial
 Requisito: Montar Bicicleta en Brazo con el orificio de desagüe en la parte inferior y llenar todos los recuadros, desconectar y conectar de manera correcta cada conector.

Descripción	Buen Estado	Mal Estado	Faltante	Descripción	Buen Estado	Mal Estado	Faltante
Luz delantera				Interfaz de Usuario			
Cable				Conector			
Conector				Carcasa			
Carcasa				Cable			
Motor				Omega			
Cable				Estampa			
Conector				Tapa inferior			
Carcasa				Tornillos			
Tapa Superior				Pasa cables			
Plástico				Luz trasera			
Estampa				Conector			
				Carcasa			

Símbolo	Descripción
⊗	Falta componente
⊙	Daño físico
△	Sin Montaje
○	
□	

Observaciones:

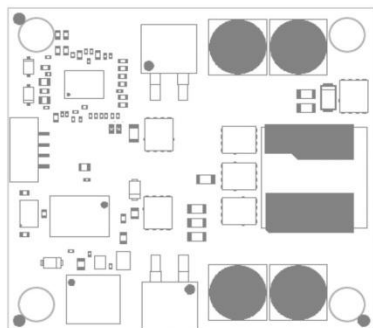
Figura 11.1 Formato de diagnóstico inicial.



Inspección de electrónica								
Requisitos: Remover tapa inferior, anotar la cantidad en cada estado.								
Nombre del Técnico Revisor:					Fecha:			
Accesorio	Buen estado	Mal estado	Salitrado	Faltante	Accesorio	Buen estado	Mal estado	Faltante
	Tomillos						Arnés de UI	
O Rings					Conector de UI			
Sello de Tapa Inferior					Arnés de SPD			
Sellador					Conector de SPD			
Fusible					Arnés de CAD			
Arnés de RL					Conector de CAD			
Conector de RL					Arnés de ANT			
Arnés de PLC					Conector de ANT			
Conector de PLC					Arnés de Motor			
Arnés de PRG					Arnés de Batería			
Presenta Humedad:		Nula	Ligera	Moderada	Severa			

Nota:
Si presenta Humedad Nula, ir a sección (Validación Inicial).

Símbolo	Descripción
⊗	Falta componente
⊙	Daño físico
△	Sin Montaje
○	Salitre
□	Daño Eléctrico



Cargador

Controlador

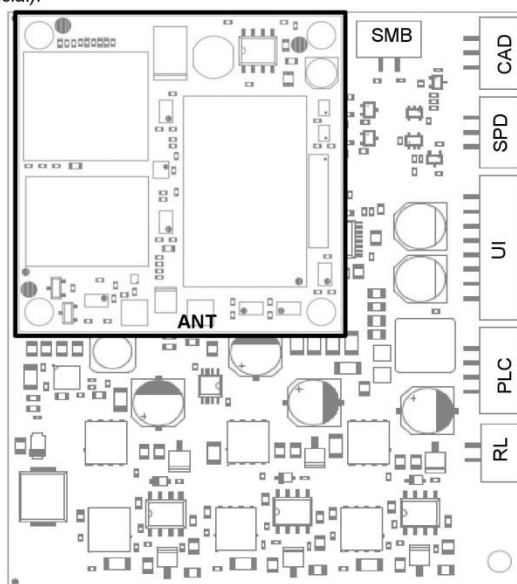


Figura 11.2. Formato de inspección de electrónica.



Identificación de Humedad			
Nombre del Técnico Revisor:		Fecha:	
Inspección de empaque		Inspección de Compartimentos	
Identificar la separación de compartimentos		Colocar papel absorbente en ambos compartimentos	
Humedad en sección de Drenaje		Humedad en Compartimento de Drenaje	
Si	No	Si	No
Humedad en sección de Bandejas		Humedad en Compartimento de Bandejas	
Si	No	Si	No
Posible causa y zona de filtración:			

Validación Inicial			
Requisitos: LED de Controlador prendido. Realizar movimiento de pedal hacia adelante para la activación.			
Nombre del Técnico Revisor:		Fecha:	
Componente	Enciende	Apaga	Observaciones
Luz Delantera			
Luz Trasera			
Motor			
Interfaz de Usuario		-----	
Sensor de Freno Delantero			
Sensor de Freno Trasero			

Validación de Carga			
Nombre del Técnico Revisor:		Fecha:	
Primera validación		Segunda Validación	
Requisito: Conectar carga de manera correcta		Requisito: Colocar UI de prueba y volver a conectar	
UI: Refleja carga	No responde	En error	UI: Refleja carga
			No responde
			En error
Observaciones:			

Validación Postcarga			
Requisitos: Carga mínima de 2 indicadores, realizar movimiento de pedal hacia adelante para la activación. Omitir esta sección de ser aprobada validación inicial.			
Nombre del Técnico Revisor:		Fecha:	
Componente	Enciende	Apaga	Observaciones
Luz Delantera			
Luz Trasera			
Motor			
Interfaz de Usuario		-----	
Sensor de Freno Delantero			
Sensor de Freno Trasero			

Figura 11.3. Formato de inspección de humedad y validación de funcionamiento.



Selladores					
Requisitos: Escribir la fecha y hora de aplicación de cada sellador que se sustituye. Marcar la causa de remplazo: F = Por falla, M= Por mantenimiento.					
Nombre del técnico revisor:				Orden No.	Retrabajo 1 2 3 4
Sellador	Causa de remplazo		Datos de aplicación		Observaciones
	F	M	Fecha	Hora	
Ramal de cables					
Exterior a drenaje					
Drenaje a bandejas					
Luz Trasera					
Soporte de bicicleta					

Validación de selladores.			
Requisitos: Realizar prueba de impermeabilidad de sellador al menos 24 horas después de la aplicación. En caso de fallar la prueba algún sellador, retrabajar e indicar en la casilla correspondiente el número de retrabajo.			
Nombre del técnico revisor:			Fecha
Sellador	Validación		Observaciones.
	OK	Falla	
Compartimento de drenaje a bandejas			
Ramal de cables a bandejas			
Luz Trasera			
Soporte de bicicleta			

Selladores					
Requisitos: Escribir la fecha y hora de aplicación de cada sellador que se sustituye. Marcar la causa de remplazo: F = Por falla, M= Por mantenimiento.					
Nombre del técnico revisor:				Orden No.	Retrabajo 1 2 3 4
Sellador	Causa de remplazo		Datos de aplicación		Observaciones
	F	M	Fecha	Hora	
Ramal de cables					
Exterior a drenaje					
Drenaje a bandejas					
Luz Trasera					
Soporte de bicicleta					

Validación de selladores.			
Requisitos: Realizar prueba de impermeabilidad de sellador al menos 24 horas después de la aplicación. En caso de fallar la prueba algún sellador, agregar hoja nueva y retrabajar.			
Nombre del técnico revisor:			Fecha
Sellador	Validación		Observaciones.
	OK	Falla	
Compartimento de drenaje a bandejas			
Ramal de cables a bandejas			
Luz Trasera			
Soporte de bicicleta			

Figura 11.4. Hoja de sustitución de selladores.



Sustitución de componentes

Requisitos: En las columnas *Nuevo(s) y *Usado(s), indicar la cantidad de sustitución.

Refacción	Nuevo(s)	Usado(s)	Observaciones
Tapa Superior			
Tapa			
Empaque			
Tomillos			
Sticker			
Orings			
Antena			
Tapa inferior			
Tapa			
Empaque			
Tomillos			
Orings			
Pasa cables			
Arneses y conectores			
Arnés de RL			
Conector de RL			
Arnés de PRG			
Arnés de UI			
Conector de UI			
Conector de Motor			
Arnés de SPD			
Conector de SPD			
Arnés de CAD			
Conector de CAD			
Conector de Carga			
Periféricos			
<i>Nota: En caso de cambio de ramal de cables, anexas hoja de selladores.</i>			
Palanca de freno delantero			
Palanca de freno trasero			
Ramal de cables			
Arnés de motor			
Arnés de Carga			
UI			
Cadence			
Luz delantera			
Luz trasera			
Motor			
	No. de Serie	Observaciones	
Motor sustituido			
Motor sustituto			

Figura 11.5 Hoja de sustitución de componentes.

11.2 Formato de evaluación de daños.



Formato de evaluación de daños

Datos Generales		
Fecha:		Hora:
Nombre del responsable de Imaatech:		
Nombre del responsable de Ecobici		
Nombre de Supervisor Imaatech		
Número de bicicleta	Número de serie del cuadro	Número de serie del motor

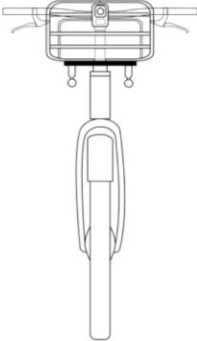
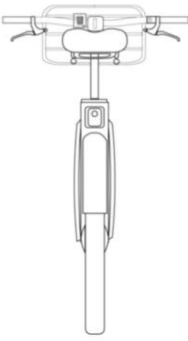
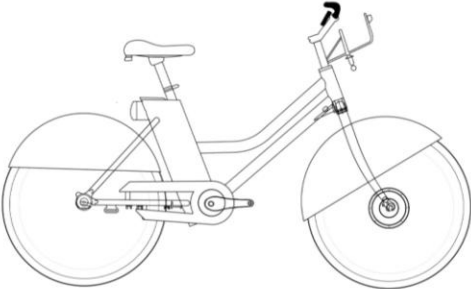

Áreas dañadas en el incidente/ accidente	
	
	

Figura 11.6 Formato de evaluación de daños (1).



Evaluación de componentes eléctricos			
Componente	Estatus		Observación
	Aprobado	Rechazado	
Luz trasera			
Luz delantera			
Sensor de cadencia			
Sensor de palanca de frenos			
Interfaz de usuario			
Árbol de cables			
Motor			
Batería y controlador			
Tapa de antena GPS			
Vinil de la tapa del GPS			
Tapa inferior o batería			

Conclusión / Observaciones

Nombre y Firma responsable Imaatech

Nombre y Firma Supervisor Imaatech

Figura 11.7 Formato de evaluación de daños (2).

12 Referencias.

- Imaatech. (2015). Historia. En Imaatech, *Plan de negocios y proyecciones financieras*. (pág. 10).