



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Proyectos de digitalización
relacionados con la
producción de vehículos en
Volkswagen de México**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Carlos Hernández Juárez

ASESOR DE INFORME

Dr. Edmundo Gabriel Rocha Cózatl



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

Contenido

1	Introducción y Objetivo	3
2	Descripción de la empresa.....	3
2.1	Historia y misión/contexto social de la empresa	3
2.2	Descripción del puesto de trabajo	4
3	Antecedentes	8
3.1	Universidad Nacional Autónoma de México	8
3.1.1	Escuela Nacional Preparatoria.....	8
3.1.2	Facultad de Ingeniería UNAM	9
4	Contexto de la participación profesional y metodología	12
4.1	Proyectos de digitalización.....	14
4.1.1	Histórico Auditoría de Auto Terminado (AAT).....	14
4.1.2	Ruta Crítica de Daños.....	23
4.1.3	Project Monitor.....	25
4.1.4	VR QRK	29
4.1.5	FMEA Auto View	31
4.2	Apoyo en actividades de proceso productivo.....	33
4.2.1	Talleres 3P	33
4.2.2	Seguimiento de fallas.....	36
4.3	Participación en actividades de impacto social	42
5	Resultados.....	43
6	Conclusiones	44
7	Bibliografía	44
8	Software.....	45
9	Hardware.....	46

1 Introducción y Objetivo

Mediante el programa Talento Joven, Volkswagen de México ofrece una experiencia de tiempo completo durante 6 meses que permite a los interesados, desarrollar e implementar proyectos de valor para la empresa con el objetivo de aprender e iniciar su vida profesional.

La convocatoria de este programa se apertura dos veces al año, para primavera y otoño. Los requisitos principales para poder aplicar al programa son:

- Edad máxima de 27 años.
- Disponibilidad de tiempo completo.
- Inglés avanzado.
- Promedio acumulado mínimo de 8.5.
- 75% de avance de créditos.
- Ser estudiante activo.
- Contar con seguro facultativo.

Dicho programa está actualmente disponible tanto en Volkswagen de México (VWM) como en Audi México (Empleos VW. Talento Joven Nacional, 2018). En ambos casos, se debe realizar y completar satisfactoriamente el proceso de selección correspondiente. Los proyectos se asignan de acuerdo a la carrera y perfil del candidato después de cumplir todas las etapas del reclutamiento.

El objetivo general del presente trabajo profesional es el desarrollo e implementación de proyectos de digitalización orientados a la producción. Con propuestas de solución desarrolladas mediante programación y con base en conocimientos de diversas áreas que involucra el proceso productivo.

En el presente reporte se muestran las actividades realizadas en Volkswagen de México en Puebla en el periodo del 6 de febrero de 2023 al 4 de agosto de 2023 como parte de mi programa de prácticas profesionales.

2 Descripción de la empresa

2.1 Historia y misión/contexto social de la empresa

El Grupo Volkswagen, con sede en Wolfsburg, Alemania, es uno de los principales fabricantes mundiales de automóviles y vehículos comerciales y el mayor fabricante de automóviles de Europa.

El Grupo está compuesto por doce marcas de siete países europeos: la marca Volkswagen Vehículos de Pasajeros, Audi, SEAT, ŠKODA, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche, Ducati, Volkswagen Vehículos Comerciales, Scania y MAN.

La marca principal del Grupo tiene plantas en 14 países. En México, Volkswagen tiene una larga tradición que inició con la llegada del primer Volkswagen Sedán, conocido como “Vocho”, a nuestro país, en 1954.

La planta de Volkswagen en Puebla es una de las más grandes del Grupo fuera de Europa y la más grande de México, con una superficie de 300 hectáreas y con un área construida de más de 1 millón de metros cuadrados. En este complejo se realizan todos los procesos de producción incluyendo el estampado de las piezas para la carrocería, así como la fabricación de ejes y catalizadores. (Volkswagen México: Historia, Grupo y Políticas | VW., n.d.)



Figura 1. Vista aérea de la Planta Volkswagen Puebla

2.2 Descripción del puesto de trabajo

Después de realizado el proceso de reclutamiento y haber participado satisfactoriamente en diversas entrevistas, pasé a formar parte de la generación Primavera 2023 del Programa Talento Joven de Volkswagen de México. Programa que está disponible a nivel nacional y en el que, por convocatoria, son aceptados alrededor de 130 universitarios en diversas áreas de la industria automotriz.

Realicé mis prácticas profesionales en Volkswagen de México Planta Puebla siendo parte del Fachteam Segmento 2, donde durante mi periodo de prácticas, se producía el modelo Tiguan. Mi proyecto llevaba por nombre “Digitalización en la Producción”, con un objetivo definido de desarrollo e implementación de proyectos de digitalización orientados a la producción. Esto logrado a través del desarrollo de aplicaciones para computadora y

dispositivos móviles; teniendo ya un conocimiento previo sobre el proceso de producción, las necesidades que tiene el personal y aprovechando los recursos tecnológicos que poseen.

Descripción equipo Fachteam

El Fachteam de la Planta Producción Automóviles (PPA) es responsable de gestionar, administrar y mejorar el proceso productivo a través de análisis del auto desde procesos de proveedor hasta la venta final del auto, teniendo como áreas principales: Heckend (parte trasera del automóvil), Frontend (parte delantera del automóvil), Puertas, Interiores, Daños, Coordinación de Círculo Regulador de Calidad, Qualitätregelkreis en alemán (QRK) y Procesos Productivos.

El Fachteam se puede definir como un equipo interdisciplinario que se ocupa de diversos temas relacionados con la producción de automóviles. Este equipo está conformado por un gerente que tiene a su cargo a distintos especialistas que le reportan directamente sus actividades y resultados.

Durante mis prácticas profesionales me encontré trabajando directamente con el Especialista de Proceso Productivo, bajo el organigrama de Planta Producción Automóviles Fachteam Segmento 2 [M-PP2/4], tal como se muestra en la Figura 2.

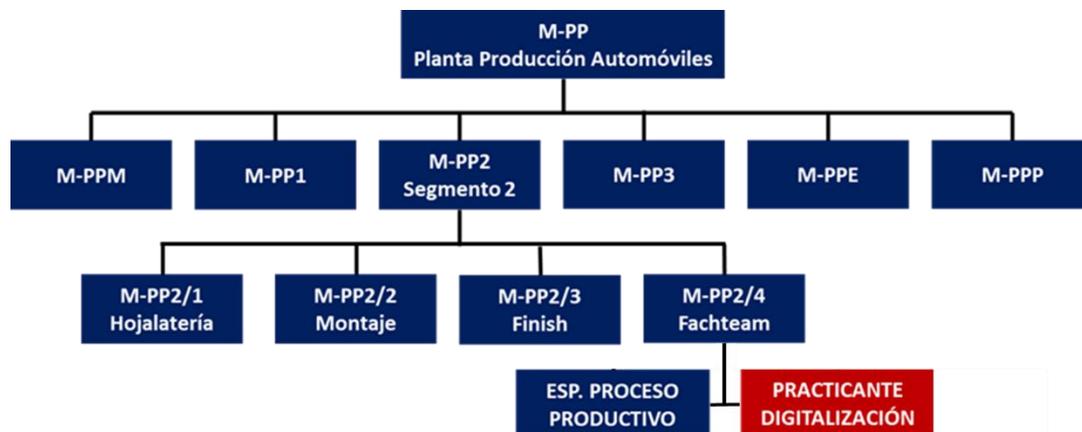


Figura 2. Organigrama Fachteam Segmento 2. Área de la que formé parte durante mis prácticas profesionales.

Proceso de Montaje

El proceso de montaje del Segmento 2, consta de varias etapas conocidas como Ramales o Líneas de Producción. Que van desde que la carrocería del vehículo es recibida proveniente de Pintura, hasta que el vehículo sale rodando hacia la Pista de Ruidos, la cual es una instalación diseñada para evaluar el nivel de ruido que genera un vehículo en diversas

condiciones de manejo; asegurando así que el ruido del vehículo esté dentro de las regulaciones vigentes. Conocer el proceso de montaje fue fundamental para identificar las áreas de oportunidad para el proyecto desarrollado. A continuación, describo de manera general lo que aprendí sobre el montaje del Segmento 2.

Una de las primeras etapas del Montaje es en la que se colocan elementos de la tapa trasera, el techo y las barandillas de la parte superior del vehículo. Algo destacable en esta etapa del proceso es el grabado del Vehicle Identifier Number (VIN) haciendo uso de un par de pequeños robots industriales (cobots) para ejecutar y validar la operación.

En etapas posteriores se realizan operaciones como el montaje del Cockpit (ya sea de manejo izquierdo o derecho dependiendo del destino del vehículo), colocación de mangueras, esponjas o amortiguadores de ruido, ruteo o colocación de arneses que contiene los cables que conectan los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo, toldo, Airbags, parabrisas y medallón, entre otras operaciones. También, se cuenta con un Werkerführung¹ para la colocación de emblemas.

El ramal 3, mejor conocido como Fahrwerk², es donde los elementos principales que van en la parte inferior del vehículo son ensamblados entre sí y posteriormente unidos con la carrocería del vehículo. Para asegurar que los elementos como el motor, tanque de combustible, ejes, diferencial y escape estén correctamente posicionados, se hace uso de un Poka-Yoke³ o una estructura conocida como Rahmen⁴. Al inicio de este ramal, el Rahmen está vacío, esperando a que las piezas inferiores del vehículo sean colocadas y atornilladas en donde corresponde. Para asegurar que elementos como la palanca de velocidades, los tapones de aceite y los amortiguadores estén correctamente ensamblados, al considerarse críticos para la seguridad del cliente, se realiza una prueba de calidad. Finalmente, se lleva a cabo el casamiento, que consiste en unir todo lo contenido en el Rahmen con la carrocería del vehículo.

Después de realizado el casamiento, se continúa con el montaje de elementos como las barras de choque, mangueras, tanque de Urea, alfombras y demás elementos del motor. Más adelante se colocan, conectan y atornillan los faros traseros y delanteros, se colocan revestimientos, llanta de refacción, las fascias trasera y delantera. Se conectan los puertos de 12 Volts y se llenan los depósitos del líquido de frenos, anticongelante y clima. También, se revisa la hermeticidad de los pedales con un aparato que prueba y comprueba que estén de acuerdo con los requerimientos. Se montan elementos vitales para el funcionamiento del automóvil como el volante, los limpiaparabrisas, puertas, loderas, llantas y el llenado de gasolina y líquido limpiaparabrisas.

¹ Werkerführung: Sistema automatizado que, a través de indicadores luminosos, es útil para que el personal técnico seleccione el material que necesite, respetando una secuencia para su colocación ordenada y correcta.

² Fahrwerk: Ramal que se encarga de hacer el ensamble del chasis y de unirlo a la carrocería.

³ Poka-Yoke: Mecanismo en un proceso que ayuda a un operador a evitar errores y defectos.

⁴ Rahmen: Poka-Yoke físico en forma de base física que ayuda al montaje del chasis de un vehículo.

En el ramal 7, mejor conocido como Bandas, se realiza la fijación definitiva de puertas y se realizan las pruebas Bandendeprüfung (BEP)⁵ haciendo uso del Multifunktion Tester (MFT)⁶. Entre las pruebas eléctricas que se realizan está la calibración de los sensores de fin de recorrido de las ventanas.

Después de pasar por los procesos anteriores, en Achse-Lenkrad-Scheinwerfer (ALS)⁷ se revisa y calibra la alineación de los ejes y el volante. Pero también, se verifica el ajuste, calibración y el funcionamiento de los faros.

Posteriormente, el vehículo pasa a la zona conocida como Rollenprüfstand (RPS) o rodillos. Proceso para validación de perfiles de aceleración, frenado, emisiones y claxon.

El Punto de Conteo 7 (PC7)⁸ es prácticamente la última etapa del montaje del Tiguan que se lleva a cabo en la nave del segmento 2. En el PC7 se llevan a cabo filtros de calidad, en los que personal capacitado revisan aspectos mayoritariamente visuales de los vehículos, apoyándose en múltiples lámparas que están colocadas estratégicamente para identificar algún desperfecto. Si el vehículo no presenta mayores problemas, es enviado a la pista de ruidos en la que se le realizan otras pruebas simulando condiciones reales de uso.

Cuando se identifica alguna falla en un vehículo se le asigna un estatus con terminación 10. En estos casos, dicho vehículo debe pasar por la etapa conocida como retrabajos. En la que se realizan retrabajos de pintura, vestiduras, eléctricos, mecánicos y de hojalatería. Todos con el objetivo de arreglar o solucionar las fallas que se presenten. Una vez que los retrabajos concluyen y se verifica que todo está en orden, se le asignará un estatus con terminación 20. Como es mostrado en el ejemplo de la Figura 3:

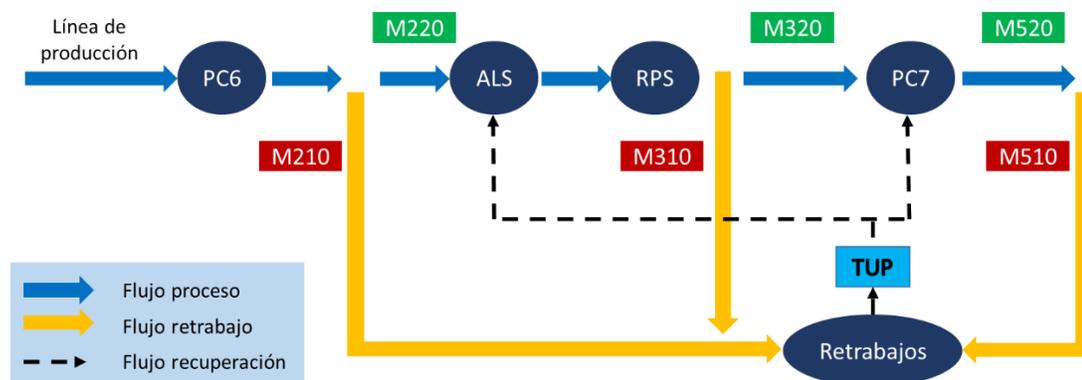


Figura 3. Diagrama Flujo en el que se muestran los estatus más comunes correspondientes al Proceso de Montaje

⁵ BEP.: Última Prueba Eléctrica realizada en Bandas.

⁶ MFT: Equipo utilizado para la programación de las funciones del vehículo.

⁷ ALS: Ejes, volante y faros.

⁸ PC: Punto de Conteo

El estatus **M200** es asignado en bandas, en dónde se realizan los últimos ajustes de hojalatería, se colocan molduras y se realizan pruebas eléctricas. Si no se presenta algún problema se asigna el estatus **M220**, de lo contrario es asignado **M210** y la unidad se envía a los retrabajos.

Por otro lado, el estatus **M300** es asignado a la salida de los rodillos. Si todo se realiza de manera correcta se asigna el estatus **M320**, de lo contrario es asignado **M310**.

El estatus **M500** está relacionado con la inspección de calidad visual o PC7. Si no es identificada algún problema con la unidad, se le asigna el estatus **M520** y continúa al proceso hacia la pista de ruidos. Sin embargo, el estatus **M510** es asignado cuando algún detalle fue identificado y la unidad se lleva a retrabajos antes de continuar con el proceso.

3 Antecedentes

3.1 Universidad Nacional Autónoma de México

3.1.1 Escuela Nacional Preparatoria

Como complemento a mis estudios a nivel bachillerato, cursé los Estudios Técnicos Especializados en Computación durante los que tuve mi primer acercamiento con la programación y el desarrollo de software en lenguaje C y Sistemas Operativos.

Adicionalmente, tuve la oportunidad de asistir a un Curso Web en el que como objetivo principal se tenía el desarrollo de sitios web haciendo uso de herramientas como lenguaje PHP (Personal Home Page, Hypertext Preprocessor), bases de datos relacionales Structured Query Language (SQL)⁹, JavaScript y seguridad web. Este curso representa mi primer acercamiento al desarrollo de aplicaciones orientadas a la experiencia de usuario y, por lo tanto, el diseño e implementación de interfaces que cumplen con ciertas necesidades y requerimientos.

Como proyecto de Servicio Social de los estudios técnicos, participé en el desarrollo de una plataforma web a nivel bachillerato titulada “PREPARados” (Figura 4), que cumple la función de ser una herramienta de apoyo para todo estudiante que necesite repasar

⁹ SQL: Lenguaje de programación para almacenar y procesar información en una base de datos relacional. Una base de datos relacional almacena información en forma de tabla (¿Qué es SQL? - SQL - AWS., n.d.)

cualquier tema de sus materias. Mi participación en este proyecto consistió en desarrollo Frontend¹⁰, Backend¹¹ y administración de Bases de Datos (Figura 5).



Figura 4. Proyecto PREPARados. Página de Inicio

Proyecto

PREPARados: Juego de trivia multijugador en línea para el desafío de los conocimientos en torno a los contenidos de los programas de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria

Responsable del proyecto

Equipo de desarrollo web



Figura 5. Proyecto PREPARados. Equipo de Trabajo

3.1.2 Facultad de Ingeniería UNAM

Durante mis estudios universitarios se presentaron diversas oportunidades en las que se me requirió el desarrollo de programas o aplicaciones dirigidas al usuario. Algunas

¹⁰ Frontend: Parte de un sistema o página web que ve y con la que interactúa el usuario.

¹¹ Backend: Parte de un sistema o página web que procesa toda la información que alimenta el Frontend.

de estas aplicaciones fueron parte del trabajo diario de asignaturas relacionadas con mi formación, pero también como parte de mi proyecto de Servicio Social.

En la asignatura de Técnicas de Programación, se nos requirió la entrega de dos proyectos, además de diversas prácticas. Estos dos proyectos tuvieron como fin común el desarrollo de una aplicación para sistemas operativos Windows haciendo uso de Visual Studio¹².

El primero de los proyectos consistió en el desarrollo de un juego de Tres en Línea o Gato (Figura 6). Para esta aplicación se tuvo que desarrollar completamente desde cero la interfaz, interacción con el usuario y algoritmo de la Inteligencia Artificial del juego para que estuviera disponible jugar contra la computadora en diferentes niveles de dificultad. Sin olvidar haber previsto cualquier comportamiento anormal de parte del usuario o cualquier caso posible para que la aplicación funcionara correctamente.

El segundo proyecto involucraba el desarrollo de una aplicación tipo control remoto para controlar un led RGB (Figura 6). Es decir, lograr que el led brillara con el color que le es indicado desde la aplicación, encenderlo, apagarlo e incluso que siguiera algunas secuencias predefinidas. Para completar este proyecto fue necesario complementar esta aplicación con un poco de electrónica para lograr la sinergia Software-Hardware.

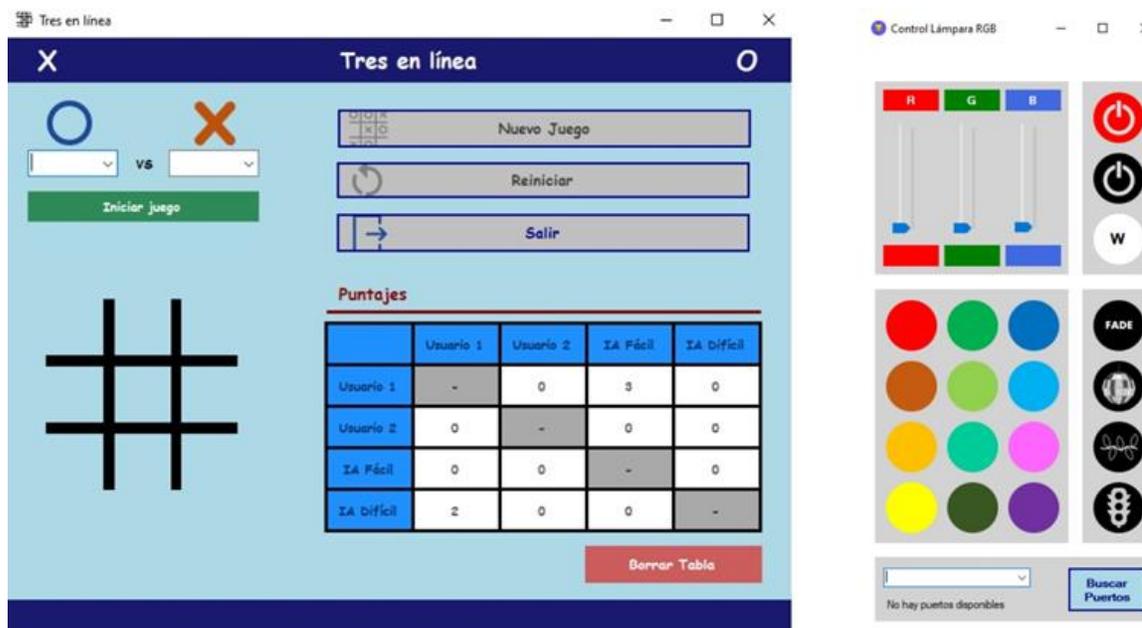


Figura 6. Interfaz Proyectos realizados en Técnicas de Programación

¹² Visual Studio: Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) completo perteneciente a Microsoft que se puede usar para escribir, editar, depurar y compilar código y, luego, implementar una aplicación.

Como parte de mi proyecto de Servicio Social, desarrollé una aplicación útil para monitorear el contenido de líquido disponible en un recipiente (Figura 7). El desarrollo de esta aplicación se realizó desde cero con el uso de Visual Studio. Los datos recabados para el monitoreo se obtienen a partir de un caudalímetro colocado en la tapa del recipiente y dichos datos enviados hacia la computadora para su interpretación con el uso de un microcontrolador.

Sin olvidar que parte fundamental de este proyecto fue la búsqueda, comparación en el mercado y cotización tanto de la mejor alternativa para el desarrollo del Software, así como del Hardware o implementación física de este proyecto.

La mayor cualidad de esta aplicación radica en las múltiples áreas en las que se le puede aprovechar, ya que es un proyecto que puede ser utilizado para fines ingenieriles, de investigación o incluso médicos al ser un proyecto con una ideología sencilla pero que puede resultar vital para el monitoreo de recipientes con líquidos importantes para alguna labor o trabajo.

Incluso este proyecto podría ser llevado a la comunidad como una idea complementaria para la implementación de proyectos de suministro de agua o distribución de alimentos, entre otros.



Figura 7. Interfaz Proyecto Servicio Social

4 Contexto de la participación profesional y metodología

Desde el inicio de mi estancia en Volkswagen de México, mi mentor Salvador Avalos García ya contaba con un portafolio de aplicaciones presentadas y autorizadas por la Dirección de la Planta Producción Automóviles [M-PP], la Dirección de la Planta Producción Automóviles Segmento 2 [M-PP2] y su respectiva Gerencia del Fachteam [M-PP2/4].

Dicho portafolio contaba ya con un avance de código maduro de programación en las plataformas Power Apps, Power BI, Power Automate en conjunto con una serie de módulos programados en Visual Basic. La planeación presentada y autorizada de proyectos se muestra en la Figura 8:

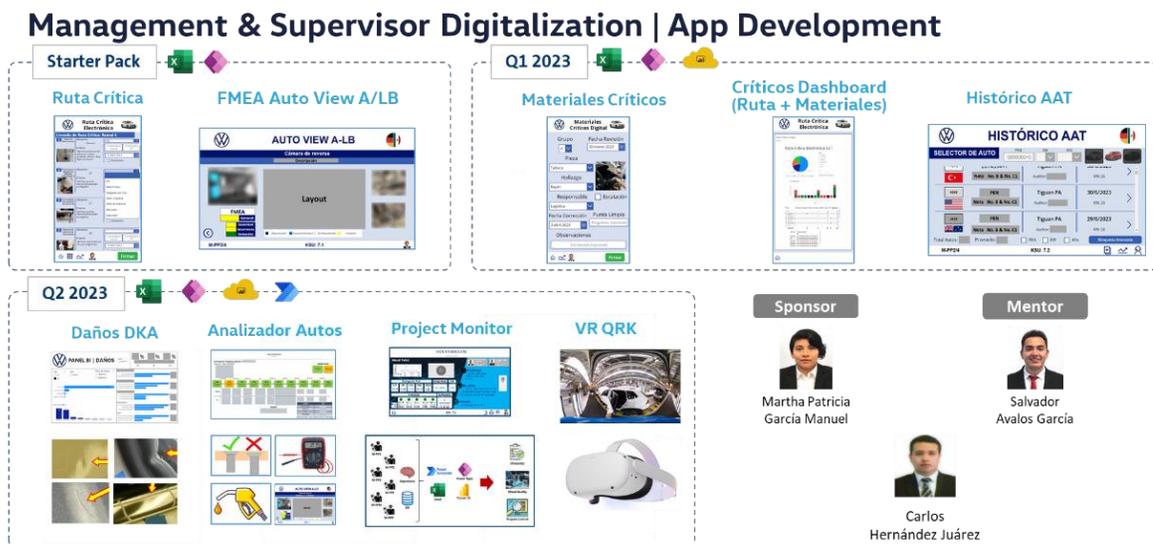


Figura 8. Planeación de Proyectos de Digitalización

De este modo, mi sponsor Martha Patricia García Manuel me asignó directamente como apoyo en este Proyecto de Digitalización a mi mentor. Por lo que mi mentor empezó a tomar cargo de mis Tareas, Actividades y Responsabilidades desde mi Proceso de Entrevista hasta el cierre de mis Prácticas Profesionales.

Por este motivo, al recibirme me brindó un Plan de Desarrollo que consistió en las siguientes fases:

- Capacitación Intensiva Avanzada:
 - Visual Basic
 - Power Apps
 - Power BI

- Power Automate
- Recorrido a detalle de Proceso Productivo Automotriz completo
 - Prensas
 - Componentes
 - Hojalatería
 - Pintura
 - Montaje
 - Pista de Pruebas
 - Prueba de Hermeticidad
 - Entrega de Auto Terminado a Logística
 - Benchmark físico de Proceso con Jetta y Taos
- Programación Electrónica (Sistema PRODIS)
- Dispositivos de programación Electrónica (Dispositivos marca DSA)
- Protocolos de comunicación automotrices
- Topología electrónica de Tiguan
- Sistemática de Eliminación de Fallas en la Producción
- Teoría de Ingeniería Industrial aplicada en VW
- Proyectos de Digitalización
 - Actividades de Mantenimiento a Apps completadas:
 - Ruta Crítica
 - FMEA Auto View A/LB
 - Materiales Críticos
 - Críticos Dashboard (Ruta + Materiales)
 - Project Monitor
 - Programación de Apps con Acompañamiento de mi Mentor:
 - Histórico AAT
 - Nuevas características de Project Monitor
 - Diseño de concepto y prototipo de Realidad Virtual de QRK
 - Programación de Apps Autónomamente:
 - Analizador de Autos
 - Nuevas características de FMEA Auto View A/LB
 - Nuevas características de Histórico AAT
- Apoyo en actividades de Proceso Productivo
 - Proceso de Análisis y Seguimiento de Fallas Críticas a la Seguridad del Producto
 - Revisión y lectura de Protocolos de Pruebas Eléctricas a través del sistema PRODIS
 - Pruebas físicas con los dispositivos MFT directamente en la línea
 - Comprobación de pruebas eléctricas físicas como prevención de fallas críticas a la Seguridad del Producto
- Participación en actividades de impacto social

- Apoyo a mi mentor en administración de proyectos de Diversidad de VW como líder de equipo en la Vicepresidencia de Producción y Logística
- Grabación de Podcast para difusión de conceptos de inclusión de género, capacitación, capacidades personales & cultura

4.1 Proyectos de digitalización

Las dos plataformas de desarrollo principales que empleé durante mi estancia profesional: Microsoft Power Apps y Macros, se basan en el lenguaje de Microsoft VBA (Visual Basic). Dicho lenguaje de programación requiere conocimientos de programación estructurada y orientada a objetos, pues existe una sinergia de estas para lograr el desarrollo completo de las herramientas digitales deseadas.

4.1.1 Histórico Auditoría de Auto Terminado (AAT)

Anteriormente, los históricos de los autos de auditoría eran elaborados uno por uno, a mano, haciendo uso de Power Point, teniendo que transcribir y acomodar la información disponible en Fahrerinformationssystem (FIS)¹³ para poder presentarlo al día siguiente en una reunión a nivel directivo. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de los antiguos históricos elaborados manualmente:

¹³ FIS: Fahrerinformationssystem. Sistema de información sobre el vehículo.

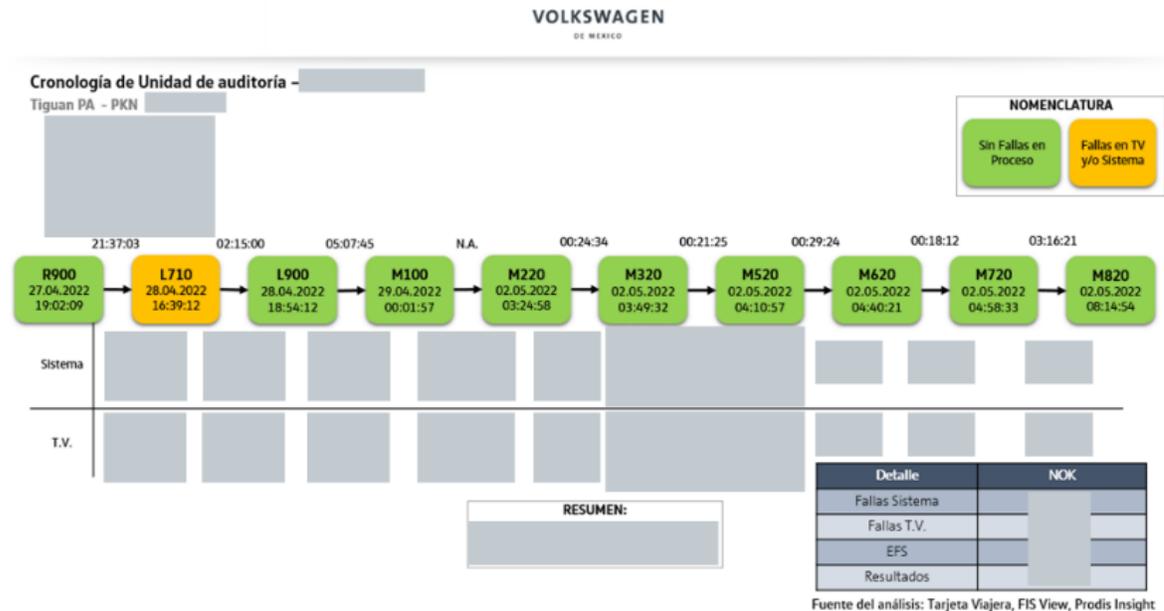


Figura 9. Antiguo Reporte de Histórico de Auditoría de Auto Terminado

Donde adicionalmente a los estatus M200, M300 y M500 previamente explicados, se tienen estatus adicionales, por ejemplo:

- **R700:** Contador Finish Hojalatería.
- **R900:** Registro final de Hojalatería.
- **L700:** Contador Finish Pintura.
- **L900:** Registro final de Pintura.
- **M100:** Estatus asignado cuando la carrocería ingresa al proceso de Montaje.
- **M600:** Se asigna en la Pista de Ruidos. Si algún ruido es detectado se asigna M610. Pero si no hay problema alguno, es asignado el estatus M620.
- **M700:** Corresponde a la prueba de hermeticidad o de agua. Si la prueba es superada con éxito, se asigna M720. Por el contrario, se asigna M710.
- **M800:** Última revisión del vehículo antes de ser empacado para transporte (terrestre por tren o tráiler como también marítimo). Se asigna M820 si todo está en orden. M810 si se encuentra alguna anomalía.

Con la necesidad de conocer el estatus de todas y cada una de las operaciones durante la fabricación de un automóvil para identificar los orígenes de las observaciones de la Auditoría de Auto Terminado (AAT), desarrollé desde cero con el seguimiento y apoyo de mi mentor, una aplicación en Power Apps en la que se puede cargar la información contenida del histórico de un automóvil obtenida de FIS y los reportes de auditoría

generados en formato PDF, y visualizarla de manera sencilla e ilustrativa. Tal como se ilustra en la figura 10.

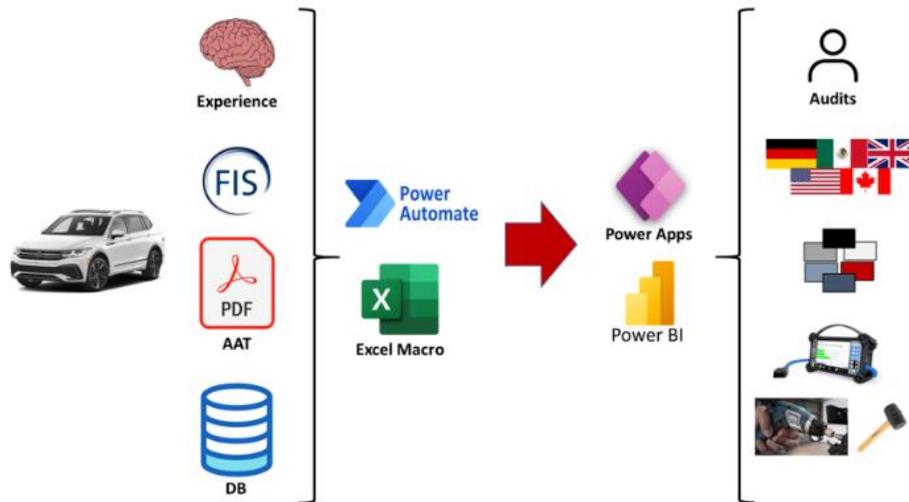


Figura 10. Diagrama Concepto de aplicación de Auditoría de Auto Terminado

Para esta nueva aplicación, la información de cada una de las unidades se sigue obteniendo directamente de FIS (Figura 11). Proporcionando el identificador de cada vehículo y descargando toda la información en formato .xlsx

ID	Baugruppe	No. Serie	Estatus	Fecha de Registro	Usuario	Estación
005			HV	14/09/2022 7:45:20		GT22
006			HV	14/09/2022 7:46:41		GT22
014			HV	14/09/2022 13:06:54		OBW1
038			HV	14/09/2022 7:22:25		OBW1
041			HV	14/09/2022 15:06:57		OBW1
052			HV	14/09/2022 7:22:25		OBW1
065			HV	14/09/2022 10:07:31		GT21
073			HV	14/09/2022 11:18:36		GT21
1J8			HV	14/09/2022 9:52:48		GT21
1JG			HV	14/09/2022 7:51:45		GT22

Figura 11. Sistema de Información sobre el Vehículo. Pantalla principal.

La información necesaria la recolecté mediante la programación y el uso de una macro de Excel (Figura 12 y Figura 13). Una vez que la información ha sido cargada en una base de datos y desplegada en la aplicación, todas las personas que tengan acceso a la aplicación la pueden consultar mediante su teléfono de planta o el sitio web.

```

Sub DB_Verlauf_AAT_Estatus()
    primera_aparicion_PKN = False
    first_PKN_row = 0
    last_row_estatus = Worksheets("Estatus").Range("C5").End(xlDown).Row
    last_row_DB_estatus = ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Range("A2").End(xlDown).Row

    bandera_PKNDB = False
    Call suchen_PKNDB(3, last_row_DB_estatus, 1)

    ' MsgBox ("Estatus: " & bandera_PKNDB)
    If (bandera_PKNDB = False) Then
        For suchen_estatus = 6 To last_row_estatus
            If (Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "R710" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "R720" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "R900" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "L710" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "L720" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "L900" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M100" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M210" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M215" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M220" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M310" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M315" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M320" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M510" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M511" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M515" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M520" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M590" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M610" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M615" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M620" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M710" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M715" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M720" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M810" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M815" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M819" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M820" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "M900" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "DKA1" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "DKA1" Or Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "QCK0" Or
                Worksheets("Estatus").Cells(suchen_estatus, 3) = "QCK1") Then
                If (primera_aparicion_PKN = False) Then
                    first_PKN_row = last_row_DB_estatus + 1
                    primera_aparicion_PKN = True
                End If
            End If
        Next suchen_estatus
    End If
End Sub

```

Figura 12. Código Macro Auditoría de Auto Terminado. Procesamiento información Estatus de cada vehículo

```

For suchen_PKN_EstatusDifHora = 673 To 697
    If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "R900" And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) >= 5 / 1440 And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "OK") Then
        End If
    If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) < 5 / 1440) Then
        ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_I"
    End If
    If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) > 20 / 1440) Then
        ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_S"
    End If
    End If
    If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "L710" Or ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "L720" Or ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "L900") Then
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) >= 450 / 1440 And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "OK") Then
            End If
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) < 450 / 1440) Then
            ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_I"
        End If
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) > 540 / 1440) Then
            ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_S"
        End If
    End If
    If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "L900" And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "L900") Then
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) >= 22 / 1440 And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "OK") Then
            End If
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) < 22 / 1440) Then
            ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_I"
        End If
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) > 60 / 1440) Then
            ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_S"
        End If
    End If
    If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "M100" And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 2) = "M100") Then
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) >= 60 / 1440 And ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "OK") Then
            End If
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) < 60 / 1440) Then
            ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_I"
        End If
        If (ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 9) > 60 / 1440) Then
            ThisWorkbook.Worksheets("Mail").Cells(suchen_PKN_EstatusDifHora, 10) = "NOK_S"
        End If
    End If
End For

```

Figura 13. Código Macro Auditoría de Auto Terminado. Procesamiento y validación de diferencia entre estatus

La aplicación ofrece un sistema de búsqueda complementario, en el que se pueden añadir o habilitar diversos criterios de búsqueda. Mientras más criterios se activen, más específico es el resultado de la búsqueda (Figura 14).

Búsqueda Avanzada

Día KW Mes Año
 PKN VIN Auditor Color Destino

Día: [▼] KW: [▼] Mes: [▼] Año: [▼]
 PKN: 0000000=0 Destino: [▼]
 Auditor: [▼] Color: [▼]
 VIN: 17 caracteres

Buscar

M-PP2/4 KSU: 7.2

Figura 14. Búsqueda Avanzada. App Histórico Auditoría de Auto Terminado.

Por cada uno de los automóviles auditados registrados, es posible visualizar una vista previa que incluye nota de auditoría, fallas A/LB, auditor, color, destino, modelo (Figura 15).

SELECTOR DE AUTO

PKN: 0000000=0 KW: [▼] Año: [▼]

HISTÓRICO AAT

País	PKN	Nota No. B & No. C1	Auditor	Modelo	Fecha
	201433451	Nota No. B & No. C1	Auditor: []	Tiguan PA	30/6/2023
	K2K2	Nota No. B & No. C1	Auditor: []	Tiguan PA	30/6/2023
	2R2R	Nota No. B & No. C1	Auditor: []	Tiguan PA	29/6/2023

Total Autos: [] Promedio: [] PKN KW Año **Búsqueda Avanzada**

M-PP2/4 KSU: 7.2

Figura 15. Selector de auto. App Histórico Auditoría de Auto Terminado.

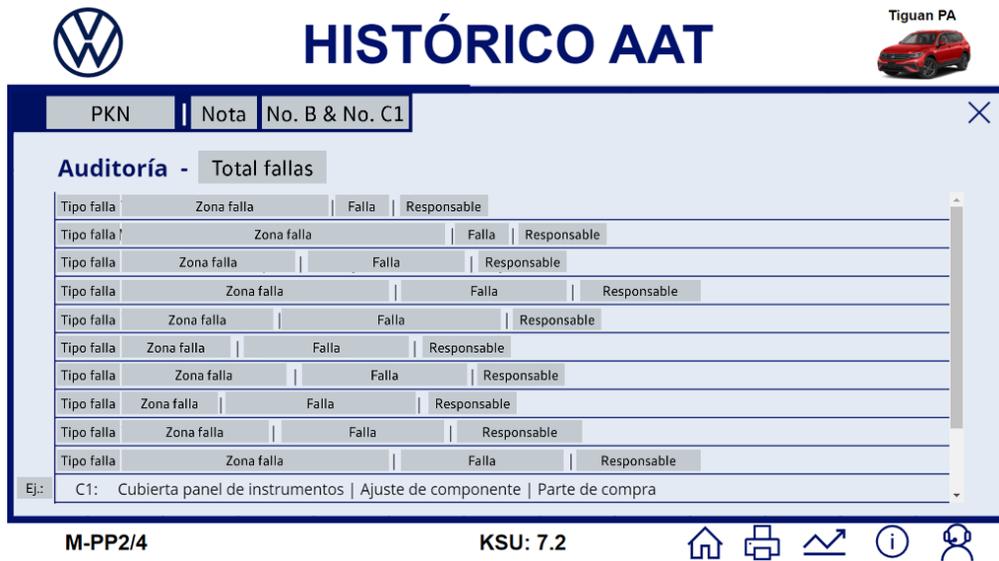
Cuando una unidad es seleccionada, es posible consultar fecha y hora de cada estatus, auditoría, fallas, pruebas, resultados, bloqueos y ajustes (Figura 16).

The screenshot displays the 'HISTÓRICO AAT' (Audit History) interface. At the top left is the Volkswagen logo. The title 'HISTÓRICO AAT' is centered in large blue letters. To the right, there is a 'Tiguan PA' label and a small red car icon. Below the title is a navigation bar with tabs for 'PKN', 'Nota', and 'No. B & No. C1'. To the right of these tabs are several filter buttons: 'Auditoría', 'Fallas', 'Pruebas', 'EFS', 'Resultados', 'Bloqueos', and 'Q-Modul', each with a dropdown arrow. The main area is a grid of 12 columns, each representing a vehicle unit. The columns are labeled with unit IDs: R720, R720, R900, L720, L900, M100, M220, M320, M520, M620, M720, M820, and M900. Each column has a 'Fecha' (Date) header and a 'Sistema' (System) status indicator. Below the grid, there are icons for home, print, share, information, and user profile. The text 'M-PP2/4' and 'KSU: 7.2' is visible at the bottom of the grid area.

Figura 16. Vista general de histórico de unidad de auditoría

Adicional a la vista general del histórico de la unidad auditada, implementé la opción de obtener mayor detalle de la información correspondiente a todo lo cargado en sistema, al desplegar cada una de las opciones que se encuentran en la parte superior de la pantalla. Dichas opciones corresponden al detalle de Fallas de Auditoría (Figura 17), Fallas de proceso registradas en sistema (Figura 18), Pruebas, EFS¹⁴ (Figura 19), Resultados (Figura 20), Bloqueos y Ajustes (Q-Modul) (Figura 21).

¹⁴ EFS: Entwicklungsfreigabe Serie



HISTÓRICO AAT

Tiguan PA

PKN | Nota | No. B & No. C1

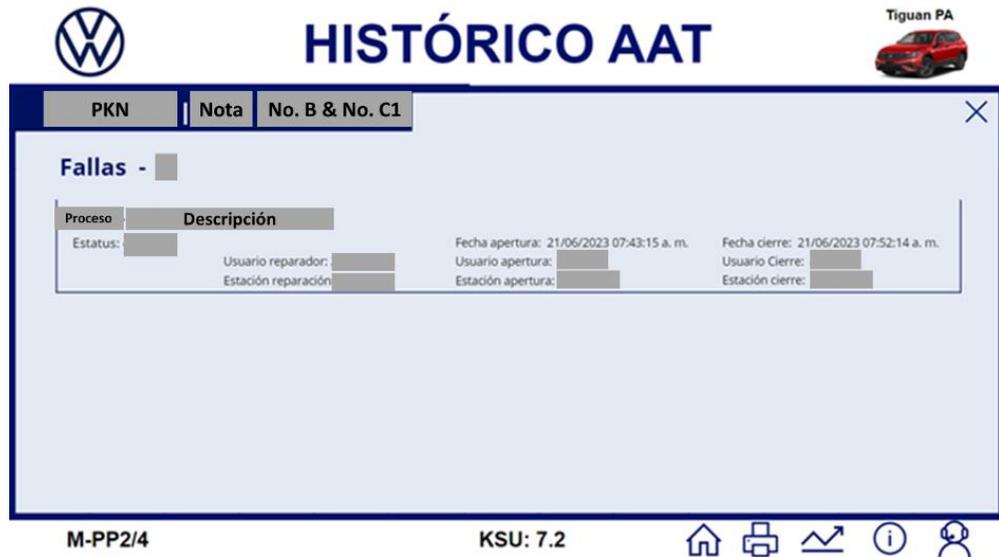
Auditoría - Total fallas

Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable
Tipo falla	Zona falla	Falla	Responsable

Ej.: C1: Cubierta panel de instrumentos | Ajuste de componente | Parte de compra

M-PP2/4 KSU: 7.2

Figura 17. Detalle Fallas de Auditoría. App Histórico Auditoría de Auto Terminado.



HISTÓRICO AAT

Tiguan PA

PKN | Nota | No. B & No. C1

Fallas -

Proceso	Descripción
Estatus:	Usuario reparador:
Estación reparación:	Estación apertura:
Fecha apertura: 21/06/2023 07:43:15 a. m.	Fecha cierre: 21/06/2023 07:52:14 a. m.
Usuario apertura:	Usuario Cierre:
Estación apertura:	Estación cierre:

M-PP2/4 KSU: 7.2

Figura 18. Detalle Fallas de Proceso. App Histórico Auditoría de Auto Terminado.



HISTÓRICO AAT Tiguan PA

PKN | Nota | No. B & No. C1

EFS - 2

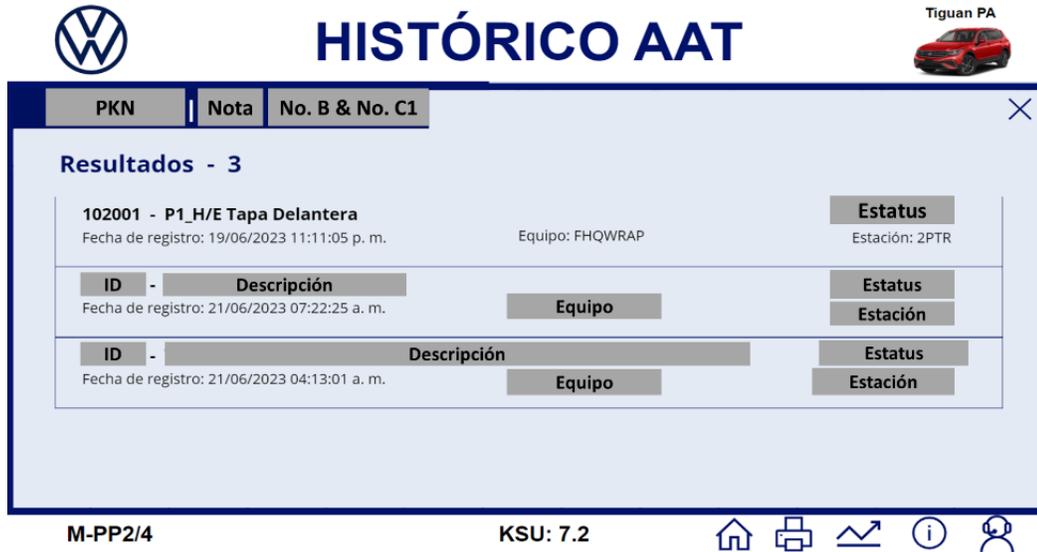
Control /Mando | ACCION ESPECIAL AAT. RAMAL 1

Fecha de apertura: 21/06/2023 12:42:31 a. m. Usuario apertura: 210835 Estación apertura: H2AR0113
 Fecha de cierre: 21/06/2023 12:42:31 a. m. Usuario cierre: 210835 Estación cierre: H2AR0113

Tipo	Descripción
Fecha de apertura: 21/06/2023 01:05:09 a. m.	Usuario apertura
Fecha de cierre: 21/06/2023 01:05:09 a. m.	Estación apertura

M-PP2/4 KSU: 7.2

Figura 19. Detalle EFS. App Histórico Auditoría de Auto Terminado



HISTÓRICO AAT Tiguan PA

PKN | Nota | No. B & No. C1

Resultados - 3

102001 - P1_H/E Tapa Delantera
 Fecha de registro: 19/06/2023 11:11:05 p. m. Equipo: FHQWRAP Estación: 2PTR **Estatus**

ID	Descripción	Equipo	Estatus	Estación
Fecha de registro: 21/06/2023 07:22:25 a. m.				
Fecha de registro: 21/06/2023 04:13:01 a. m.				

M-PP2/4 KSU: 7.2

Figura 20. Detalle Resultados. App Histórico Auditoría de Auto Terminado

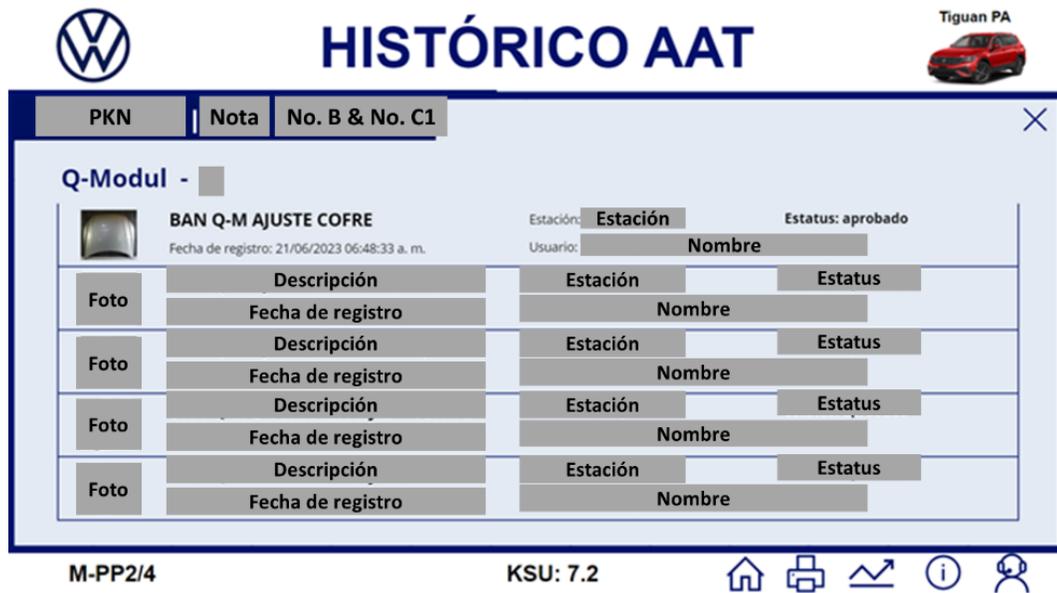


Figura 21. Detalle Ajustes (Q-Modul). App Histórico Auditoría de Auto Terminado

Como medida provisional y para comunicar que la aplicación funciona correctamente, capturas de pantalla eran enviadas por mí mediante correo electrónico a todas las personas interesadas en conocer la información de los autos de Auditoría (Figura 22).



Figura 22. Correo electrónico con la información desplegada en la App

Con el desarrollo de esta nueva aplicación, los reportes a nivel directivo resultan mucho más rápidos de elaborar y facilitan el trabajo de la persona encargada de anexar

esta información. Además, si así lo desean, cualquier usuario de la aplicación puede consultar la información en cualquier momento y desde una computadora o teléfono de planta.

4.1.2 Ruta Crítica de Daños

De manera habitual, en la línea de producción, se realiza un listado de revisión conocida como ruta crítica. Esta ruta crítica es realizada en papel y llenada a mano por cada uno de los coordinadores. La oportunidad de mejora identificada es eliminar el uso de papel y reducir el tiempo empleado para el llenado de la información.

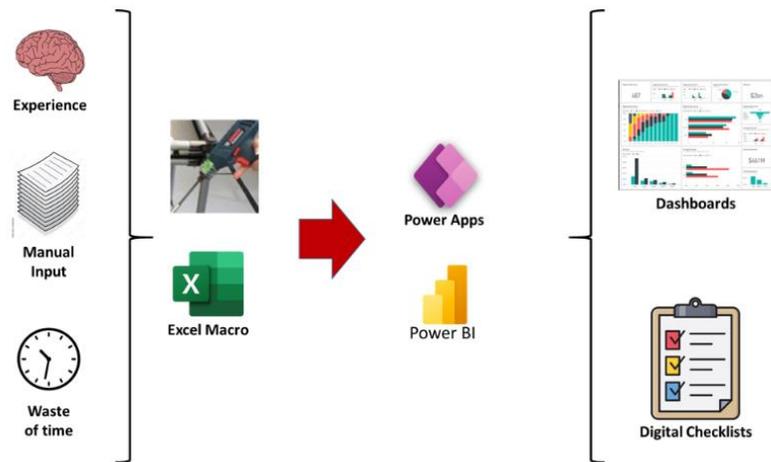


Figura 23. Diagrama Concepto App Ruta Crítica

Para ello, mediante Power Apps, continué el desarrollo de una aplicación ya en parte implementada por mi mentor Salvador Avalos, que ofrece aprovechar el teléfono con el que cuentan los coordinadores para hacer el llenado de la ruta crítica, que la información se actualice de manera inmediata y la posibilidad de consultar un tablero de Power BI que facilite la presentación de la información recabada en las reuniones a nivel gerencial y directivo (Figura 23).

La aplicación cuenta con una pantalla de inicio de sesión, en la que de manera personalizada se muestra la fotografía y el nombre del usuario que está haciendo uso en ese momento de la aplicación (Figura 24).



Figura 24. Ruta crítica. Pantalla inicial e inicio de sesión

Después de ingresar su usuario y contraseña ligados a la aplicación, el coordinador puede proporcionar y completar los datos de fecha, grupo y área de los trabajadores bajo su cargo, el estatus de cada uno de los puntos de la ruta crítica y por último, comentarios en caso de haberlos, antes de registrar (firmar) lo antes reportado (Figura 25).



Figura 25. Ruta Crítica. Selección y llenado de ruta. Firma de Coordinador

La Ruta Crítica de Daños está ya en proceso de ser adoptada por completo por los coordinadores responsables de cada uno de los ramales de producción. Hemos realizado

ya un acompañamiento para mostrarles la forma en que la aplicación funciona y para asegurarnos que se haya realizado al menos un ejercicio de manera satisfactoria.

Cabe mencionar, que esta aplicación ha sido presentada en diversos foros y eventos como en visitas de otras plantas del Grupo Volkswagen o Fit4Finish¹⁵. Despertando el interés de empresas como Audi, con quienes se realizaron algunas reuniones para presentar la idea y apoyar con la adopción de esta herramienta en sus procesos.

4.1.3 Project Monitor

Siendo una petición directa del director de Planta Producción Automóviles M-PP, esta aplicación la desarrollamos con el objetivo de que se tuvieran concentrados todos los proyectos de las diferentes áreas de la producción en un solo lugar, con un formato estándar y de fácil consulta (Figuras 26, 27 y 28).



Figura 26. Aplicación Project Monitor. Pantalla Principal

¹⁵ Fit4Finish: Evento que tiene como objetivo presentar algunas de las mejores prácticas que se tienen en planta y que otras plantas puedan observar, preguntar y adoptar estas buenas ideas.



Figura 27. Aplicación Project Monitor. Visualización de Proyectos a partir de mapa de la planta

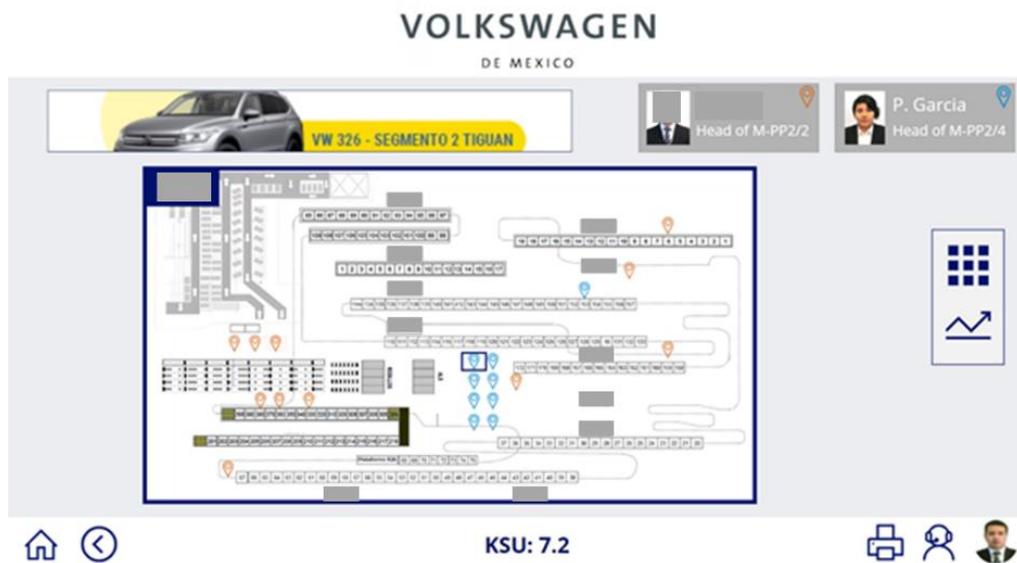


Figura 28. Aplicación Project Monitor. Visualización de proyectos por nave

Con apoyo de cada una de las áreas (Segmento 1, Segmento 2, Segmento 3, Pintura, Mantenimiento y Prensas), proporcionando la información solicitada, esta aplicación es nutrida (Figura 29).

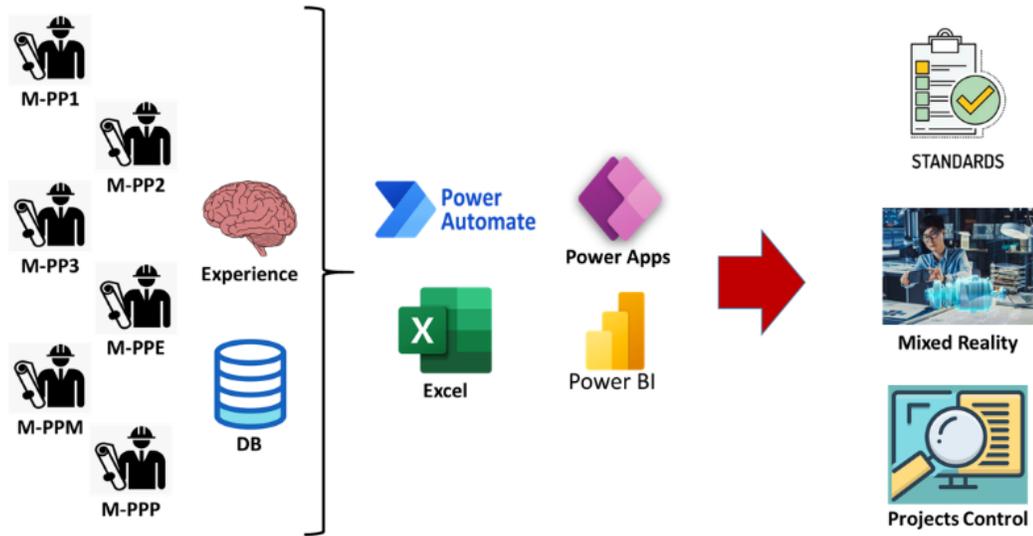


Figura 29. Diagrama Concepto App Project Monitor

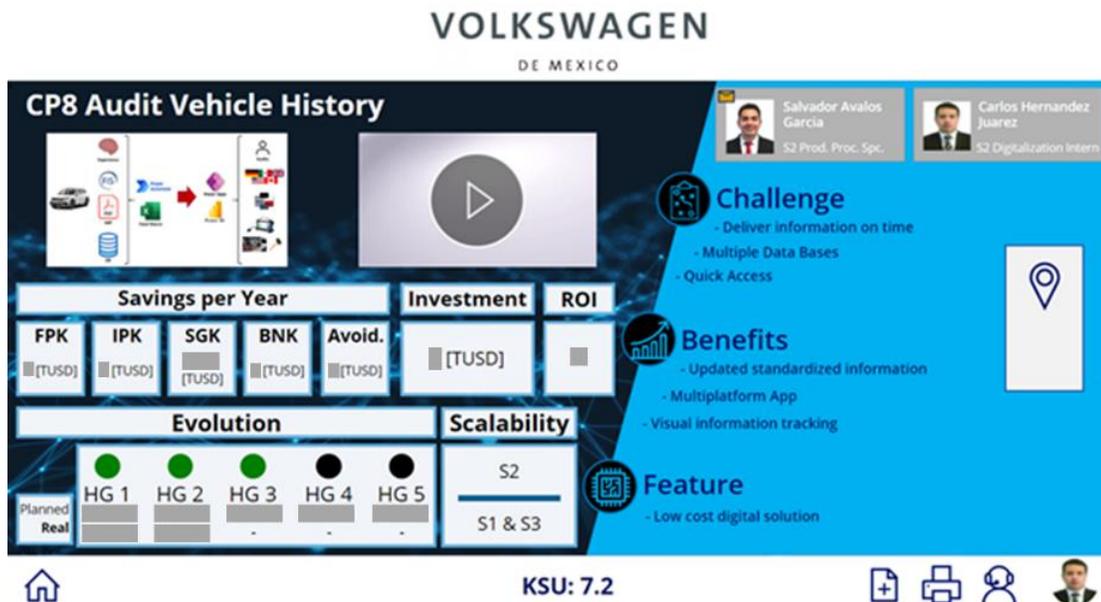


Figura 30. Aplicación Project Monitor. Ejemplo de despliegue de información de proyecto

Referente a los ahorros económicos que se muestran en el despliegue de la información del proyecto seleccionado (Figura 30), estos pueden estar relacionados a cuatro diferentes tipos de costos: Costos de personal de fabricación (FPK)¹⁶, Costos

¹⁶ FPK: Fertigungspersonalkosten.

indirectos de personal (IPK)¹⁷, Costos generales (SGK)¹⁸ o Costos de adquisición adicionales (BNK)¹⁹:

- FPK son los costos que se pueden asignar directamente a una unidad de costo.
- IPK son los costes de personal auxiliares, que incluyen los costes de personal estatutarios, de negociación colectiva, voluntarios y otros.
- SGK son costes de materiales que no se instalan directamente en el producto
- BNK son aquellos gastos en los que realmente se incurre para una compra planificada.

Esta aplicación también ofrece la posibilidad de añadir algún modelo 3D que permita visualizar de una manera más clara de lo que va cada uno de los proyectos. Los usuarios pueden hacer uso de esta aplicación, ya sea mediante el sitio web o con el teléfono de planta (Figuras 31, 32 y 33).

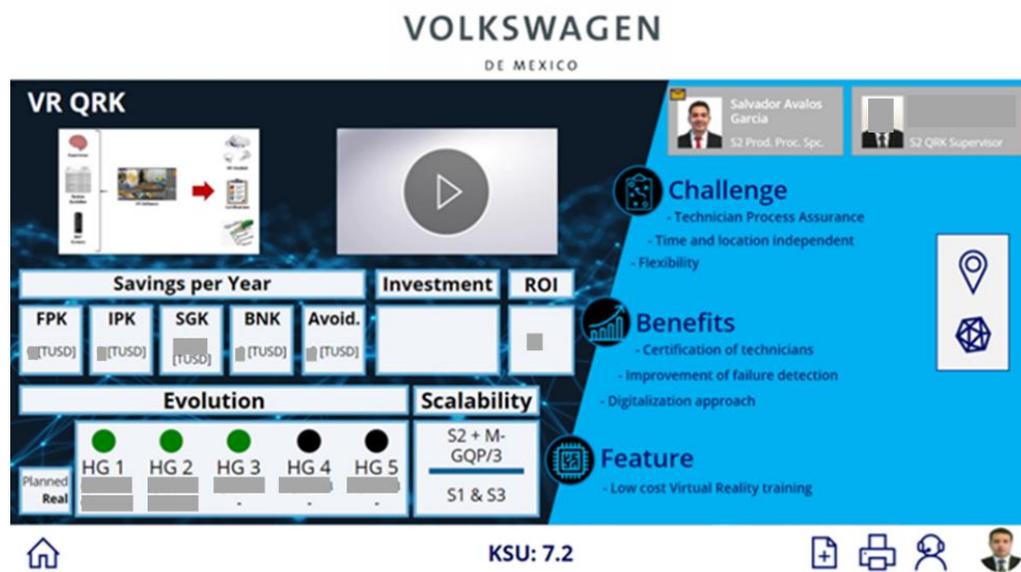


Figura 31. Aplicación Project Monitor. Despliegue de información de proyecto con Modelo 3D disponible

¹⁷ IPK: Indirekte Personalkosten.

¹⁸ SGK: Sachgemeinkosten.

¹⁹ BNK: Beschaffungsnebenkosten.

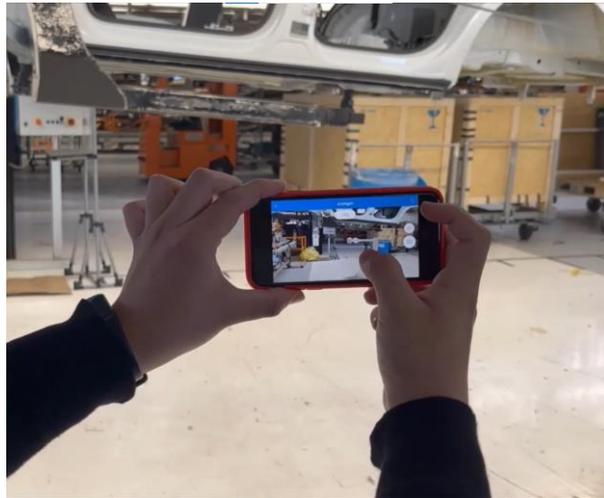


Figura 32. Aplicación Project Monitor. Ejemplo de uso de Realidad Aumentada

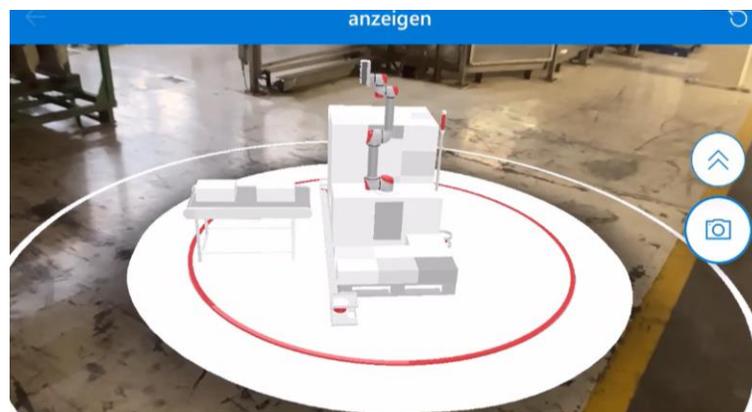


Figura 33. Aplicación Project Monitor. Ejemplo de uso de Realidad Aumentada

4.1.4 VR QRK

En el caso del coordinador de Producción QRK, tiene a su cargo personal técnico, mejor conocidos como QRKs, quienes se encargan de revisar y asegurarse que lo realizado en la nave de montaje se está realizando de manera correcta como una estrategia de mitigación de fallas. Para ello, los QRKs cuentan con una pauta de revisión en la que se les indican los aspectos que requieren su atención y el orden en que deben realizar la inspección.

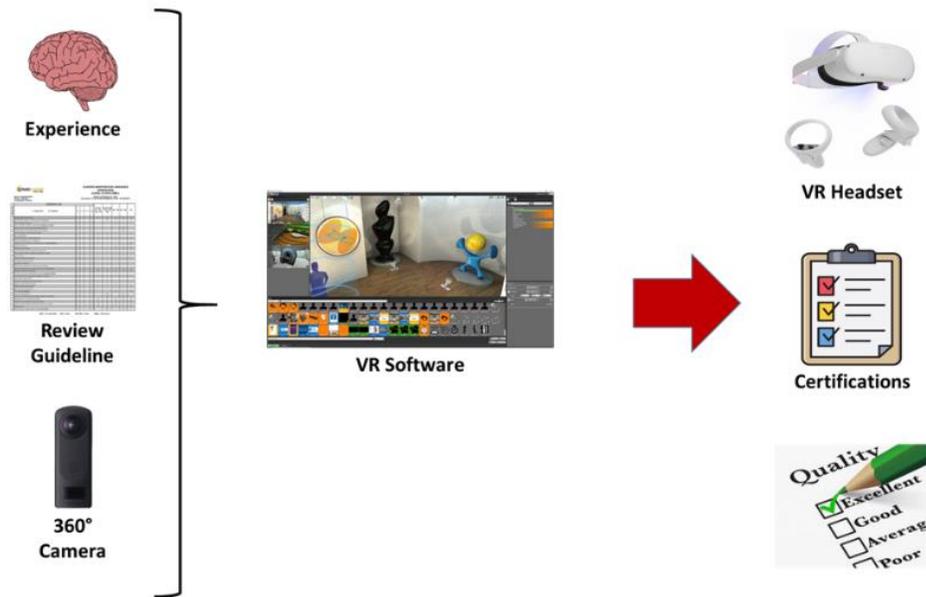


Figura 34. Diagrama Concepto Proyecto Virtual Reality QRK

Este proyecto busca hacer uso de tecnologías de Realidad Virtual para la grabación de videos 360° o el desarrollo de software que haga posible la evaluación y certificación del personal QRK sin la necesidad de desperdiciar papel o tener desperdicios de energía eléctrica para poder llevar a cabo dichas certificaciones (Figura 34). Parte fundamental del funcionamiento de este proyecto radica en el uso de un software especialmente desarrollado para ser utilizado con algún caso de Realidad Virtual.

Para este proyecto fue fundamental colaborar con otra área de la empresa que ya contaba con el material para Realidad Virtual y el software para procesar videos grabados con cámaras de 360°. De tal manera que nuestra función, acompañados por el Coordinador de QRKs, era organizar la grabación de los videos de las pautas de revisión (Figura 35) y la comunicación con el equipo de la otra área para el desarrollo y difusión de este proyecto.



Figura 35. Virtual Reality QRK. Prueba de vídeo con cámara 360°

4.1.5 FMEA Auto View

Como medida de mitigación de fallas A/LB, y tomando en cuenta los reportes del centro de análisis que se encarga de estas fallas, desarrollé y complementé una aplicación en Power Apps que permite tener un control basado en la metodología de Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) para tener identificados en tres estatus o colores distintos (rojo, amarillo y verde) la gravedad, repetitividad y probabilidad de que se presente de nuevo alguna falla (Figura 36).

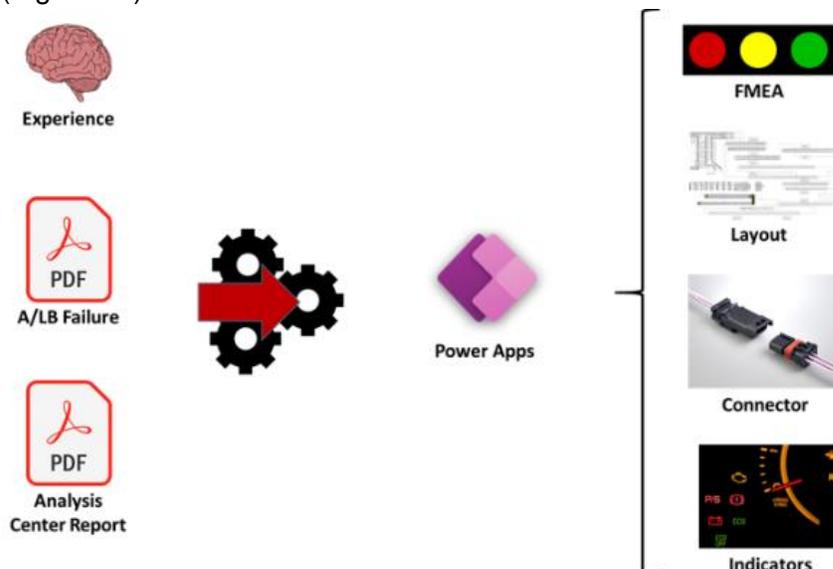


Figura 36. Diagrama Concepto aplicación FMEA Auto View

Además de la semaforización, es posible identificar el posible origen de las fallas en cualquiera de los tres modelos de vehículos que se fabrican en la planta (Figura 37), teniendo detalle de los hallazgos en cada una de las zonas del vehículo (Figura 38) y también teniendo la oportunidad de localizar el origen de las fallas en el Layout del proceso correspondiente (Figura 39). En esta aplicación pueden visualizarse fallas como las relacionadas con conectores eléctricos o indicadores de motor, por ejemplo.



Figura 37. FMEA Auto View. Pantallas principales

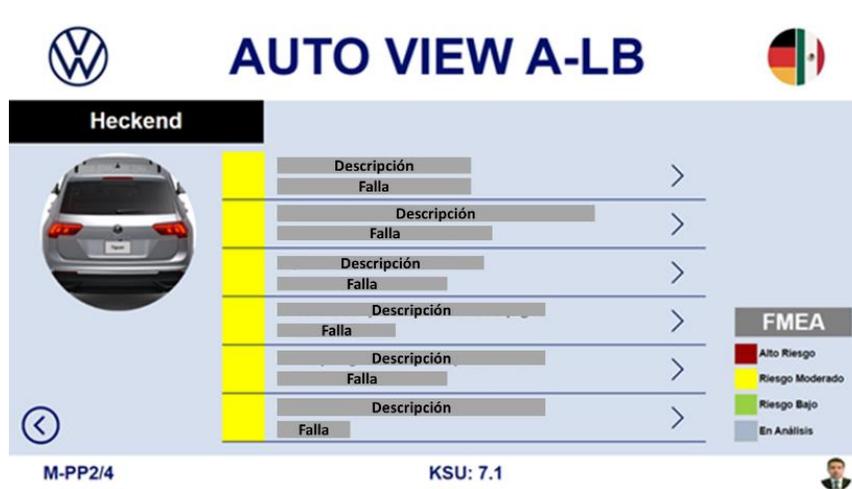


Figura 38. FMEA Auto View. Despliegue de fallas Heckend

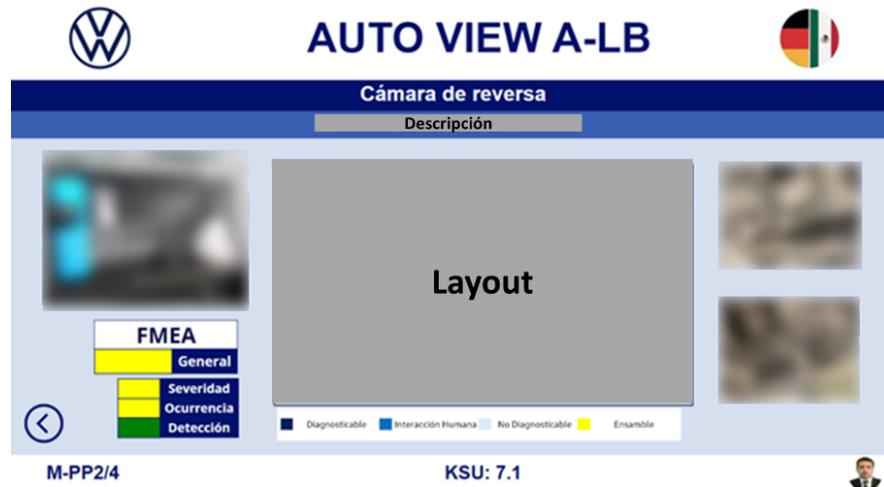


Figura 39. FMEA Auto View. Despliegue de falla específica con semaforización y Layout

4.2 Apoyo en actividades de proceso productivo

4.2.1 Talleres 3P

El sistema del Proceso de Preparación de la Producción (3P)²⁰ se enfoca en eliminar los desperdicios de la empresa a través del rediseño de productos y procedimientos. El objetivo es reducir costos de operación y optimizar flujos de producción.

La variable de control principal es el tiempo de producción. Tomando como punto de referencia los objetivos de productividad para el modelo predecesor un año antes del fin de operación. Estos objetivos son:

- Productividad del personal
- Reducción de la inversión
- Productividad del área
- Reducción de inventario

El 3P involucra diversos temas y prácticas que deben ser tomados en cuenta para que el objetivo de estos talleres tenga buen término y que cuando sea hora de producir el nuevo producto, existan la menor cantidad de problemas y complicaciones posible (Proceso 3P: ¿qué es y cómo implementarlo en una empresa Lean? | Conexión ESAN, n.d.).

²⁰ 3P: Production Preparation Process en inglés o Produktions-Vorbereitungs-Prozess en alemán.

Entre los temas que se revisan y son muy útiles para el desarrollado del 3P están: el Proceso de Creación del Producto, los nueve tipos de desperdicios industriales y el Benchmarking.

4.2.1.1 PEP (*Produktentstehungsprozess*)

El Proceso de Creación del Producto PEP²¹, constituye la base para planear algún proyecto específico. En él se describen las gestiones, formas de proceder y responsabilidades para el Desarrollo del Vehículo, todo con el objetivo de regular el Proceso de Creación del Producto, garantizando el orden en desarrollo de Nuevos Modelos de Vehículos.

En todos los proyectos se debe mantener y aplicar una secuencia de hitos, los cuales son puntos específicos en el tiempo en los que se presenta el status del proyecto y se realiza la aceptación del mismo para iniciar con las actividades mostradas en la Figura 40.



Figura 40. Diagrama del Proceso de Creación del Producto PEP

En la **Fase de definición del producto** se dan a conocer las premisas del producto y del proyecto, se elige el lugar de fabricación y se realiza el análisis de factibilidad financiera, entre otras actividades.

Durante la **Fase de desarrollo del concepto y de la serie** se realizan actividades como la decisión del concepto y diseño, prototipos, inicio de pruebas y liberaciones, nominación de proveedores y se define el concepto logístico y de producción.

²¹ PEP: Produktentstehungsprozess en alemán.

Las actividades generales en la **Fase de preparación de la serie** son la planeación de la construcción de autos en los preseries, liberaciones de piezas de Desarrollo Técnico y Calidad, inicio de actividades para introducción al mercado, sistemas logísticos y se confirma la fecha del Start of Production (SOP).

4.2.1.2 *Nueve tipos de desperdicios industriales*

Todo lo que no agrega un valor, es un desperdicio. Es por ello que en la planeación de operaciones y actividades en los talleres 3P, es una premisa evitar desperdicios.

Los nueve tipos de desperdicios son:

1. **Sobreinformación / sobreproducción:** Cuando se solicita, crea o difunde información o material innecesariamente, se desperdicia tiempo y dinero.
2. **Inventario demasiado alto:** Los stocks excesivos de material e información dificultan el trabajo.
3. **Periodos de espera:** Es tiempo perdido, se entorpecen los procesos de trabajo, retrasa los resultados y aumenta los tiempos de producción.
4. **Trayectos innecesarios:** Cuestan tiempo y dinero. Por ejemplo, viajes de tiempo innecesarios y largas distancias a equipos de trabajo de uso frecuente.
5. **Mala ergonomía:** Una ergonomía deficiente impacta sobre la salud y dificulta el trabajo diario.
6. **Transferencia ineficiente de información:** Conduce a la pérdida de información y retrasa los procesos.
7. **Pasos de proceso innecesarios:** Aumentan el tiempo de procesamiento y retrasan los resultados.
8. **Comunicación poco clara:** Provoca errores, retrasa el proceso y perjudica la cooperación
9. **Errores / retrabajos:** Los errores conducen a malentendidos y reelaboración, lo que cuesta tiempo y energía.

4.2.1.3 Benchmarking

Con el fin de conocer lo que ya se está realizando en las diferentes plantas de producción del Grupo Volkswagen alrededor del mundo, en los talleres 3P es importante realizar Benchmarking. Es decir, revisar videos y documentación de las mejores prácticas que se puedan retomar para ser implementadas en el Proceso en el que se está trabajando. Para esto es necesario acceder a la web interna del Grupo, buscar y consultar la información necesaria.

Cuando la operación buscada es localizada, los archivos se descargan y se comparten en un grupo de Microsoft Teams (Figura 41) con el fin de que esta información esté disponible para todos los miembros del equipo. Entre los miembros que tienen acceso a esta información producto del Benchmarking realizado se encuentran personal de áreas como Planeación Central, Planeación Serie, Ingeniería Industrial, Producción y Gerentes.

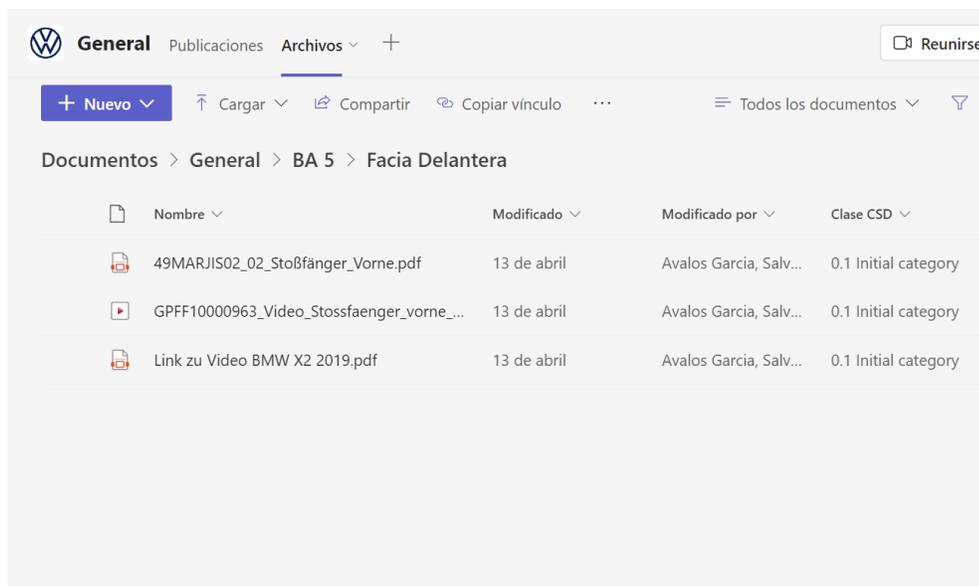


Figura 41. Disposición de información en sitio de información interno resultado de Benchmarking

4.2.2 Seguimiento de fallas

Otra actividad que realicé durante mis prácticas profesionales fue el seguimiento de fallas A/LB, que consiste en reunirse con los especialistas del Centro de Análisis para recibir unidades con fallas encontradas durante el proceso de producción, indagar sobre las causas de las fallas y deslindar responsabilidades (Figura 42).

A partir de los hallazgos realizados, se emite un reporte con el detalle que involucra la falla en cuestión y se piden acciones para prevenir que se vuelva a presentar la falla.

Las actividades y responsabilidad del especialista encargado del seguimiento de fallas son muy variadas. Sin embargo, existen metodologías en las que todos los especialistas involucrados se deben apoyar para lograr el objetivo de mitigar las fallas.



Figura 42. Participación en seguimiento de falla mecánica

4.2.2.1 Mapeos de proceso

Cuando se presenta una falla sin responsable claro o que no se había presentado, ya sea que es la primera vez que se presenta o que hace bastante tiempo no se presentaba la falla, de lo primero que se solicita a la Producción es un Mapeo del Proceso.

Un mapa de proceso describe los pasos individuales dentro de un proceso, identifica a los responsables de las tareas y detalla los plazos esperados.

Lo que se solicita en un Mapeo de Proceso es observar e investigar sobre cómo son ejecutadas las operaciones de montaje, aspectos de logística o incluso el estado y calidad con la que vienen las partes de compra. Todo esto dentro de un reporte en el que se descarte o confirme la posibilidad de identificar la causa raíz de la falla (¿Qué es el mapeo de procesos? | IBM, n.d.)

4.2.2.2 Metodología FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) es una metodología analítica utilizada para garantizar que los problemas potenciales se hayan considerado y abordado a lo largo

del proceso de desarrollo de productos y procesos. Parte de la evaluación y el análisis es la valoración del riesgo ((FMEA) Failure Mode & Effects Analysis | AIAG, 2016).

A partir del conocimiento de la presencia de fallas, se puede aplicar la metodología FMEA para conocer y tener una trazabilidad sobre el estado del problema; si es que ya se tiene una medida mitigadora de la falla o cuál es el riesgo de que la falla se vuelva a presentar. Todo esto a partir de una semaforización, en la que el color rojo representa un alto riesgo y el color verde sin riesgo.

4.2.2.3 *Diagramas Ishikawa*

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varias causas de un sistema que pueden contribuir a un problema. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan.

Con frecuencia, las personas vinculadas de cerca al problema que es objeto de estudio tienen diferentes opiniones o puntos de vista sobre cuáles son las causas del problema. Como en el caso del seguimiento de fallas A/LB.

Estas opiniones pueden estar en conflicto. Por ello, el uso de un Diagrama de Causa y Efecto hace posible reunir todas estas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista.

Durante mis prácticas profesionales, comprobé que estos diagramas Ishikawa (Figura 43) son comúnmente empleados para presentar posibles causas de fallas cuando a un área le es requerido presentar algún estatus. Estos diagramas permiten presentar información sobre las posibles causas de un problema englobadas en cinco principales categorías: Método, Maquinaria, Materiales, Medio Ambiente y Mano de obra. Además, en la presentación de alguna falla, apoyé en la realización y conformación de este diagrama, para lo cual fue importante el seguimiento que se dió en las demás áreas del proceso productivo con los especialistas correspondientes.

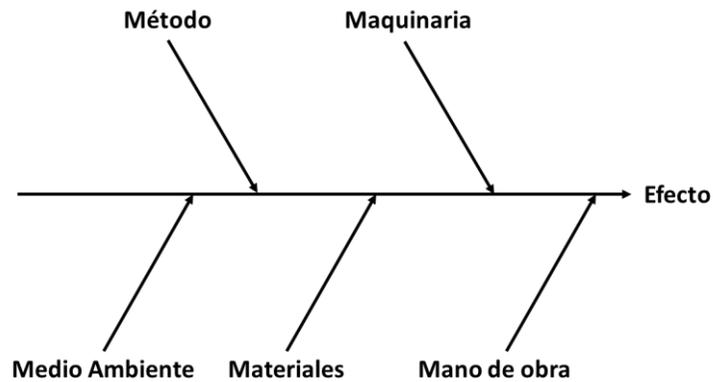


Figura 43. Ejemplo de Diagrama Ishikawa

Un ejemplo se da cuando el área de Calidad Partes de Compra tiene diversas posibles causas de una falla y deben indagar tanto con la producción, así como con los diversos proveedores según corresponda.

4.2.2.4 *Comprobación de pruebas eléctricas físicas como prevención de fallas críticas a la Seguridad del Producto*

Debido a la presencia de fallas críticas a la Seguridad del Producto, se me encomendó realizar pruebas en vivo y con la línea de producción en movimiento (pruebas ácidas) de Tiguan para verificar que los equipos multifuncionales (MFT), mediante la ejecución de pruebas eléctricas Vorprüfung (VP2)²² y BEP realicen la correcta detección de la desconexión del Parking Distance Control (PDC).

La prueba la realicé en 8 unidades, cada una con un equipo MFT diferente. Los resultados obtenidos indican que el problema puede estar siendo generado por algún detalle en la programación y estar directamente relacionada con la versión del vehículo.

²² VP: Vorprüfung. Prueba eléctrica que se realiza en las primeras etapas del proceso de montaje.

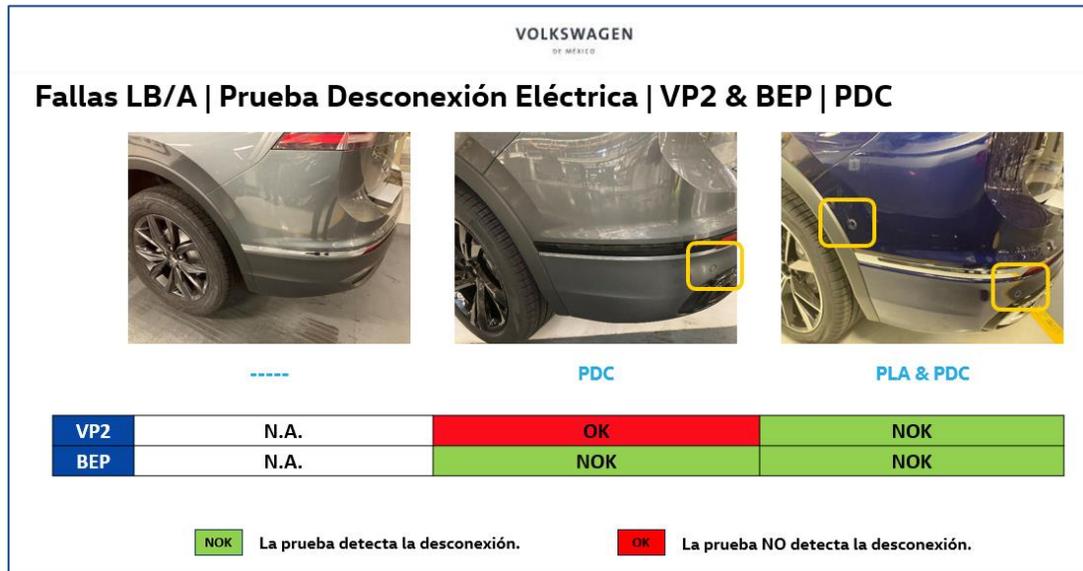


Figura 44. Resultados de Prueba Desconexión Eléctrica PDC realizada

Los resultados de la realización de estas pruebas los expuse con el especialista responsable de temas eléctricos, recibiendo retroalimentación, sugerencias y medidas de acción para solucionar esta problemática (Figura 44).

4.2.2.5 Sistema ODIS

Cuando se presentan fallas de índole eléctrica, es común hacer uso de un sistema de información de diagnóstico externo conocido como ODIS²³ (Figura 45). ODIS es un desarrollo de software para el diagnóstico de vehículos de todas las marcas dentro del Grupo Volkswagen. Las aplicaciones de software desarrolladas son aplicaciones de computadoras abiertas que se ejecutan en sistemas operativos basados en Microsoft Windows como cualquier otro software instalable.

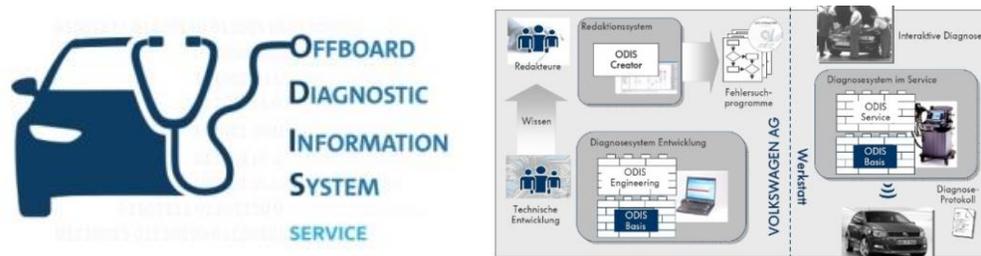


Figura 45. Diagrama sobre lo que consiste el Sistema ODIS

²³ ODIS: Offboard Diagnostic Information System.

Los especialistas que hacen uso de este sistema de diagnóstico generalmente se conectan al vehículo mediante un dispositivo inalámbrico VAS 6154 A, dispositivo que funciona de manera muy similar a un OBD-2 (Figura 46); es decir, que funciona como un escáner que se conecta al vehículo y con el que es posible obtener las fallas o errores que detecta la Electronic Control Unit (ECU)²⁴ principal de un automóvil.



Figura 46. Dispositivos utilizados para Diagnóstico de Fallas

Una vez identificada la falla que presenta la unidad, es posible ahora sí indagar sobre las posibles causas del problema y, con el mismo dispositivo de diagnóstico, eliminar el registro de la falla para que la unidad pueda ser liberada. Mi función en este tipo de análisis de falla fue dar acompañamiento a los especialistas correspondientes, proporcionar la información necesaria para llegar a la raíz del problema y comunicar los resultados de los análisis con el equipo de Fachteam Segmento 2 durante las reuniones destinadas para el seguimiento de fallas (Figura 47).



Figura 47. Participación en seguimiento de falla eléctrica

²⁴ ECU: Recibe, analiza y envía la información a los diferentes sensores y controladores situados en el vehículo.

4.3 Participación en actividades de impacto social

Como parte de involucrarme en actividades con algún impacto social, de manera breve participé en el Programa de Embajadores de Diversidad. Mi labor aquí fue dar seguimiento a la aplicación móvil desarrollada previamente por Avalos García Salvador, quien en ese entonces fungía como líder del programa por parte de la Vicepresidencia Producción y Logística (Figura 48).



Figura 48. App Embajadores de Diversidad. Producción y Logística

Además, colaboré en la grabación de un podcast referente al día Internacional de la Mujer. Para esto ayudé en la redacción del guion y en la organización para que el podcast pudiera ser grabado, editado y finalmente publicado en la aplicación (Figura 49).



Figura 49. Embajadores de Diversidad. Participación Podcast

5 Resultados

Durante el período de prácticas profesionales, tuve la oportunidad de conocer la forma o dinámica de trabajo en el área de Producción Segmento 2. Esto, complementado con los conocimientos adquiridos durante mi vida académica en la UNAM, me permitieron:

- Conocer las principales operaciones de montaje en una línea de producción industrial para seguimiento de proceso productivo y realización de mapeos de proceso.
- Dar seguimiento a fallas de proceso con los especialistas correspondientes, indagación sobre posibles causas, generación de reportes de falla y deslindar responsabilidades.
- Conocer sobre los equipos y sistemas empleados en el diagnóstico de fallas, así como la manera en que se le da una solución.
- Asistir y conocer la dinámica en reuniones con especialistas de diversas áreas, presentación de ideas y reporte de resultados.
- Participar y presentar en foros internacionales con presencia de especialistas de diversas plantas del Grupo Volkswagen.
- Presentar y dar seguimiento a proyectos de nivel gerencial y directivo.
- Proponer soluciones orientadas a los procesos productivos mediante el desarrollo de herramientas digitales que faciliten el trabajo diario de los responsables,

reducción del tiempo empleado para la realización de estas tareas y la reducción de recursos.

6 Conclusiones

Considero haber cumplido con los objetivos del programa Talento Joven de Volkswagen de México, debido a la formación académica y humana de la UNAM, al apoyo incondicional de mi familia durante todo este proceso, y al excelente acompañamiento y asesoramiento por parte de mi mentor y demás personal al interior de la empresa.

Al término de mi período de prácticas profesionales, el Segmento 2 de Producción cuenta con un paquete de aplicaciones y recursos digitales que han cambiado la forma en que hacen las cosas. Desde algo habitual como el elaborar y presentar un histórico de autos de auditoría, hasta proyectos con grandes oportunidades de desarrollo como el portafolio digitalizado de todos los proyectos de la Dirección de Planta Producción Automóviles donde se tiene implementado y capacitado al personal en aspectos al uso de Realidad Aumentada.

Este paquete de aplicaciones además de representar un paso más hacia la digitalización de procesos productivos, a nivel económico representa un ahorro de aproximadamente 6 mil dólares anuales. Y lo mejor de todo, sin necesidad de hacer una inversión adicional para el desarrollo de estas nuevas herramientas. Lo que significa que el Retorno de Inversión es prácticamente inmediato.

El programa Talento Joven es una gran oportunidad para iniciar en el mundo de la industria automotriz; para desarrollarse en una o varias áreas y para aprovechar tu talento para el desarrollo de proyectos de alto impacto que te hacen crecer personal y profesionalmente, y que a la vez representa una gran aportación a una de las más grandes empresas automotrices del mundo.

7 Bibliografía

- Empleos VW. Talento Joven Nacional. (2018). Recuperado el 28 de marzo de 2023, de: <https://www.empleosvw.com.mx/talentoJovenNacional.xhtml>

- Volkswagen México: Historia, Grupo y Políticas | VW. (n.d.). Recuperado el 28 de marzo de 2023, de: <https://www.vw.com.mx/es/informacion-corporativa.html>
- ¿Qué es SQL? - SQL - AWS. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado el 21 de junio de 2023, de: <https://aws.amazon.com/es/what-is/sql/>
- Proceso 3P: ¿qué es y cómo implementarlo en una empresa Lean? | Conexión ESAN. (n.d.). Recuperado el 22 de junio de 2023, de: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/proceso-3p-que-es-y-como-implementarlo-en-una-empresa-lean>
- ¿Qué es el mapeo de procesos? | IBM. (n.d.). Recuperado el 28 de junio de 2023, de: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/process-mapping>
- AIAG Webmaster. (2016). (FMEA) Failure Mode & Effects Analysis | AIAG. Recuperado el 3 de Julio de 2023, de : <https://www.aiag.org/quality/automotive-core-tools/fmea>

8 Software

Microsoft Power Platform, disponible como herramienta de trabajo en Volkswagen de México:

- Microsoft Visual Basic
- Microsoft Power Apps
- Microsoft Power Automate
- Microsoft Power BI

Programas de uso interno en Volkswagen de México:

- Siemens PRODIS
- Onboard Diagnostic and Information System (ODIS)
- FIS: Fahrerinformationssystem.

9 Hardware

Hardware de uso interno en Volkswagen de México:

- iPhone: Teléfono celular de la marca Apple que se le proporciona a los colaboradores y especialistas de esta empresa a partir de cierto cargo, con fines de comunicación y de realizar sus actividades laborales de una manera más práctica.
- DSA MFT 4.0: Dispositivo electrónico portátil que se conecta al puerto de diagnóstico (OBD-II) de las unidades, que es empleado para la programación eléctrica-electrónica de los autos y para la detección de errores y/o desconexiones.
- Zebra HDT: Dispositivo portátil inalámbrico conectado al sistema de la empresa que es útil para llevar registro y control de los hallazgos directamente en la línea de producción.
- Getac: Dispositivo utilizado para la detección de fallas (computadora portátil y dispositivos electrónicos inalámbricos o alámbricos que se conectan al puerto de diagnóstico (OBD-II) de las unidades).