UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS PIEZAS DE UN ASIENTO EN UN PROVEEDOR DE PRIMER NIVEL DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

AUTOR: Etienne Buriez

TUTOR: Julien Maheut

COTUTOR: Carlos Andrés Romano

Curso Académico: 2018-19

Agradecimientos

Agradezco a mis padres y mis hermanos por haberme guiado hacia el camino de una carrera de ingeniero y haberme apoyado siempre.

Agradezco a los amigos que me han acompañado a lo largo de mi estancia en Valencia y de esta aventura universitaria. Gracias a Charly y Marcos, os merecéis una mención especial por haberme salvado el primer día de clase. Me habéis acogido e introducido a vuestros amigos cuando no hablaba el idioma y no conocía a nadie, estoy muy agradecido y sé que la vida os lo devolverá.

Agradezco a la Universidad Politécnica de Valencia, y especialmente a los profesores de organización y gestión industrial. Gracias a José Pedro, por haber compartido tu experiencia de manera tan inspiradora. Gracias a Julien, por haberme ayudado desde el principio del máster, y haberme acompañado en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco a Lear Corporation, al equipo de AQEs y especialmente a Julián. Gracias por haberme convencido que iba a aprender mucho teniendo esta experiencia, por la formación más que completa que me has dado y por haberme permitido crecer personal y profesionalmente. No dudo que mantendremos contacto y espero sinceramente que nuestros caminos profesionales vuelvan a coincidir.

Agradezco a Lucía, gracias por todo. Sin ti no sería lo que soy.

Resumen

La homologación de los componentes del sector de la automoción se realiza a través de un proceso largo y complejo denominado *Part Approval Production Process* (PPAP). La realización del mismo no se puede hacer eficientemente sin un sistema de información adecuado debido a la gran cantidad de información y de fuentes de la misma que se manejan.

El alcance global del presente trabajo es implementar una mejora del sistema existente para reducir los retrasos recurrentes en la homologación de los componentes de asientos. En primer lugar, el proyecto tratará de plantear el contexto y las etapas del proceso de homologación de un componente. A continuación, se analizará el sistema que se está usando actualmente y se destacarán las incidencias observadas. Tras haber diseñado los requerimientos que tiene que tener el nuevo sistema, se aprovechará el lanzamiento de un nuevo asiento para implementar un nuevo sistema global que pretende facilitar la ejecución del PPAP y los flujos de información. Un análisis de cumplimiento de requerimientos permitirá detectar las oportunidades de mejora y se concluirá el trabajo con la implementación de dos herramientas proporcionando soluciones a corto plazo para resolver incidencias urgentes.

Abstract

The approval of automotive parts is being carried out through a complex process called *Part Approval Production Process* (PPAP). Efficient PPAP completion is impossible without an appropriate information system due to the large quantity of information and information sources that have to be dealt with.

The global purpose of present paper is implementing an improvement of an existing system in order to reduce automotive seats components approval delays. First of all, general context and process steps of PPAP will be detailed. Then, the analysis of the current information system will be performed, and its inefficiencies will be pointed out. After having designed the requirements new information system must meet, the kick-off of a new seat will be taken advantage of to implement a new global system that is supposed to enhance PPAP execution and communication flow. Afterwards, to highlight the improvement opportunities, fulfilment of requirements will be analysed, and present work will be concluded with the implementation of two information tools offering short-term solutions able to solve urgent issues.

Resum

L'homologació dels components del sector de l'automoció es realitza a través d'un procés llarg i complex anomenat "Part Approval Production Process" (PPAP). La realització d'aquest no es pot fer eficientment sense un sistema d'informació adequat degut a la gran quantitat d'informació i de fonts que s'empren.

L'abast global del present treball és implementar una millora del sistema actual per reduir els retards recurrents a l'homologació dels components dels seients. Primerament, el projecte tractarà de plantejar el context i les diferents etapes del procés d'homologació d'un component. Tot seguit, s'analitzarà el sistema que s'està utilitzant en l'actualitat i se'n destacaran les incidències observades. Després d'haver dissenyat els requeriments que ha de tindre el nou sistema, s'aprofitarà el llançament d'un nou seient per implementar un nou sistema global que pretén facilitar l'execució del PPAP i dels fluxos d'informació. Una anàlisis de compliment dels requeriments permetrà detectar les oportunitats de millora i es conclourà el treball amb la implementació de les eines proporcionant les solucions per a curt termini.

Tabla de contenido

MEMORIA DEL PROYECTO **XIII**

1. Introducción **1**
1.1. Alcance y objetivos 1
1.2. Estructura del documento 1

2. Una aproximación de la empresa **3**
2.1. Introducción 3
2.2. Contexto histórico 3
2.3. Cliente y proveedores 4
2.4. Organigrama de la planta 5
2.5. Clasificación de los productos 6
2.6. Contexto del proyecto 9
2.7. Presentación breve del *Ergo seat* 10
2.8. Conclusiones 12

3. Antecedentes teóricos **13**
3.1. Introducción 13
3.2. Ingeniería de calidad (IC) 13
3.3. Sistemas de Información en la Empresa (SIE) 16
3.4. Conclusiones 19

4. Descripción del entorno **21**
4.1. Introducción 21
4.2. Etapas de industrialización de un lanzamiento 21
4.3. Rol del Advanced Quality Engineer (AQE) 23
4.4. Etapas previas a la homologación de una pieza 25
4.5. Production Part Approval Process (PPAP) 26
4.6. Phased-PPAP 29
4.7. Conclusiones 31

5. Descripción del sistema de seguimiento actual de los PPAPs **33**
5.1. Introducción 33
5.2. Presentación general 33
5.3. Presentación de los elementos segundarios 34
5.4. Presentación de la herramienta Excel principal: *Tracker* 37
5.5. Conclusiones 42

6. Descripción de incidencias y diseño de requerimientos **43**
6.1. Introducción 43
6.2. Descripción de incidencias 43
6.3. Análisis ES/NO ES 47
6.4. Identificación causas raíz 48
6.5. Diseño de requerimientos 50
6.6. Conclusiones 52

7. Implantación del nuevo sistema con el ejemplo del *Ergo seat* 53
7.1. Introducción 53
7.2. Presentación del sistema ProFile/PMA 53
7.3. Observaciones y análisis de cumplimiento de requerimientos 59
7.4. Reevaluación de las causas raíz 61
7.5. Conclusiones 62

8. Oportunidades de mejora y planificación 63
8.1. Introducción 63
8.2. Posibles oportunidades de mejora 63
8.3. Priorización de las oportunidades de mejora 65
8.4. Planificación del proyecto de mejora 66
8.5. M2: Formación general al PPAP 69
8.6. Conclusiones 76

9. Desarrollo e implantación de las mejoras a corto plazo 77
9.1. Introducción 77
9.2. Propuesta de herramienta de gestión de homologación de los *Hardware Kits* 77
9.3. Formación general a los PPAPs 83
9.4. Conclusiones 86

10. Conclusiones 87
10.1. Conclusiones por capítulo 87
10.2. Conclusiones del trabajo 88
10.3. Lecciones aprendidas 89

Bibliografía 91

PRESUPUESTO 93

ANEXOS 107

Anexo I: Elementos del PPAP 108
Anexo II: Resumen de los IDs 111
Anexo III: Diagramas de Ishikawa 112
Anexo IV: Sistema ProFile/PMA 114
Anexo V: Diagrama de proceso de homologación 119
Anexo VI: Programa de la herramienta Excel de gestión de homologación de kits 123

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Logo de la empresa – Fuente: lear.com *3*
Ilustración 2: Lear Seating a nivel mundial en 2019 – Fuente: www.lear.com *3*
Ilustración 3: Plantas de Lear y Ford en Almussafes, conectadas por un túnel – Fuente: www.google.com/maps *4*
Ilustración 4: Presentación del Ergo seat: Izquierda: "azul" CD4.2; Medio y derecha: "negro" CD391 ..... *10*
Ilustración 5: Vista en despiece del Ergo seat – Fuente: "CD42 CD391 Ergo seat program overview" *11*
Ilustración 6: Introducción al PPAP – Fuente: MUII, Asignatura Ingeniería de Calidad. Tema 2. Capacidad de procesos (Juan Carlos García Diaz) *13*
Ilustración 7: Encabezado estándar D/PFMEA – Fuente: FMEA Handbook version 4.2 ..... *14*
Ilustración 8: Principio del SPC – Fuente: MUII, Asignatura Ingeniería de Calidad. Tema 2. Capacidad de procesos (Juan Carlos García Diaz) *15*
Ilustración 9: Ciclo de Deming *15*
Ilustración 10: Proceso Software – Fuente: Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software (Pedro Gómez) *16*
Ilustración 11: Requerimientos software no funcionales – Fuente: Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software (Pedro Gómez) *18*
Ilustración 12: Elementos básicos BPMN 2.0 – Fuente: Tema 2. Introducción a BPMN 2.0. (Pedro Gómez) *19*
Ilustración 13: Reglas de flujo secuencial BPMN 2.0 – Fuente: Tema 2. Introducción a BPMN 2.0. (Pedro Gómez) *19*
Ilustración 14: Fases de industrialización de un lanzamiento – Fuente: Global Quality Handbook *21*
Ilustración 15: Production Approval Process – Fuente: Global Quality Handbook *24*
Ilustración 16: Motivos por propuesta de PPAP – Fuente: PSW Template. *29*
Ilustración 17: Submission level requerido – Fuente: PSW Template *29*
Ilustración 18: Porcentaje de cierre del PPAP – Fuente: Deviation report *35*
Ilustración 19: Contenido PLM para cada pieza – Fuente: PLM *35*
Ilustración 20: Interfaz GCP con APW/MPW de una determinada pieza – Fuente: GCP *36*
Ilustración 21: Extracto de GCP – Fuente: GCP *36*
Ilustración 22: Interfaz Webquote con PO de una determinada pieza – Fuente: Webquote *36*
Ilustración 23: Extracto de Webquote – Fuente: Webquote *36*
Ilustración 24: Identificación de las piezas – Fuente: Tracker CD391 ..... *37*
Ilustración 25: Ejemplo de pieza habiendo sufrido subidas de nivel sucesivas – Fuente: Tracker CD391 ..... *37*
Ilustración 26: Estatus y commodity – Fuente: Tracker CD391 ..... *38*
Ilustración 27: PPAP Checking points estatus – Fuente: Tracker CD391 ..... *39*
Ilustración 28: Información adicional para la PSW, revalidaciones y fechas de firma – Fuente: Tracker CD391 ..... *39*
Ilustración 29: Información relativa a la orden de compra – Fuente: Tracker CD391 ..... *40*
Ilustración 30: Información relativa a la demanda y la capacidad del proveedor – Fuente: Tracker CD391 ..... *40*
Ilustración 31: Información relativas a las alertas – Fuente: Tracker CD391 ..... *41*
Ilustración 32: Seguimiento actual Hardware kits – Fuente: Tracker CD391 ..... *41*
Ilustración 33: Pestaña Summary – Fuente: Tracker CD391 ..... *42*
Ilustración 34: Listado de proyectos – Fuente: ProFile *53*
Ilustración 35: Resumen proyecto – Fuente: ProFile *54*
Ilustración 36: Parts – Fuente: ProFile *54*
Ilustración 37: Part info del cable objeto de estudio – Fuente: ProFile *55*
Ilustración 38: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP – Fuente: ProFile *56*
Ilustración 39: Botón de comunicación – Fuente: ProFile *56*
Ilustración 40: Resumen de estatus por programa – Fuente: PMA *57*
Ilustración 41: Detalle de estatus Blue – Fuente: PMA *58*
Ilustración 42: Detalle de la columna "data" – Fuente: PMA *58*

Ilustración 43: Detalle de estatus "Not in Profile" – Fuente: PMA.....59
Ilustración 44: Nueva tracker separando piezas y kits – Fuente: elaboración propia.....77
Ilustración 45: Tabla principal cantidad pieza/kit – Fuente: elaboración propia 78
Ilustración 46: Pestaña HW PLM. Copiar/Pegar BOM directamente desde PLM – Fuente: elaboración propia 79
Ilustración 47: Pestaña HW PLM. Extraer información del BOM y crear la tabla segundaria – Fuente: elaboración propia.....79
Ilustración 48: Pestaña HW PPAP Tracking. Tabla principal rellenada – Fuente: elaboración propia.....80
Ilustración 49: Pasos de cálculo para obtener los volúmenes semanales requeridos – Fuente: elaboración propia...81
Ilustración 50: Comparación requerimiento semanal de cada kit con resultado de capacidad obtenido – Fuente: elaboración propia.....82
Ilustración 51: Plantilla PSW – Fuente: Tracker CD391.....110
Ilustración 52: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP, fase Prototype – Fuente: ProFile 114
Ilustración 53: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP, fase Pilot – Fuente: ProFile 115
Ilustración 54: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP, fase Launch – Fuente: ProFile.....116
Ilustración 55: Detalle de estatus Blue – Fuente: PMA.....117
Ilustración 56: Detalle de estatus "Not in Profile" – Fuente: PMA.....117
Ilustración 57: Detalle de la columna "data" – Fuente: PMA 118

Índice de tablas

Tabla 1: Programas asignados a Lear Valencia – Fuente: elaboración propia 6
Tabla 2: Clasificación de los asientos delanteros – Fuente: elaboración propia 7
Tabla 3: Clasificación de los asientos traseros – Fuente: elaboración propia 8
Tabla 4: Commodities más importantes de los FSB – Fuente: elaboración propia 8
Tabla 5: Ejemplo de un Part Number – Fuente: elaboración propia 9
Tabla 6: Listado de piezas del Ergo seat – Fuente: elaboración propia 12
Tabla 7: Modelos de desarrollo software – Fuente: Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software (Pedro Gómez) 17
Tabla 8: Fases de industrialización de un asiento – Fuente: elaboración propia 23
Tabla 9: Ford PPAP Checking Points – Fuente: elaboración propia basada en información del PPAP 4th Edition 26
Tabla 10: Descripción fases del Phased-PPAP según Lear – Fuente: elaboración propia 30
Tabla 11: Descripción estatus Tracker de una pieza – Fuente: elaboración propia 38
Tabla 12: Listado de incidencias fuera del departamento de calidad avanzada – Fuente: elaboración propia 44
Tabla 13: Listado de incidencias dentro del departamento de calidad avanzada – Fuente: elaboración propia 46
Tabla 14: Análisis ES/NO ES – Fuente: elaboración propia 47
Tabla 15: Los cinco ¿Por qué? – Fuente: elaboración propia 49
Tabla 16: Causas raíz del problema – Fuente: elaboración propia 50
Tabla 17: Presentación de las herramientas del nuevo sistema – Fuente: elaboración propia 50
Tabla 18: Requerimientos funcionales – Fuente: elaboración propia 51
Tabla 19: Piezas escogidas para la implantación de ProFile/PMA – Fuente: elaboración propia 53
Tabla 20: Detalle del contenido de la pestaña Parts de ProFile – Fuente: elaboraión propia 54
Tabla 21: Estatus elementos del PPAP – Fuente: elaboración propia 55
Tabla 22: Descripción de la pestaña Timing – Fuente: elaboración propia 56
Tabla 23: Correspondencia entre información PMA y PPAP– Fuente: elaboración propia 57
Tabla 24: Motivos impidiendo la subida a ProFile de una pieza – Fuente: elaboración propia 59
Tabla 25: Observaciones sobre la homologación con el nuevo sistema – Fuente: elaboración propia 60
Tabla 26: Análisis de cumplimiento de requerimientos – Fuente: elaboración propia 61
Tabla 27: Leyenda del diagrama Figura 15 61
Tabla 28: Nuevas causas raíz del problema – Fuente: elaboración propia 62
Tabla 29: Oportunidades de mejora – Fuente: elaboración propia 64
Tabla 30: Dificultad e importancia de implantación de las oportunidades de mejora – Fuente: elaboración propia 65
Tabla 31: Priorización de las oportunidades de mejora – Fuente: elaboración propia 66
Tabla 32: Descomposición del proceso de mejora M32 – Fuente: elaboración propia 67
Tabla 33: Planificación de la mejora M32 con MS Project – Fuente: elaboración propia 69
Tabla 34: Descomposición del proceso de mejora M2 – Fuente: elaboración propia 70
Tabla 35: Planificación de la mejora M2 con MS Project – Fuente: elaboración propia 72
Tabla 36: Descomposición del proceso de mejora M1+M31 – Fuente: elaboración propia 73
Tabla 37: Planificación de la mejora M1 con MS Project – Fuente: elaboración propia 75
Tabla 38: Visión global de la planificación del proyecto de mejora – Fuente: elaboración propia 75
Tabla 39: Detalle de los pasos realizados en la ilustración 46 – Fuente: elaboración propia 82
Tabla 40: Resultados tras implementación de mejora a corto plazo – Fuente: elaboración propia 89
Tabla 41: Tabla de clasificación de la severidad – Fuente: FMEA Handbook Version 4.2 108
Tabla 42: Tabla de clasificación de la ocurrencia – Fuente: FMEA Handbook Version 4.2 109
Tabla 43: Tabla de clasificación de la posibilidad de detección - Fuente: FMEA Handbook Version 4.2 109
Tabla 44: Significación de los IDs – Fuente: elaboración propia 111

Índice de figuras

Figura 1: Esquema del proceso de industrialización – Fuente: elaboración propia *4*
Figura 2: Organigrama de la planta de Lear Valencia – Fuente: elaboración propia *5*
Figura 3: Cronología de la fabricación de coches en Ford Almussafes – Fuente: elaboración propia basada en un artículo de https://valenciacars.blogspot.com/2016/10/40-anos-factoria-ford-almussafes.html *6*
Figura 4: Diagrama de la organización de la empresa – Fuente: elaboración propia *9*
Figura 5: Cronología real de la industrialización de un nuevo asiento – Fuente: elaboración propia *22*
Figura 6: Condiciones necesarias para empezar a homologar – Fuente: elaboración propia *25*
Figura 7: Vínculo entre las etapas de industrialización de un lanzamiento y las fases de realización de un PPAP – Fuente: elaboración propia *30*
Figura 8: Sistema de gestión de los PPAPs AS-IS – Fuente: elaboración propia *33*
Figura 9: Organización de las carpetas (90% de las piezas) – Fuente: elaboración propia *34*
Figura 10: Proceso de demostración de capacidad – Fuente: elaboración propia *45*
Figura 11: Proceso de homologación de kits – Fuente: elaboración propia *46*
Figura 12: Cálculo requerido para homologar un kit – Fuente: elaboración propia *46*
Figura 13: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) – Fuente: elaboración propia *48*
Figura 14: Propuesta de sistema de gestión de los PPAPs TO-BE – Fuente: elaboración propia *51*
Figura 15: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) tras implantación del nuevo sistema – Fuente: elaboración propia *62*
Figura 16: Diagrama PACE con las posibles opciones de mejora *66*
Figura 17: Diagrama de Gantt mejora M32 – Fuente: elaboración propia *69*
Figura 18: Diagrama de Gantt mejora M2 – Fuente: elaboración propia *72*
Figura 19: Diagrama de Gantt mejora M1 – Fuente: elaboración propia *75*
Figura 20: Diagrama de Gantt global del proyecto de mejora – Fuente: elaboración propia *76*
Figura 21: Etapas de funcionamiento de la herramienta acerca de la gestión de los volúmenes semanales – Fuente: elaboración propia *81*
Figura 22: Proceso global de realización de PPAP – Fuente: elaboración propia *83*
Figura 23: Subproceso propio al departamento de calidad avanzada "Quality PPAP" – Fuente: elaboración propia *84*
Figura 24: Subproceso construcción del PPAP – Fuente: elaboración propia *84*
Figura 25: Subproceso elaboración de PSW – Fuente: elaboración propia *85*
Figura 26: Subproceso presentación del PPAP al cliente – Fuente: elaboración propia *85*
Figura 27: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) – Fuente: elaboración propia *112*
Figura 28: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) tras implantación del nuevo sistema – Fuente: elaboración propia *113*
Figura 29: Proceso global de realización de PPAP – Fuente: elaboración propia *119*
Figura 30: Subproceso propio al departamento de calidad avanzada "Quality PPAP" – Fuente: elaboración propia *120*
Figura 31: Subproceso construcción del PPAP – Fuente: elaboración propia *121*
Figura 32: Subproceso elaboración de PSW – Fuente: elaboración propia *122*

Glosario de siglas y abreviaciones

- **A**: Approved
- **AAR**: *Appearance Approval Results*
- **AIAG**: *Automotive Industry Action Group*
- **AMFE**: Análisis de Modos de Fallos y Efectos
- **APPC/MPPC:** *Average/Maximum Purchase Part Capacity*
- **APQP**: *Advanced Product Quality Planning*
- **APW/MPW**: *Average/Maximum Per Week*
- **AQE**: *Advanced Quality Engineer*
- **BOM**: *Bill of Materials*
- **BPMN**: *Business Process Modeling Notation*
- **C/O**: *Carry Over*
- **C519**: *Ford Focus*
- **CAR**: *Capacity Analysis Report*
- **CC**: *Critical Characteristic*
- **CD391/CDF4**: *Ford Mondeo*
- **CD4.2/CD42**: *Ford S-Max, Ford Galaxy*
- **Cp**: Capacidad potencial
- **Cpk**: Capacidad real
- **CSR**: *Customer Specific Requirements*
- **DMFEA/PFMEA**: *Design/Process Failure Mode & Effects Analysis*
- **DV**: *Design Verification*
- **ECN**: *Engineering Change Notification*
- **FoMoCo/FMC**: *Ford Motor Company*
- **FS**: *Front Seats*
- **FSB**: *Front Seat Back*
- **FSC**: *Front Seat Cushion*
- **FtN**: *Fit to Nominal*
- **G**: *Green*
- **GCP**: *Global Capacity Planning*
- **G-DCAP**: *Global Decorative Component Approval Process*
- **GPP**: *Good Produced Parts*
- **HEV**: *Hybrid Electric Vehicle*
- **HI**: High Impact
- **HW**: *Hardware*
- **IC**: Ingeniería de Calidad
- **IMDS**: *International Material Database System*
- **IT**: *Information Technology*
- **JIT**: *Just in Time*
- **LPDS**: *Lear Packaging Data Supplier*
- **LPMP:** *Lear Program Management Process*
- **LPN/FPN**: *Lear/Ford Part Number*
- **MCDCC**: *Material Color Durability Compliance Certification*

- **MFG**: *Manufacturing*
- **MP1**: *Mass Production 1*
- **MP2**: *Mass Production 2*
- **MSA**: *Measurement Systems Analysis*
- **NA***: Not Applicable*
- **NAT**: *Net Available Time*
- **NICT**: *Net Ideal Cycle Time*
- **OEE**: *Overall Equipment Availability*
- **OEM**: *Original Equipment Manufacturer*
- **OKtG**: *OK to Grain*
- **OS**: *Operator Safety*
- **PI**: *Pending Introduction*
- **PLM**: *Product Lifecyle Management*
- **PN**: *Part Number*
- **PO**: *Purchase Order*
- **PP:** *Pilot Production*
- **PPAP**: *Production Part Approval Process.*
- **PR:** *Pending Release*
- **PSW**: *Part Submission Warrant*
- **PV**: Product Validation
- **R&R**: Repeatability and Reproducibility
- **R***: Rejected/Red*
- **RAR / R@R**: *Run at rate*
- **RFQ**: *Request for Quotation*
- **RPN**: *Risk Priority Number*
- **RS**: *Rear Seats*
- **RSB**: *Rear Seat Back*
- **RSC**: *Rear Seat Cushion*
- **SC:** *Significant Characteristic*
- **SCCAF**: *Special Characteristics Communication and Agreement*
- **SI**: Sistemas de Información
- **SIE**: Sistemas de Información en la Empresa
- **SPC**: *Statistical Process Control*
- **SPO**: *Supplier Purchase Order*
- **STA**: *Supplier Technical Assistance*
- **SW**: *Software*
- **TGSS**: *Tool Grain Specification Sheet*
- **TT**: *Tooling Trial*
- **V408**: *Ford Transit/Transit Connect*
- **VPP**: *Vehicle Parts Pedigree*
- **WERS**: *Worldwide Engineering Release System*
- **Y**: *Yellow*
- **YC**: *Potential Critical Characteristic*
- **YS**: *Potential Significant Characteristic*

MEMORIA DEL PROYECTO

1. Introducción

1.1. Alcance y objetivos

El alcance del presente proyecto es la mejora del sistema de gestión de los procesos de homologación de los componentes (PPAP) de un asiento. La necesidad urgente de homologación de unos kits de piezas impone el desarrollo de un sistema capaz de gestionarlos. A la vez, se desea aprovechar el lanzamiento de un nuevo asiento (*Ergo seat*) para implantar un sistema de información global con el objetivo de sustituir el conjunto de archivos Excel y bases de datos que constituyen el sistema de gestión de PPAP actual, que no resulta muy eficiente.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con este proyecto son los siguientes:

- Entender el funcionamiento de la empresa y su entorno.
- Entender plenamente el *Production Part Approval Process* (PPAP) y realizar un trabajo de Ingeniero de Calidad Avanzada (AQE).
- Adquirir conocimiento sobre las diferentes etapas de industrialización de una pieza.
- Analizar el sistema de gestión actual de la homologación de las piezas.
- Detectar el problema global y analizar y sus causas.
- Realizar un diseño de requerimientos especificando las funcionalidades que tiene que tener el sistema de seguimiento para permitir una gestión sencilla y eficaz.
- Implantar el nuevo sistema de gestión propuesto con el ejemplo concreto del *Ergo seat*.
- Reevaluar los modos de fallos observados.
- Detectar las posibilidades de mejora para que el programa sea completamente operativo para el próximo lanzamiento de coche.
- Proponer una planificación de desarrollo e implantación de las oportunidades de mejora.
- Implementar e implantar las soluciones a corto plazo.

1.2. Estructura del documento

El presente documento quedará estructurado de la siguiente manera. En primer lugar, el capítulo 2 realizará aproximación de la empresa, se planteará el contexto teórico en el que se ha realizado el trabajo, y se desarrollará los conceptos propios a la empresa y al sector de la automoción necesarios para entender la necesidad de este proyecto.

Posteriormente, los capítulos 5 y 6 tratarán de la descripción y el análisis del sistema actual de gestión del proceso de homologación de los componentes, la detección de las incidencias observadas, y la definición del listado de requerimientos que un nuevo sistema tendría que cumplir.

La implantación del sistema global propuesto por *Program Managerment* se hará en el capítulo 7, el capítulo 8 planteará las oportunidades de mejora del sistema global, y se implementarán las mejoras con efecto a corto plazo en el capítulo 9.

Antes de la presente memoria se puede encontrar un resumen del trabajo, los distintos índices de ilustraciones, figuras y tablas, y un glosario de siglas y abreviaciones.

El presupuesto del trabajo y los anexos se encontrarán al final del documento.

2. Una aproximación de la empresa

2.1. Introducción

El objetivo de este capitulo es plantear el contexto del presente trabajo. Se tratará de hacer una presentación global de la empresa, *Lear Corportation*, e ir paso a paso especificando su entorno, los productos que fabrica, hasta llegar al proyecto que se seguirá a lo largo de este TFM.

2.2. Contexto histórico

El presente trabajo se ha desarrollado en la empresa *Lear Corporation*, proveedor de primer nivel de asientos para *Ford Motor Company* en Almussafes, Valencia, España. La Ilustración 1 es el logo de la empresa.

Ilustración 1: Logo de la empresa – Fuente: lear.com

Lear es una empresa americana, le debe su nombre a William Lear (1902-1978), un inventor americano autodidacta muy importante apasionado de aviación. En los años 1990, la compañía tenía el 70% del negocio de los asientos en el sector de la automoción en Europa, con 100 instalaciones y más de 35000 empleados en 19 países. En el año 2016, con las necesidades crecientes de sistemas eléctricos y electrónicos conectados en los vehículos, *Lear* separó su negocio en dos sectores de actividades principales: *Lear Seating y Lear E-Systems*. Hoy, Lear es líder mundial de montaje de asientos y alrededor de 169.000 personas trabajan en *Lear* en 39 países. A continuación, se puede observar la presencia mundial de *Lear* en la Ilustración 2.

Ilustración 2: Lear Seating a nivel mundial en 2019 – Fuente: www.lear.com

Ford llegó a Almussafes, España, con uno de sus proveedores, *Johnson Controls*, fabricante de asientos. La fábrica de dicho proveedor se construyó en el año 1994, unida a *Ford* por un túnel (se puede observar en la Ilustración 3) facilitando los flujos de materiales y mercancías, fueron las dos primeras del polígono industrial Juan Carlos I de Almussafes, que cuenta hoy con unas 85 empresas. Así, todas las empresas del sector del automóvil en Almussafes trabajan para un único cliente, *Ford*. En el año 2013, *Lear Corporation* compró la planta de *Johnson Controls* en Almussafes.

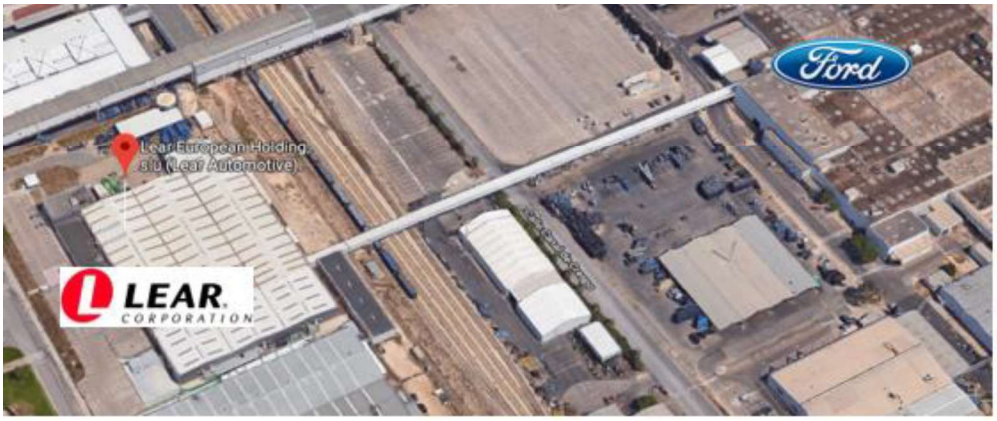


Ilustración 3: Plantas de Lear y Ford en Almussafes, conectadas por un túnel – Fuente: www.google.com/maps

2.3. Cliente y proveedores

El cliente final del proceso de industrialización de una pieza es el OEM. En Almussafes, todas las empresas del sector del automovil trabajan para un unico OEM, *Ford*. *Ford* recibe componentes de varios proveedores y realiza la producción de los coches en su línea. Los proveedores estan clasificados según la distancia con el OEM como se detalla en el siguiente parrafo y en la Figura 1.

- **Proveedores Tier 1 (*Lear*):** Son los proveedores directos del OEM. Los productos entregados al cliente se montan directamente en el coche. Como se ha comentado antes, Lear entrega directamente sus asientos en la línea de montaje de Ford, mediante un conveyor.
- **Proveedores Tier 2:** Son los proveedores de las empresas TIER 1. Los productos entregados a su cliente son subcomponentes de un componente del coche.
- **Proveedores TIER n:** De manera analogica, cada empresa TIER (n-1) tendrá unos proveedores TIER n, hasta llegar al final de la cadena.

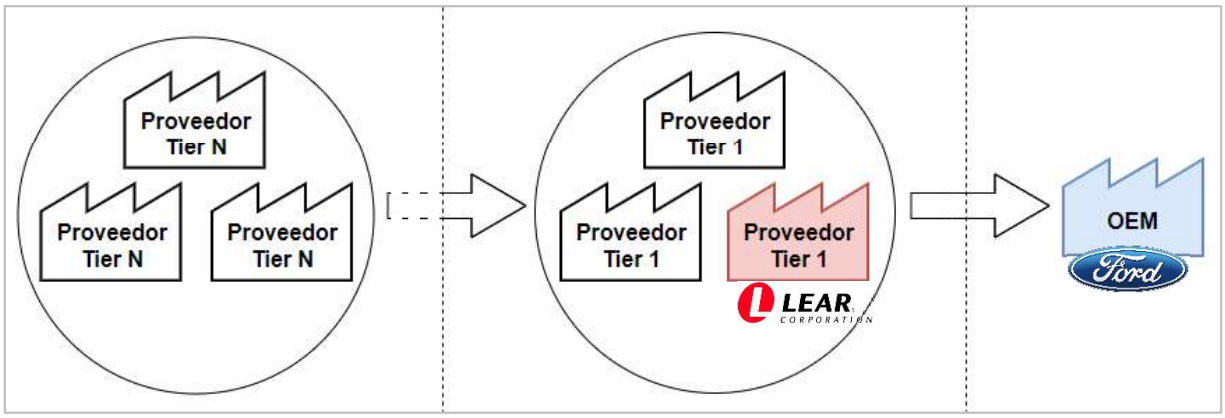


Figura 1: Esquema del proceso de industrialización – Fuente: elaboración propia

El OEM es el que impone los requisitos de calidad, de tiempos y de costes de sus productos. Los proveedores deben poder producir al menos igual de rapido que el OEM para cumplir con la demanda. En muchos casos, el OEM invierte en maquinas y utillajes para que el proveedor pueda cumplir con sus requisitos de calidad.

Cada producto suministrado por un proveedor requiere un proceso de homologación que certifica el cumplimiento de todos los requisitos del OEM y del cliente del proveedor en cuestión. El departamento de calidad avanzada es responsable por llevar a cabo dichos procesos de homologación, llamados PPAP.

2.4. Organigrama de la planta

Para entender el funcionamiento de la empresa, se ha realizado un organigrama de la planta de *Lear* Valencia (ver Figura 2).

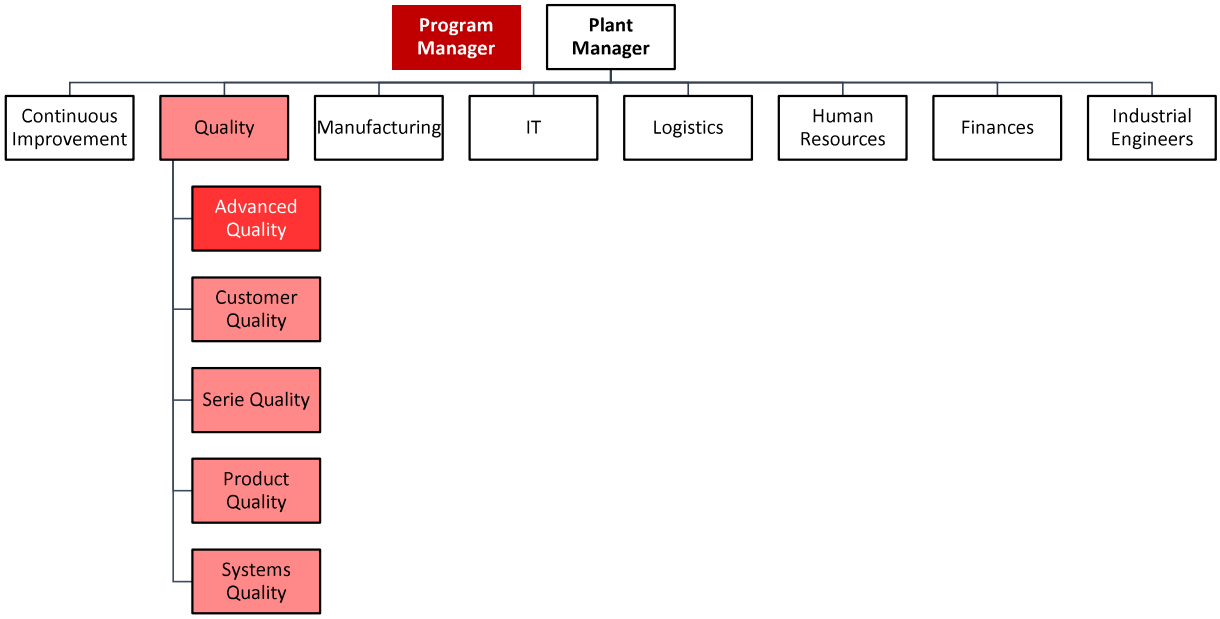


Figura 2: Organigrama de la planta de Lear Valencia – Fuente: elaboración propia

Descripción del organigrama

- ***Plant Manager***: director de planta. La autoridad máxima en Valencia.
- ***Program Manager***: director de programa. Mantiene la coordinación de todos los departamentos en *Lear* Valencia y en otras ubicaciones de la empresa para asegurar el cumplimiento de las fechas establecidas para el desarrollo de un programa. No depende de ninguna planta, ni de ningún departamento. No tiene autoridad sobre el *Plant Manager*, ni el *Plant Manager* tiene sobre él.
- ***Continuous improvement***: identificación y eliminación con las ineficiencias que se producen en el proceso productivo.
- ***Quality***: subdividido en cinco áreas que trabajan juntos para llegar a entregar productos que cumplen con los requerimientos del cliente y las normas de la automoción. El departamento de *Advanced Quality* se encarga de la homologación de los componentes de los asientos.
- ***Manufacturing***: subdividido en tres áreas: producción, ingeniería de procesos y mantenimiento.
- **IT:** gestión y mantenimiento de los sistemas informáticos y aplicaciones.

- ***Logistics***: gestión y el suministro de todo el material necesario para la producción. Se comunican con proveedores para pedir el material necesario a través de las previsiones de producción.
- ***Human resources***: gestión del personal de la empresa.
- ***Finances***: gestión de los movimientos económicos de la planta.
- ***Industrial Engineers***: planificación de lanzamientos de nuevos productos, gestión de maquinaria e introducción de mejoras en los productos existentes.

2.5. Clasificación de los productos

2.5.1. Coches

A continuación, se presenta la evolución cronológica de los modelos fabricados en la planta de Ford Almussafes, desde su creación hasta hoy. Todo empezó con el modelo emblemático de la marca, el modelo urbano Ford Fiesta. Hoy, este modelo se fabrica en Alemania y la planta de Almussafes se dedica a los coches "grandes": SUV, monovolúmenes, berlinas y vehículos comerciales. La cronología de la fabricación de coches en *Ford* Almussafes se presenta más en detalle en la Figura 3.

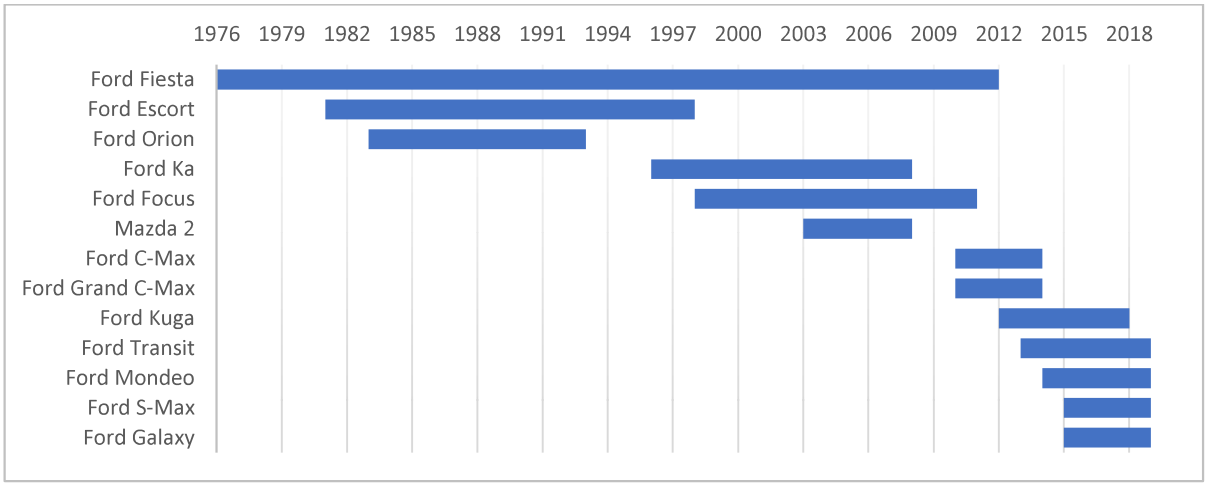


Figura 3: Cronología de la fabricación de coches en Ford Almussafes – Fuente: elaboración propia basada en un artículo de https://valenciacars.blogspot.com/2016/10/40-anos-factoria-ford-almussafes.html

Hoy, Lear tiene asignada cuatro de los cinco modelos que se fabrican en la planta de Ford Almussafes: el Mondeo, el SMax, el Galaxy, y la furgoneta Transit/Transit Connect. Estos modelos se clasifican según programas, identificados por un codigo y gesitonado por un *Program Manager* que se encarga de coordinar todos los departamentos de la empresa a nivel global. Lear trabaja con tres programas diferentes detallados en la Tabla 1:

Tabla 1: Programas asignados a Lear Valencia – Fuente: elaboración propia

Código programa	Modelo
CD391	Ford Mondeo
CD4.2	Ford S-Max y Ford Galaxy
V408	Ford Transit/Transit Connect

Cada uno de los programas cuenta con varias versiones de acabado: Trend, Business, ST-line, Titanium, Titanium HEV, Vignale. Cada una de estas versiones puede suponer unos asientos diferentes.

2.5.2. Asientos

Se dividen en dos categorías: delanteros **(*Front Seats, FS*)** y traseros **(*Rear Seats, RS*)**.

Los asientos delanteros se componen de un cojín **(*Front Seat Cushion,* FSC)** y un respaldo **(*Front Seat Back, FSB*)**, que se montan por separado en la línea de producción hasta llegar a un punto de casamiento. Son mucho más complejos que los asientos traseros ya que llevan un número de piezas mucho más elevado. Siempre se fabrican por pareja (conductor y pasajero) aunque pueda haber diferencias entre los dos asientos de una misma versión de un mismo programa. Cuanta más lujosa la versión del coche, con más opciones contará el asiento: movimientos eléctricos, calefacción y aire acondicionado, masaje, tela de piel, etc.

Los asientos traseros también se componen de un cojín **(*Rear Seat Cushion, RSC*)** y un respaldo **(*Rear Seat Back, RSB*)**. El cojín es único para los tres puestos para sentarse. El respaldo se divide en dos partes: el "60%" y el "40%". Existen muy pocas variaciones en los asientos traseros según el modelo del coche, los cambios mayores son la tela y la presencia o no de apoyabrazos.

La Tabla 2 refleja la clasificación de los asientos:

Tabla 2: Clasificación de los asientos delanteros – Fuente: elaboración propia

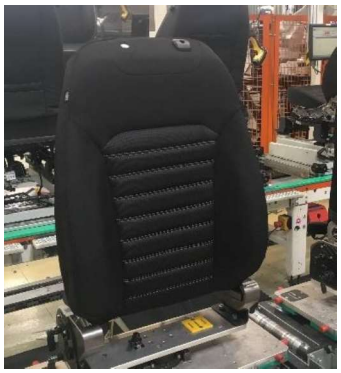
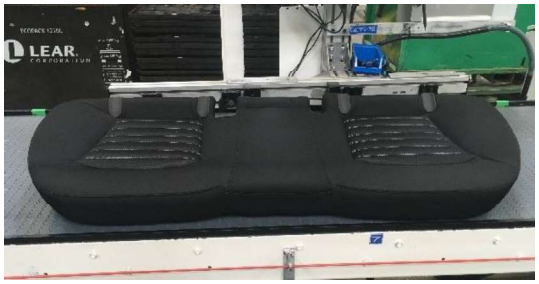
<table>
<tr><td rowspan="2">Front Seats
(FS)</td><td rowspan="2"> </td><td>Front Seat
Back
(FSB)</td><td>  </td></tr>
<tr><td>Front Seat
Cushion
(FSC)</td><td> </td></tr>
</table>

Tabla 3: Clasificación de los asientos traseros – Fuente: elaboración propia

Rear Seats (RS)	Rear Seat Back 60% + 40% (RSB)	
	Rear Seat Cushion (RSC)	

2.5.3. Commodities y piezas

La empresa esta manejando un número elevado de asientos diferentes, y cada asiento se compone de un numero elevado de piezas. Por tanto, se agrupan los componentes de los asientos en "*commodities*" para simplificar su gestión. Un *commodity* es un grupo de piezas que comparten las mismas caracteristicas: material, función, etc. En la Tabla 4 se presentan los commodities más importantes del respaldo de los asientos delanteros.

Tabla 4: Commodities más importantes de los FSB – Fuente: elaboración propia

Front Seat Back (FSB)					
Plastics	Wiring	Trim	Lumbar	…	Hardware kits

En cada *commodity* se encuentran un cierto numero de piezas, cada una de ellas identificada por un ***Lear Part Number*** y un ***Ford Part Number***. Cada *Part Number* se refiere de manera unica a una pieza a un determinado nivel (ver ejemplo Tabla 5Tabla 5: Ejemplo de un Part Number). Una misma pieza puede sufrir varios cambios de nivel, que corresponden generalmente a un cambio de ingeniería (cambio de dimensiones, adición o eliminación de subcomponentes, cambio de material, etc.)

Tabla 5: Ejemplo de un Part Number – Fuente: elaboración propia

Empresa	Identificación de la pieza	Nivel de la pieza
LEAR	L0000000	AA01
FORD	DS73 - F00000 -	AA

Si cambiara algún elemento de esta pieza (por ejemplo, podría ser otro tipo de cambio), se crearía otro plano para una nueva pieza: L0000000 AA02 / DS73-F00000-AB. Esta situación se llama una subida de nivel. Nunca se puede bajar el nivel de una pieza, si se ha cometido algún error y se desea volver a la situación anterior, se necesita subir el nivel una vez más. Esta condición se desarollará más adelante ya que es una fuente de problemas a la hora de homologar una pieza.

2.5.4. Resumen

Para tener una visión global de la clasificación de los productos manejados, se propone un resumen de la jerarquía de clasificación el diagrama de la Figura 4.

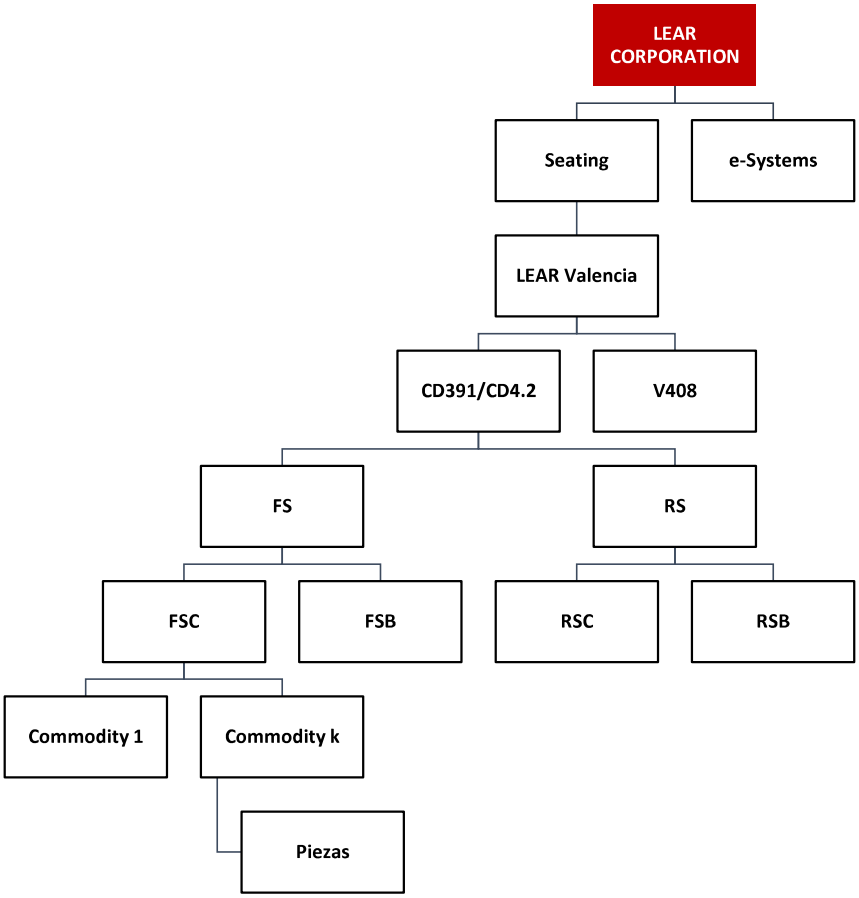


Figura 4: Diagrama de la organización de la empresa – Fuente: elaboración propia

2.6. Contexto del proyecto

El proceso de homologación de los componentes de los asientos se denomina **PPAP** y es responsabilidad de los ***Advanced Quality Engineer*** **(AQE)**, se explicará en detalle más adelante. Para cada pieza, el PPAP supone una cierta cantidad de documentos, que va aumentado cada vez que se realiza un cambio en la

pieza, que se decide utilizar esta pieza en otro programa, o que se detecta un error en la información proporcionada, por tanto, se requiere un sistema de seguimiento eficaz.

Actualmente, el sistema de seguimiento es un archivo Excel, llamado *Tracker*, que identifica claramente cada pieza y permite saber lo que esta hecho, en desarrollo o pendiente por hacer. Junto con este archivo se encuentran los documentos del PPAP en las carpetas compartidas del sistema informatico, y un numero importante de bases de datos en las cuales se encuentran informaciones relevantes para la homologación de una pieza.

Este sistema tiene sus ventajes e inconvenientes, que se desarollarán más adelante. Los ingenieros informaticos de Lear han desarollado dos programas online **(ProFile y PMA)** proporcionando un nuevo sistema de seguimiento de las piezas, con el objetivo de resolver los problemas que se encuentran realizando el seguimiento con la Tracker. Profile no es nada más que un sustituyo al archivo excel y a las carpetas del sistema informatico. PMA es un sistema de gestión de *Big Data* que permite compilar todo lo que se necesita saber en una misma pagina web.

Para los programas CD391 y CD4.2, se esta lanzando un nuevo modelo de asiento: el ***Ergo seat***. El objetivo de este proyecto es aprovechar este lanzamiento para implantar el nuevo sistema de seguimiento. Aprovechando la llegada de nuevas piezas con el *Ergo seat*, se podrá comunicar los problemas que tiene el nuevo sistema y proponer mejoras posibles a corto plazo para resolver los problemas con soluciones de contingencia, y a largo plazo para que sea perfectamente funcional cuango venga el siguiente lanzamiento de coche, que supone un numero de piezas nuevas mucho más elevado.

2.7. Presentación breve del *Ergo seat*

El *Ergo seat* es un nuevo asiento que se está lanzando para ambos CD391 y CD4.2. Su principal innovación es que es un asiento "*18 way*", lo que significa que se pueden realizar movimientos en 18 direcciones diferentes, sumando todos los elementos movibles que son el cojín, el respaldo, el lumbar, el apoyacabeza y el nuevo elemento notable: la extensión del cojín. Esta última permite dar al usuario del asiento una sensación deportiva.

En la Ilustración 4, se puede observar el primer prototipo del asiento realizado en el mes de febrero durante una etapa de la fase "DV". El objetivo era de descubrir cuales son los fallos de diseño que se pueden resolver fácilmente antes de validarlo, así que tener una primera idea de la apariencia que tendrá el asiento.

Ilustración 4: Presentación del Ergo seat: Izquierda: "azul" CD4.2; Medio y derecha: "negro" CD391

Este asiento ya es una opción disponible en otro modelo de la gama de vehículos de *Ford*: el Focus, programa C519. Muchas piezas que se van a utilizar para realizar el *Ergo seat* en Almussafes son compartidas con este programa, por tanto, **existen dos estrategias de homologación según las piezas**:

- Piezas "***carry over***" (C/O): piezas compartidas con programa C519. Para realizar el PPAP y la homologación de estas piezas solo requiere una copia de la PSW original del otro programa y un nuevo CAR para asegurarse que el proveedor tiene capacidad para cubrir la subida de demanda debida al *Ergo seat.*
- El resto de las piezas se deberá homologar normalmente.

A continuación, la Ilustración 5 es una vista de todas las piezas y la Tabla 6 un listado de las piezas que constituyen las variantes del *Ergo seat,* el *commodity* y la estrategia de PPAP asociada. Aquellas piezas que no aparecen en el listado ya se usan en los demás asientos de la planta y ya están homologadas.

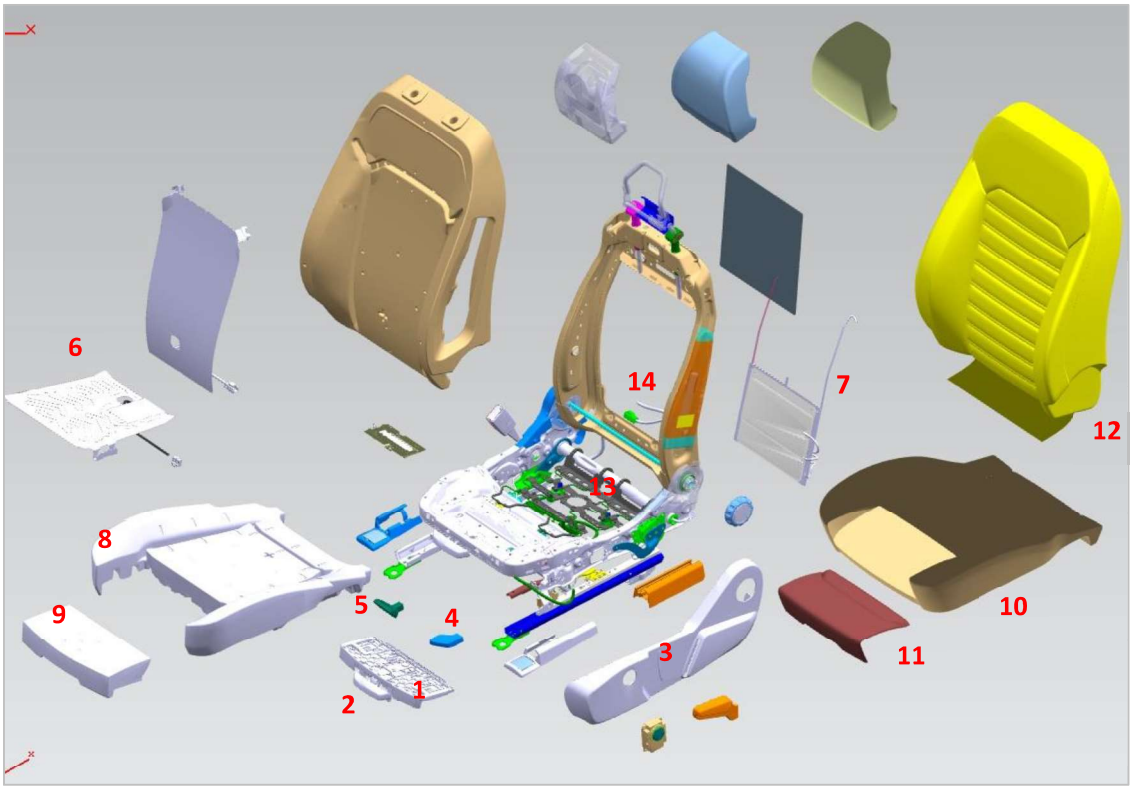


Ilustración 5: Vista en despiece del Ergo seat – Fuente: "CD42 CD391 Ergo seat program overview"

Tabla 6: Listado de piezas del Ergo seat – Fuente: elaboración propia

Commodity	ID ilustraciíon 9	Descripción	Estrategía PPAP*
Plastics	1	*Extension mechanism*	C/O
	2	*Handle extensión mechanism*	C/O
	3	*Sideshield*	PPAP
	4	*Tilt handle*	C/O
	5	*Track release handle*	C/O
Heater	6	*Heater mat*	PPAP
Lumbar	7	*Lumbar*	C/O
Foam	8	*Cush foam pad*	FORD
	9	*Extension foam pad*	FORD
Trim	10	*Cush trim cover*	PPAP
	11	*Extension trim cover*	PPAP
	12	*Back trim cover*	PPAP
Wiring	13	*Cush harness*	PPAP
	14	*Back harness*	PPAP
Hardware kits	#	*Hardware kits*	PPAP

*C/O: PPAP entero no requerido. PPAP: PPAP entero requerido. FORD: PPAP no requerido, pieza fabricada por Ford.

2.8. Conclusiones

Este capítulo sirve de acercamiento al problema, en el se ha presentado la empresa, su repartición mundial y sus sectores de negocio. Se ha enfocado la presentación a *Lear* Valencia, a través sus proveedores, su cliente unico, el organigrama de la planta, los productos que fabrica y su clasificación.

El *Ergo seat* ha sido brevemente presentado y objeto del problema ha sido definido, de él dependen los siguientes capitulos. Descrbir los puntos teoricos necesarios al buen entendimiento del proyecto será el siguiente paso.

3. Antecedentes teóricos

3.1. Introducción

A lo largo de este capítulo se introducirán datos teóricos recogidos en distintos volúmenes, que ayudarán al lector del proyecto a entender todas las metodologías y términos recogidos en el mismo.

Se presentará en primer lugar los elementos fundamentales del PPAP descubiertos en la asignatura ingeniería de calidad. En segundo lugar, se explicará cómo se realiza un análisis de capacidad y un cálculo de OEE, a través de conocimientos adquiridos en Lean Manufacturing. En tercer lugar, las bases necesarias en sistemas de información en la empresa para llevar a cabo este proyecto se explicitarán.

3.2. Ingeniería de calidad (IC)

La asignatura Ingeniería de Calidad proporciona una iniciación a los procesos de aprobación de las piezas del sector de la automoción (ver Ilustración 6).

Ilustración 6: Introducción al PPAP – Fuente: MUII, Asignatura Ingeniería de Calidad. Tema 2. Capacidad de procesos (Juan Carlos García Diaz)

La automoción es un sector muy exigente, y cada pieza que entra en el *Bill of Materials* (BOM) final del coche tiene que cumplir una serie de requerimientos, impuestos por unas normativas. Según el diagrama presentado en la Ilustración 6, la normativa impuesta (antiguamente ISO/TS 16949, actualmente IATF 16949:2016) se cumplirá a partir de unos cuatro elementos clave: APQP/PPAP, FMEA, SPC, y MSA.

Los procesos de APQP y PPAP se explicarán más adelante. A continuación, se entrará más en detalle del resto de los elementos teóricos.

3.2.1. AMFE de Proceso y Diseño

Unas definiciones de un AMFE pueden ser las citadas a continuación:

> "El AMFE, análisis de modos de fallo y efectos, es una herramienta empleada durante el diseño del producto y proceso, orientada a establecer acciones de mejora para prevenir la aparición de posibles fallos." *Elaboración AMFE de Proceso (Raul Cortes Fibla).*
>
> "*FMEA is considered to be a method to identify severity of potential effects of failure and to provide an input to mitigating measures to reduce risk. FMEA also includes an estimation of the probability of occurrence of the causes of failure and their resultant failure modes. This broadens the analysis by providing a measure of the failure mode's likelihood." Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual 4th Edition (Ford Motor Company)*

Según esas definiciones, el DFMEA es un documento que ofrece la posibilidad de estructurar los modos de fallos previstos a la hora del diseño, su efecto, su modo de detección, y las acciones que se pueden realizar para preverlos. El PFMEA trata de lo mismo, pero concentra al análisis en los posibles fallos en el proceso de fabricación de la pieza.

Para cada modo de fallo, se asignará un valor gracias a unas tablas estándares extraídas del *FMEA Handbook version 4.2* (ver Anexo I: Elementos del PPAP) a los tres siguientes parámetros:

- S: severidad del efecto del fallo sobre el producto.
- O: riesgo/probabilidad de ocurrencia del fallo
- D: facilidad de detección del fallo

Existe un sistema de clasificación que permite cuantificar los riesgos de cada modo de fallo. La manera de destacar el fallo critico suele hacerse con la alternativa *Risk Priority Number* (RPN). El factor RPN se obtiene multiplicando tres factores: la severidad del fallo (S), su probabilidad de ocurrencia (O) y su posibilidad de detección (D):

$$RPN = S * O * D$$

Tras haber identificado los modos de fallos críticos gracias al análisis de riesgos, se pueden tomar medidas y realizar acciones de corrección y/o de prevención.

A continuación, se puede observar en la Ilustración 7 el encabezado estándar de un DFMEA/PFMEA.

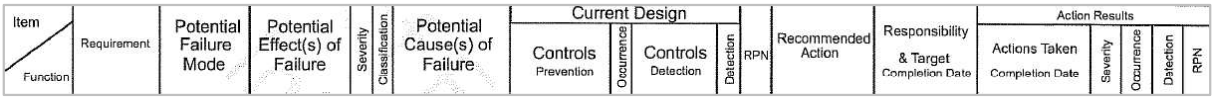
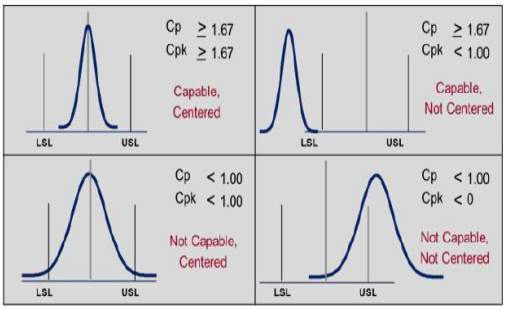


Ilustración 7: Encabezado estándar D/PFMEA – Fuente: FMEA Handbook version 4.2

3.2.2. Control Estadístico de Proceso (SPC)

El control estadístico de proceso es una herramienta básica para estudiar una variación y utilizar resultados estadísticos para mejorar un proceso. Todos los procesos tienen variabilidad, natural e innatural. El uso del método SPC permite destacar las causas de la variabilidad innatural.

PPAPs should only be approved if the capability is greater than 1.67 for critical dimensions and greater than 1.33 for non-critical dimensions.



	Short-term	Long-term	Decision
Red (Bad)	<1.33	<1.00	
Yellow (Marginal)	1.33-1.67	1.00-1.33	
Green (Good)	>1.67	>1.33	

Ilustración 8: Principio del SPC – Fuente: MUII, Asignatura Ingeniería de Calidad. Tema 2. Capacidad de procesos (Juan Carlos García Diaz)

Como lo ilustra la Ilustración 8, el SPC consiste en comprobar una característica variable sobre varias piezas y verificar que el resultado se encuentra dentro de las especificaciones del plano o de la normativa. Para ello se debe identificar la distribución que sigue característica estudiada y calcular la capacidad potencial (Cp) y real (Cpk) del proceso mediante las siguientes formulas:

Caso de distribución normal: $Cp = \frac{USL-LSL}{6\sigma}$; $Cpk = \min\left(\frac{USL-\mu}{3\sigma}; \frac{\mu-LSL}{3\sigma}\right)$

El SPC permite detectar fallos un proceso y es una entrada a la mejora de dicho proceso, aplicando el ciclo de Deming. Dicho ciclo de mejora continua se divide en 4 etapas que se observan en la Ilustración 9:

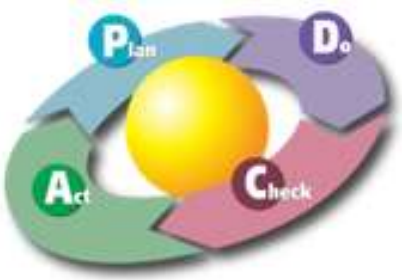


Ilustración 9: Ciclo de Deming

- Planificar: identificar una oportunidad de mejora, analizar el proceso, realizar un plan guía de mejora.
- Hacer: Llevar a cabo el plan, experimentar teniendo contacto con el cliente para asegurarse del cumplimiento de los requisitos.
- Verificar: Comprobar que los cambios planificados han dado por resultado una mejora en el sistema.
- Actuar: Poner en operación los nuevos recursos mediante objetivos compartidos y acciones entrelazadas.

3.2.3. Análisis de los Sistemas de Medición (MSA)

Se usan datos generados por un proceso de medición para medir la calidad de un producto, un proceso, una característica, etc. Un MSA permite asegurarse de la exactitud y consistencia de los datos medidos por el proceso de medición y obtener información en cuanto a las fuentes de inexactitud e inconsistencia.

Según *Measurement System* Analysis *(MSA)* y *Validate Measurement System*, el concepto de MSA consiste en realizar un "*Gage* R&R". El concepto de repetibilidad es la variación entre mediciones sucesivas de la misma característica de una misma pieza por una misma persona con el mismo equipo. La reproducibilidad es la variación de valores obtenidos cuando cambian las condiciones entre mediciones (operarios diferentes, pieza diferente, condiciones ambientales diferentes, etc.) de una misma característica.

Existen dos tipos de características que requieren estudios R&R:

- Atributivas: es cualitativa (GO/NO GO). El aparato compara cada pieza con un estándar y la da por buena si se cumple la característica del estándar.
- Variable: por ejemplo, una distancia entre dos puntos de la pieza objeto de estudio, el estudio R&R del aparato de medición es más complicado. Se deben medir un total de 125 piezas, divididas en 5 muestras de 25 piezas. Este estudio será la entrada a la realización de un SPC.

El resultado del estudio será un porcentaje reflejando la variación debida a errores de medición. Cuanto más bajo el valor de dicho porcentaje, mejor se considera el equipo de control. La AIAG establece el valor máximo del R&R a 30%.

3.3. Sistemas de Información en la Empresa (SIE)

La asignatura SIE proporciona información interesante para el desarrollo del presente trabajo. Primero, se puede definir un sistema de información (SI) con la siguiente citada:

> "El objetivo del SI es ayudar al desempeño de las actividades en todos los niveles de la organización, mediante el suministro de la información adecuada, con la calidad suficiente, a la persona apropiada, en el momento y lugar oportunos, y con el formato más útil para el receptor." *Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software. (Pedro Gómez)*

En este proyecto, se pretende analizar los límites de un sistema de información existente y las funcionalidades de un producto software tras haberlo implantado, proponer mejoras e implementar soluciones de contingencia. Por tanto, se requiere conocimiento sobre un proceso de desarrollo de software (llamado "proceso software"), y sobre los tipos de requerimientos que se pueden exigir de un producto software.

3.3.1. Proceso Software

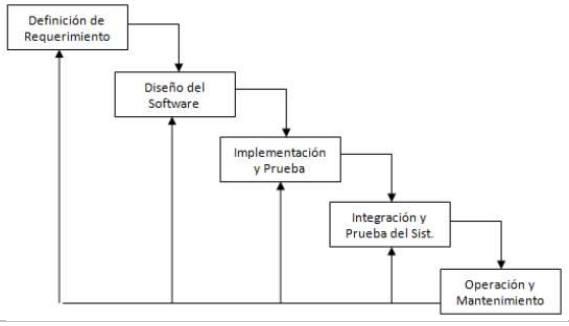
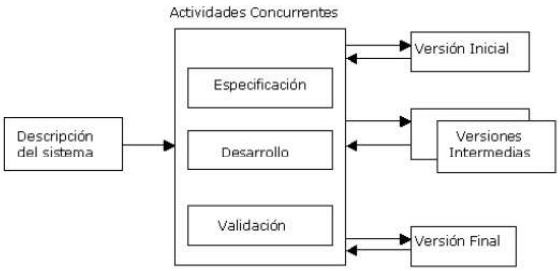
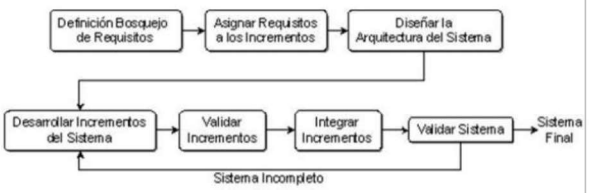
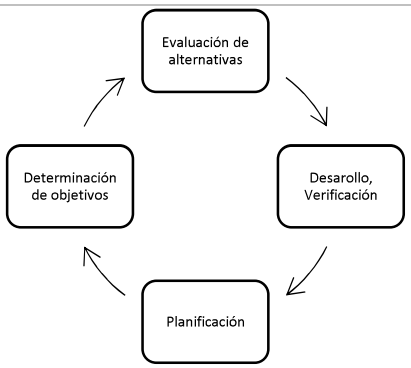
A continuación, la Ilustración 10 refleja el proceso software básico.

Ilustración 10: Proceso Software – Fuente: Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software (Pedro Gómez)

Es difícil establecer un proceso estándar ya que todos los productos software son muy distintos, por lo que se han definido diferentes modelos para adaptar las actividades básicas presentadas a cada proyecto.

Los modelos existentes y sus ventajas e inconvenientes se han resumido en la Tabla 7.

Tabla 7: Modelos de desarrollo software – Fuente: Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software (Pedro Gómez)

Modelo de desarrollo	Descripción	Ventajas	Inconvenientes
Cascada		Simple. Compacto: Una etapa tras otra. Obliga a delimitar el objetivo.	Difícil definir bien los requisitos. Costoso rectificar fallos.
Ágil evolutivo		Identificación requisitos rápida. 1ª versión disponible rápidamente.	Proceso no es visible. Coste de gestión elevado. Gestión de los cambios difícil.
Ágil entrega incremental		1ª versión disponible rápidamente. Lo más crítico más pronto. Fácil incorporar mejoras.	No se detalla el requerimiento hasta que no se aborda el incremento.
Ágil espiral		Consideración de riesgo. Estimación de impacto y de costes.	Metamodelo: necesita otro modelo como entrada.
Basado en componentes	La idea es reutilizar los componentes disponibles en nuevas aplicaciones.	Aprovecha al máximo los componentes SW existentes.	Requiere documentación y organización fiable.

3.3.2. Requerimientos Software

Se pueden dividir los requerimientos software en dos subgrupos:

- Requerimientos funcionales:

Son especificaciones de los servicios que proporciona el sistema según la entrada. Es complicado conseguir con precisión esos requerimientos porque suelen existir problemas de comunicación entre el cliente y el ingeniero software. Se suele plantear un proceso iterativo y el uso de diagramas, esquemas y prototipos para reducir el nivel de abstracción.

Las expectativas de una hoja de requerimientos funcionales son:

- ¿Qué?: lo que se espera obtener
- ¿Por qué?: indicación de su necesidad
- ¿Cómo se verifica el cumplimiento?: definición de criterios de verificación
- Tipo: obligatorio o deseable

- Requerimientos no funcionales

No hacen referencia a lo que el software debe hacer. Existen muchos tipos de requerimientos no funcionales, que están resumidos en la Ilustración 11.

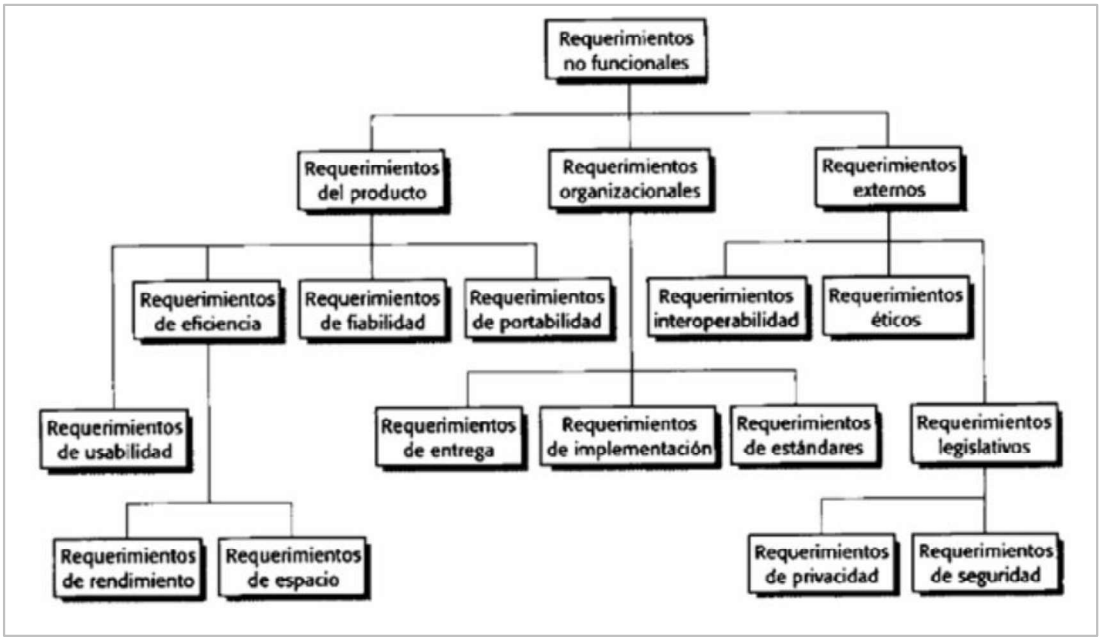


Ilustración 11: Requerimientos software no funcionales – Fuente: Tema 4. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software (Pedro Gómez)

3.3.3. Notación BPMN 2.0

Business Process Modeling Notation (BPMN) es una notación gráfica estandarizada para el modelado de procesos que tiene por objetivo proporcionar una notación que sea entendida por todos los usuarios. A continuación, se presentan en los elementos básicos para la realización de diagramas de flujo en la Ilustración 12.

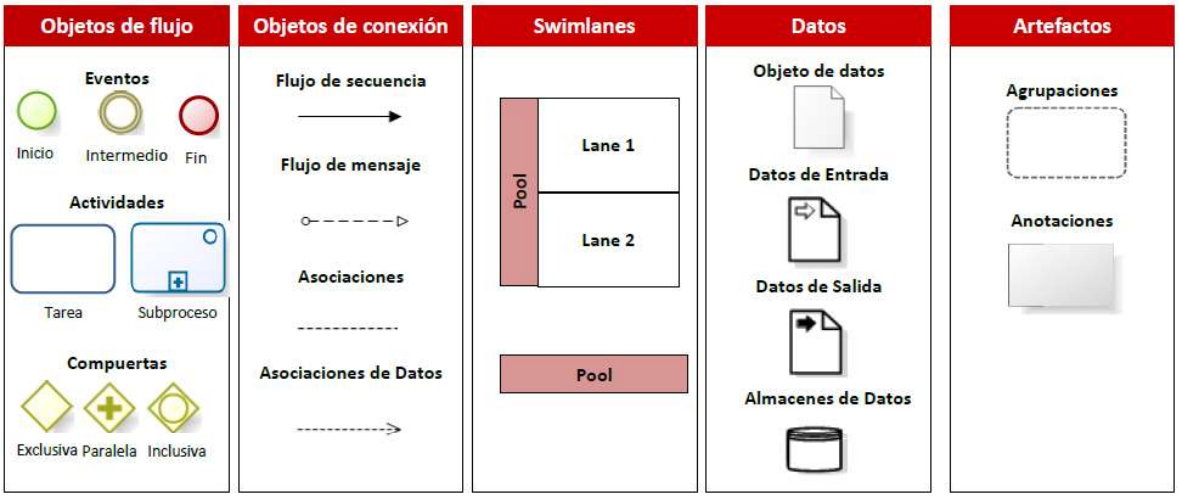


Ilustración 12: Elementos básicos BPMN 2.0 – Fuente: Tema 2. Introducción a BPMN 2.0. (Pedro Gómez)

Un *pool* se utiliza para definir un área o departamento dentro de una organización o una entidad externa que colabora dentro de un proceso. Se puede dividir en distintos *lanes* para separar las tareas en subgrupos de trabajo. A continuación, las reglas de flujo secuencial entre los diferentes elementos están detallados en la Ilustración 13.

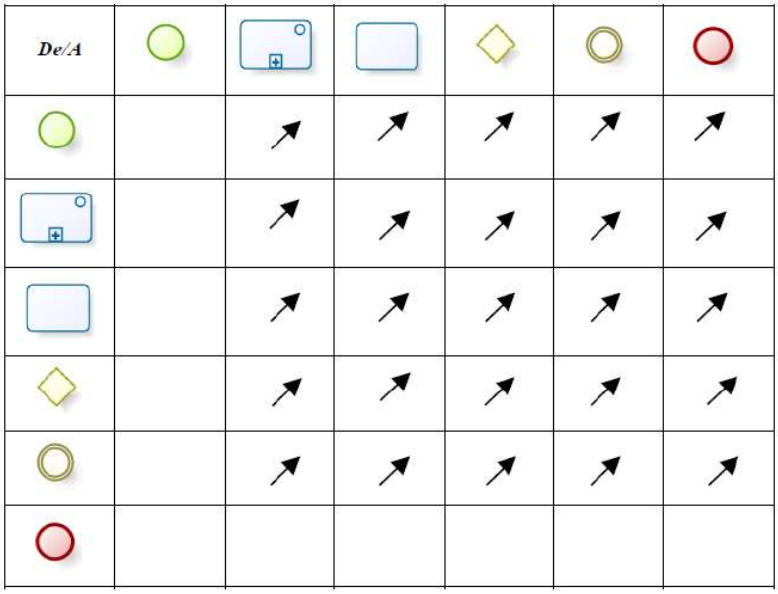


Ilustración 13: Reglas de flujo secuencial BPMN 2.0 – Fuente: Tema 2. Introducción a BPMN 2.0. (Pedro Gómez)

3.4. Conclusiones

Este capítulo sirve para introducir la teoría que se ha usado a lo largo de este trabajo. Se ha presentado en primer lugar tres elementos que se encuentran durante el proceso de homologación de una pieza: el AMFE, el MSA y el SPC. En cuanto a los sistemas de información en la empresa, se ha descrito cual es el proceso de desarrollo de un software, cuáles son los distintos tipos de requerimientos y como clasificarlos.

Describir el entorno general y plantear toda la teoria necesaria para entender el proceso de homologación de una pieza, sera el siguiente paso.

4. Descripción del entorno

4.1. Introducción

Es fundamental entender plenamente el PPAP, las diferentes fases de industrialización y el rol del AQE para entender las funcionalidades que tiene que tener el sistema de seguimiento.

En este capítulo se explicará en primer lugar cuales son las etapas de industrialización de un nuevo asiento, ya que el nuevo *Ergo seat* está sufriendo este proceso. En segundo lugar, se explicarán los pasos necesarios antes de poder empezar a homologar una pieza. Para terminar, se detallará lo que es un PPAP, cuáles son las diferentes situaciones con los cuales el AQE debe hacer frente y cuáles son las fases importantes del desarrollo de un PPAP y de la industrialización de una pieza.

4.2. Etapas de industrialización de un lanzamiento

Afortunadamente, las fases teóricas según la planificación del *Program Management* de *Lear* y las etapas que realmente se siguen para lanzar un nuevo asiento son diferentes. Obtener información sobre la concordancia entre las varias clasificaciones es muy complicado, ya que no existe un vínculo oficial entre las distintas denominaciones.

4.2.1. Etapas de industrialización teóricas según *Lear*

El *Advanced Product Quality Planning* (APQP) trata de planificar las etapas de industrialización de un lanzamiento, definiendo claramente los *milestones*, los resultados requeridos en cada fase y quien (o qué departamento) tiene la responsabilidad.

En *Lear*, el sistema de APQP es el *Lear Program Management Process* (LPMP, ver Ilustración 14Ilustración 14: Fases de industrialización de un lanzamiento). Este proceso es el que se debería seguir cada vez que se lanza un nuevo modelo de asiento o un nuevo programa (varios nuevos asientos).

Ilustración 14: Fases de industrialización de un lanzamiento – Fuente: Global Quality Handbook

Estas etapas impactan a todos los departamentos de la empresa: a continuación, se describirá brevemente en que consiste cada fase.

Planning: Es una etapa de planificación, es decir, asegurarse de la factibilidad, hacer un listado de las personas de interés, llegar a un acuerdo sobre los criterios de satisfacción del cliente, definir un presupuesto, definir las normas de seguridad, etc.

Protoype: Trata de realizar todas las tareas previas al comienzo de un proyecto necesarias para tener una base coherente e importante. Las actividades que se realizan en esta etapa son: definir el diseño, estimar el presupuesto necesario, hacer las primeras cotizaciones con los proveedores potenciales, analizar la factibilidad de producción, etc.

Pilot + Launch: En esas etapas empieza realmente el trabajo del AQE y la homologación de las piezas. En estas etapas también se realizan otras actividades como por ejemplo el desarrollo de las órdenes de compra, la fabricación de las primeras piezas para darse cuenta de los problemas de montaje que pueden surgir, la elaboración de los AMFE de diseño y proceso, la realización las pruebas de calidad y de desempeño conseguidas, la cotización definitiva de los proveedores, etc. Todas esas tareas no dependen del departamento de calidad, pero influyen sobre la factibilidad de la homologación.

Post-Launch: se realiza por parte del *Program Management* un ejercicio post-lanzamiento, que sirve para hacer un resumen de las lecciones aprendidas, evaluar el desempeño de los proveedores, evaluar la satisfacción del cliente, etc.

4.2.2. Etapas de industrialización reales y relación con la teoría

Las diferentes etapas reales de industrialización del lanzamiento de un nuevo proyecto se ilustran en la línea de tiempo de la Figura 5:

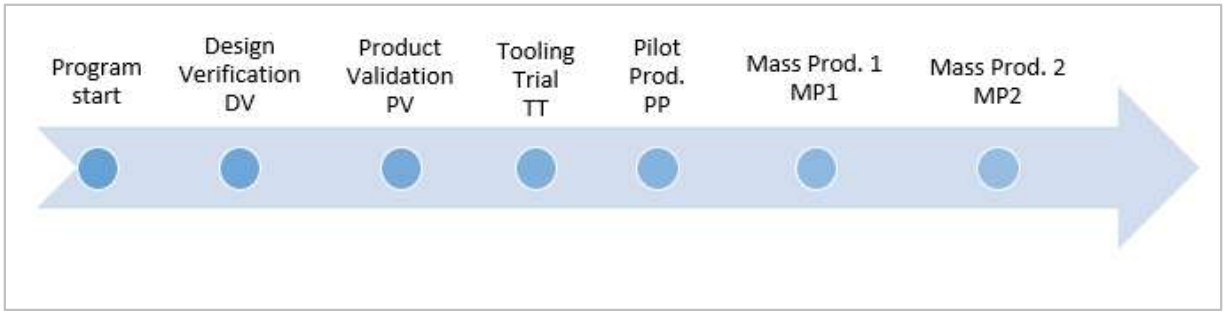


Figura 5: Cronología real de la industrialización de un nuevo asiento – Fuente: elaboración propia

Antes de cada etapa, se realiza un *Slow build*. Se trata del montaje de un asiento fuera de la línea para poder darse cuenta de la lista de problemas que quedan aún por resolver, en cuanto a la funcionalidad de los componentes, su apariencia, su facilidad de montaje/fabricación, etc.

La Tabla 8 permite entender la correspondencia entre las fases teóricas y reales.

Tabla 8: Fases de industrialización de un asiento – Fuente: elaboración propia

LPMP	Etapas reales
Planning + Prototype	*Program Start*
Pilot	*DV*
	PV
Launch	*TT*
	PP
	MP1
Post-Launch	*MP2*

4.3. Rol del Advanced Quality Engineer (AQE)

La misión de un Advanced Quality Engineer (AQE) en Lear es **homologar las piezas** que llevan los asientos. Estando ubicado al final de la cadena, el AQE tiene una vista global sobre todo el proceso de industrialización de cada pieza. También podrá ser denominado *Supplier Technical Assistant* (STA).

La coordinación de todos los departamentos de la empresa y de los proveedores es crucial para que el AQE pueda homologar las piezas: la información proporcionada por el departamento de ingeniería en los sistemas informaticos de Lear debe de cuadrar con los movimientos de material realizados por el departamento de logistica, los departamentos de compras y ventas tienen que haber conseguido acuerdos con sus partes de interes respectivas, etc.

Aproximadamente cada cinco años, un nuevo modelo de coche se lanza. En esta fase de lanzamiento, el AQE y toda la planta en general esta bajo presión, tiene muchas piezas nuevas que homologar por tanto mucha documentación es requerida y no es fácil conseguir la coordinación de todas las partes involucradas. A veces, se realiza un lanzamiento de un nuevo asiento para un programa existente. Este tipo de lanzamiento supone un numero de piezas nuevas menos elevado que un lanzamiento de coche.

A continuación, la Ilustración 15 se presenta el **proceso de aprobación de una pieza desde que se detecte la necesidad de un PPAP hasta la entrada de la pieza en producción**. Se trata de un diagrama de flujo extraído del *Global Quality Handbook* de la empresa. No entra en el detalle del trabajo del AQE, pero permite entender el proceso general que se sigue. Dicho proceso es independiente del sistema de seguimiento de los PPAPs que se usa.

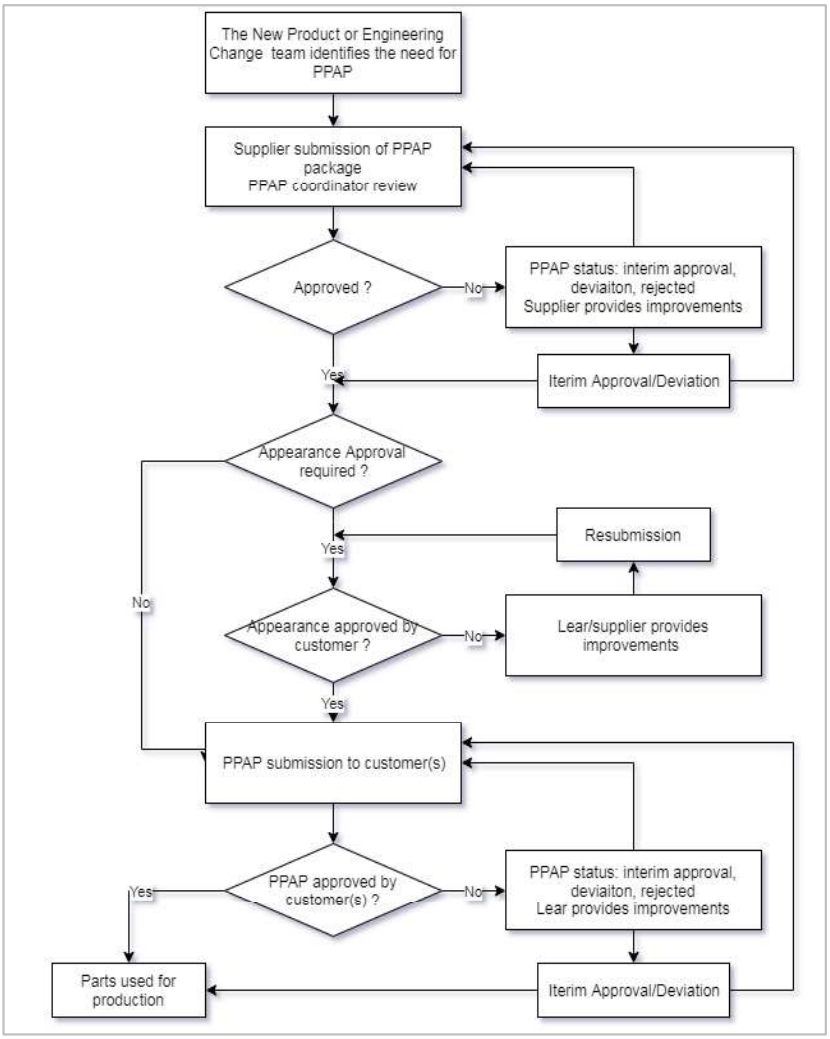


Ilustración 15: Production Approval Process – Fuente: Global Quality Handbook

Existen varias situaciones que dan lugar a la necesidad de un PPAP. Cuando el proveedor somete un paquete de PPAP al AQE, empiezan las iteraciones del primer bucle del diagrama: se comunican los fallos, las desviaciones y los documentos faltantes hasta que sea aprobado. El día a día de un AQE consiste en reunirse con sus proveedores para conseguir la información necesaria a la homologación de un componete de los asientos.

El cliente tiene que aprobar la apariencia en caso de que fuera un requerimiento para la pieza objeto de estudio. Después, empiezan las iteraciones de revisión del PPAP por el cliente, *Ford*, al AQE, hasta homologación final. **La homologación de una pieza es un acuerdo entre *Ford* y *Lear* estipulando el montaje de una pieza en un asiento a cambio de una cierta cantidad de dinero.**

4.4. Etapas previas a la homologación de una pieza

El AQE esta ubicado al final de la cadena de industrialización y tiene que conseguir una cierta cantidad de información, que sea del proveedor, del cliente de su propia empresa.

Cada introducción de una nueva pieza o cada cambio en una pieza o un grupo de piezas se puede identificar con un número único, *Ford* lo llama *concern*, *Lear* lo llama ECN. Esta identificación pasa por varios niveles, una subida de nivel de un *concern*/ECN tiene que ver con las diferentes etapas del proceso de homologación de la pieza. El proceso de homologación no puede empezar antes de que el ECN llegue a nivel 8.

Las condiciones necesarias para conseguir un ECN a nivel 8 y poder empezar la realización de un PPAP se han especificado en la Figura 6:

- Un plano de la pieza
- Una orden de compra por parte de *Ford (*PO)
- Un reporte de IMDS (identificación del material y de su composición quimica, se explicará en detalle más adelante).
- Unos volmenes de demanda semanal (APW/MPW)

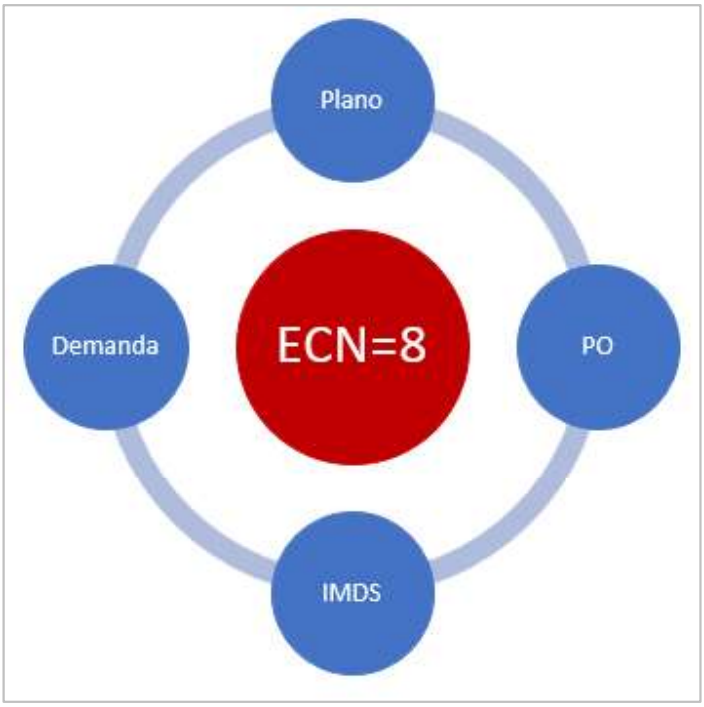


Figura 6: Condiciones necesarias para empezar a homologar – Fuente: elaboración propia

El cumplimiento de esas condiciones y un PPAP correcto suministrado por el proveedor de la pieza permite al AQE homologar la pieza.

4.5. Production Part Approval Process (PPAP)

Es un sistema de gestión de calidad que los fabricantes exigen a sus proveedores. **El PPAP demuestra que un proveedor dispone de todos los registros de ingeniería (en general, los planos), cumple con los requerimientos de especificaciones del cliente y es capaz de cumplir con la demanda manteniendo su nivel de calidad.**

Cada pieza que entra en un coche debe tener un PPAP, aprobado por el OEM. Por tanto, se requiere un PPAP para la totalidad de las piezas que constituyen un asiento. El PPAP puede ser interpretado y construido de varias formas, por tanto, la forma con la cual se trabajará es la del cliente, Ford. Se trata de un conjunto de documentos, que se pueden repartir según dieciocho secciones, detalladas en la Tabla 9. Muchos de los documentos son estándares en todo el sector de la automoción, establecidos por la *Automotive Industry Action Group* (AIAG), en el libro "*Production Part Approval Process*". Es una asociación creada por Ford, General Motors y Chrysler, y hoy constituida de muchos más fabricantes.

A continuación, se han explicado en la Tabla 9 el detalle de los requerimientos de las dieciocho secciones.

Tabla 9: Ford PPAP Checking Points – Fuente: elaboración propia basada en información del PPAP 4th Edition

ID	Titulo sección	Descripción sección
1	Design Records of Saleable Product	Plano de la pieza realizado por el responsable del diseño de la pieza y firmado por cliente y proveedor tier 1. Permite identificar la pieza, se encuentran las dimensiones, un listado de todos los requerimientos que debe cumplir la pieza, así como los diferentes cambios que afectaron la pieza a lo largo de su ciclo de vida. Identificar las especificaciones que se consideran característica especial (SC) o característica critica (CC).
2	Engineering Change Documents	Documentos adicionales ayudando a la comprensión de un cambio de ingeniería. No se suelen pedir.
3	Customer Engineering Approval	Ídem sección 2.
4	Design Failure Mode Effects Analysis (DFMEA)	Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en cuanto al diseño. Se requiere en caso de que el proveedor sea responsable del diseño de la pieza. Ver más atrás.
5	Process Flow Diagrams	Describe la secuencia y las diferentes etapas en el proceso de producción. Puede incluir un layout de la planta para mostrar los flujos de materiales.
6	Process Failure Mode Effects Analysis (PFMEA)	Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en cuanto a los procesos. Ver más atrás.
7	Control Plan	Listado de todos los modos de control de las piezas y de los procesos para prever los fallos detallados en las secciones anteriores. Aparatos de control utilizados, galgas de final de línea, responsables de verificación y planes de acción son claramente identificados. Las SCs y CCs especificadas por el plano deben encontrarse en el Control Plan.

8	Measurements System Analysis Studies (MSA)	Se requiere un estudio R&R para los equipos utilizados para comprobar las SCs y CCs. R&R < 30% necesario. Ver más atrás.
9	Dimensional Results	Mediciones de seis muestras elegidas aleatoriamente para todas las líneas de producción, celdas, cavidades, utillajes, etc. Debe contar con todas las especificaciones de medición del plano e identificar claramente las SCs y CCs.
10	Material, Performance Tests Results	Resultados de las pruebas requeridas por el plano y el SCCAF (ver sección 17). Se requiere un certificado de material si el proveedor transforma materia prima en un producto acabado o WIP.
11	Initial Process Study (Statistical Process Control)	Estudio estadístico para todas las SCs y CCs. Ver más atrás.
12	Qualified Laboratory Documentation	Certificados de acreditación de los laboratorios realizando las pruebas. Normativas ISO 9001, ISO/TS 16949 o IATF 16949. Especificaciones técnicas de calidad para la industria de la automoción que deben de respetar todas las empresas involucradas en este sector. Se realizan auditorias periódicamente para asegurar la aplicación de las normativas.
13	Appearance Approval Report (AAR), if applicable	Ford Global Decorative Component Approval Process (G-DCAP): - Material Colour Durability Compliance Certification (MCDCC): aprobación del color y su durabilidad por parte del cliente. - Fit to Nominal (FtN) sin grabar: equivalente a la sección 9 en 3D, con la pieza sin grano. - Tool Grain Specification Sheet (TGSS): establecimiento de los requerimientos del grano de la pieza. - Ok to Grain (OktG): aprobación de los requerimientos del grano de la pieza - Fit to Nominal (FtN) grabado: ídem FtN anterior con pieza con grano.
14	Sample Product	Muestras de todos los procesos, celdas, cavidades, etc.
15	Master Samples	Muestras aprobadas por el cliente.
16	Checking Aids	Se requiere un certificado de calibración de los equipos de medición especificados en el Control Plan y de las galgas de final de línea. Lista aparatos con última y futura fecha de calibración.

17	Records of Compliance with Customer Specific Requirements (CSR)	- Lear Packaging Data Supplier (LPDS): acuerdo entre Lear y el proveedor conforme al modo de empaquetamiento. - Capacity Analysis Report (CAR): demostración de capacidad de fabricación. El proveedor debe comprometerse a suministrar una cantidad de piezas semanales (APPC/MPPC) mayor o igual al requerimiento (APW/MPW). - IMDS: International Material Database System. Número identificando el material, el peso y el detalle de la composición química de una pieza. - SCCAF: *Special Characteristics Communication and Agreement.* Acuerdo entre las partes de interés sobre la gestión de las SCs/CCs. Sirve de prueba legal de culpabilidad/inocencia en caso de accidente automovilístico. Elaborado a partir de DFMEA y PFMEA. - Parts Marking: cada pieza debe de tener el logo de Ford o FoMoCo (*Ford Motor Company*), el part number de Ford y el código del proveedor. - Sub-supplier PSWs: evidencia de homologación de las piezas compradas por el proveedor de Lear a su proveedor tier (n-1).
18	Part Submission Warrant (PSW)	Evidencia de la realización del PPAP. Es única para cada pieza y contiene un resumen de la información esencial del PPAP. Cada proveedor el sector del automóvil Tier K tiene que firmar una PSW a sus proveedores Tier K-1. El OEM paga una pieza a los proveedores Tier 1 solamente una vez la PSW firmada por ambas partes. El encabezado de este documento corresponde a toda la información previa necesaria a la realización de un PPAP (ver Figura 6).

Existen varias situaciones que generan una necesidad de PPAP. Las más comunes son el **lanzamiento** de un nuevo producto, un **cambio de ingeniería** en una pieza, o una **revalidación**.

Cada pieza que no ha sufrido ningún cambio a lo largo de un año y que se sigue usando en producción requiere una revalidación para asegurarse que siguen cumpliendo con los requerimientos del cliente. El resto de los motivos esta detallado en la PSW, en el apartado "***reason for submission***" (ver Ilustración 16).

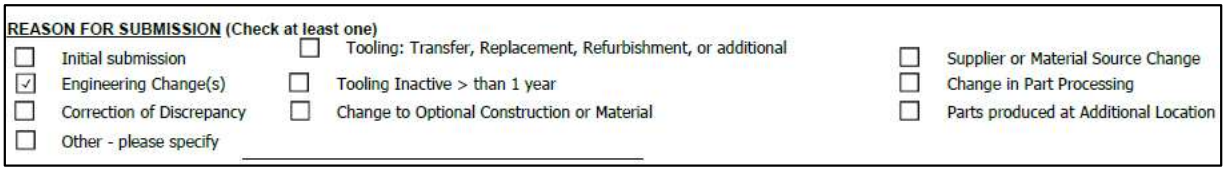


Ilustración 16: Motivos por propuesta de PPAP – Fuente: PSW Template.

No siempre se requiere la totalidad de los documentos del PPAP. El número de documentos necesarios depende del "***submission level***", parámetro que también se especifica en la PSW (ver Ilustración 17). Según el motivo por el cual se requiere un PPAP, y según el proveedor, se pedirá una cierta cantidad de documentos.

Ilustración 17: Submission level requerido – Fuente: PSW Template

4.6. Phased-PPAP

Se han explicado las diferentes secciones en las cuales se divide un PPAP, así como la multitud de documentos que se requieren en cada sección. A continuación, se trata de explicar la cronología de la realización de un PPAP, es decir, explicar el Phased-PPAP.

El caso de un lanzamiento de una nueva pieza supone la realización de un nuevo Phased-PPAP. Se puede dividir el espacio temporal de sumisión de los documentos del PPAP en cuatro fases: *Planning, Phase 0, Phases 1/2, Phase 3.*

Es muy importante **hacer la diferencia entre las diferencias etapas de lanzamiento de un asiento o de un programa que se han explicado más atrás, y las fases de realización de un Phased-PPAP** de una pieza. Como se ha comentado antes, a nivel de programa, el trabajo del AQE empieza en la fase *Pilot* (DV, PV), ya que el objetivo es que las piezas sean homologadas para la fase *Launch* (TT). La Figura 7 presenta una representación aproximada de la realidad en cuanto a la correspondencia de las etapas de industrialización y la realización de un Phased-PPAP.

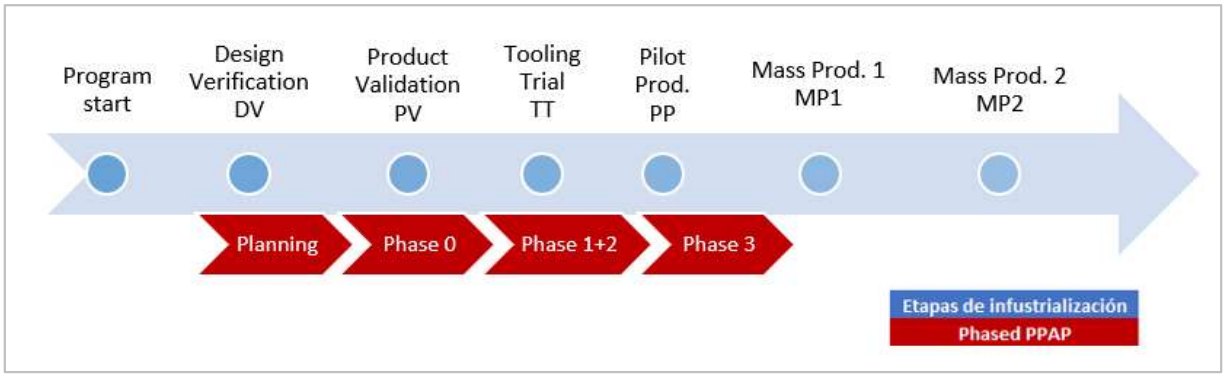


Figura 7: Vínculo entre las etapas de industrialización de un lanzamiento y las fases de realización de un PPAP – Fuente: elaboración propia

En la Tabla 10, se entrará más en el detalle de cada una de las fases, especificando que secciones del PPAP se han de suministrar en cada una de ellas.

Tabla 10: Descripción fases del Phased-PPAP según Lear – Fuente: elaboración propia

Fase	Descripción	Secciones
Planning: Ocurre antes de asignar un proveedor a una pieza.	Estudio de capacidad del proveedor para analizar la posibilidad de subida de los requerimientos, o análisis de otra línea para diseñar nueva línea propia.	17
Phase 0: Denominada R@R (*Run at rate).* Fabricación en línea a tiempo de takt durante una hora o 300 piezas, lo que ocurra antes.	**¿Qué?**: Descripción de lo que se ha fabricado.	1-2-3
	¿Cómo?: Descripción de las medidas tomadas por el proveedor para cumplir los requisitos de calidad del cliente. Explicitar modos de fallos, tipos de controles, justificar la validez de los aparatos de control, certificaciones.	4
		5
		6
		7
		8
		12
		16
	¿Cuándo y cuánto?: Demostración del cumplimiento de los requerimientos específicos del cliente, particularmente en cuanto a la capacidad de sus procesos.	17
Phase 1+2: Fabricación corrida con el objetivo de elaborar de evidencias de cumplimiento de requisitos	Alcance de evidencias del cumplimiento de los requerimientos de calidad del cliente: resultados obtenidos de los diferentes planes de control establecidos en la fase anterior. La homologación temporal es posible firmando una "PSW Phase 2".	9
		10
		11
		13
		14-15
		18
Phase 3: Fabricación corrida extendida durante 8 horas o hasta cumplir la demanda semanal, lo que ocurra antes.	CAR para demostrar la capacidad productiva verdadera. Una vez aprobada, se puede firmar la PSW Phase 3 y finalmente la pieza será homologada y lista para entrar en producción.	17
		18

4.7. Conclusiones

Este capítulo permite darse cuenta de la complejidad de la homologación de una pieza o un grupo de piezas. En él se ha presentado las diferentes etapas que se siguen hasta la entrada en producción de un lanzamiento (nuevo asiento o coche). Se ha comentado en cual de esas fases empieza el trabajo del AQE y cuál es su rol exactamente. Después, se ha especificado cuales son las condiciones necesarias e imprescindibles para el comienzo de un proceso de homologación, se ha presentado los diferentes requerimientos y las diferentes fases de realización de un PPAP.

Presentar la gestión y el seguimiento actual de los procesos de homologación será el siguiente paso.

5. Descripción del sistema de seguimiento actual de los PPAPs

5.1. Introducción

Este capítulo pretende plantear la situación actual. Se describirá el método completo de seguimiento de los PPAPs: las bases de datos segundarias al AQE para una gestionar los diferentes inputs, los archivos Excel segundarios utilizados por temas de comunicación, y el archivo Excel principal que se utiliza para recopilar toda la información y llegar a la creación de la PSW.

5.2. Presentación general

A continuación, se presenta el sistema de gestión simplificado de los PPAPs (ver Figura 8). El diagrama se divide en dos partes: planificación y gestión del PPAP.

La parte planificación se gestiona mediante un archivo Excel que permite comunicar al cliente las fechas estimadas de homologación para cada uno de los componentes de los asientos. La parte gestión destaca los sistemas a través de los cuales se consiguen las entradas al proceso de homologación.

- En la parte superior, se encuentra el subproceso de elaboración del paquete de PPAP: la comunicación se hace por correo y se destacan los fallos gracias a un archivo Excel.
- En la parte inferior están los sistemas que permiten conseguir el resto de la información necesaria.

A partir de esas herramientas, toda la información se recopila en el archivo Excel tracker, y se puede generar automáticamente el ultimo archivo necesario a la aprobación de una pieza: la PSW.

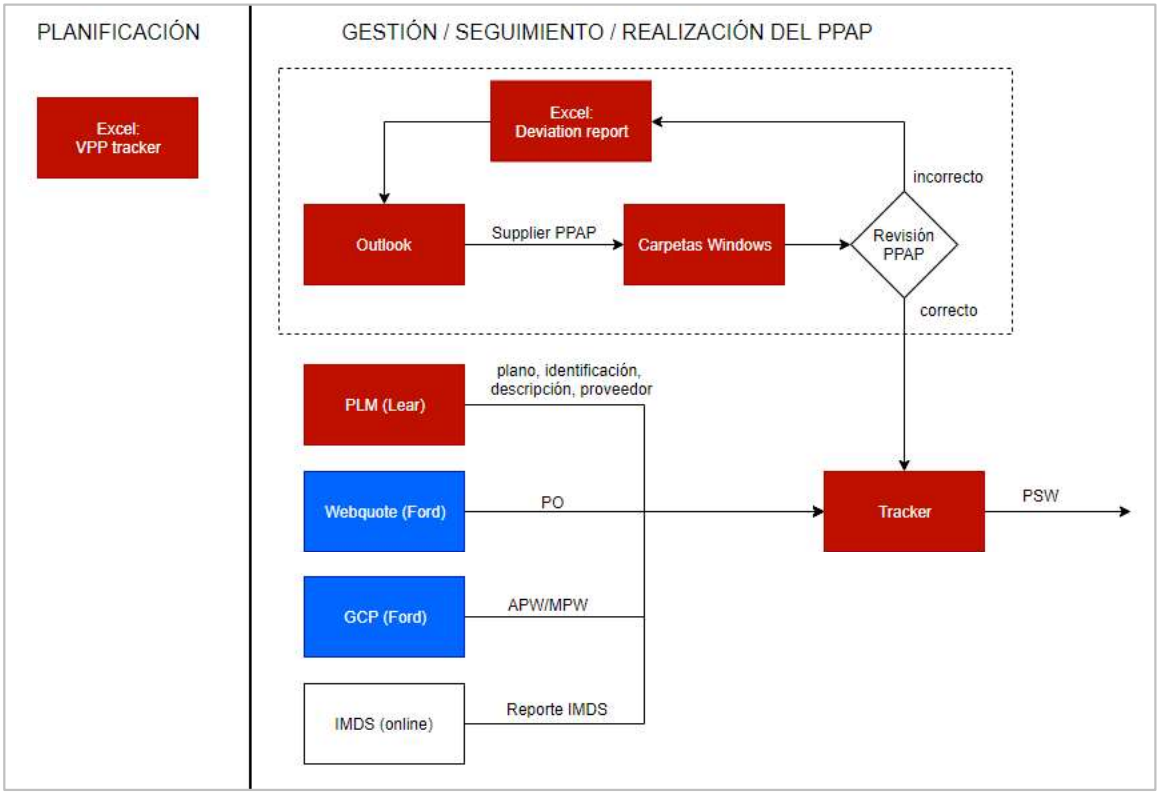


Figura 8: Sistema de gestión de los PPAPs AS-IS – Fuente: elaboración propia

5.3. Presentación de los elementos segundarios

5.3.1. Vehicle Parts Pedigree (VPP) tracker

Cada semana, el AQE se reúne con un equipo de *Lear* encargado de realizar la comunicación entre el cliente y *Lear*. En estas reuniones **se planifica la homologación de las piezas**: el AQE proporciona una fecha estimada de firma para cada una de las piezas que requieren homologación, y los responsables del archivo Excel lo van actualizando con esas estimaciones.

5.3.2. Carpetas compartidas del sistema informático

Actualmente, se utilizan las carpetas del sistema informático *Windows 10* para almacenar toda la documentación. La Figura 9 presenta la organización de las capas de carpetas para el 90% de las piezas.

Mas allá de los niveles de cada pieza **no existe una clasificación estándar de las carpetas**: en muchas ocasiones se encontrarán dieciocho carpetas para representar los elementos del PPAP, pero a veces el proveedor envía todos los documentos en un solo archivo PDF, a veces no se han organizado los documentos.

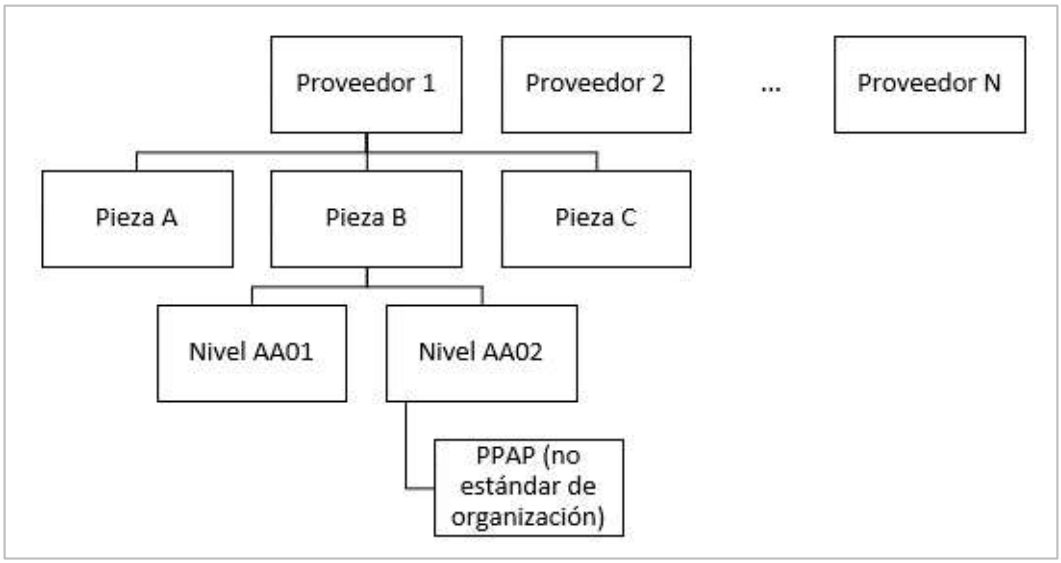


Figura 9: Organización de las carpetas (90% de las piezas) – Fuente: elaboración propia

Para los 10% restantes de las piezas, existen unas carpetas sueltas donde se encuentran documentos, pero nada está organizado y la trazabilidad es muy complicada.

5.3.3. Deviation report

Es un archivo Excel contando con el detalle de las dieciocho secciones del PPAP. Con este documento el AQE puede dejar estatus (G, Y, R, NA) y comentarios en cada uno de los puntos, así se realiza la comunicación entre *Lear* y el proveedor para conseguir un PPAP "bueno".

El documento recoge los estatus especificados por el AQE en un gráfico circular (ver Ilustración 18) para poder tener una visión global, los *Program Manager* requieren esta información a menudo.

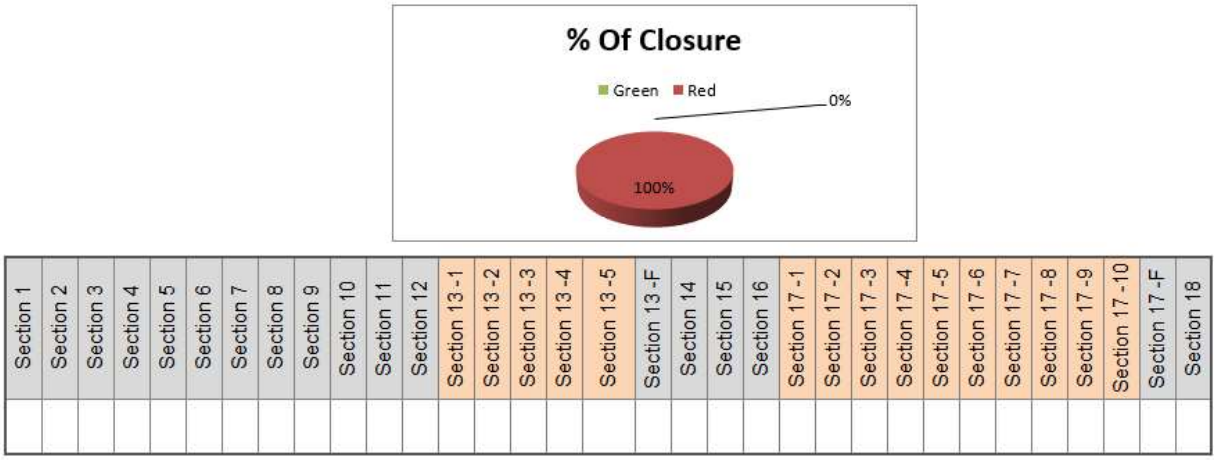


Ilustración 18: Porcentaje de cierre del PPAP – Fuente: Deviation report

5.3.4. Product Lifecycle Management (PLM)

Permite seguir la evolución de cada una de las piezas que gestiona la empresa a nivel mundial. Esta gestionado y actualizado por los diferentes **departamentos de ingeniería** en las diferentes ubicaciones de la empresa. Se puede buscar una pieza según diferentes filtros: número de parte, nombre del cliente, número de planta, código de programa, numero de ECN, código de proveedor, etc.

Para cada una de las piezas, se encuentra la interfaz presentada en la Ilustración 19: Contenido PLM para cada piezaIlustración 19. La información que se encuentra en dicha interfaz es:

- una descripción breve de la pieza una imagen extraída de un modelo CAD, el programa al que está asignado y el proveedor que la suministra.
- Más información relativa a ingeniería. Lo que siempre busca el AQE en esta base de datos es el ECN. **El AQE puede suscribirse a diferentes ECNs para recibir notificaciones por correo en cuanto a su evolución**, y así saber cuándo tiene que empezar a homologar una pieza. Si el ECN se está un nivel 8, **el AQE entra en el desplegable "*Documents*" para encontrar el plano de la pieza**.

Ilustración 19: Contenido PLM para cada pieza – Fuente: PLM

5.3.5. Global Capacity Planning (GCP)

Base de datos de *Ford*, la puede actualizar el departamento de compras de *Ford* o el departamento de ventas de *Lear*. En esta base de datos se encuentran **todos los datos de APW/MPW, es decir la demanda semanal**, para cada una de las piezas que entran en la fábrica de *Ford* (ver ejemplo Ilustración 20).

CY	Volume Indicator	Production APW**	Production MPW**
2019 Quarter , Vehicle , Supplier , Ford Production (Click for reports)	C	21	22

Ilustración 20: Interfaz GCP con APW/MPW de una determinada pieza – Fuente: GCP

Para poder rellenar la *tracker*, el AQE tiene que entrar en la base de datos, y buscar la pieza objeto de estudio por su número de parte. **El sistema de búsqueda** (ver Ilustración 21) solo funciona si el usuario especifica el número de parte exacto.

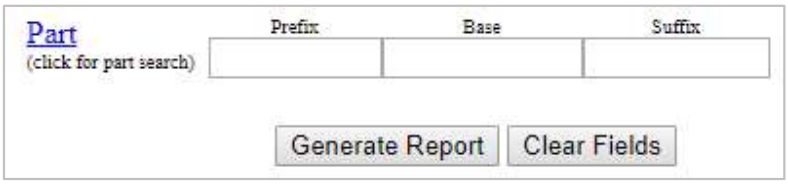


Ilustración 21: Extracto de GCP – Fuente: GCP

5.3.6. Webquote

Es una base de datos de *Ford*, la puede actualizar el departamento de compras de *Ford* o el departamento de ventas de *Lear*. En esta base de datos **se encuentran todas las órdenes de compra** (ver ejemplo Ilustración 22).

Select All	ATP / Order Number	Orig	Part / Item Number & Description	Effective / Delivery Date	Order Amount	Doc Type	Buyer Code (Name)	Issued Date	Mfg/ Supl Code	Engineering Level / Requisition Number	Flag	Notes
☐	XPTO6H (APPROVED) View Info	Y	LU5T-14D230-GCA / WIR ASY FRT ST CSHN	2019-01-01	5.22 EUR	PO	GA3M (ANDREAS ECKERT)	2019-02-12	GSMBA	AE00E13745580000	N	N

Ilustración 22: Interfaz Webquote con PO de una determinada pieza – Fuente: Webquote

Para poder rellenar la *tracker*, el AQE tiene que entrar en la base de datos, y buscar la pieza objeto de estudio por su número de parte. **El sistema de búsqueda es bastante amigable**, ya que se puede elegir buscar por número de parte con los filtros "*contains*", "*is*", "*begins with*" y "*ends with*" (ver Ilustración 23).

Ilustración 23: Extracto de Webquote – Fuente: Webquote

5.3.7. International Material Database System (IMDS)

Es una base de datos internacional común a todo el sector automovilístico, registra todos los materiales susceptibles de ser usados en alguna pieza que entrará en un coche, y las diferentes normativas que aplican a cada uno de ellos. Cada pieza tiene un **número de IMDS único identificando el material, su composición química y el peso de la pieza**.

El AQE recoge la información necesaria en un archivo Excel realizado por un equipo de personas en Filipinas, o directamente en la base de datos. **La búsqueda está bastante optimizada ya que el símbolo estrella permite buscar números de parte genéricos** y gracias al interfaz que tiene la base de datos se puede encontrar la información de manera eficiente.

5.4. Presentación de la herramienta Excel principal: *Tracker*

Cada programa está gestionado por una *tracker*, es decir, los AQEs de Lear manejan tres archivos Excel principales para gestionar los PPAPs de todas las piezas que se montan en producción. Para la descripción del sistema actual, se ha elegido trabajar con la *tracker* del programa CD391 (Ford Mondeo), porque es la más desarrollada y automatizada. A continuación, se presentará el contenido de cada una de las pestañas más relevantes del archivo.

5.4.1. Pestaña principal: *Parts*

La pestaña más importante del archivo es un **listado todas las piezas** que se montan en el coche y proporcionando información sobre el estado actual de cada pieza. **Cada línea corresponde a una pieza, a un determinado nivel**. Para tener trazabilidad de los niveles anteriores, se crea una nueva línea cada vez que se quiere homologar un nuevo nivel de una misma pieza. **Cada columna corresponde a algún tipo de información sobre cada pieza**. Siendo un archivo muy denso, se presentará únicamente las columnas más usadas y que resultan de interés para el presente trabajo.

COLUMNAS A a G: Parte descriptiva

A	B	C	D	E	F	G
LEAR PART	LEAR SUFIX	PART DESCIPTION	SUPPLIER	FORD PREFIX	FORD BASE	FORD SUFIX (WERS/ VPP)
L0304486	AA03	LHD Passenger seat cushion harness (10WP / CCS / MCS / SBR) (E)	LEAR EDS NA	DU5T	14D230	PC
L0306343	AA03	RHD Passenger seat cushion harness (10WP / MCS / CCS / SBR) (E)	LEAR EDS NA	DU5T	14D231	PC

Ilustración 24: Identificación de las piezas – Fuente: Tracker CD391

Sirven para identificar la pieza: *Lear Part Number (Lear Part + Lear Sufix)*, *Ford Part Number (Ford Prefix + Ford Base + Ford Sufix)*, descripción de la pieza, proveedor (ver Ilustración 24).

L0304416_	AC01	MCS STBK 5 Bladders (C,E, 533)	LEGGETT & PLATT JUAREZ	DU5A	9665500	DG	DG
L0304416_1	AC02	MCS STBK 5 Bladders (C,E, 533)	LEGGETT & PLATT JUAREZ	DU5A	9665500	DH	DH
L0304416_2	AC02	MCS STBK 5 Bladders (C,E, 533)	LEGGETT & PLATT JUAREZ	DU5A	9665500	DH	DH

Ilustración 25: Ejemplo de pieza habiendo sufrido subidas de nivel sucesivas – Fuente: Tracker CD391

En el extracto de la *tracker* de la Ilustración 25, se pueden observar una misma pieza y sus distintos niveles claramente identificados. Para realizar el seguimiento de la evolución de las piezas, se crea una nueva línea cada vez que una pieza sube de nivel. Las fórmulas y macros del archivo siempre buscan la

información de la primera columna "*Lear part*", por tanto, el AQE debe recordar añadir un símbolo a los niveles anteriores de una pieza para poder trabajar con el nivel más actualizado.

COLUMNAS I, N: Estatus y *commodity*

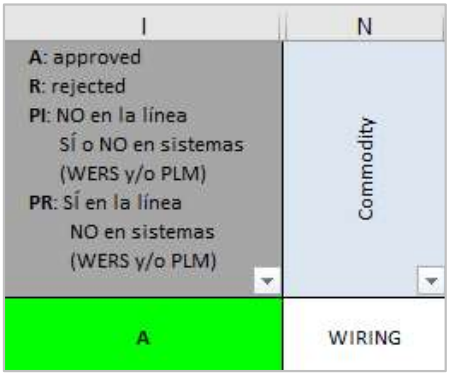


Ilustración 26: Estatus y commodity – Fuente: Tracker CD391

La columna I refleja el estatus actual de la pieza. Se utilizan formatos condicionales para convertir el archivo Excel en un sistema de información visual. Teniendo en cuenta datos que se encuentran en las siguientes columnas, se identifica la pieza como especificado en la Tabla 11.

Tabla 11: Descripción estatus Tracker de una pieza – Fuente: elaboración propia

A (fondo verde)	R (fondo rojo)	PI (color blanco)	PR (color blanco)
Aprobada Homologada	**Rechazada**	**Pendiente de introducción:** La pieza no ha entrado en producción todavía, y se ha empezado o no el proceso de homologación. Es el **estado normal** de una pieza cuando aún no se ha aprobado.	**Pendiente de liberación:** cuando una pieza ya ha entrado en producción, pero todavía no está liberada en los sistemas de Ford y Lear (respectivamente WERS y PLM).

El estado PR se debe evitar tanto como sea posible, ya que significa que la pieza se está montando en el asiento por parte de *Lear* sin cobrarse. Para estos casos, existe un **sistema de alertas, que autoriza el montaje de una pieza no homologada** en el asiento, pero las alertas son muy reguladas y **un número elevado de alertas lleva a una penalización de la empresa**.

La columna N simplemente especifica el *commodity* al que pertenece la pieza, permite agilizar la búsqueda.

COLUMNAS S a AY: PPAP *Checking Points*

S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	13	13	13	13	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18
Design Records of Saleable Product	Engineering Change Documents, if any	Customer Engineering approval (if required)	Design FMEA - Approved if Design Responsible	Process Flow Diagrams	Process FMEA	Control Plan	Measurement System Analysis Studies	Dimensional Results	Material, Performance Test Results	Initial Process Study	Qualified Laboratory Documentation	DCAP - Dimensional Report Layout (OK)	DCAP - Tool Graining Spec sheet (if applicable) OK	DCAP - (Fit To Nominal) if applicable (OK)	DCAP - OK To Grain (if applicable) (OK)	Appearance Approval Report, (AAR) if applicable (OK)	Appearance Approval Report, (AAR) if applicable	Sample Product	Master Samples	Checking Aids	O.E.E - Approved	Supplement K - Approved (Evidance Book)	Sub Comp PSW	Tool Asset Number/s	Tool Tagging Compliant	Parts Marking to E-108 Compliant	Heat Treatment CQI-9 Compliant	IMDS Number Approved	Fit & Function (IIT Valencia)	Packaging Agreement (IIT Valencia)	Records of Compliance with Customer-Specific	Part Submission Warrant (PSW) Approved
G	NA	NA	NA	NA	Y	G	G	G	G	NA	G	NA	NA	NA	NA	NA	NA	G	G	G	G	NA	G	NA	NA	NA	NA	G	G	G	G	R
G	NA	NA	NA	NA	Y	G	G	G	G	NA	G	NA	NA	NA	NA	NA	NA	G	G	G	G	NA	G	NA	NA	NA	NA	G	G	G	G	R

Ilustración 27: PPAP Checking points estatus – Fuente: Tracker CD391

Son los dieciocho puntos del PPAP (ver Ilustración 27). Cada columna corresponde a una sección del PPAP, hay más de dieciocho columnas **porque las secciones más complejas están divididas en subsecciones** (columnas naranjas) para simplificar el seguimiento.

Existe un formato condicional en las celdas de las dieciocho columnas que pinta le texto de color verde, amarillo, rojo o negro, según el AQE rellene las celdas respectivamente con los valores **G (*Green*), Y (*Yellow*), R (*Red*) o NA (*Not Applicable*)**. La última columna, correspondiente a la PSW, llegará al estatus G cuando la totalidad de las secciones tengan el mismo estatus G.

COLUMNAS BB a BI: IMDS, Peso, Revalidación y Fechas relevantes

BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI
IMDS num by LEAR	Weight (kg)	Supplier PSW Date	LEAR Signed PSW Date	REVALIDATION NEED	REVALIDATION STATUS	FORD PSW Date	FORD PSW Phase Level
608388746/ 2	0,7326	18/02/2019	22/02/2019	NO		01/04/2019	3
608557747/ 1	0,7205	18/02/2019	22/02/2019	NO		01/04/2019	3

Ilustración 28: Información adicional para la PSW, revalidaciones y fechas de firma – Fuente: Tracker CD391

Ilustradas en la Ilustración 28, las primeras columnas (BB a BE) constituyen parte del conjunto de información adicional necesaria a la elaboración de la PSW por parte de Lear a Ford: el IMDS, el peso, la fecha de entrega del PPAP por parte del proveedor y la fecha de firma por parte de *Lear* al proveedor.

Las columnas BF y BG proporcionan al usuario de manera automática la información de necesidad, o no, de una revalidación, evaluando la fecha del día con la fecha de la columna BE. Se escribirá YES" de color rojo si la diferencia es superior a un año, "NO" de color verde en el caso contrario.

Las columnas BH y BI se rellenan por el AQE con **la fecha de firma y la fase del PPAP que se ha firmado**. Estas dos columnas **son las que se toman en cuenta a la hora de mostrar un estatus general de la pieza**, en la columna I (Ilustración 26).

COLUMNAS BY a CC:

BY	BZ	CA	CB	CC
Engineering change level (PO)	Engineering change date	PO	Buyer name / code	IMDS num by FORD
AELE-E-12516652-003	12-Nov-13		WALID BEN FRADJ	180307386 / 1
AELE-E-12516652-003	12-Nov-13		WALID BEN FRADJ	180307492 / 1

Ilustración 29: Información relativa a la orden de compra – Fuente: Tracker CD391

La Ilustración 29 presenta las columnas de la *tracker* refiriéndose a **las órdenes de compra**. Este documento contiene un número identificando el cambio de ingeniería o la liberación de una pieza, una fecha, un número identificando la PO, y el nombre del comprador.

Cada proveedor tiene que entregar una pieza a su cliente con un número de IMDS propio. Con lo cual, al igual que los proveedores envían sus piezas con un determinado número de IMDS, *Lear* homologa las piezas con *Ford* con un numero de IMDS diferente, que se especifica en la columna CC.

Ambas informaciones están recogidas directamente desde una pestaña externa en la cual se copia directamente a información extraída de las bases de datos.

COLUMNAS CD a CM:

CH	CI	CJ	CK	CL	CM
Average weekly Capacity **latest in GCP** (revised volumes)	Maximum weekly Capacity **latest in GCP** (revised volumes)	Date	Average weekly Capacity **declared APPC** (declared volumes)	Maximum weekly Capacity **declared MPPC** (declared volumes)	Date
7310	7425	04/03/2014	9698	11637	04/03/2014
7310	7425	04/03/2014	9698	11637	04/03/2014

Ilustración 30: Información relativa a la demanda y la capacidad del proveedor – Fuente: Tracker CD391

Las columnas de la Ilustración 30 es información relativa a la demanda de *Ford* y a la capacidad productiva del proveedor.

En las columnas CH a CJ se encuentran los últimos datos actualizados de APW y MPW. Dichos datos se encuentran en la base de datos GCP. Las columnas CK a CM sirven para especificar la cantidad de piezas que el proveedor se compromete a poder suministrar en caso de subida de la demanda (APPC/MPPC), esos valores se extraen del CAR suministrado con el resto de la documentación del PPAP.

COLUMNAS CN a CR:

CN	CO	CP	CQ	CR
Alert Number	Alert Description	Alert Authorisation	Alert Status	Alert Expiration
-	-	-	-	-

Ilustración 31: Información relativas a las alertas – Fuente: Tracker CD391

Es importante tener una trazabilidad eficiente de las alertas y de sus estatus, porque son el resultado de una situación anormal. En general se establecen todas las alertas en una reunión bimensual con el cliente y se genera un reporte mediante un archivo Excel. Desde este archivo se copian los datos en la *tracker*.

5.4.2. Otras pestañas relevantes

Hardware Kits

Es **un *commodity* que se trata a parte del resto por su complejidad.** Son kits de piezas compuestos esencialmente por tornillos y algunas felpas. Un kit es una combinación de distintas piezas cada una en una cierta cantidad. Una pieza puede aparecer en distintos kits.

Como se puede observar en la Ilustración 32, el archivo Excel solamente permite realizar un seguimiento de la evolución del contenido de los kits, usando columnas similares a la pestaña principal. Debido a los constantes cambios en PLM, nunca se ha llegado a homologar ningún kit y la información en esta pestaña es muy poco fiable.

L0306030	AC02	Hardware KIT FRT ST (10WP CCS MCS) Pass E		DS73	F600E50	EG	EG	A
L0318007	AA01	NUT - HEX, M6X1 CUSTOMER DIRECTED FOR CD4XX	TR HOLLAND		W520101	S424	S424	A
L0490845	AA01	SAB trim retention	EXTERNAL_SUPPLIER_PENDING_AWARD	-	W717285	S300	S300	R
L0325695	AA01	PIN - PUSHPIN PLASTIC, FITS 4.75 DIA HOLE IN 1.25 PANEL	TR Holland	-	N806799	S300	S300	A
L0286958	AA01	SCREW - PLASTIC TAPPING, M4x1.46x16	TR Holland(Semblex)	-	W506945	S424	S424	A
~~L0307149~~	~~AA01~~	~~PIN - PUSHPIN PLASTIC, M4.75X17.25 FIR TREE~~	~~TR Fastening (TR Holland)~~	-	~~W705705~~	~~S300~~	~~S300~~	A
L0306031	AC02	ardware KIT FRT ST (10WPM CCS MCS) RHD Driver E		DS73	F600E50	JG	JG	A
L0318007	AA01	NUT - HEX, M6X1 CUSTOMER DIRECTED FOR CD4XX	TR HOLLAND		W520101	S424	S424	A
L0284983	AA01	BOLT/SCREW - MACHINE, M10x1.5x14.4	TR Holland	-	W715828	S437	S437	A
L0286956	AA01	SCREW - METAL TAPPING, M4x0.7x12	TR Holland	-	W715822	S424	S424	A

Ilustración 32: Seguimiento actual Hardware kits – Fuente: Tracker CD391

Summary

Esta pestaña sirve para tener una visión global de la situación actual. Se realizan automáticamente unos diagramas que permiten ilustrar el porcentaje de trabajo completado según diferentes puntos de vista: pieza, kit, *commodity*, etc. La Ilustración 33 es un extracto de esta pestaña.

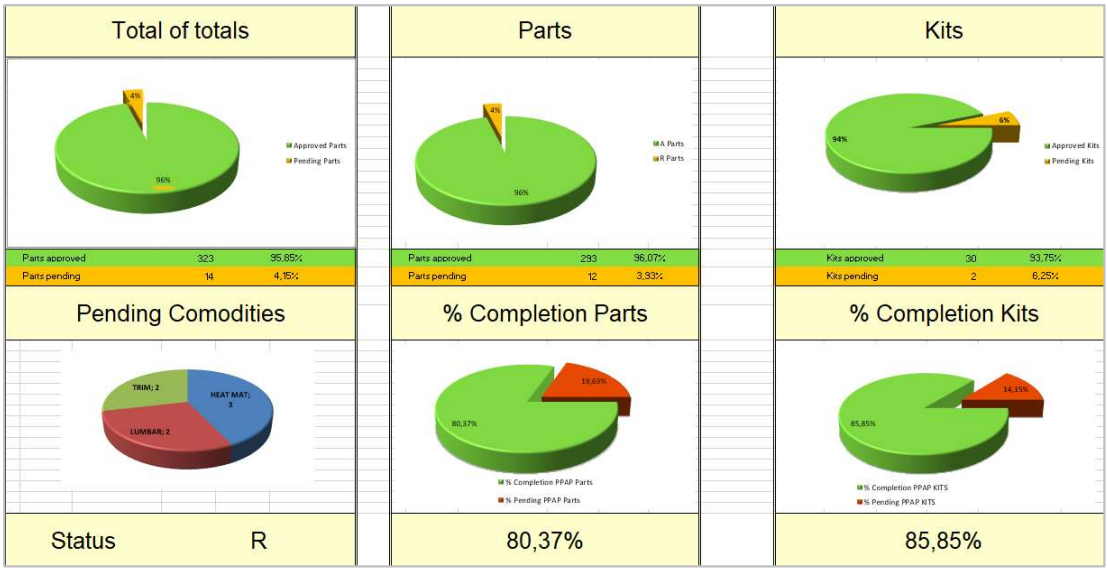


Ilustración 33: Pestaña Summary – Fuente: Tracker CD391

La información que se encuentra en esta pestaña es igual de cierta que sus entradas. Podría ser muy útil a los *Program Managers* ya que ellos necesitan una visión global a menudo, pero la falta de fiabilidad de la información hace que realmente no se usa.

PPAP Ph3

La pestaña PPAP Ph3 **lleva la plantilla de la PSW** (ver ejemplo en Anexo I: Elementos del PPAP). Gracias a toda la información compilada en la pestaña *Parts*, **se puede generar una PSW automáticamente solamente escribiendo el número de parte** de la pieza en cuestión.

5.5. Conclusiones

Este capítulo sirve para entender la situación actual, en él se ha descrito las diferentes herramientas que tiene que utilizar el AQE para llegar a la creación de una PSW y homologar una pieza.

Trabaja con cuatro bases de datos para acceder a la información requerida, y está constantemente comunicando con el proveedor para llegar a un PPAP correcto mediante un archivo Excel e intercambios por correo. El seguimiento se realiza gracias a un archivo Excel principal, la *tracker*, a partir del cual se generan las PSW automáticamente.

Describir cuales son las incidencias observadas utilizando este sistema, y especificar cuáles son los requerimientos para evitarlas será el propósito del siguiente capítulo.

6. Descripción de incidencias y diseño de requerimientos

6.1. Introducción

En este capítulo, se pretende destacar las ineficiencias de todo el proceso de gestión de los PPAPs y establecer cuáles son los requerimientos del nuevo sistema para intentar reducir al máximo las ineficiencias.

Para ello, se hará en primer lugar una descripción basta de las diferentes incidencias, basada en observaciones personales y comentarios cualitativos de los miembros del equipo de calidad avanzada. Después, se utilizarán herramientas que permiten llegar al fondo del problema e identificar sus causas raíz.

A partir de este capítulo, se usarán diferentes "ID" para identificar los diferentes parámetros que se manejan. Un resumen de todos los ID se encontrará en el Anexo II: Resumen de los IDs.

6.2. Descripción de incidencias

Muchas veces, se retrasan las fechas previstas de cierre del proceso de homologación. En algunos casos, el *Program Manager* se encuentra en una situación de prisas impuesta por el cliente y se gira hacia el AQE para saber porque una pieza todavía no se ha firmado una pieza. En la gran mayoría de los casos, el AQE está a la espera de alguna información que le impide seguir el PPAP adelante.

Por tanto, se dividirán las incidencias encontradas en dos categorías:

- **Incidencias fuera del departamento de calidad avanzada**: es decir, se retrasa la fecha prevista de homologación porque el AQE está pendiente de un agente externo para poder seguir adelante.
- **Incidencias dentro del departamento de calidad avanzada**: es decir, se retrasa la fecha prevista de homologación porque existen ineficiencias en el propio proceso interno al departamento, o en los sistemas de gestión y seguimiento.

6.2.1. Incidencias fuera del departamento de calidad avanzada

La Tabla 12 introduce y describe en detalle cada incidencia observada que no depende directamente de los AQEs.

Tabla 12: Listado de incidencias fuera del departamento de calidad avanzada – Fuente: elaboración propia

ID	Incidencia		Dpto. responsable
I1	Titulo	**Falta de comunicación en cuanto a la detección de una necesidad de cambio**	*Program Management*
			Ingeniería
			Producción
			Ventas
	Descripción	Cambio *Ford directed*: el cliente y el fabricante de la pieza llegan a un acuerdo sobre un cambio y una fecha de introducción según las disponibilidades de los mismos. No se toma en cuenta la necesidad de PPAP, por tanto, se retrasa la fecha. Cambios *Lear directed*: no hay proceso estándar de comunicación entre el dpto. de ingeniería y los AQEs. Estos últimos han sido invitados a reuniones para resolver este problema, pero la codificación diferente usada por ingeniería impide el entendimiento completo de los cambios que van a surgir. Cambio "*production directed*": se realiza un cambio directamente en la planta sin comunicarlo.	
I2	Titulo	**Falta de información necesaria al cierre de un PPAP**	*Program Management*
			Ingeniería
			Ventas
	Descripción	Cuando un ECN alcanza el nivel 8, se realiza el PPAP con el proveedor y se estiman una fecha de cierre, y a la hora de generar la PSW información imprescindible sigue faltando (Demanda, PO, IMDS, etc.) por tanto, se retrasa la homologación.	
I3	Titulo	**Falta de un Bill Of Materials (BOM) común**	*Program Management*
			Ingeniería
			Ventas
			Compras/Logística
			Calidad
	Descripción	El BOM pedido por el cliente, el BOM utilizado en producción, el BOM liberado en PLM, y el BOM acordado entre el departamento de compras y el proveedor, son diferentes. Puede que difieran por los componentes que llevan, o que los componentes sean los mismos pero identificados de manera diferente. Da lugar a un bloqueo total del proceso de industrialización, y se acaban usando unas piezas sin homologarlas en el asiento.	
I4	Titulo	**Ineficiencia de un proceso interno de otro departamento implica sobrecarga de trabajo al AQE**	Ingeniería
			Ventas

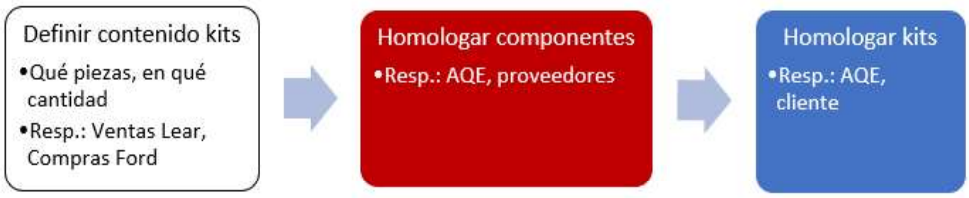
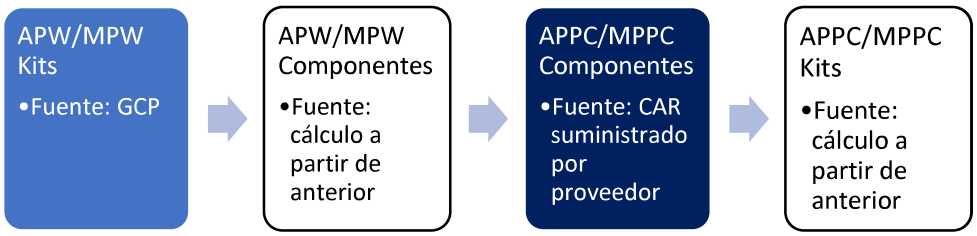
	Descripción	**Ingeniería**: una pieza X a nivel AA01 sufre un cambio y sube al nivel AA02. Al final, no se lleva a cabo el cambio, entonces la pieza X sube a nivel AA03, dicha subida de nivel especificando una vuelta a la situación inicial. Esta situación obliga el AQE a volver a pedir un PPAP al proveedor para que actualice todos sus documentos con la nueva identificación correcta, y a volver a presentarlo al cliente por aprobación. **Ventas**: Una vez recibido y aprobado el CAR del proveedor, el AQE comunica los valores APPC/MPPC al dpto. de ventas para que los suba a GCP (ver diagrama en la Figura 10**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Esta última tarea es sencilla, pero a veces larga y muchas veces la homologación se queda pendiente de esta actualización de GCP. *Figura 10: Proceso de demostración de capacidad – Fuente: elaboración propia*	
I5	Titulo	**Datos de demanda semanal incoherentes**	Ventas
	Descripción	Muchas piezas están relacionadas entre sí, sin embargo, sus datos de demanda semanal no son proporcionales. Para corregir este fallo, el dpto. de ventas tiene que volver a contactar con el cliente para pedir confirmación, hasta que no se actualice la homologación no se puede finalizar.	
I6	Titulo	**Identificación y/o trazabilidad errónea o inexistente**	Ingeniería
	Descripción	Existen diferencias entre la información encontrada en PLM y la del plano. Es un problema grave porque toda la documentación debe llevar la identificación correcta para poder aprobar la pieza.	
I7	Titulo	**PPAP facilitado por el proveedor incorrecto**	Proveedor
	Descripción	El PPAP proporcionado por el proveedor casi nunca está completo, ni correcto a la primera sumisión. Esta situación se anticipa bastante por el AQE y no suele ser motivo de retraso de cierre de un PPAP, pero sí que se podría ganar en eficiencia en la "educación" de los proveedores ya que cada vez se pierde tiempo explicando cuales son los requerimientos	

La mayoría de esas incidencias son problemas de descoordinación o de fiabilidad de la información. Se ha intentado incluir el *Program Manager* en los intercambios de correos cuando se detecta este tipo de fallo, pero según él su carga de trabajo le impide leer todos sus correos. Por tanto, se siguen repitiendo las mismas incidencias.

6.2.2. Incidencias dentro del departamento de calidad avanzada

La Tabla 13 introduce y describe en detalle cada incidencia observada que no depende directamente de los AQEs.

Tabla 13: Listado de incidencias dentro del departamento de calidad avanzada – Fuente: elaboración propia

ID	Incidencia		Dpto. responsable
I8	Titulo	**Falta de actualización de la tracker**	Calidad
	Descripción	Si no se puede confiar en la información del sistema de seguimiento, muchas tareas serán duplicadas inútilmente, y la probabilidad de cometer errores aumenta. Es imprescindible actualizar la *tracker* en cada instante del proceso porque el mismo puede durar hasta años.	
I9	Titulo	**Falta automatización de la *tracker***	Calidad
	Descripción	La falta de tiempo dedicado a mejorar y automatizar la *tracker* obliga el AQE a repetir tareas sencillas pero costosas en tiempo, que puede llegar a provocar un retraso.	
I10	Titulo	**Falta de un sistema de gestión de los *Hardware Kits***	Calidad
	Descripción	La complejidad de este *commodity* se debe sobre todo a la dificultad de llegar a un acuerdo entre las partes de interés para decidir oficialmente qué componentes se usan en qué kit y en qué cantidad, es decir, el problema inicial viene de fuera del departamento de calidad. Una vez definido el kit, se encontrará en las bases de datos toda la información necesaria al comienzo de un PPAP, como si un kit fuera un componente cualquiera del asiento. La manera de homologar un kit se ha detallado en la Figura 11.  *Figura 11: Proceso de homologación de kits – Fuente: elaboración propia* El problema es que la *tracker* no está diseñada para realizar esta "doble homologación" ya que implica un cálculo complejo, detallado en la Figura 12.  *Figura 12: Cálculo requerido para homologar un kit – Fuente: elaboración propia* Esta complejidad ha impedido la homologación de todos los *Hardware kits* desde el principio del programa.	

6.3. Análisis ES/NO ES

Este apartado tomará como entrada la lista de incidencias mencionados más atrás. El análisis ES/NO ES realizado en la Tabla 14 pretende clarificar cuáles son realmente los problemas y cuáles son causas de los problemas.

Tabla 14: Análisis ES/NO ES – Fuente: elaboración propia

¿?	El problema ES…	El problema NO ES…
¿Qué?	**Existen unas piezas que entran en producción sin haber sido homologadas.**	Una falta de comunicación.
		Una falta de información.
		Una falta de un BOM común.
		Ineficiencias del proceso global de homologación y/o procesos internos.
		Una falta de fiabilidad de la información.
		Una falta de formación del personal.
		Una falta de automatización de la *tracker.*
		Una falta de un sistema de gestión de kits.
¿Dónde?	Planta de *Lear* Almussafes	Solamente en el departamento de calidad.
¿Cuándo?	Al menos desde el lanzamiento de los programas CD391 y CD4.2.	Un problema que se ha descubierto recientemente.
¿Quién?	Al *Program Manager* se queja el cliente y al AQE se queja el *Program Manager.* Indirectamente afecta a todos los departamentos de la empresa.	Solamente el departamento de calidad.
¿Cuánto?	Casi la totalidad de los PPAPs se retrasa y un gran número piezas entra en producción sin homologarse.	Un caso aislado.
¿Con qué frecuencia?	Según los requerimientos del cliente para que una pieza entre en producción, la frecuencia es variable.	Una frecuencia fija.

6.4. Identificación causas raíz

En este apartado se ha realizado un diagrama de Ishikawa con el objetivo de sintetizar el problema y sus causas basándose en las incidencias descritas más atrás y en el análisis es/no es del problema. Se ha decidido trabajar con un modelo de diagrama 4S's (*Supplier – Surroundings – Systems – Skills*) ya que es el que más corresponde a la situación. Se puede observar el diagrama en la Figura 13 y más ampliamente en el Anexo III: Diagramas de Ishikawa.

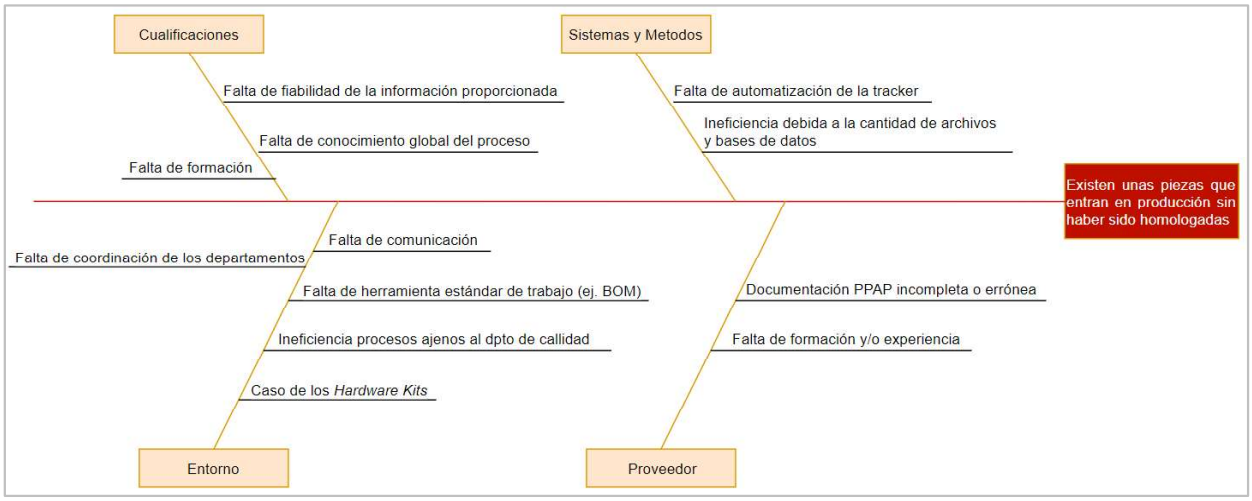


Figura 13: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) – Fuente: elaboración propia

A continuación, se ha realizado un análisis "cinco ¿por qué?" para llegar a las causas raíz del problema a partir de las causas posibles especificadas en el diagrama de Ishikawa. Esta etapa se refleja en la Tabla 15.

Tabla 15: Los cinco ¿Por qué? – Fuente: elaboración propia

ID	Causa	¿Por qué? #1	¿Por qué? #2	¿Por qué? #3
C1	Falta de fiabilidad de la información proporcionada	Falta de conocimiento de los sistemas	**Falta de formación y control**	
C2	Falta de conocimiento global del proceso	Falta de comunicación y de formación	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global y de formación**	
C3	Falta de automatización de la *tracker*	Falta de tiempo dedicado a la automatización	El PPAP es un proceso largo y fastidioso al cual el AQE dedica el 100% de su tiempo	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global**
C4	Ineficiencia debida a la cantidad de archivos y bases de datos	Cada departamento trabaja con un sistema propio	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global**	
C5	Falta de comunicación	Falta de conocimiento global del proceso	**Falta de formación y control y de un sistema recopilando la información a nivel global**	
C6	Falta de herramienta estándar de trabajo (ej. BOM)	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global**		
C7	Ineficiencia procesos ajenos al departamento de calidad	Falta de comunicación y conocimiento global del proceso	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global y de formación**	
C8	Caso de los *hardware kits*	**Falta de un sistema diseñado para gestionar los kits**		
C9	Falta de coordinación de los departamentos	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global y de formación**		
C10	Documentación PPAP errónea o incompleta	Falta de explicaciones de los requerimientos al proveedor	**Falta de un sistema recopilando la información a nivel global y de formación**	
C11	Falta de formación y/o experiencia	**Falta de formación**		

Tras haber realizado este análisis, se puede destacar muy claramente las causas raíz del problema con el que se encuentran los AQEs, se presentan en la Tabla 16:

Tabla 16: Causas raíz del problema – Fuente: elaboración propia

ID	Causa raíz
CR11	Falta de un sistema global que recopila toda la información necesaria en el mismo sitio
CR12	Falta de formación de las diferentes partes de interés sobre la finalidad de su trabajo y el proceso global de homologación de una pieza
CR13	Falta de un sistema diseñado para gestionar los kits, que también contaría con toda la información necesaria pero que además sería capaz de calcular los datos necesarios presentados más atrás.

6.5. Diseño de requerimientos

Basándose en el análisis realizado, se van a especificar los requerimientos que necesitaría el nuevo sistema que permitiría resolver el problema, asegurándose que todas las causas raíz estén cubiertas por nuevas funcionalidades.

Se pueden distinguir dos tipos de requerimientos: funcionales y no funcionales. Se ha decidido enfocarse esencialmente en los requerimientos funcionales.

Se propone una solución al problema destacado con un nuevo sistema compuesto por solamente dos herramientas principales, presentadas en la Tabla 17.

Tabla 17: Presentación de las herramientas del nuevo sistema – Fuente: elaboración propia

ID	Herramienta	Descripción	Causa raíz afectada
F1	Realización y seguimiento de los PPAPs	Una base de datos que sería una interfaz estándar donde están especificadas las secciones del PPAP y el proveedor puede subir la documentación y comunicar con el AQE.	CR11 CR12 CR13
F2	Recopilación de toda la información necesaria	Una herramienta de gestión de *big* data, sería un sustituto a todos los archivos y bases de datos usados en el sistema actual, donde toda la información necesaria se encuentra en un mismo lugar. La primera herramienta sería una de las entradas de esta segunda.	CR11 CR12*

*La causa raíz CR12 será afectada por la implantación del nuevo sistema ya que ofrecerá una mejor visibilidad del proceso global, pero no está directamente vinculada al sistema de seguimiento en sí. Su eliminación pasa por una formación de todas las partes de interés sobre los objetivos globales del trabajo de cada uno, una concienciación a las sanciones, etc.

A continuación, la Figura 14 refleja la propuesta para el nuevo sistema de gestión y el detalle de los requerimientos funcionales de cada una de las herramientas se ha detallado en la Tabla 18.

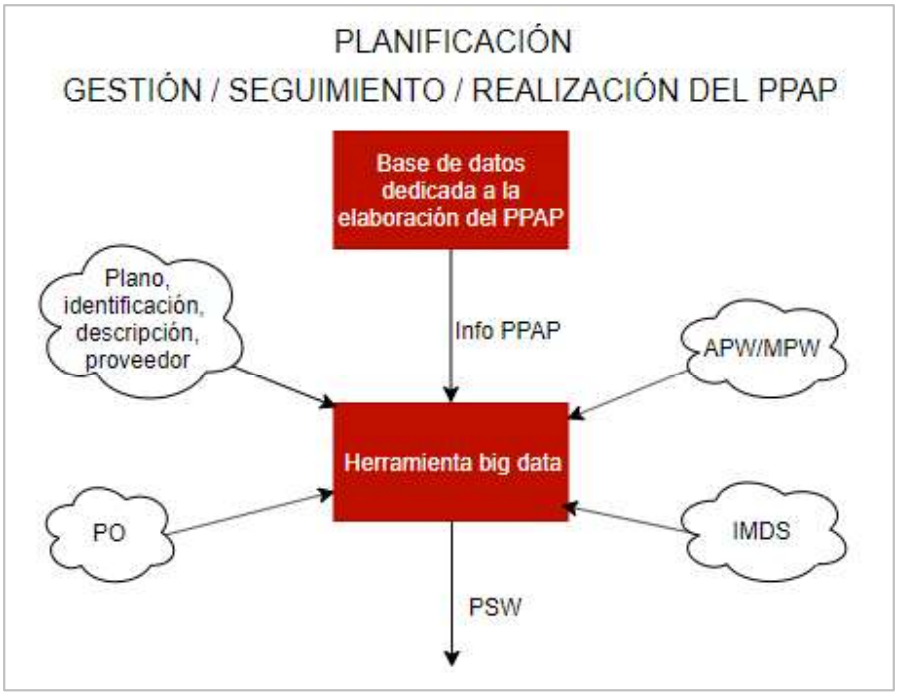


Figura 14: Propuesta de sistema de gestión de los PPAPs TO-BE – Fuente: elaboración propia

Tabla 18: Requerimientos funcionales – Fuente: elaboración propia

Requerimiento	ID	Detalle	Causa afectada
Una base de datos dedicada a los PPAPs	F11	Debe llevar un listado de las secciones del PPAP para que el proveedor pueda subir los documentos correspondientes.	C10
			C11
	F12	Debe contar con un espacio dedicado a la gestión de los kits. Los cálculos necesarios se deben realizar automáticamente.	C8
	F13	Debe ser diseñada para que el AQE sea el que dé por valido un documento mediante estatus (G-Y-R).	C4
	F14	Debe incluir un medio de planificación de homologación para cada pieza.	C4
	F15	Debe contar con un espacio previsto para dejar comentarios.	C4
	F16	Debe contar con un sistema de notificación al proveedor.	C4
Herramienta de gestión de *big data*	F21	Debe ser capaz de extraer información de las otras bases de datos (PLM, GCP, *Webquote*, IMDS, nueva base de datos PPAP) para que toda la información requerida se encuentre en el mismo sitio.	C3
			C4
			C5
			C6
			C9
	F22	Lo faltante debe ser visible y el responsable identificable en una misma pantalla.	C2
			C7
	F23	Debe ser capaz de generar una PSW a partir de la información recopilada.	C4

6.6. Conclusiones

En este capítulo se entiende como la complejidad de la homologación de las piezas y un sistema de gestión que tiene fallos e ineficiencias puede llegar a crear incidencias y conflictos. Se ha primero descrito situaciones debidas a ineficiencias del proceso general de homologación, después se han analizado dichas situaciones y se ha conseguido detectar el problema global y sus causas raíz gracias a diferentes herramientas de resolución de problemas. Para terminar, se ha realizado un diseño de requerimientos del nuevo sistema.

Con la llegada del *Ergo seat*, el siguiente paso es implantar el nuevo sistema propuesto por *Program Management*.

7. Implantación del nuevo sistema con el ejemplo del *Ergo seat*

7.1. Introducción

En este capítulo, se seguirán unas piezas del *Ergo seat* a lo largo de su proceso de homologación para realizar la implantación del sistema. Tras implantación, se realizarán unas observaciones en cuanto a sus funcionalidades y al cumplimiento de los requerimientos especificados más atrás. Este análisis permitirá destacar un problema general e identificar sus causas raíz.

7.2. Presentación del sistema ProFile/PMA

El nuevo sistema propuesto por *Program Management* es un conjunto de **dos bases de datos** (ProFile y PMA) que pretenden resolver los problemas que ocurren con el sistema actual.

Para intentar acercarse al máximo de las funcionalidades del sistema, se ha decidido seguir unas piezas con una estrategia de PPAP entero (ver Tabla 6). Por tanto, se ha decidido enfocar la implantación a la homologación de un cable (*commodity wiring*) y un *Hardware kit*.

Las piezas del *Ergo seat* deben ser homologadas para la realización de la fase PP del proceso de industrialización (ver Figura 7). A continuación, la Tabla 19 especifica las fechas previstas de cierre del PPAP y de entrada en producción para cada una de las piezas.

Tabla 19: Piezas escogidas para la implantación de ProFile/PMA – Fuente: elaboración propia

Tipo de pieza	*Commodity*	Homologación (PPAP)	Introducción en producción (fase PP)
Cable	*Wiring*	28/06/2019	08/07/2019
Hardware kit	*Hardware kit*	28/06/2019	08/07/2019

7.2.1. ProFile

ProFile tiene por objetivo de **sustituir las carpetas del sistema informático y el intercambio constante de correos**, **la VPP *tracker* así como el *Deviation report***. El proveedor de una pieza puede subir directamente los documentos del PPAP a ProFile, el AQE los puede revisar, añadir estatus y comentarios en caso de que fuera necesario. También se pueden estimar fechas directamente en ProFile.

Por falta de manual de formación actualizado sobre el funcionamiento de ProFile, se ha realizado una fase de aprendizaje sobre la marcha, "jugando" e intentando simular los casos que puedan ocurrir para ver cómo reacciona el programa.

A continuación, se presentan la interfaz y las funcionalidades de ProFile. Cada vez, el símbolo de una mano haciendo clic en un elemento representará el paso a seguir para llegar a la interfaz de la ilustración siguiente.

1) <u>Listado de proyectos</u>

Ilustración 34: Listado de proyectos – Fuente: ProFile

En la base de datos se encuentra un listado de proyectos. Esto permite clasificar las diferentes piezas por programa o tipo de asiento, con el objetivo de tener la información organizada. En el caso de estudio, el proyecto en cuestión es el *Ergo seat*, también llamado *18 Way seat*, como se observa en la Ilustración 34.

2) Proyecto *Ergo seat* (*Lear Program*)

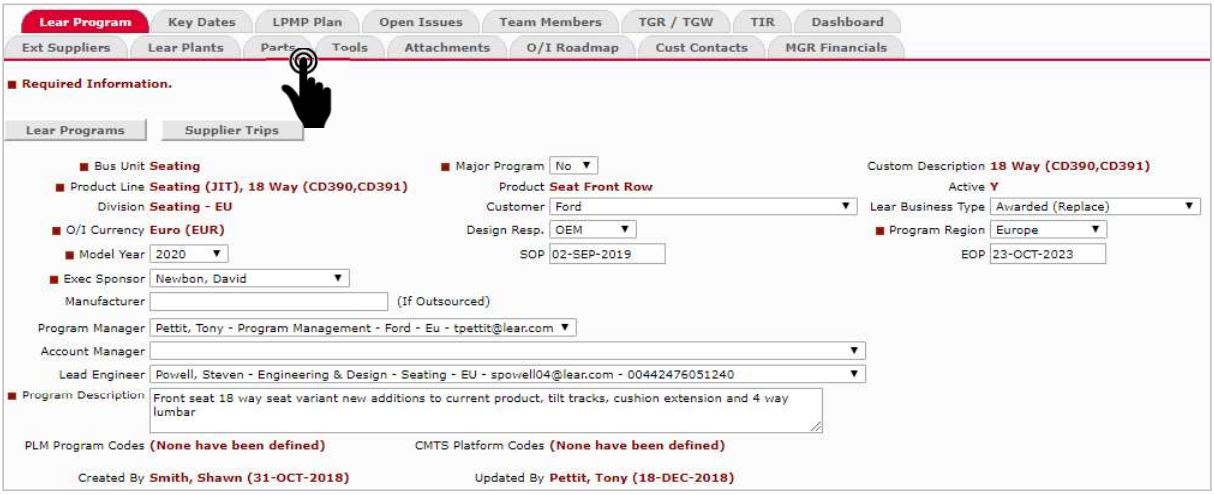


Ilustración 35: Resumen proyecto – Fuente: ProFile

Tras elegir el proyecto, se encuentra mucha información en cuanto al mismo (ver Ilustración 35). Cada pestaña permite al *Program Manager* gestionar los diferentes elementos que forman parte de su diario. La que más interesa el AQE es la pestaña *Parts.*

3) Proyecto *Ergo seat* (*Parts*)

Ilustración 36: Parts – Fuente: ProFile

Al entrar en la pestaña *Parts*, el AQE se encuentra con una pantalla ilustrada por la Ilustración 36. Es un listado de todas las piezas que constituyen el *Ergo seat*. Una pieza llega a este listado cuando su ECN asociado alcanza el nivel 8. La pantalla se divide en cuatro partes importantes, descritas en la Tabla 20.

Tabla 20: Detalle del contenido de la pestaña Parts de ProFile – Fuente: elaboraión propia

ID Ilustración 34	Contenido
1	Descripción general de la pieza: *Lear part number*, descripción de la pieza, *Ford part number*, tipo de pieza, etc.
2	APQP estatus (*Blue, Green, Yellow, Red*), detallados en la
3	Nombre e identificación del proveedor.
4	Resumen estatus de cada sección del APQP.

El significado de los distintos estatus se ha explicado en la Tabla 21.

Tabla 21: Estatus elementos del PPAP – Fuente: elaboración propia

R	Fecha de cierre pasada
Y	2 semanas antes de fecha de cierre
G	Más de 2 semanas antes de fecha de cierre
B	Cerrado

4) *Parts* (Resumen)

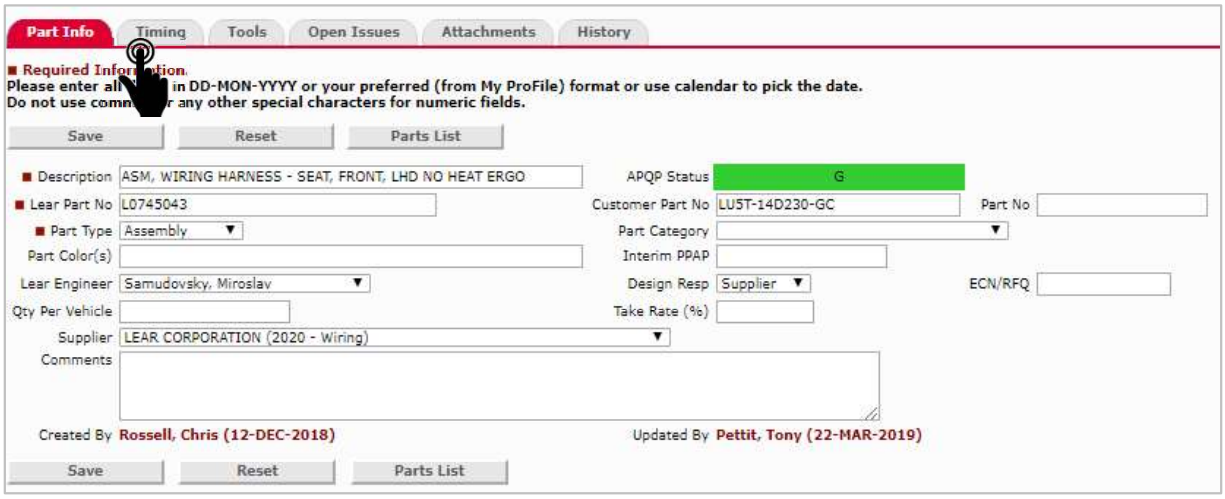


Ilustración 37: Part info del cable objeto de estudio – Fuente: ProFile

En esta pestaña se encuentra información relativa a la pieza objeto de estudio, la Ilustración 37 refleja el caso de un cable que se está homologando. Es poco relevante ya que ya se dispone de la misma información en la pantalla anterior. Solamente es un paso necesario para llegar a la pestaña final que interesa el AQE.

5) *Parts* (*Timing*)

Finalmente, al entrar en *Timing*, el AQE puede acceder a la información que está buscando: el PPAP proporcionado por el proveedor.

Se encuentra un listado de requerimientos **dividido en tres partes, que corresponden a las fases de industrialización según *Lear*** (Prototipo – Piloto – Lanzamiento), explicadas más atrás. Esta división permite al proveedor saber lo que debe suministrar y en qué fase de la industrialización del *Ergo seat* lo debe suministrar.

Se puede observar un extracto de esta pestaña en la Ilustración 38 y el detalle en las Ilustración 52, Ilustración 53, e Ilustración 54 del Anexo IV: Sistema ProFile/PMA

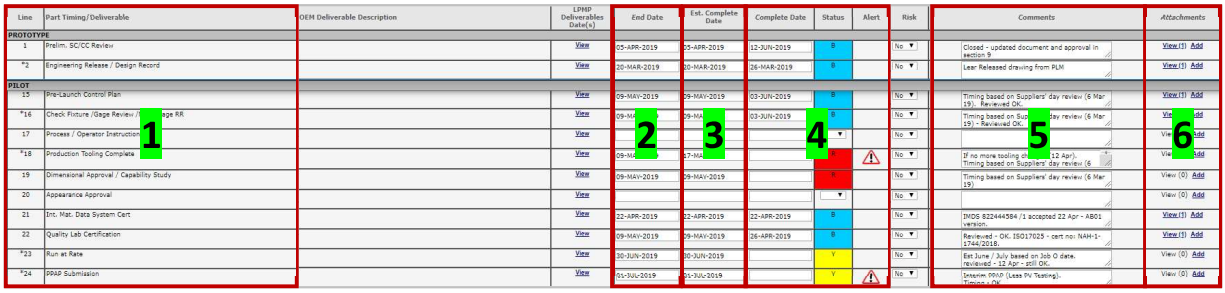


Ilustración 38: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP – Fuente: ProFile

La Tabla 22 explicita la organización de la pestaña y quien tiene la responsabilidad de modificar la información.

Tabla 22: Descripción de la pestaña Timing – Fuente: elaboración propia

ID ilustración 36	Columna	Descripción	Responsable
1	*Deliverable*	Listado de los requerimientos del APQP. Los elementos del PPAP están dispersos dentro del listado.	-
2	*End Date*	Fecha de cierre de cada elemento estimada al principio del programa.	AQE o *Program Manager*
3	*Est. Complete date*	Fecha de cierre estimada por el proveedor, en el caso ideal coincide con la anterior.	Proveedor
4	*Complete Date* y Estatus	Fecha de cierre real, rellenar este campo es aprobar un elemento del PPAP, el estatus se actualiza automáticamente.	AQE
5	*Comments*	Espacio de comunicación.	Todos los usuarios
6	*Attachments*	Espacio para subir archivos en cada sección del PPAP.	Proveedor

6) <u>Comunicación</u>

Finalmente, cuando el proveedor ha acabado la sumisión de los elementos del PPAP, notifica al AQE haciendo clic sobre el botón presentado en la Ilustración 39. Una vez presionado, el botón se convierte en "*Notify supplier*" para que el AQE pueda comunicar al proveedor que ha acabado la revisión del PPAP recibido.

Ilustración 39: Botón de comunicación – Fuente: ProFile

7.2.2. Program Management Application (PMA)

La segunda, **PMA**, tiene por objetivo concentrar la información de todas las bases de datos en una única. El *Program Manager* **tiene completa visibilidad sobre el proceso de homologación e industrialización de una pieza y sabe perfectamente en qué estado se encuentra cada una de las piezas**, y quien es responsable por seguir adelante con el proceso.

Los diferentes actores del proceso solamente tienen acceso a la información relativa a sus tareas asignadas. El AQE puede acceder a un resumen de los estatus por programa, función que intentaba cumplir la pestaña *summary* de la *tracker* en el sistema convencional. Los estatus en PMA siguen la misma lógica que ProFile especificada en la Tabla 21.

Dicho resumen se presenta en la Ilustración 40. Cuenta con los elementos "más importantes" del APQP, de los cuales se observan tres elementos del PPAP. La relación entre lo observado y su significación se ha especificado en la Tabla 23.

APQP Element	Blue Status	Red Status	Yellow Status	Green Status	Not In Profile
18 - Production Tooling	8	0	0	0	43
21 - IMDS	8	0	0	0	43
23 - RAR	8	0	0	0	43
26 - Review	8	0	0	0	43
24 - Phase 1	8	0	0	0	43
31 - Phase 3	8	0	0	0	43
TOTAL STATUS COUNTS :	48 8	0 0	0 0	0 0	258 43

Ilustración 40: Resumen de estatus por programa – Fuente: PMA

Tabla 23: Correspondencia entre información PMA y PPAP– Fuente: elaboración propia

PMA APQP	Sección del PPAP	Descripción
21 - IMDS	17	IMDS
23 – RAR	18	PSW Phase 0 (*run at rate*)
24 – Phase 1	18	PSW Phase 1/2
31 – Phase 3	18	PSW Phase 3

En la Ilustración 40, se puede observar que se han homologado 8 piezas del programa *Ergo seat* y que todavía 43 no se han subido a ProFile. Para ver el contenido de los estatus, se puede hacer clic sobre cada uno de ellos y aparece abajo un listado con el detalle de las piezas en cuestión.

La Ilustración 41 describe el contenido del estatus "*Blue*", es decir las piezas que ya se han homologado. En el listado aparecen los criterios básicos de identificación vistos antes que son el *Lear part number*, el programa, el proveedor, el AQE responsable, etc. La columna "*Data*" **identifica la presencia o no de un ECN a nivel 8 y de una PO**. En las últimas columnas aparece la fecha de cierre de los elementos introducidos en la Ilustración 40.

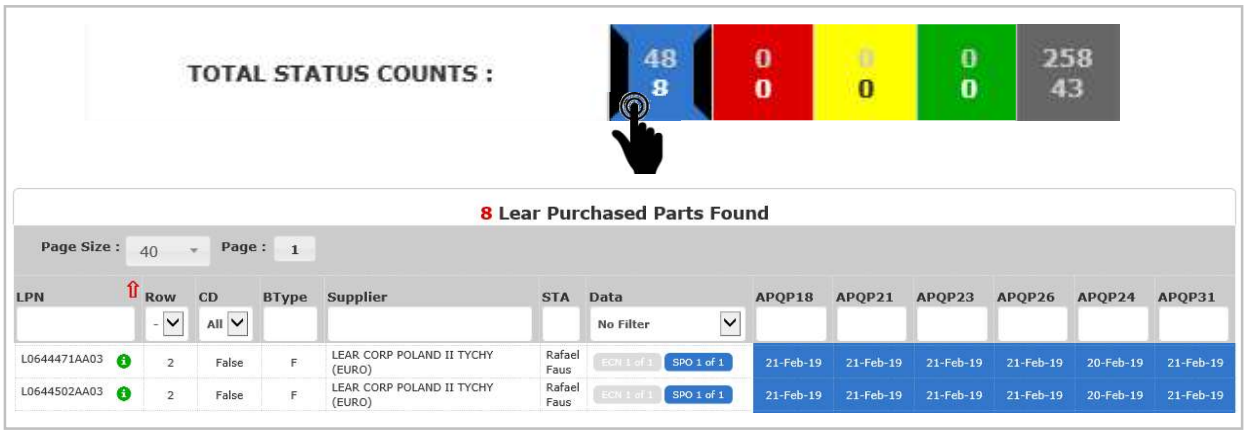


Ilustración 41: Detalle de estatus Blue – Fuente: PMA

La Ilustración 42 permite observar el contenido escondido de la columna "*Data*". Al hacer clic sobre la columna, se abre un desplegable compuesto de tablas, resumiendo la información relativa a los ECNs y a las POs. En este caso, las piezas siendo homologadas, existen POs y los ECNs están a nivel 8. También aparecen en la tabla unos valores de RFQ que no afecta al trabajo del AQE. Se podrá observar este contenido más ampliamente en la Ilustración 57 del Anexo IV: Sistema ProFile/PMA.

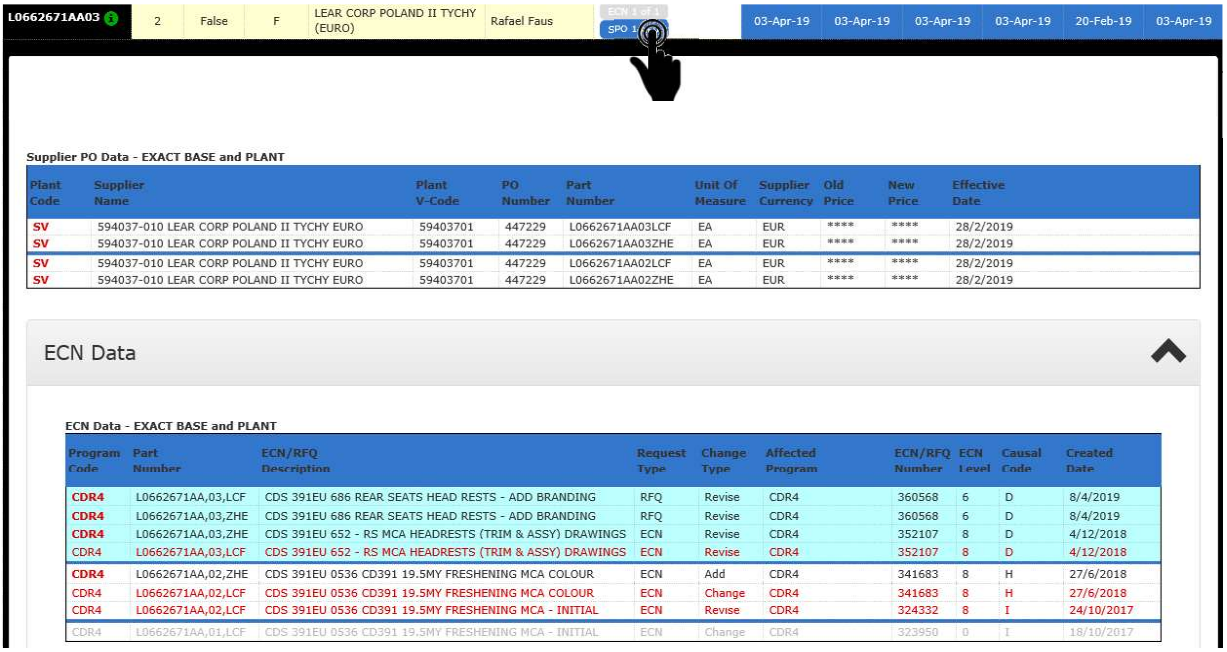


Ilustración 42: Detalle de la columna "data" – Fuente: PMA

Para saber por qué una pieza todavía no está cargada en ProFile, se puede volver a la interfaz inicial y entrar en la columna de color gris, como se observa en la Ilustración 43. En el listado de piezas que aparece, se pueden observar tres casos diferentes ligados con tres motivos de ausencia de la base de datos ProFile. Dichos motivos se han explicado en la Tabla 24.

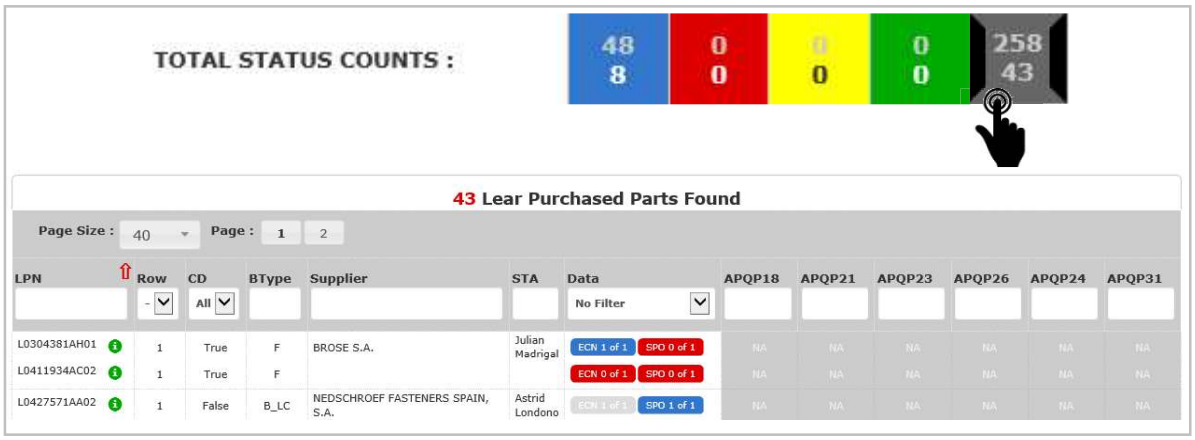


Ilustración 43: Detalle de estatus "Not in Profile" – Fuente: PMA

Tabla 24: Motivos impidiendo la subida a ProFile de una pieza – Fuente: elaboración propia

Situación ilustración 41	Interpretación	Explicación
ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	ECN a nivel 8 presente PO faltante	No se suben a ProFile porque sin PO el proveedor no puede someter PPAP
ECN 0 of 1 SPO 0 of 1	ECN a nivel 8 faltante PO faltante	Falta toda la información necesaria al comienzo del PPAP
ECN 1 of 1 SPO 1 of 1	ECN a nivel 8 presente PO presente	El *Program Manager* tiene la subida de esas piezas a ProFile en su *to-do list*.

7.3. Observaciones y análisis de cumplimiento de requerimientos

Se pretendía homologar las piezas de la Tabla 19 con el nuevo sistema para realizar la implantación del nuevo sistema. En la Tabla 25, se presenta un resumen de las observaciones realizadas a lo largo de los PPAPs de estas piezas.

Tabla 25: Observaciones sobre la homologación con el nuevo sistema – Fuente: elaboración propia

Pieza	Observaciones		
-	General	😊	El sistema tiene mucho potencial para el futuro.
		😐	Todavía no está suficientemente adaptado a las necesidades del AQE.
		☹	No se ha podido cumplir la fecha prevista de homologación.
Cable	ProFile	😊	Permite dar luz al proceso ya que una pieza no aparece en ProFile hasta que su ECN asociado llegue a nivel 8.
		😊	La repartición de las secciones del PPAP por fase resulta conveniente ya que permite una homogenización de las fases a nivel global.
		😊	La planificación e intercambio de comentarios directamente desde la plataforma web facilita la comunicación.
		😐	La validación de un documento mediante la introducción de una fecha da lugar a errores ya que todos los usuarios tienen acceso al campo de modificación de esa fecha.
		😐	Algunos elementos del listado están marcados de un asterisco (*) y están destacados frente a los demás en PMA. Aquellos elementos no coinciden con los requerimientos del cliente *Ford* Almussafes.
	PMA	😊	Resulta conveniente para todos los usuarios tener la información accesible desde el mismo lugar.
		😐	La información recopilada se encuentra en PMA, pero en diferentes pestañas, o en capas diferentes de la base de datos.
		☹	Los volúmenes de demanda semanal no se encuentran en PMA, el uso de GCP ha sido necesario.
		☹	No se puede generar PSW directamente desde PMA. Ha sido necesario rellenar la plantilla a mano.
Hardware kit	ProFile/PMA	☹	No aparece el kit ni sus componentes en ProFile, la homologación no se ha podido realizar con este sistema.

El contenido de la Tabla 25 nos permite hacer una primera conclusión tras haber implantado el sistema: no se ha logrado más del 50% de satisfacción del usuario con el sistema ProFile/PMA.

Una vez más se ha retrasado la fecha prevista de homologación y se necesitará una alerta para la entrada en producción. Se ha realizado un análisis de cumplimiento de requerimientos con el objetivo de corregir el fallo del sistema propuesto.

Refiriéndose a la Tabla 17, el requerimiento general ha sido cumplido, se dispone de dos herramientas: una base de datos para la realización del PPAP con el proveedor, y una herramienta que permite recopilar la información en un mismo lugar, lo que podría hacer pensar que las causas raíz han sido eliminadas.

Comparando el sistema verdadero con el esperado, se puede observar en la Tabla 26 que existen unos requerimientos funcionales que siguen no cumplidos (se han tachado los requerimientos cumplidos).

Tabla 26: Análisis de cumplimiento de requerimientos – Fuente: elaboración propia

Requerimiento	ID	Detalle	Estado
Una base de datos dedicada a los PPAPs	~~F11~~	~~Debe llevar un listado de las secciones del PPAP para que el proveedor pueda subir los documentos correspondientes.~~	✓
	F12	Debe contar con un espacio dedicado a la gestión de los kits. Los cálculos necesarios se deben realizar automáticamente.	✗
	~~F13~~	~~Debe ser diseñada para que el AQE sea el que dé por valido un documento mediante estatus (G-Y-R).~~	✓
	~~F14~~	~~Debe incluir un medio de planificación de homologación para cada pieza.~~	✓
	~~F15~~	~~Debe contar con un espacio previsto para dejar comentarios.~~	✓
	~~F16~~	~~Debe contar con un sistema de notificación al proveedor.~~	✓
Herramienta de gestión de *big data*	F21	Debe ser capaz de extraer información de las otras bases de datos (~~PLM~~, GCP, ~~*Webquote*, IMDS, nueva base de datos PPAP~~) para que toda la información requerida se encuentre en el mismo sitio.	✗
	F22	Lo faltante debe ser visible y el responsable identificable en una misma pantalla.	✗
	F23	Debe ser capaz de generar una PSW a partir de la información recopilada.	✗

7.4. Reevaluación de las causas raíz

Gracias a las observaciones realizadas por los AQEs y el análisis de cumplimiento de requerimientos, y con el objetivo de proponer mejoras del sistema, se ha reevaluado las causas raíz del problema global en el diagrama de Ishikawa de la Figura 15. Se puede ver el diagrama más ampliamente en el Anexo III: Diagramas de Ishikawa.

En la Tabla 27 se encuentra la leyenda del diagrama propuesto.

Tabla 27: Leyenda del diagrama Figura 15

Causa	La implantación del sistema no ha eliminado la causa.
~~Causa~~	La implantación del sistema ha eliminado o hecho obsoleto la causa.
Causa	La implantación del sistema ha generado la causa.

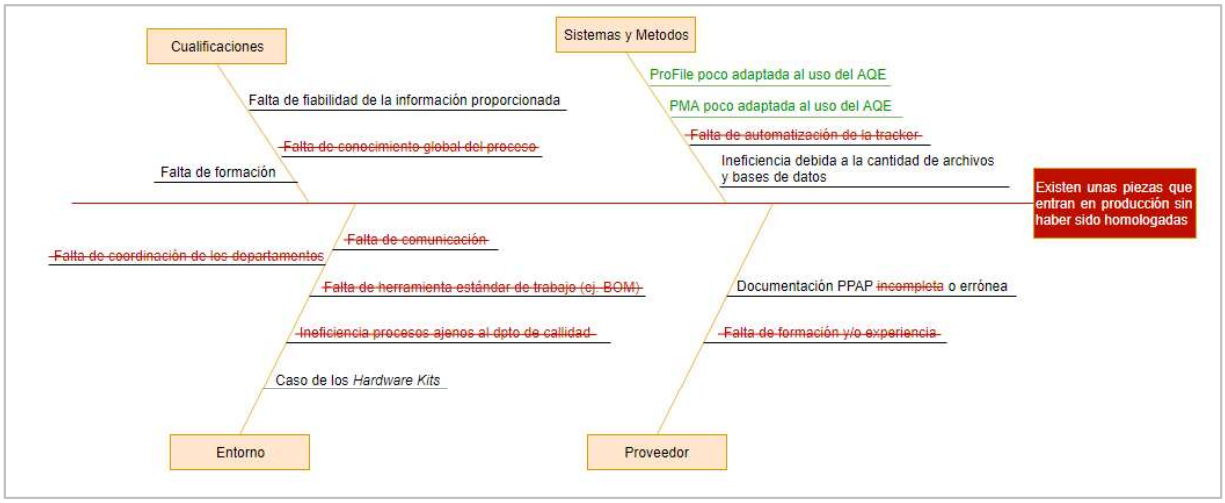


Figura 15: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) tras implantación del nuevo sistema – Fuente: elaboración propia

A partir del análisis de este diagrama, se puede concluir que las nuevas causas raíz del problema son las tres especificadas en la Tabla 28.

Tabla 28: Nuevas causas raíz del problema – Fuente: elaboración propia

ID	Causa raíz
CR20	Falta de adaptación del sistema a las necesidades del AQE
CR21	Falta de formación de las diferentes partes de interés sobre la finalidad de su trabajo y el proceso global de homologación de una pieza
CR22	Falta de un sistema diseñado para gestionar los kits, que también contaría con toda la información necesaria pero que además sería capaz de calcular los datos necesarios presentados más atrásmás atrás.

Comparando las nuevas causas raíz con las anteriores (ver Tabla 16), se puede concluir que el sistema ProFile/PMA propuesto por *Program Management* aporta una solución a la falta de un sistema global recopilando toda la información, pero todavía no está suficientemente adaptado al trabajo del AQE.

El resto de las causas raíz iniciales no han sido solucionadas por este sistema:

- La falta de formación no depende del sistema utilizado, como se ha comentado más atrás.
- Un sistema de gestión de kits sigue faltando.

7.5. Conclusiones

Este capítulo sirve para conocer el nuevo sistema para gestionar la homologación de las piezas. En él se ha presentado primero cuales son las piezas que se van a seguir para la implantación. Después, se ha explicado el funcionamiento de las dos nuevas herramientas, y se ha realizado la homologación de las piezas elegidas previamente. Para terminar, se ha realizado un análisis de cumplimiento de los requerimientos y tras haberse dado cuenta que el sistema no es satisfactorio, se han reevaluado las causas raíz del problema detectado.

Identificar las oportunidades de mejora y planificarlas son los siguientes pasos del presente trabajo.

8. Oportunidades de mejora y planificación

8.1. Introducción

En este capítulo, se pretende detectar cuales son las posibilidades de mejora a corto y largo plazo del sistema de gestión y de seguimiento de los PPAPs. Después, se procederá a la priorización de las oportunidades de mejora y se planificará el desarrollo del proyecto de mejora.

8.2. Posibles oportunidades de mejora

A continuación, basándose en el análisis de las causas raíz al problema general (ver Tabla 28), la Tabla 29 presenta un listado de las mejoras posibles.

Tabla 29: Oportunidades de mejora – Fuente: elaboración propia

ID	Titulo	Descripción
M1	**Adaptación ProFile/PMA a necesidades del AQE**	Mejorar el sistema hasta llegar a cumplir todos los requerimientos funcionales de la Tabla 26 y haber adaptado la herramienta al trabajo del AQE, se debe: - Poder elegir los elementos del PPAP valorados por un asterisco en ProFile. - Poder validar un documento mediante un botón OK/NOK en vez de usar la introducción de una fecha. - Debe ser capaz de gestionar la homologación de kits (ver Figura 11 y Figura 12) - Debe relacionar PMA con GCP. - Debe recopilar la información clave en una misma pantalla. - Debe ser capaz de generar una PSW. Ya que se trata de una herramienta global lo óptimo sería hacerla adaptable para que cada usuario pueda lograr el mejor uso de ella.
M2	**Formación general al PPAP**	Realizar un diagrama de flujo que permitirá dar luz al proceso con el nivel de detalle suficiente para que todas las partes involucradas de cerca o de lejos entiendan su influencia sobre los retrasos que aparecen en la homologación. Organizar una reunión con el *Program Manager* y la totalidad de los actores del proceso con los siguientes objetivos: - Aprovechar la reunión para empezar la creación de una dinámica de equipo, hacer entender que todo el mundo trabaja para lograr el mismo reto. - El diagrama de flujo debe servir de base para la homologación de todas las piezas en el futuro. - El diagrama de flujo debe servir de apoyo para la implantación de la mejora M1.
M3	**Sistema de gestión de kits**	**M31: Adaptación del sistema ProFile/PMA para que pueda gestionar homologación de kits** Ver M1.
		M32: Implementación de una herramienta capaz de gestionar homologación de kits. Diseñar una herramienta propia, que permitiría solucionar este problema a corto plazo y acelerar el proceso. Se puede implementar una macro que permitiría construir una tabla relacionando piezas con kits, especificando la cantidad de cada pieza en cada kit, tomando como entrada los BOMs de los kits disponibles en PLM. Incluir esta tabla en un archivo Excel tipo *tracker* permitirá realizar los cálculos requeridos.

8.3. Priorización de las oportunidades de mejora

Para poder priorizar las acciones que se van a llevar a cabo, se ha utilizado un diagrama PACE. Las acciones propuestas se han ordenado en razón a su dificultad e importancia de implantación en base a lo siguiente:

- La dificultad de implantación se ha valorado mediante **criterios subjetivos**, pero atiende a opiniones solidas de diferentes personas del departamento.
- La importancia se ha valorado **en función de la urgencia** que tiene cada mejora posible.

La Tabla 30 resume los criterios de dificultad e importancia de implantación para cada una de las oportunidades de mejora.

Tabla 30: Dificultad e importancia de implantación de las oportunidades de mejora – Fuente: elaboración propia

ID	Importancia de implantación	Dificultad de implantación
M1	Necesidad absoluta para el futuro a medio/largo plazo ya que se deberá usar este sistema para el siguiente lanzamiento.	Difícil: las tareas administrativas superan las técnicas para implantar esta mejora (ver planificación más adelante).
M2	Imprescindible antes de la mejora de cualquier sistema.	Fácil: la resistencia al cambio es el problema principal que se podría encontrar.
M3	Prioridad impuesta por el cliente ya que no se ha llegado a firmar ningún kit desde el lanzamiento de los programas CD391 y CD4.2. Fecha de cierre prevista: 31 de septiembre del 2019.	**M31**: Difícil ya que no depende del equipo de AQE ni del departamento de IT de la planta (ver M1).
		M32: Relativamente fácil ya que se puede implementar directamente desde la planta, por alguien familiarizado con los requerimientos que ha de tener el sistema. Las capacidades de programación adquiridas a lo largo del máster MUII facilitan la implementación e implantación.

A partir de la Tabla 30, se ha realizado el diagrama de PACE de la Figura 16.

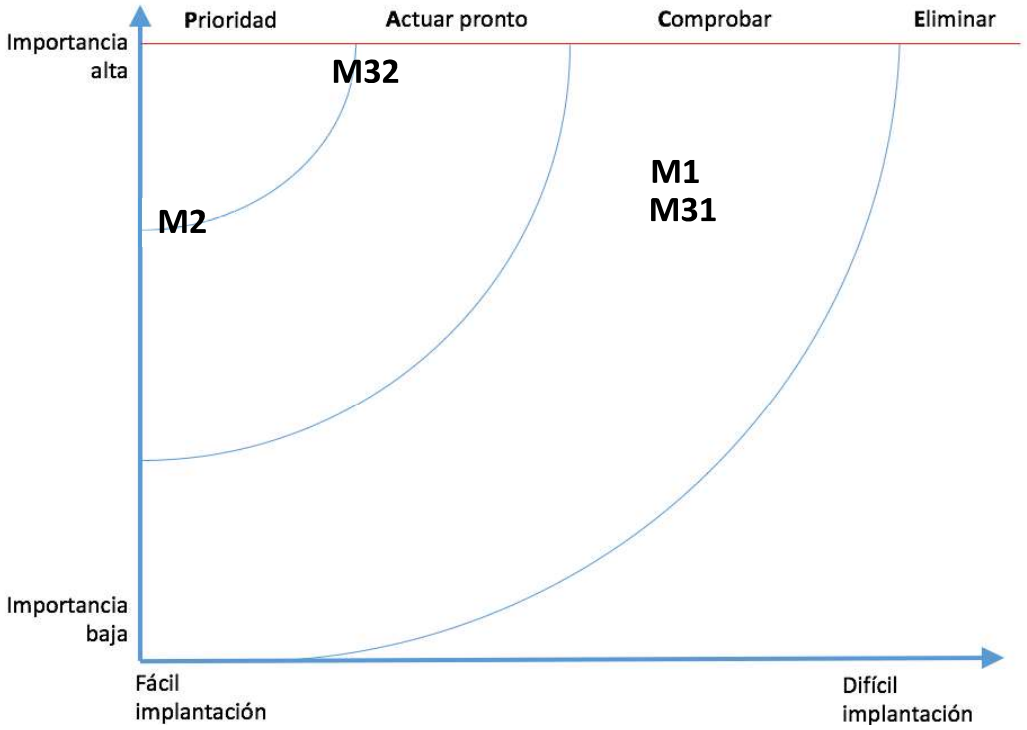


Figura 16: Diagrama PACE con las posibles opciones de mejora

A partir de este diagrama, se puede realizar la priorización de las oportunidades de mejora. Se ha especificado en la Tabla 31.

Tabla 31: Priorización de las oportunidades de mejora – Fuente: elaboración propia

Clasificación	Mejora	Plazo
1	M32	Corto
2	M2	Corto
3	M1 + M31	Medio/Largo

8.4. Planificación del proyecto de mejora

En base a la priorización de las oportunidades de la Tabla 31, se ha planificado más en detalle lo que se va a hacer, y cuando se va a hacer para cada una de las oportunidades de mejora.

A continuación, se ha desarrollado la planificación de cada una de las mejoras.

8.4.1. M32: Implementación de una herramienta capaz de gestionar la homologación de kits.

A continuación, la Tabla 32Tabla 33 explicita el detalle de la planificación de la mejora M32 y detalla los distintos modos de fallo probables, sus acciones de contingencia y el responsable de cada etapa.

Tabla 32: Descomposición del proceso de mejora M32 – Fuente: elaboración propia

M32: Implementación e implantación de una herramienta de gestión de homologación de kits		
M32-1	Tarea	Análisis previo de los requerimientos a imponer.
	Descripción	Se propondrá un índice de la reunión que tendrá lugar con el equipo de calidad avanzada para que sea la más productiva posible.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	Etienne Buriez
M32-2	Tarea	Reunión con el equipo de AQEs para definir el detalle de los requerimientos.
	Descripción	Se definirá la totalidad de los requerimientos funcionales que ha de cumplir el sistema.
	Modos de fallo posibles	Muchos requerimientos, algunos de ellos contradictorios entre sí.
	Plan de contingencia	Plantearse el efecto de cada funcionalidad sobre el resto del sistema.
	Responsable	Etienne Buriez AQEs
M32-3	Tarea	Propuesta de primera versión y análisis de cumplimiento de los requerimientos.
	Descripción	Se implementará el sistema y se comprobará que cumple con todos los requerimientos.
	Modos de fallo posibles	Dificultades para cumplir los requerimientos.
	Plan de contingencia	Revisar los requerimientos, proponer soluciones equivalentes.
	Responsable	Etienne Buriez
M32-4	Tarea	Simulación de situaciones reales.
	Descripción	Se realizarán simulaciones para comprobar la robustez del sistema frente a situaciones probables.
	Modos de fallo posibles	El sistema no reacciona correctamente frente a algunas situaciones.
	Plan de contingencia	Corregir el diseño, revisar los requerimientos, proponer una nueva versión.
	Responsable	Etienne Buriez
M32-5	Tarea	Realización de iteraciones de test y corrección hasta llegar al cumplimiento.
	Descripción	Se realizarán iteraciones de test y corrección del sistema hasta que sea capaz de reaccionar adecuadamente frente a todas las situaciones posibles.

	Modos de fallo posibles	Es imposible llegar a cumplir todos los requerimientos.
	Plan de contingencia	Revisar los requerimientos, proponer soluciones equivalentes.
	Responsable	Etienne Buriez
M32-6	Tarea	Desarrollo de la interfaz y propuesta de la versión final.
	Descripción	Se realizará una interfaz sencilla y eficiente para el uso de los AQEs.
	Modos de fallo posibles	Dificultad de sintetizar la cantidad de información requerida.
	Plan de contingencia	Proponer una leyenda de la interfaz.
	Responsable	Etienne Buriez
M32-7	Tarea	Realización del manual de uso del sistema.
	Descripción	Se desarrollará un manual explicitando el funcionamiento del sistema.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	Etienne Buriez
M32-8	Tarea	Formación de los AQEs al uso del nuevo sistema.
	Descripción	Se presentará en una reunión el sistema desarrollado, así como el manual de uso, al equipo de calidad avanzada. Se realizarán simulaciones de situaciones reales para que los miembros del equipo vean el funcionamiento en directo.
	Modos de fallo posibles	El sistema no funciona como debería durante la reunión
	Plan de contingencia	Analizar el fallo y planificar corrección.
	Responsable	Etienne Buriez
M32-9	Tarea	Implantación del sistema para la realización del PPAP de los Hardware kits.
	Descripción	Se utilizará el sistema para realizar el seguimiento de la evolución de los Hardware kits y llegar a la homologación.
	Modos de fallo posibles	Se contempla retraso otra vez en la homologación
	Plan de contingencia	Analizar caso en concreto para saber si el retraso viene del departamento de calidad avanzada; en caso de que si volver a ejecutar los pasos anteriores para elaborar un mejor sistema.
	Responsable	Etienne Buriez

Gracias a la herramienta Project, se ha realizado la planificación de la mejora M32. La Tabla 33 y la Figura 17 reflejan dicha planificación. La duración de cada una de las tareas se ha estimado de manera subjetiva,

teniendo en cuenta la carga de trabajo externo al proyecto de mejora que tienen los responsables de cada etapa.

Tabla 33: Planificación de la mejora M32 con MS Project – Fuente: elaboración propia

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora
M32	**Diseño e implantación de una herramienta de gestión de homologación de kits**	**98 días**	**lun 15/04/19**	**mar 24/09/19**	
M32-1	Análisis previo de los requerimientos a imponer	10 días	lun 15/04/19	vie 26/04/19	
M32-2	Reunión con el equipo de AQEs para definir el detalle de los requerimientos	2 días	lun 29/04/19	mar 30/04/19	M32-1
M32-3	Propuesta de primera versión y análisis de cumplimiento de los requerimientos	7 días	jue 02/05/19	vie 10/05/19	M32-2
M32-4	Simulación de situaciones reales	7 días	lun 13/05/19	mar 21/05/19	M32-3
M32-5	Realización de iteraciones de test y corrección hasta llegar al cumplimiento	20 días	mié 22/05/19	mar 18/06/19	M32-4
M32-6	Desarrollo de la interfaz y propuesta de la versión final	7 días	mié 19/06/19	vie 28/06/19	M32-5
M32-7	Realización del manual de uso del sistema	7 días	lun 01/07/19	mar 09/07/19	M32-6
M32-8	Formación de los AQEs al uso del nuevo sistema	4 días	mié 10/07/19	mié 17/07/19	M32-7
M32-9	Implantación del sistema para la realización del PPAP de los Hardware kits	45 días	lun 01/07/19	mar 24/09/19	M32-6

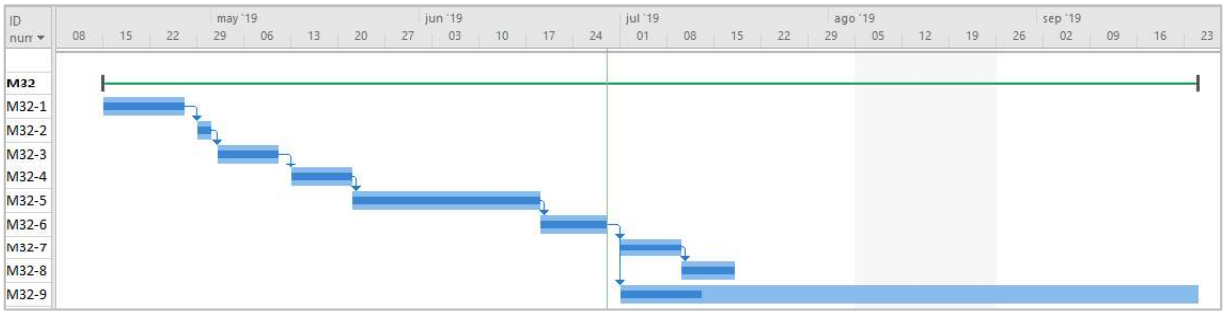


Figura 17: Diagrama de Gantt mejora M32 – Fuente: elaboración propia

8.5. M2: Formación general al PPAP

A continuación, la Tabla 34 explicita el detalle de la planificación de la mejora M2 y detalla los distintos modos de fallo probables, sus acciones de contingencia y el responsable de cada etapa.

Tabla 34: Descomposición del proceso de mejora M2 – Fuente: elaboración propia

M2: Formación general al PPAP		
M2-1	Tarea	Análisis detallado de todas las partes involucradas y solicitud de diagrama de proceso interno.
	Descripción	Se realizará un análisis detallado del proceso y de las partes aportando información necesaria y se pedirá a dichas partes la realización de un diagrama de proceso interno.
	Modos de fallo posibles	Información obtenida errónea. Resistencia a compartir información
	Plan de contingencia	Conseguir información de distintas fuentes. Explicar objetivo global.
	Responsable	Etienne Buriez *Program Manager*
M2-2	Tarea	Realización de un diagrama de flujo inicial de los macroprocesos.
	Descripción	Se definirá una primera versión del diagrama de flujo del proceso global entero.
	Modos de fallo posibles	Errores de apreciación del proceso global.
	Plan de contingencia	Pedir opinión del equipo de calidad avanzada.
	Responsable	Etienne Buriez AQEs
M2-3	Tarea	Realización del diagrama de flujo final tras correcciones.
	Descripción	Se realizará el diagrama de flujo final que servirá de ilustración oficial del proceso estándar de homologación de una pieza tras correcciones con el equipo de AQEs.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	Etienne Buriez
M2-4	Tarea	Consolidación del diagrama integrando los subprocesos.
	Descripción	A partir del diagrama de flujo inicial realizado por E. Buriez y los AQEs que tienen la visión global del final de la cadena, se añadirá los diferentes subprocesos de las partes involucradas.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	*Program Manager*
M2-5	Tarea	Planificación de una reunión con todas las partes de interés.
	Descripción	Se organizará una reunión con el Program Manager y las personas implicadas en el proceso de los distintos

		departamentos para presentarles el diagrama y explicarles el proceso.
	Modos de fallo posibles	Ausencia elemento importante de algún departamento.
	Plan de contingencia	Buscar otra fecha/hora, si imposible convocar a equivalente o jefe de departamento.
	Responsable	*Program Manager*
M2-6	Tarea	Reunión por Skype Empresarial dirigida por el *Program Manager* compartir el proceso con los asistentes.
	Descripción	Se expondrá el diagrama para dar luz sobre un proceso global demasiado desconocido, repondrá las dudas, y se abrirá a cualquier modificación del diagrama sugerida por un asistente.
	Modos de fallo posibles	Una persona de un departamento no está de acuerdo con su parte del proceso.
	Plan de contingencia	Modificar directamente u organizar una reunión privada más tarde para resolver los conflictos.
	Responsable	*Program Manager*
M2-7	Tarea	Uso del nuevo diagrama con la siguiente pieza que se deberá homologar.
	Descripción	Se pedirá al Program Manager que lo tenga en cuenta para cualquier tipo de planificación que hace con el cliente para la siguiente pieza que se homologará.
	Modos de fallo posibles	Resistencia al cambio.
	Plan de contingencia	Insistir sobre el hecho de que muchas piezas no llegan a homologarse antes de entrar en producción porque no se tiene en cuenta la totalidad del proceso.
	Responsable	*Program Manager*
M2-8	Tarea	Comprobación de la eficiencia y definición plan de acción.
	Descripción	Comprobar si, teniendo en cuenta todos los pasos del proceso, el orden en que suceden y cuánto tarda cada uno de ellos, se consigue realizar una mejor planificación y homologar una pieza a tiempo.
	Modos de fallo posibles	Se contempla retraso otra vez en la homologación.
	Plan de contingencia	Analizar caso en concreto para saber si el retraso se debe exclusivamente a la planificación; en caso de que si volver a ejecutar los pasos anteriores para elaborar un mejor diagrama.
	Responsable	AQEs *Program Manager*

Gracias a la herramienta Project, se ha realizado la planificación de la mejora M2. La Tabla 35 y la Figura 18 reflejan dicha planificación. La duración de cada una de las tareas se ha estimado de manera subjetiva, teniendo en cuenta la carga de trabajo externo al proyecto de mejora que tienen los responsables de cada etapa.

Tabla 35: Planificación de la mejora M2 con MS Project – Fuente: elaboración propia

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora
M2	**Formación general al PPAP**	**104 días**	**lun 29/04/19**	**mié 16/10/19**	
M2-1	Análisis detallado de todas las partes involucradas y solicitud de diagrama de proceso interno	20 días	lun 29/04/19	lun 27/05/19	
M2-2	Realización de un diagrama de flujo inicial de los macroprocesos	7 días	mar 28/05/19	mié 05/06/19	M2-1
M2-3	Realización del diagrama de flujo final tras correcciones	10 días	lun 03/06/19	vie 14/06/19	M2-2FC-3 días
M2-4	Consolidación del diagrama integrando los subprocesos	7 días	lun 17/06/19	mié 26/06/19	M2-3
M2-5	Planificación de una reunión con todas las partes de interés	7 días	jue 27/06/19	vie 05/07/19	M2-4
M2-6	Reunión por Skype Empresarial dirigida por el *Program Manager* compartir el proceso con los asistentes	1 día	lun 08/07/19	lun 08/07/19	M2-5
M2-7	Uso del nuevo diagrama con la siguiente pieza que se deberá homologar	45 días	mar 09/07/19	mié 02/10/19	M2-6
M2-8	Comprobación de la eficiencia y definición plan de acción	10 días	jue 03/10/19	mié 16/10/19	M2-7

Figura 18: Diagrama de Gantt mejora M2 – Fuente: elaboración propia

8.5.1. M1 + M31: Adaptación del sistema ProFile/PMA a las necesidades del AQE

A continuación, la Tabla 36 explicita el detalle de la planificación de la mejora M1 y detalla los distintos modos de fallo probables, sus acciones de contingencia y el responsable de cada etapa.

Tabla 36: Descomposición del proceso de mejora M1+M31 – Fuente: elaboración propia

M1 + M31: Adaptación ProFile/PMA a necesidades del AQE		
M1-1	Tarea	Realización de un listado de ineficiencias actuales.
	Descripción	Se recopilarán todos los inconvenientes, fallos e ineficiencias actuales del sistema en una lista.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	EB
M1-2	Tarea	Validación de las ineficiencias.
	Descripción	Se realizará una investigación para asegurarse que lo que se considera ineficiencia desde el punto de vista del AQE lo es también para el resto de los usuarios.
	Modos de fallo posibles	Un inconveniente para el AQE puede ser una ventaja por otro usuario.
	Plan de contingencia	Reevaluar listado de ineficiencias, proponer compromisos.
	Responsable	AQEs *Program Manager* Usuarios locales ProFile/PMA
M1-3	Tarea	Relleno de una hoja de mejora con la lista final de los elementos a mejorar.
	Descripción	Se rellenará una hoja de mejora con el listado final de elementos a mejorar para iniciar el proceso administrativo de propuesta de mejora de un sistema global.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	AQEs *Program Manager*
M1-4	Tarea	Proceso administrativo interno de análisis de propuesta de mejora.
	Descripción	Se esperará la sentencia de las partes encardas de la evaluación de la mejora. Es un proceso largo ya que se deben sondear las otras ubicaciones de la empresa que están usando el sistema.
	Modos de fallo posibles	-
	Plan de contingencia	-
	Responsable	Entidad de gestión de sistemas globales (USA)
M1-5	Tarea	Implementación de las mejoras aprobadas.
	Descripción	Se modificará el programa de los sistemas para implementar las mejoras que han sido aprobadas.

	Modos de fallo posibles	No se pueden cumplir ciertos requerimientos por motivo técnico.
	Plan de contingencia	Revisar requerimientos, proponer soluciones equivalentes.
	Responsable	Departamento IT (USA)
M1-6	Tarea	Implantación de las mejoras implementadas.
	Descripción	Se implantará primero localmente para probar el efecto de la mejora sobre el sistema, y a continuación se implantarán las mejoras globalmente.
	Modos de fallo posibles	Los requerimientos no se han logrado.
	Plan de contingencia	Corregir programa, revisar requerimientos.
	Responsable	Departamento IT (USA)
M1-7	Tarea	Implantación del sistema con el nuevo lanzamiento.
	Descripción	Se usará ProFile/PMA para la homologación de todas las piezas del nuevo lanzamiento.
	Modos de fallo posibles	Se sigue retrasando una cantidad elevada de PPAPs.
	Plan de contingencia	Analizar causas raíz, establecer planes de acción.
	Responsable	AQEs Actores proceso de homologación *Program Manager*

Gracias a la herramienta Project, se ha realizado la planificación de la mejora M1. La Tabla 37Tabla 35 y la Figura 19 reflejan dicha planificación. La duración de cada una de las tareas se ha estimado de manera subjetiva, teniendo en cuenta la carga de trabajo externo al proyecto de mejora que tienen los responsables de cada etapa.

Tabla 37: Planificación de la mejora M1 con MS Project – Fuente: elaboración propia

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora
M1	**Adaptación del sistema ProFile/PMA a las necesidades del AQE**	**410 días**	**lun 18/03/19**	**jue 05/11/20**	
M1-1	Realización de un listado de ineficiencias actuales	20 días	lun 18/03/19	vie 12/04/19	
M1-2	Validación de las ineficiencias	75 días	lun 15/04/19	jue 01/08/19	M1-1
M1-3	Relleno de una hoja de mejora con la lista final de los elementos a mejorar	5 días	vie 02/08/19	jue 29/08/19	M1-2
M1-4	Proceso administrativo interno de análisis de propuesta de mejora	180 días	vie 30/08/19	jue 07/05/20	M1-3
M1-5	Implementación de las mejoras aprobadas	40 días	vie 08/05/20	jue 02/07/20	M1-4
M1-6	Implantación de las mejoras implementadas	45 días	vie 03/07/20	jue 03/09/20	M1-5
M1-7	Implantación del sistema con el nuevo lanzamiento	45 días	vie 04/09/20	jue 05/11/20	M1-6

Figura 19: Diagrama de Gantt mejora M1 – Fuente: elaboración propia

8.5.2. Visión global del proyecto de mejora

La Tabla 38 y la Figura 20 presentan el resultado de la planificación del proyecto. Se tratará de un proyecto de 410 días que debería terminarse al principio del mes de noviembre de 2020.

Las mejoras M32 y M2 se acabarán alrededor de mes de octubre del año 2019, ya que son mejoras a corto plazo como lo estipula la Tabla 31. La mejora M1 es el verdadero objetivo que se debe cumplir a largo plazo.

Tabla 38: Visión global de la planificación del proyecto de mejora – Fuente: elaboración propia

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
	Planificación del proyecto de mejora	**410 días**	**lun 18/03/19**	**jue 05/11/20**
M32	**Diseño e implantación de una herramienta de gestión de homologación de kits**	**98 días**	**lun 15/04/19**	**mar 24/09/19**
M2	**Formación general al PPAP (corto/medio plazo)**	**104 días**	**lun 29/04/19**	**mié 16/10/19**
M1	**Adaptación del sistema ProFile/PMA a las necesidades del AQE**	**410 días**	**lun 18/03/19**	**jue 05/11/20**

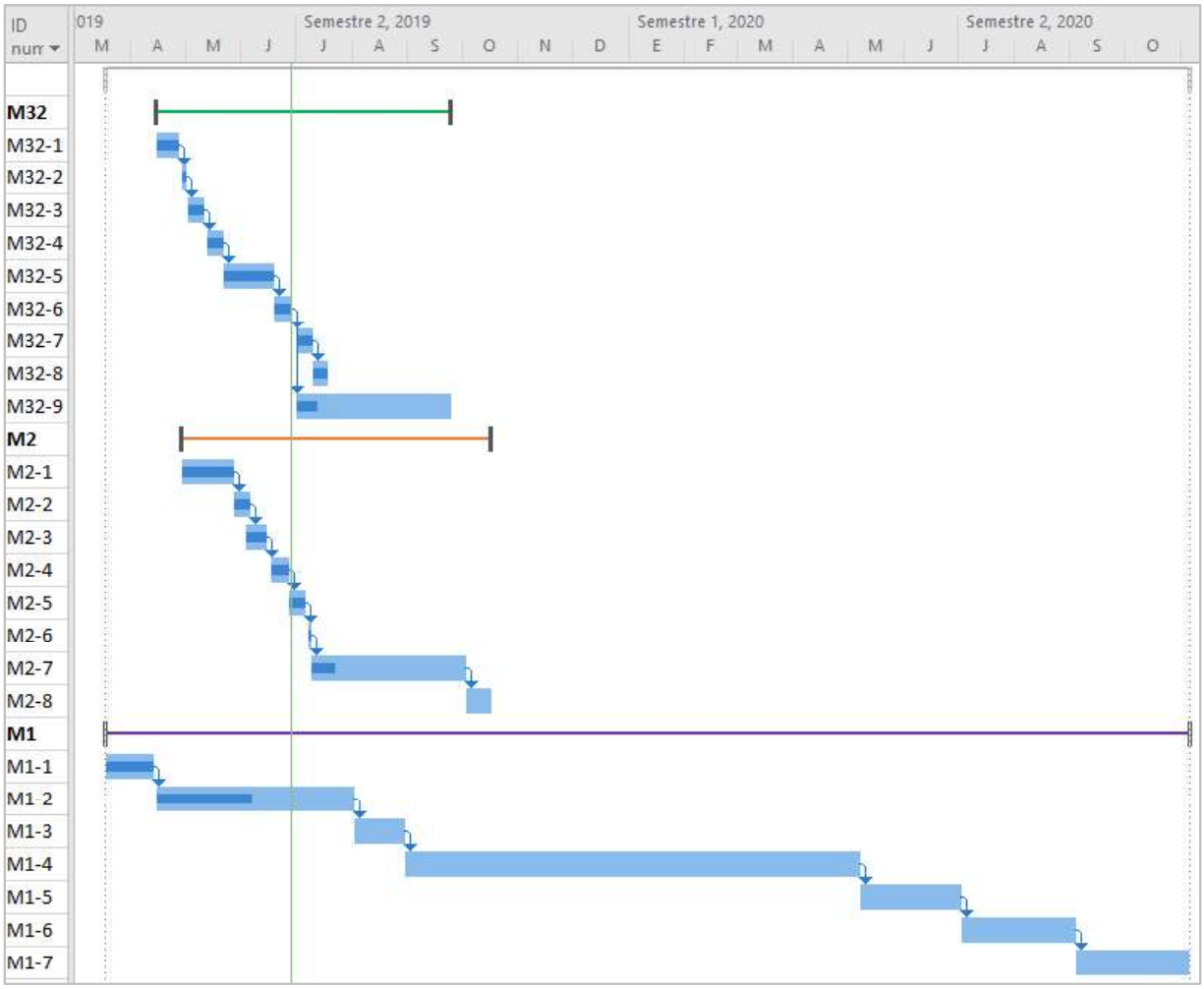


Figura 20: Diagrama de Gantt global del proyecto de mejora – Fuente: elaboración propia

8.6. Conclusiones

Este capítulo sirve para identificar las oportunidades de mejora del sistema implantado. Se han detectado tres oportunidades de mejora principales, se han priorizado las mismas y a partir de los datos obtenidos se ha realizado la planificación del proyecto de mejora.

A continuación, se presentará la realización de las tareas asignadas de las oportunidades de mejora a corto plazo.

9. Desarrollo e implantación de las mejoras a corto plazo

9.1. Introducción

En este apartado se desarrollarán las tareas asignadas al autor del presente trabajo para la implantación de mejoras a corto plazo. En primer lugar, se seguirán las etapas para llegar al desarrollo y la implantación de un sistema para gestionar kits (M32). En segundo lugar, se realizarán las fases a corto plazo de la formación general al PPAP (M2).

9.2. Propuesta de herramienta de gestión de homologación de los *Hardware Kits*

Se ha diseñado un archivo Excel capaz de gestionar la homologación de los kits. Siendo un archivo Excel, no es compatible con el sistema ProFile/PMA. El objetivo es proporcionar una solución rápida y eficaz para poder homologar cuantos kits como sea posible antes de la fecha prevista por el cliente.

Gracias a los conocimientos de programación adquiridos durante la carrera y al soporte adicional del libro "Modelado y resolución de problemas de organización industrial mediante programación matemática lineal" (José Pedro García Sabater, Julien Maheut, 2015), se ha implementado una macro en *visual basic*. El requerimiento de esta herramienta se ha especificado más atrás en la Tabla 29. A continuación, se presentará la versión final obtenida a la lo largo del proceso de implementación, usando extractos del manual de uso que se ha realizado.

9.2.1. Diseño físico de la herramienta

Se ha elegido conservar el formato actual de una *tracker*. Aunque algunas columnas estén obsoletas, se ha considerado oportuno quedarse con un formato al que los AQEs están acostumbrados para facilitar su formación de los AQEs.

Ya que se tienen que homologar ambos piezas y kits, **se necesita una línea para cada pieza y para cada kit** para poder realizar el seguimiento de la información correspondiente gracias a la información presente en cada columna. Se ha decidido partir la hoja en dos partes, **en las líneas de arriba aparecerán las piezas, y en las de abajo los kits**. Se puede observar esta repartición en la Ilustración 44.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
LEAR PART	LEAR SUFFIX	PART DESCRIPTION	SUPPLIER	FORD PREFIX	FORD BASE	Latest Part Suffix WERS	Latest Part Suffix LEAR	PPAP status A: approved R: rejected U: upsufixed Y: Yearly reval. (ONLY SUBCOMP)
L0010009	AA02	NUT, M6	TR FASTENINGS LTD	-	W520101		S437	R
L0079880	AA01	SCREW - PLASTIC TAPPING, M4x1.46x10 (DELTA PT)	TR FASTENINGS LTD	-	W506942		S424	R
L0284983	AA01	BOLT/SCREW - MACHINE, M10x1.5x14.4	TR FASTENINGS LTD	-	W715828		S437	R
KITS								
L0481875	AC03	Hardware KIT FRT ST (2WM) Pass E	-	DS73	F600E50		M8	R
L0306029	AB03	Hardware KIT FRT ST (4WMHwML) Pass E / RHD Driver E	-	DS73	F600E50		CE	R
L0481876	AC03	Hardware KIT FRT ST (10WP) Pass C, E	-	DS73	F600E50		NC	R

Ilustración 44: Nueva tracker separando piezas y kits – Fuente: elaboración propia

En cada una de las columnas, se ha colocado un guion y se ha sombreado la celda de color gris cuando este campo no aplica al elemento al cual se dedica la línea: por ejemplo, no existe ningún proveedor de kit (ver columna D en la Ilustración 44). Esta estandarización sirve de **poka-yoke visual y permite al AQE ver directamente lo que se tiene que rellenar o no**.

Se han añadido columnas al final del archivo Excel, para crear la "tabla principal" que se puede observar en la Ilustración 45. La tabla principal permite conocer cuál es la cantidad que se usa de cada pieza en cada kit, el objetivo es conseguir rellenar esta tabla automáticamente.

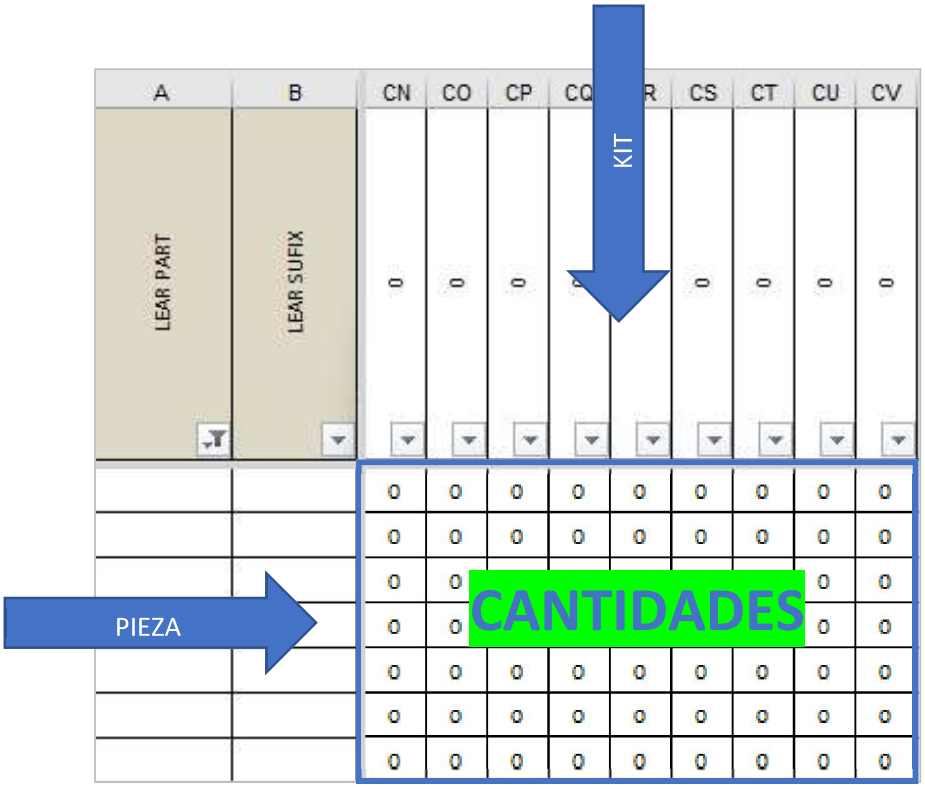


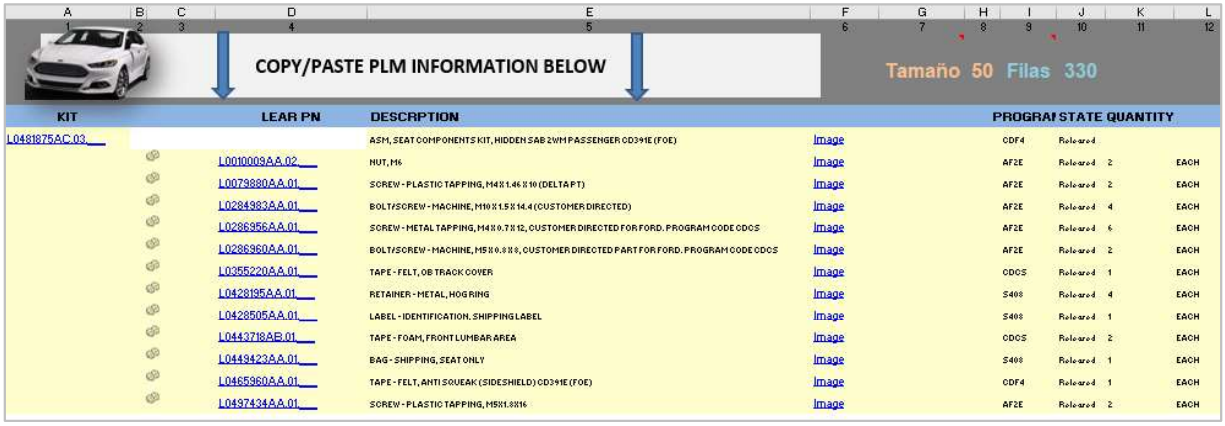
Ilustración 45: Tabla principal cantidad pieza/kit – Fuente: elaboración propia

9.2.2. Diseño funcional de la herramienta

Se ha diseñado un programa capaz de rellenar la tracker con los diferentes componentes y los diferentes kits. Para ello, se ha utilizado el lenguaje *Visual Basic*.

El objetivo es que sea capaz de **extraer la información necesaria solamente a partir del BOM disponible en PLM.** Se ha decidido dedicar otra pestaña al tratamiento de la información para evitar la sobrecarga de la primera. Así pues, la pestaña principal se llamará "***HW PPAP TRACKING"*** y la nueva pestaña en la cual trabajará la macro "***HW PLM***".

Pestaña HW PLM



KIT	LEAR PN	DESCRIPTION		PROGRAM	STATE	QUANTITY	
L0481875AC03		ASM, SEAT COMPONENTS KIT, HIDDEN SAB 2WM PASSENGER CD391E (FOE)	Image	CDF4	Released		
	L0010009AA02	NUT, M6	Image	AF2E	Released	2	EACH
	L0079880AA01	SCREW - PLASTIC TAPPING, M4X1.46X10 (DELTA PT)	Image	AF2E	Released	2	EACH
	L0284983AA01	BOLT/SCREW - MACHINE, M10X1.5X14.4 (CUSTOMER DIRECTED)	Image	AF2E	Released	4	EACH
	L0286956AA01	SCREW - METAL TAPPING, M4X0.7X12, CUSTOMER DIRECTED FOR FORD. PROGRAM CODE CDCS	Image	AF2E	Released	6	EACH
	L0286960AA01	BOLT/SCREW - MACHINE, M8X1.8X8, CUSTOMER DIRECTED PART FOR FORD. PROGRAM CODE CDCS	Image	AF2E	Released	2	EACH
	L0355220AA01	TAPE - FELT, OB TRACK COVER	Image	CDCS	Released	1	EACH
	L0428195AA01	RETAINER - METAL, HOG RING	Image	S408	Released	4	EACH
	L0428505AA01	LABEL - IDENTIFICATION, SHIPPING LABEL	Image	S408	Released	1	EACH
	L0443718AB01	TAPE - FOAM, FRONT LUMBAR AREA	Image	CDCS	Released	2	EACH
	L0449423AA01	BAG - SHIPPING, SEAT ONLY	Image	S408	Released	1	EACH
	L0465960AA01	TAPE - FELT, ANTI SQUEAK (SIDESHIELD) CD391E (FOE)	Image	CDF4	Released	1	EACH
	L0497434AA01	SCREW - PLASTIC TAPPING, M5X1.8X16	Image	AF2E	Released	2	EACH

Ilustración 46: Pestaña HW PLM. Copiar/Pegar BOM directamente desde PLM – Fuente: elaboración propia

CLICK HERE TO UPDATE TRACKER

KIT	KIT LEVEL	COMP	QUANTITY
L0481875	AC03	0	L0481875
		L0010009 AA02	2
		L0079880 AA01	2
		L0284983 AA01	4
		L0286956 AA01	6
		L0286960 AA01	2
		L0355220 AA01	1
		L0428195 AA01	4
		L0428505 AA01	1
		L0443718 AB01	2
		L0449423 AA01	1
		L0465960 AA01	1
		L0497434 AA01	2
0		0	0
0		0	0
L0306029	AB03	0	L0306029
		L0010009 AA02	2
		L0079880 AA01	2

	AC03	AB03	AC03	AE03	AE03	AC03
	L0481875	L0306029	L0481876	L0306030	L0306031	L0306032
L0010009 AA02	2	2	2	2	2	2
L0079880 AA01	2	2	2	2	2	2
L0284983 AA01	4	4	4	4	4	4
L0286956 AA01	6	6	6	6	6	6
L0286960 AA01	2	4	2	2	2	2
L0355220 AA01	1	1	1	1	1	1
L0428195 AA01	4	4	4	4	4	4
L0428505 AA01	1	1	1	1	1	1
L0443718 AB01	2	2	2	2	2	2
L0449423 AA01	1	1	1	1	1	1
L0465960 AA01	1					
L0497434 AA01	2	2	2	9	13	6
L0286959 AA01		2				
L0286958 AA01			4	4	4	4
L0524769 AA01			1			1

Ilustración 47: Pestaña HW PLM. Extraer información del BOM y crear la tabla segundaria – Fuente: elaboración propia

Las Ilustración 46 e Ilustración 47 permiten ver la organización de la pestaña HW PLM. Se ha dedicado una primera parte para poder **pegar la información directamente extraída de la base de datos**: contiene el *part number*, el nivel y la descripción del kit, la misma información para cada una de las piezas que componen dicho kit, así como la cantidad que se usa de cada una.

La segunda parte de la pestaña que se observa en la Ilustración 47 sirve para extraer la información requerida para la ejecución de la macro. Una vez la información extraída, se obtiene una lista larga de cada kit y de su composición: piezas y cantidad de cada una de ellas.

Ejecutar la macro permite construir la tabla segundaria: es equivalente la tabla principal, con los componentes en filas y los kits en columnas, y la cantidad de cada componente en cada kit en la tabla. Es necesario trabajar con dos tablas diferentes para que el programa pueda siempre sobrescribir en una, y

que el AQE pueda conservar la trazabilidad de los cambios en la otra. El contenido de la macro se encuentra en el Anexo VI: Programa de la herramienta Excel de gestión de homologación de kits.

Pestaña HW PPAP TRACKING

Tras haber obtenido la tabla segundaria, el programa lee la tabla principal y si compara las dos tablas. Si encontrara alguna información más en la tabla segundaria, añadiría los nuevos elementos (componente o kit) en la tabla principal, la cual se rellenará a partir de fórmulas. Nunca el programa borraría algo en la tabla principal, aunque contenga información obsoleta.

CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG
QUANTITY PART/KIT																			
AC03	AB03	AC03	AE03	AE03	AC03	AB03	AC03	AC03	AE03	AE03	AC03	AA06	AA06	AA02	AA02	AE04	AE04	AE04	AE04
L0481875	L0306029	L0481876	L0306030	L0306031	L0306032	L0306041	L0481880	L0481881	L0306042	L0481877	L0481878	L0299219	L0311984	L0332345	L0685482	L0306030	L0306031	L0306042	L0481877
0	0	0	4	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	4	6	6	6
0	0	0	6	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	6	6	6	6
0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Ilustración 48: Pestaña HW PPAP Tracking. Tabla principal rellenada – Fuente: elaboración propia

Con el objetivo que la herramienta sea fácil de usar y visual, el programa no borra nada en la tabla principal, pero es capaz de colorear los kits que han sufrido un cambio, subrayando cual es el cambio dentro de la tabla en amarillo. En el ejemplo de la Ilustración 48, se ha eliminado una misma pieza de cuatro kits diferentes, con lo cual la cantidad de esta pieza pasa a ser cero y los kits en cuestión han subido de nivel.

El siguiente paso que debe ser capaz de realizar la herramienta es el cálculo relativo a los volúmenes semanales, especificado más atrás en la Figura 12. La Figura 21 representa los pasos que se deben seguir con la nueva herramienta para conseguir la PSW de un kit.

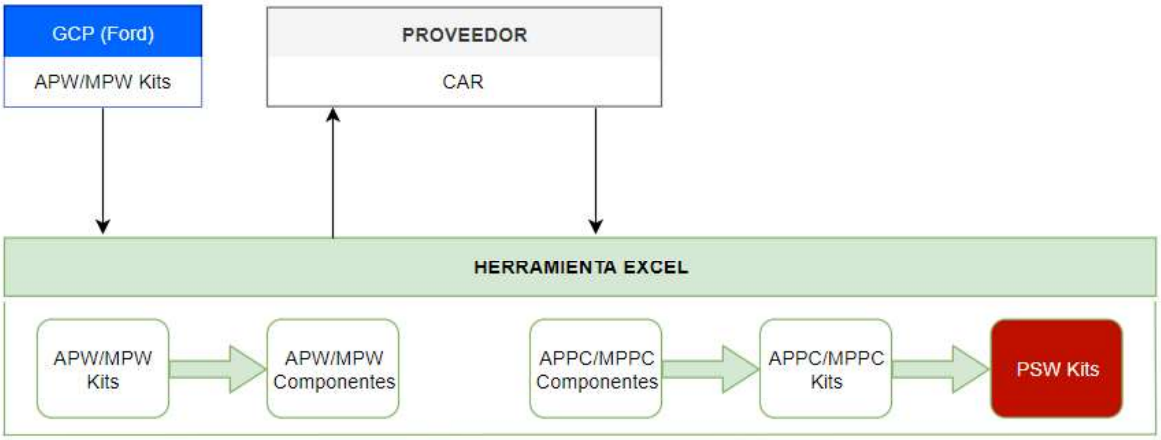


Figura 21: Etapas de funcionamiento de la herramienta acerca de la gestión de los volúmenes semanales – Fuente: elaboración propia

Este flujo de información se reflejará en la herramienta como se observa en la Ilustración 49. A continuación, se detallará en detalle cada uno de los pasos en la Tabla 39.

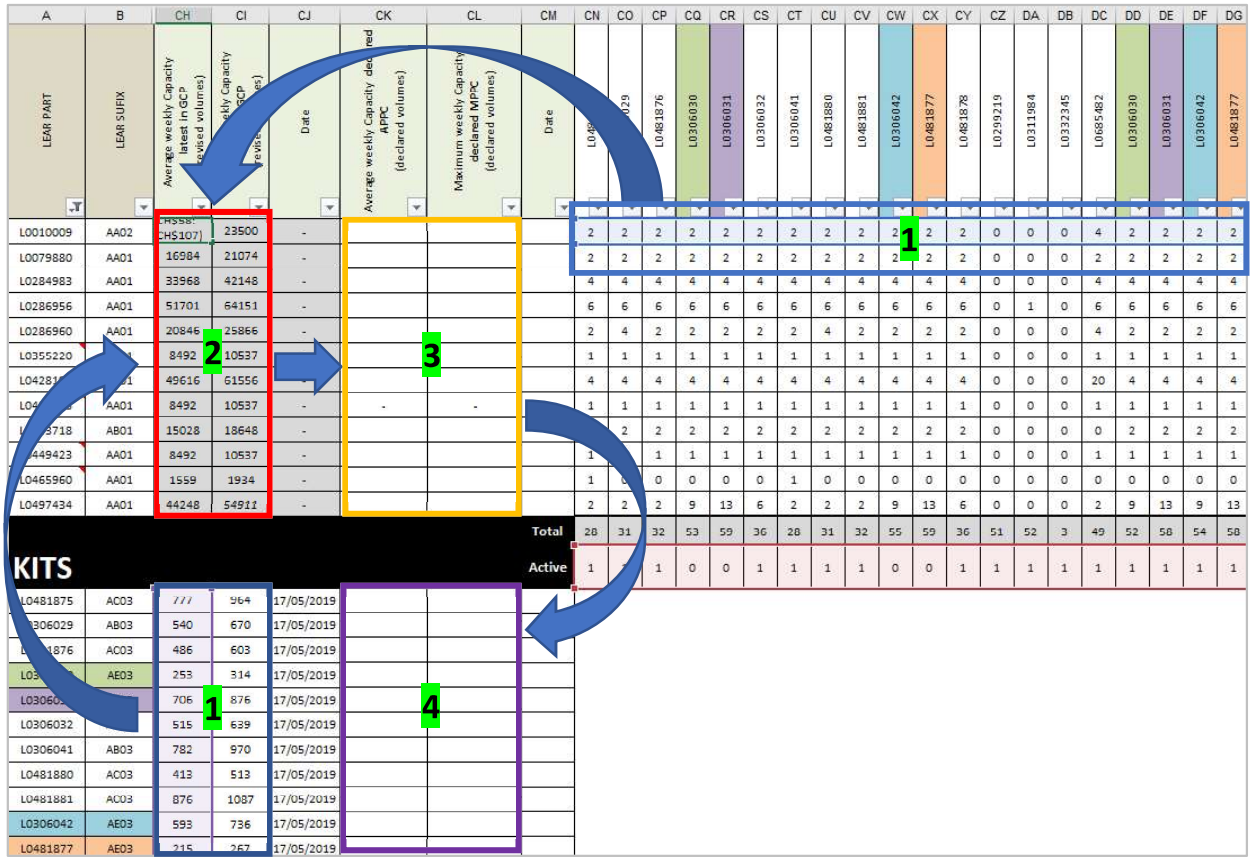


Ilustración 49: Pasos de cálculo para obtener los volúmenes semanales requeridos – Fuente: elaboración propia

Tabla 39: Detalle de los pasos realizados en la ilustración 46 – Fuente: elaboración propia

ID ilustración 47	Titulo	Descripción
1	Entrada de información APW/MPW Kits + cantidades pieza/kit	El usuario tiene que encontrar la información en GCP y escribirla a mano en la herramienta. Las cantidades pieza/kit se rellenan automáticamente como comentado más atrás.
2	Cálculo de APW/MPW Componentes	Producto matricial entre los volúmenes semanales requerido de cada kit) y de las cantidades de cada componente en cada kit.
3	Evaluación CAR del proveedor para obtener APPC/MPPC Componentes	Sección17 del PPAP, demostración de capacidad del proveedor: se compromete a ser capaz de suministrar una cierta cantidad APPC/MPPC
4	Cálculo de APPC/MPPC Kits	Se detecta la pieza "cuello de botella" en cada kit, es decir, la que menor APPC/MPPC tiene. Este valor mínimo de APPC/MPPC se redistribuye automáticamente según la proporción usada de la pieza cuello de botella en cada kit. El valor ponderado obtenido es el valor final a especificar en la PSW.

El último paso antes de generar la PSW es comparar el resultado obtenido con el requerimiento inicial, como se ilustra en la Ilustración 50.

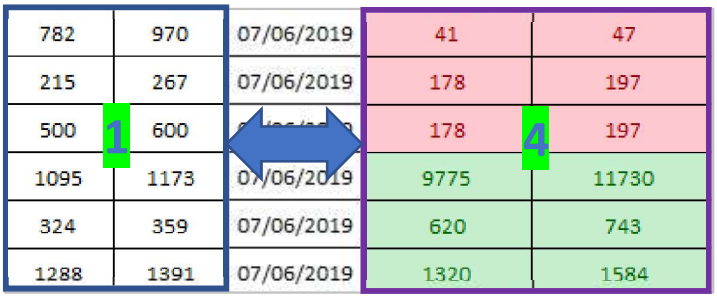


Ilustración 50: Comparación requerimiento semanal de cada kit con resultado de capacidad obtenido – Fuente: elaboración propia

Si aparece un resultado de color rojo, habrá que volver a contactar con el proveedor de la pieza "cuello de botella". Dos opciones se ofrecen: el CAR 5.6 no ha estado realizado frente a la realidad de la planta del proveedor, pero en realidad si es capaz de cumplir con la demanda, o, el proveedor no es capaz y hay que avisar el departamento de ventas para revisar el requerimiento.

9.3. Formación general a los PPAPs

Hace años que los diferentes departamentos llevan trabajando sin haber establecido las etapas estándares necesarias al conseguimiento de una PSW firmada. Por tanto, cualquier persona involucrada sabrá las tareas que tiene que hacer, pero le faltará una visión global que permitiría a todos los actores priorizar sus tareas según las necesidades comunes para lograr los objetivos globales de la empresa.

Se ha realizado un diagrama de flujo usando la notación BPMN 2.0 para representar el proceso global de manera simplificada, basándose en la teoría impartida durante la asignatura Sistemas de Información en la Empresa, y en fuentes externas como "BPMN 2.0: Introduction to the Standard for Business Process Modeling" (Thomas Alleweyer, 2010) y la documentación en línea del software Bizagi. El requerimiento de esta herramienta se ha especificado más atrás en la Tabla 29. Se podrá observar el detalle de los diagramas más ampliamente en el Anexo V: Diagrama de proceso de homologación.

La versión presentada en la Figura 22 es una descripción de los macroprocesos que se interrelacionan. Se ha definido un *pool* único compuesto de todas las partes involucradas en el proceso. Se puede observar que, a nivel de empresa, los tres departamentos afectados son los de ingeniería, ventas y calidad. Cada uno de ellos realiza un subproceso interno que permite al proceso global seguir adelante, hasta llegar a la aprobación de la pieza por el cliente.

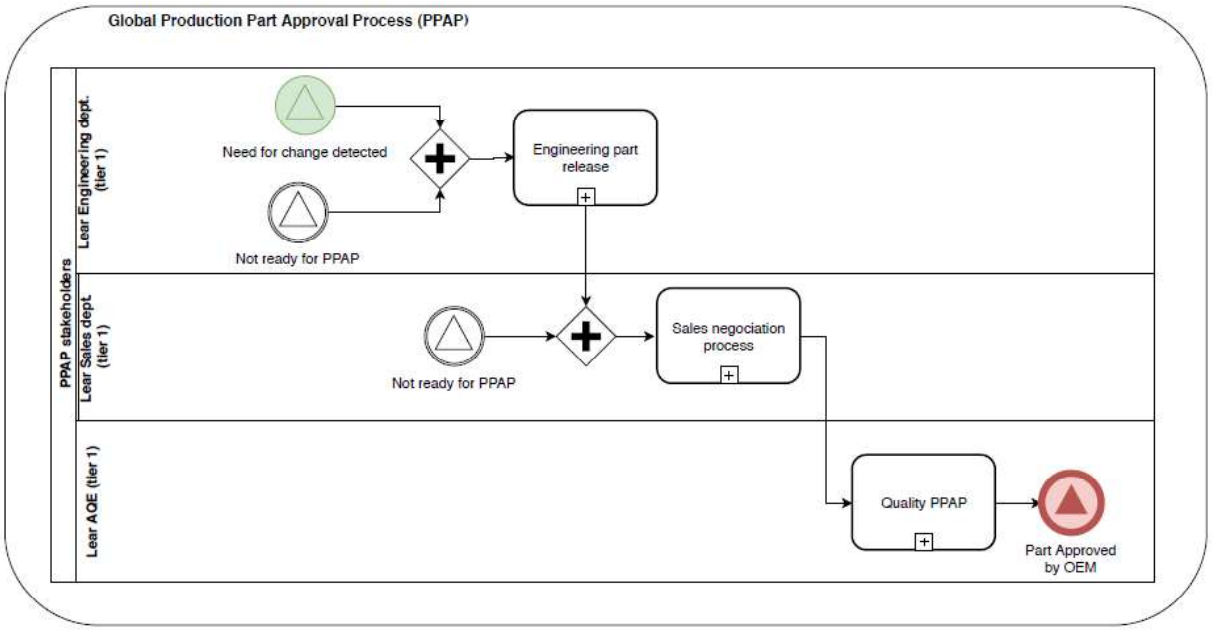


Figura 22: Proceso global de realización de PPAP – Fuente: elaboración propia

A continuación, una descripción del subproceso propio al departamento de calidad avanzada se ha propuesto en la Figura 23. Se compone de tres etapas principales: la construcción del PPAP con el proveedor, la elaboración de la PSW para el cliente, y la presentación al cliente para homologación final.

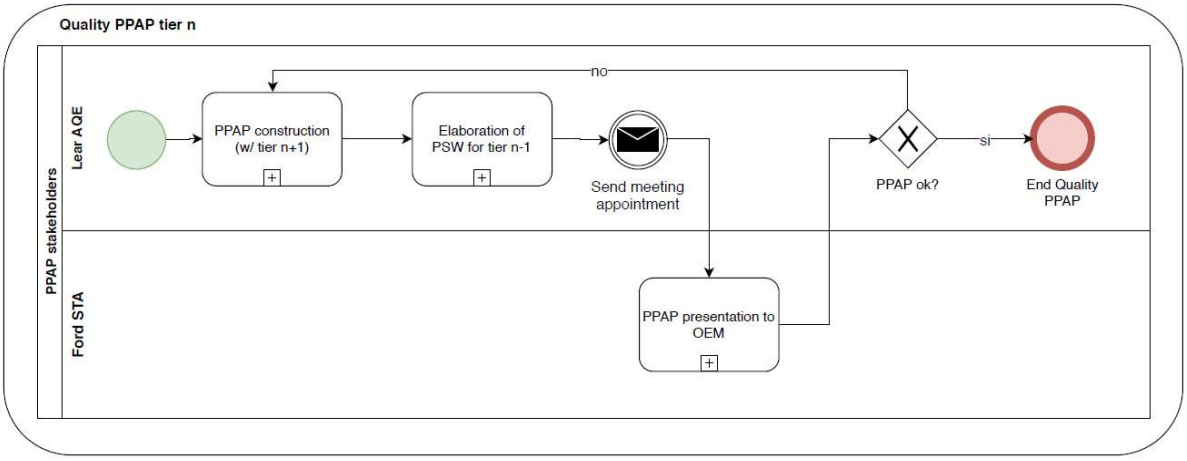


Figura 23: Subproceso propio al departamento de calidad avanzada "Quality PPAP" – Fuente: elaboración propia

A continuación, se detallarán esas tres etapas con el objetivo de exponer a la vista de todas las partes involucradas las diferentes causas de retraso posibles.

La primera etapa ilustrada en la Figura 24, es un proceso recursivo. *Lear* debe hacer un PPAP de una pieza para homologarla, y el proveedor debe hacer un PPAP para todos los subcomponentes con sus subproveedores. El bucle se seguirá hasta que el AQE considere que la información obtenida suficiente para poder presentarla al cliente.

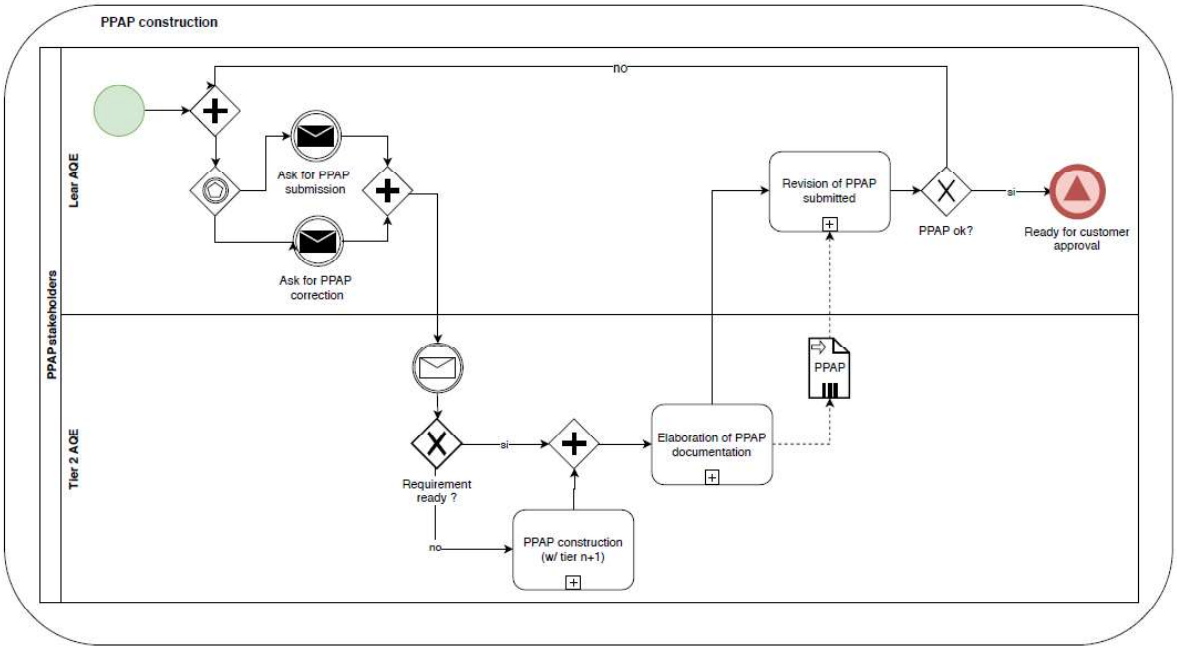


Figura 24: Subproceso construcción del PPAP – Fuente: elaboración propia

Antes de presentar al cliente, el AQE debe crear la PSW que firmará el cliente. Este documento es un resumen de toda la información que permite identificar la pieza y evidenciar el cumplimiento de los requerimientos del cliente. Como se puede observar en la Figura 25, se deben cumplir ciertas condiciones

para poder llegar a finalizar la PSW. Todos los fallos posibles en esta etapa obligan a dar unos pasos atrás en el proceso global de la Figura 22, hacia los subprocesos de los demás departamentos.

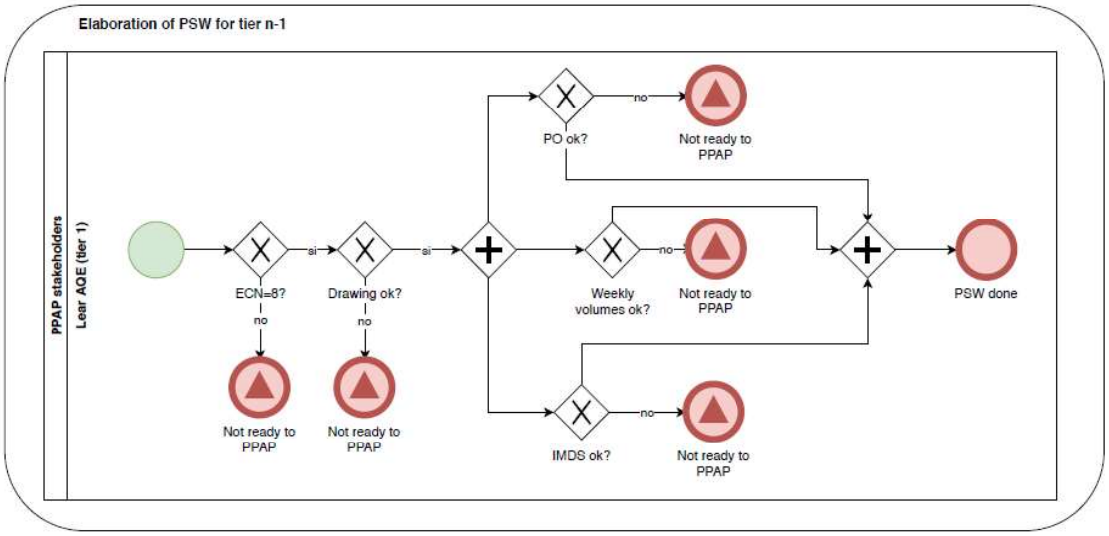


Figura 25: Subproceso elaboración de PSW – Fuente: elaboración propia

Finalmente, tras haber conseguido elaborar la PSW, se presenta la pieza al cliente en persona en la planta de la manera especificada en la Figura 26.

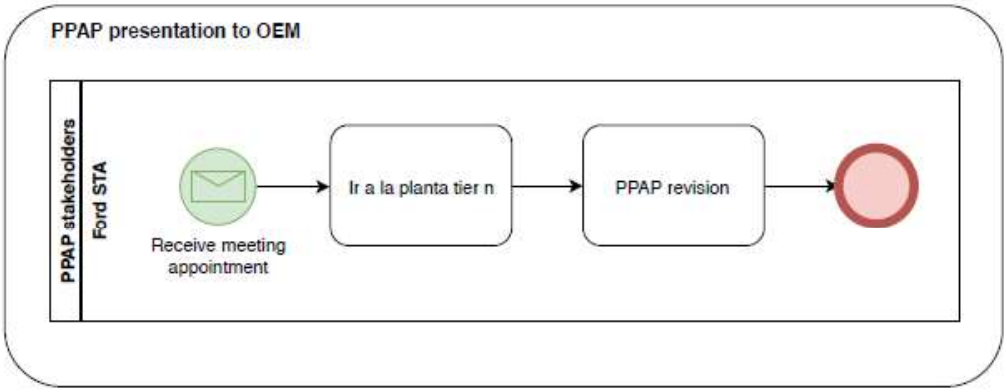


Figura 26: Subproceso presentación del PPAP al cliente – Fuente: elaboración propia

Este diagrama global del proceso de homologación y el detalle de los diferentes subprocesos internos al departamento de calidad permiten demostrar claramente que existen unas situaciones de bloqueo del proceso debidas a incidencias ajenas del departamento de calidad. Permite a todos los actores del proceso conocer la influencia de su parte del trabajo sobre el proceso global.

El paso siguiente de la implantación de esta propuesta de mejora será la consolidación del diagrama por parte del *Program Manager* añadiendo los diferentes subprocesos faltantes. Así tendrá toda la información necesaria para entender dónde y por qué se quedan atascados algunos PPAPs. Ilustrar el proceso global de esa manera también permitirá proponer mejoras del proceso para ganar en eficiencia y en coordinación de los departamentos.

9.4. Conclusiones

En este apartado se ha empezado el desarrollo del proyecto de mejora, demostrando la realización de distintas tareas de las primeras fases de implantación. Se ha implantado un sistema de gestión de la homologación de los *Hardware kits* y se ha desarrollado un diagrama de flujo contando con el proceso global y el detalle del subproceso interno a calidad avanzada.

Para terminar este trabajo, el siguiente paso es sacar las conclusiones y pistas de desarrollo futuro.

10. Conclusiones

10.1. Conclusiones por capítulo

A continuación, se han resumido las conclusiones obtenidas a lo largo del trabajo, que permiten destacar el cumplimiento de todos los objetivos planteados al principio del presente trabajo:

Capítulo 2:
Este capítulo sirve de acercamiento al problema, en el se ha presentado la empresa, su repartición mundial y sus sectores de negocio. Se ha enfocado la presentación a *Lear* Valencia, a través sus proveedores, su cliente unico, el organigrama de la planta, los productos que fabrica y su clasificación.

El *Ergo seat* ha sido brevemente presentado y objeto del problema ha sido definido, de él dependen los siguientes capitulos. Descrbir los puntos teoricos necesarios al buen entendimiento del proyecto será el siguiente paso.

Capítulo 3:
Este capítulo sirve para introducir la teoría que se ha usado a lo largo de este trabajo. Se ha presentado en primer lugar tres elementos que se encuentran durante el proceso de homologación de una pieza: el AMFE, el MSA y el SPC. En cuanto a los sistemas de información en la empresa, se ha descrito cual es el proceso de desarrollo de un software, cuáles son los distintos tipos de requerimientos y como clasificarlos.

Describir el entorno general y plantear toda la teoria necesaria para entender el proceso de homologación de una pieza, sera el siguiente paso.

Capítulo 4:
Este capítulo permite darse cuenta de la complejidad de la homologación de una pieza o un grupo de piezas. En él se ha presentado las diferentes etapas que se siguen hasta la entrada en producción de un lanzamiento (nuevo asiento o coche). Se ha comentado en cual de esas fases empieza el trabajo del AQE y cuál es su rol exactamente. Después, se ha especificado cuales son las condiciones necesarias e imprescindibles para el comienzo de un proceso de homologación, se ha presentado los diferentes requerimientos y las diferentes fases de realización de un PPAP.

Presentar la gestión y el seguimiento actual de los procesos de homologación será el siguiente paso.

Capítulo 5:
Este capítulo sirve para entender la situación actual, en él se ha descrito las diferentes herramientas que tiene que utilizar el AQE para llegar a la creación de una PSW y homologar una pieza.

Trabaja con cuatro bases de datos para acceder a la información requerida, y está constantemente comunicando con el proveedor para llegar a un PPAP correcto mediante un archivo Excel e intercambios por correo. El seguimiento se realiza gracias a un archivo Excel principal, la *tracker*, a partir del cual se generan las PSW automáticamente.

Describir cuales son las incidencias observadas utilizando este sistema, y especificar cuáles son los requerimientos para evitarlas será el propósito del siguiente capítulo.

Capítulo 6:
En este capítulo se entiende como la complejidad de la homologación de las piezas y un sistema de gestión que tiene fallos e ineficiencias puede llegar a crear incidencias y conflictos. Primero, se ha descrito situaciones debidas a ineficiencias del proceso general de homologación, después se han analizado dichas situaciones y se ha conseguido detectar el problema global y sus causas raíz gracias a diferentes herramientas de resolución de problemas. Para terminar, se ha realizado un diseño de requerimientos del nuevo sistema.

Con la llegada del *Ergo seat*, el siguiente paso es implantar el nuevo sistema propuesto por *Program Management*.

Capítulo 7:
Este capítulo sirve para conocer el nuevo sistema para gestionar la homologación de las piezas. En él se ha presentado primero cuales son las piezas que se van a seguir para la implantación. Después, se ha explicado el funcionamiento de las dos nuevas herramientas, y se ha realizado la homologación de las piezas elegidas previamente. Para terminar, se ha realizado un análisis de cumplimiento de los requerimientos y tras haberse dado cuenta que el sistema no es satisfactorio, se han reevaluado las causas raíz del problema detectado.

Identificar las oportunidades de mejora y planificarlas son los siguientes pasos del presente trabajo.

Capítulo 8:
Este capítulo sirve para identificar las oportunidades de mejora del sistema implantado. Se han detectado tres oportunidades de mejora principales, se han priorizado las mismas y a partir de los datos obtenidos se ha realizado la planificación del proyecto de mejora.

A continuación, se presentará la realización de las tareas asignadas de las oportunidades de mejora a corto plazo.

Capítulo 9:
En este apartado se ha empezado el desarrollo del proyecto de mejora, demostrando la realización de distintas tareas de las primeras fases de implantación. Se ha implantado un sistema de gestión de la homologación de los *Hardware kits* y se ha desarrollado un diagrama de flujo contando con el proceso global y el detalle del subproceso interno a calidad avanzada.

Para terminar este trabajo, el siguiente paso es sacar las conclusiones y pistas de desarrollo futuro.

10.2. Conclusiones del trabajo

Para concluir este trabajo, en primer lugar, se van a comentar los resultados obtenidos. Aunque el sistema ProFile/PMA tenga un gran potencial para el futuro, la homologación de las piezas del *Ergo seat* con el mismo no ha tenido éxito. Este fallo se debe principalmente al hecho de que el sistema no cumple con los requerimientos especificados antes de su implementación. Por tanto, se ha planificado un proyecto de mejora y se ha implementado dos herramientas con el objetivo de proponer soluciones a corto plazo para resolver incidencias urgentes. Los resultados obtenidos tras implementación de dichas herramientas se han especificado en la Tabla 40.

Tabla 40: Resultados tras implementación de mejora a corto plazo – Fuente: elaboración propia

ID	Mejora implementada	Resultado actual
M32	Herramienta Excel de gestión de PPAP de los kits	Resulta funcional y de uso intuitivo. Permite realizar un seguimiento activo y sencillo de la evolución de los kits por parte del AQE. Permite asegurar que, en el caso de que haya algún retraso en la homologación de un kit, se deberá a alguna incidencia fuera del departamento de calidad avanzada.
M2	Diagrama de proceso completo PPAP	Permite tener una visión global del proceso y es una buena base que cada departamento deberá completar con sus subprocesos para que el *Program Manager* pueda gestionar el proceso global adecuadamente. Será la guía para el desarrollo de PPAP futuros.

Cabe destacar que con ProFile/PMA se pretendía implementar una herramienta que permitirá simplificar la comunicación y los flujos de información, pero su diseño se ha realizado sin tener en cuenta los requisitos de los distintos usuarios. Para llevar a cabo la implementación final del sistema mejorado, hará falta recordar que la globalización de un sistema de información a nivel de empresa debe tener en cuenta las restricciones globales de cada uno de los usuarios. La propuesta de diagrama de proceso global que se ha realizado en este trabajo va en este sentido, podrá servir de base para establecer la totalidad de los requerimientos del sistema.

Las limitaciones del presente trabajo quedan en la imposibilidad de proponer mejoras del sistema ProFile/PMA con rapidez, ya que se trata de un sistema global, existen unos procesos administrativos complejos y largos para conseguir un cambio. Por tanto, la solución de gestión de los kits mediante una herramienta Excel obliga el AQE a quedarse con el sistema inicial. Es decir, la herramienta permite eliminar un fallo importante, pero obliga el AQE a utilizar un archivo Excel adicional, que viene a sumarse a los archivos y bases de datos ya necesarios a la homologación de las piezas.

En cuanto a las pistas de desarrollo futuro, desde el punto de vista del AQE, cabe decir que el sistema ProFile/PMA será infinitamente más eficiente que el sistema actual una vez mejorado y adaptable a las necesidades de cada usuario. Por tanto, el desarrollo futuro del presente trabajo queda en la mejora de ProFile y PMA. Desde el punto de vista de *Program Management,* resultaría interesante estudiar la mejora de eficiencia que ofrecería la implantación de un ERP. Permitiría relacionar las actividades de todos los departamentos de la empresa, proporcionar un medio de comunicación y lanzamiento de orden, y uniformizar todos los sistemas de gestión en un único.

10.3. Lecciones aprendidas

“Después de ocho meses de prácticas en *Lear*, cabe decir que estoy muy satisfecho con mi estancia en la empresa y con el trabajo realizado. Su realización me ha obligado a salir de mi zona de confort ya que ha sido bastante diferente de los distintos proyectos que he podido realizar a lo largo de mi carrera, por lo que mi interés ha ido creciendo con su complejidad. Además de interesante, este proyecto me ha resultado muy enriquecedor. Gracias a él, he tenido mi primera experiencia de ingeniero en ámbito industrial, he adquirido un conocimiento muy amplio del PPAP y de su entorno, y he aplicado una multitud de conocimientos técnicos obtenidos durante mi carrera universitaria. Me ha ofrecido la posibilidad de dar unos primeros pasos en el mundo de la automoción, sector que afecciono particularmente.” (E. Buriez)

Bibliografía

40 años de la Factoría Ford de Almussafes [En línea] // Valenciacars. - https://valenciacars.blogspot.com/2016/10/40-anos-factoria-ford-almussafes.html.

AIAG. Automotive Industry Action Group Production Part Approval Process (PPAP) [Libro]. - 1999.

Allweyer Thomas BPMN 2.0: Introduction to the Standard for Business Process Modeling [Libro]. - 2010.

Bizagi - Documentation [En línea]. - http://help.bizagi.com.

Cortes Fibla Raul Asignatura Amp. Dirección de Operaciones. Elaboración AMFE de Proceso [Libro].

Ford Motor Company - Supplier Technical Assistance Capacity Analysis Report (CAR) User Guide [Libro]. - 2018.

Ford Motor Company FMEA Handbook version 4.2 [Libro]. - 2011.

Ford Motor Company Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual 4th Edition [Libro].

Ford Motor Company PPAP manual 4th Edition [Libro].

García Diaz Juan Carlos Asignatura Ingeniería de Calidad. Tema 2: Capacidad de procesos [Libro].

García Sabater José Pedro Asignatura Amp. Dirección de Operaciones. Clasificación de Procesos Productivos [Libro].

García Sabater José Pedro Como estructurar un Trabajo Fin de Master [Libro]. - 2018.

García Sabater José Pedro y Maheut Julien Modelado y resolución de problemas de organización industrial mediante programación matemática lineal [Libro]. - 2015.

García Sabater Julio Juan Asignatura Lean Manufacturing. Value Stream Mapping [Libro].

Gómez Pedro Asignatura Sistemas de Información. La Aplicación: Ingeniería Software. Ciclo de vida y metodologías en el desarrollo del software [Libro].

Lear Corporation CD42 CD391 Ergo seat program overview [Libro].

Lear Corporation Global Quality Handbook [Libro].

Lear Corporation Measurement Systems Analysis [Libro].

Letelier P Proceso de desarrollo de software [Libro].

PRESUPUESTO

1. Introducción

En este apartado se pretende realizar el cálculo del presupuesto necesario a la realización del presente trabajo, tomando en cuenta todos los costes asociados al análisis y al desarrollo del proyecto.

2. Consideraciones previas

Cabe destacar que el presente proyecto no requiere de ningún tipo de material para su implementación, a excepción de bolígrafos, papel y otros artículos que carecen de importancia. Esto se debe a que se trata de un proyecto de consultoría, en el cual su coste se basa principalmente en los sueldos de las personas que han intervenido en la realización del mismo.

Para llevar a cabo la realización del presupuesto se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los gastos generales se han considerado un 15% del presupuesto total y tienen asociados los siguientes costes:
  - Artículos de papelería
  - Teléfono
  - Electricidad
  - Internet
  - Impresora y fotocopias

- Los costes indirectos son los que no pueden ser identificados o asignados a una actividad, departamento o servicio concreto, pero repercuten al proyecto en general. Por ello, se ha les ha asignado un valor de 1% del presupuesto total.

- El beneficio industrial tomará un valor de 6% del presupuesto.

Se asume que el coste relacionado al salario de los técnicos que intervienen en el proyecto son los siguientes:

- Ingeniero industrial: 47€/h
- *Program Manager*: 62€/h
- Director de calidad: 66€/h
- Jefe de equipo: 38€/h
- Operarios: 15€/h

3. Anejo de justificación de precios por capítulo

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1 Analisis de la empresa y formación al proceso de homologación de una pieza					
1.1	P01.01		Aproximación de la empresa		
	30,000		Ingeniero industrial	47,00	1410,00
	20,000		Operario	15,00	300,00
	20,000		Jefe de equipo	38,00	760,00
					2470,00
			1,00% Costes Indirectos		24,70
			Coste total		2494,70
1.2	P01.02		Formación documentos del PPAP		
	40,000		Ingeniero industrial	47,00	1880,00
					1880,00
			1,00% Costes Indirectos		18,80
			Coste total		1898,80
1.3	P01.03		Formación sistemas de información actuales		
	35,000		Ingeniero industrial	47,00	1645,00
					1645,00
			1,00% Costes Indirectos		16,45
			Coste total		1661,45

2 Análisis situación actual y diseño del nuevo sistema

2.1	P02.01	Análisis de la *tracker*		
	20,000	Ingeniero industrial	47,00	940,00
				940,00
		1,00% Costes Indirectos		9,40
		Coste total		949,40
2.2	P02.02	Análisis bases de datos externas		
	17,000	Ingeniero industrial	47,00	799,00
				799,00
		1,00% Costes Indirectos		7,99
		Coste total		806,99
2.3	P02.03	Estudio de problemas detectados		
	80,000	Ingeniero industrial	47,00	3760,00
	10,000	Director de Calidad	66,00	660,00
	40,000	*Program Manager*	62,00	2480,00
				6900,00
		1,00% Costes Indirectos		69,00
		Coste total		6969,00
2.4	P02.04	Identificación causas raíz		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
				1880,00
		1,00% Costes Indirectos		18,80
		Coste total		1898,80
2.5	P02.05	Diseño de requerimientos		
	30,000	Ingeniero industrial	47,00	1410,00
				1410,00
		1,00% Costes Indirectos		14,10
		Coste total		1424,10

3 Implantación del nuevo sistema y análisis de las oportunidades de mejora

3.1	P03.01	Estudio del nuevo sistema propuesto		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
	15,000	*Program Manager*	62,00	930,00
				2810,00
		1,00% Costes Indirectos		28,10
		Coste total		2838,10
3.2	P03.02	Implantación del nuevo sistema		
	80,000	Ingeniero industrial	47,00	3760,00
	20,000	*Program Manager*	62,00	1240,00
				5000,00
		1,00% Costes Indirectos		50,00
		Coste total		5050,00
3.3	P03.03	Observaciones y análisis de cumplimiento de requerimientos		
	80,000	Ingeniero industrial	47,00	3760,00
				3760,00
		1,00% Costes Indirectos		37,60
		Coste total		3797,60
3.4	P03.04	Reevaluación de las cauas raíz		
	50,000	Ingeniero industrial	47,00	2350,00
				2350,00
		1,00% Costes Indirectos		23,50
		Coste total		2373,50
3.5	P03.05	Análisis oportunidades de mejora		
	60,000	Ingeniero industrial	47,00	2820,00
				2820,00
		1,00% Costes Indirectos		28,20
		Coste total		2848,20
3.6	P03.06	Priorización y planificación de las mejoras		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
				1880,00
		1,00% Costes Indirectos		18,80
		Coste total		1898,80

4 Realización de las tareas asignadas para las mejoras a corto plazo

4.1	P04.01	Análisis requerimientos necesarios		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
				1880,00
		1,00% Costes Indirectos		18,80
		Coste total		1898,80
4.2	P04.02	Propuesta primera versión de la herramienta		
	30,000	Ingeniero industrial	47,00	1410,00
				1410,00
		1,00% Costes Indirectos		14,10
		Coste total		1424,10
4.3	P04.03	Iteraciones de test y corrección hasta cumplimiento		
	60,000	Ingeniero industrial	47,00	2820,00
				2820,00
		1,00% Costes Indirectos		28,20
		Coste total		2848,20
4.4	P04.04	Desarrollo interfaz		
	15,000	Ingeniero industrial	47,00	705,00
				705,00
		1,00% Costes Indirectos		7,05
		Coste total		712,05
4.5	P04.05	Realización del manual de uso y formación de los AQEs		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
				1880,00
		1,00% Costes Indirectos		18,80
		Coste total		1898,80
4.6	P04.06	Implantación y homologación de los Hardware kits		
	100,000	Ingeniero industrial	47,00	4700,00
				4700,00
		1,00% Costes Indirectos		47,00
		Coste total		4747,00
4.7	P04.07	Análisis tareas actores proceso de homologación		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
				1880,00
		1,00% Costes Indirectos		18,80
		Coste total		1898,80
4.8	P04.08	Realización del diagrama de flujo		
	40,000	Ingeniero industrial	47,00	1880,00
				1880,00
		1,00% Costes Indirectos		18,80
		Coste total		1898,80

4. Anejo de resumen de precios por capítulo

1 Analisis de la empresa y formación al proceso de homologación de una pieza

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1		Aproximación de la empresa			
		Total:	1,000	2494,70	2494,700
1.2		Formación documentos del PPAP			
		Total:	1,000	1898,80	1898,800
1.3		Formación sistemas de información actuales			
		Total:	1,000	1661,45	1661,450
		Parcial nº1: Analisis de la empresa y formación al proceso de homologación de una pieza			**6054,95**

2 Análisis situación actual y estudio del nuevo sistema

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1		Análisis de la *tracker*			
		Total:	1,000	949,40	949,40
2.2		Análisis bases de datos externas			
		Total:	1,000	806,99	806,99
2.3		Estudio de problemas detectados			
		Total:	1,000	6969,00	6969,00
2.4		Identificación causas raíz			
		Total:	1,000	1898,80	1898,80
2.5		Diseño de requerimientos			
		Total:	1,000	1424,10	1424,10
		Parcial nº2: Análisis situación actual y diseño del nuevo sistema			**12048,29**

3 Implantación del nuevo sistema y análisis de las oportunidades de mejora

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1		Estudio del nuevo sistema propuesto			
		Total:	1,000	2838,10	2838,10
3.2		Implantación del nuevo sistema			
		Total:	1,000	5050,00	5050,00
3.3		Observaciones y análisis de cumplimiento de requerimientos			
		Total:	1,000	3797,60	3797,60
3.4		Reevaluación de las cauas raíz o			
		Total:	1,000	2373,50	2373,50
3.5		Análisis oportunidades de mejora			
		Total:	1,000	2848,20	2848,20
3.6		Priorización y planificación de las mejoras			
		Total:	1,000	1898,80	1898,80
		Parcial nº3: Implantación del nuevo sistema y análisis de las oportunidades de mejora			**18806,20**

4 Realización de las tareas asignadas para las mejoras a corto plazo

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1		Análisis requerimientos necesarios			
		Total:	1,000	1898,80	1898,80
4.2		Propuesta primera versión de la herramienta			
		Total:	1,000	1424,10	1424,10
4.3		Iteraciones de test y corrección hasta cumplimiento			
		Total:	1,000	2848,20	2848,20
4.4		Desarrollo interfaz			
		Total:	1,000	712,05	712,05
4.5		Realización del manual de uso y formación de los AQEs			
		Total:	1,000	1898,80	1898,80
4.6		Implantación y homologación de los Hardware kits			
		Total:	1,000	4747,00	4747,00
4.7		Análisis tareas actores proceso de homologación			
		Total:	1,000	1898,80	1898,80
4.8		Realización del diagrama de flujo			
		Total:	1,000	1898,80	1898,80
		Parcial nº4: Realización de las tareas asignadas para las mejoras a corto plazo			**17326,55**

Presupuesto de ejecución material

1 Analisis de la empresa y formación al proceso de homologación de una pieza	6054,95
2 Análisis situación actual y estudio del nuevo sistema	12048,29
3 Implantación del nuevo sistema y análisis de las oportunidades de mejora	18806,20
4 Realización de las tareas asignadas para las mejoras a corto plazo	17326,55
Total	54235,99

El presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

5. Resumen del presupuesto

Presupuesto de ejecución por contrata

Capítulo			Importe (€)
1 Analisis de la empresa y formación al proceso de homologación de una pieza			6054,95
2 Análisis situación actual y estudio del nuevo sistema			12048,29
3 Implantación del nuevo sistema y análisis de las oportunidades de mejora			18806,20
4 Realización de las tareas asignadas para las mejoras a corto plazo			17326,55
	Presupuesto de ejecución material (PEM)		54235,99
	Gastos generales (GG)	15%	8135,40
	Beneficio industrial (BI)	6%	3254,16
	Presupuesto de ejecución material por contrata (PEM + GG + BI)		65625,55
	IVA	21%	13781,37
	Presupuesto de ejecución material por contrata con IVA (PEM + GG + BI + IVA)		79406,91

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la expresada cantidad de SETENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS SEIS EUROS CON NOVENTA Y UNO CÉNTIMOS.

ANEXOS

Anexo I: Elementos del PPAP

Tablas para la realización de un FMEA

Tabla 41: Tabla de clasificación de la severidad – Fuente: FMEA Handbook Version 4.2

Effect	Criteria: Severity of Effect on Product (Customer Effect)	Rank	Effect	Criteria: Severity of Effect on Process (Manufacturing/ Assembly Effect)
Failure to Meet Safety and/or Regulatory Requirements	Potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation without warning.	**10**	**Failure to Meet Safety and/or Regulatory Requirements**	May endanger operator (machine or assembly) without warning.
	Potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation with warning.	**9**		May endanger operator (machine or assembly) with warning.
Loss or Degradation of Primary Function	Loss of primary function (vehicle inoperable, does not affect safe vehicle operation).	**8**	**Major Disruption**	100% of product may have to be scrapped. Line shutdown or stop ship.
	Degradation of primary function (vehicle operable, but at reduced level of performance).	**7**	**Significant Disruption**	A portion of the production run may have to be scrapped. Deviation from primary process including decreased line speed or added manpower.
Loss or Degradation of Secondary Function	Loss of secondary function (vehicle operable, but comfort / convenience functions inoperable).	**6**	**Moderate Disruption**	100% of production run may have to be reworked off line and accepted.
	Degradation of secondary function (vehicle operable, but comfort / convenience functions at reduced level of performance).	**5**		A portion of the production run may have to be reworked off line and accepted.
Annoyance	Appearance or Audible Noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by most customers (> 75%).	**4**	**Moderate Disruption**	100% of production run may have to be reworked in station before it is processed.
	Appearance or Audible Noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by many customers (50%).	**3**		A portion of the production run may have to be reworked in-station before it is processed.
	Appearance or Audible Noise, vehicle operable, item does not conform and noticed by discriminating customers (< 25%).	**2**	**Minor Disruption**	Slight inconvenience to process, operation, or operator.
No effect	No discernible effect.	**1**	**No effect**	No discernible effect.

Tabla 42: Tabla de clasificación de la ocurrencia – Fuente: FMEA Handbook Version 4.2

Likelihood of Failure	Criteria: Occurrence of Cause – PFMEA (Incidents per items/vehicles)	Rank
Very High	≥ 100 per thousand ≥ 1 in 10	10
High	50 per thousand 1 in 20	9
	20 per thousand 1 in 50	8
	10 per thousand 1 in 100	7
Moderate	2 per thousand 1 in 500	6
	.5 per thousand 1 in 2,000	5
Low	.1 per thousand 1 in 10,000	4
	.01 per thousand 1 in 100,000	3
	≤.001 per thousand 1 in 1,000,000	2
Very Low	Failure is eliminated through preventive control.	1

Tabla 43: Tabla de clasificación de la posibilidad de detección - Fuente: FMEA Handbook Version 4.2

Opportunity for Detection	Criteria: Likelihood of Detection by Process Control	Rank	Likelihood of Detection
No detection opportunity	No current process control; Cannot detect or is not analyzed.	10	Almost Impossible
Not likely to detect at any stage	Failure Mode and/or Error (Cause) is not easily detected (e.g., random audits).	9	Very Remote
Problem Detection Post Processing	Failure Mode detection post-processing by operator through visual/tactile/audible means.	8	Remote
Problem Detection at Source	Failure Mode detection in-station by operator through visual/tactile/audible means or post-processing through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench, etc.).	7	Very Low
Problem Detection Post Processing	Failure Mode detection post-processing by operator through use of variable gauging or in-station by operator through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench, etc).	6	Low
Problem Detection at Source	Failure Mode or Error (Cause) detection in-station by operator through use of variable gauging or by automated controls in-station that will detect discrepant part and notify operator (light, buzzer, etc.). Gauging performed on setup and first-piece check (for set-up causes only).	5	Moderate
Problem Detection Post Processing	Failure Mode detection post-processing by automated controls that will detect discrepant part and lock part to prevent further processing.	4	Moderately High
Problem Detection at Source	Failure Mode detection in-station by automated controls that will detect discrepant part and automatically lock part in station to prevent further processing.	3	High
Error Detection and/or Problem Prevention	Error (Cause) detection in-station by automated controls that will detect error and prevent discrepant part from being made.	2	Very High
Detection not applicable; Error Prevention	Error (Cause) prevention as a result of fixture design, machine design or part design. Discrepant parts cannot be made because item has been error-proofed by process/product design.	1	Almost Certain

Part Submission Warrant (PSW)

Select One

○ Phase 1 ○ Phase 2 ◉ Phase 3 ☐ Interim (Non-PPAP)

PPAP Submission Warrant

PART INFORMATION

Customer Part Name	#N/A	Customer Part Number	#N/A
Shown on Drawing Number	#N/A	Organization Part Number	#N/A
Engineering Change Level	#N/A	Dated	#N/A
Additional Engineering Changes	#N/A		-
Safety and/or Government Regulation	○ Yes ◉ No	Purchase Order Number	#N/A Weight (kg) #N/A
Checking Aid Number		Checking Aid Engineering Change Level	Dated

ORGANIZATION MANUFACTURING INFORMATION

Lear European Holding SLU / GSMBA
Organization Name and Supplier/Vendor Code

Avda de la Foia, 24
Street Address

ALMUSSAFES | VALENCIA | 46440 | SPAIN
City | State/Region | Postal code | Country

CUSTOMER SUBMITTAL INFORMATION

Ford Motor Company
Customer Name/Division

#N/A
Buyer/Buyer Code

Ford CD391E & Ford CD4.2E (CD539 & CD390)
Application

MATERIALS REPORTING

Has customer-required Substances of Concern information been reported? ◉ Yes ○ No

Submitted by IMDS or other customer format (If submitted by IMDS, enter Module ID no., version and date transmitted) #N/A

Are polymeric parts identified with appropriate ISO marking codes? ◉ Yes ○ No ○ n/a

REASON FOR SUBMISSION (Check at least one)

☐ Initial submission	☐ Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional	☐ Supplier or Material Source Change
☑ Engineering Change(s)	☐ Tooling Inactive > than 1 year	☐ Change in Part Processing
☐ Correction of Discrepancy	☐ Change to Optional Construction or Material	☐ Parts produced at Additional Location
☐ Other - please specify		

REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Select one)

○ Level 1 - Warrant only (and for designated appearance items, an Appearance Approval Report) submitted to customer.
○ Level 2 - Warrant with product samples and limited supporting data submitted to customer.
○ Level 3 - Warrant with product samples and complete supporting data submitted to customer.
○ Level 4 - Warrant and other requirements as defined by customer.
◉ Level 5 - Warrant with product samples and complete supporting data reviewed at supplier's manufacturing location.

SUBMISSION RESULTS

The results for ☑ dimensional measurements, ☑ material and functional tests ☐ appearance criteria ☐ statistical process package

These results meet all design requirements ◉ Yes ○ No (If "No" - Explanation Required)

Mold / Cavity / Production Process

DECLARATION

I affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts which were made by a process which meets all Production Part Approval Process Manual 4th Edition requirements including all Ford-specific requirements. I further affirm that these samples were produced at the production rate of #N/A / 1 hours using 1 production streams. I also certify that documented evidence of such compliance is on file and is available for review. I have noted any exceptions from this declaration below.

EXPLANATION/COMMENTS

Organization Authorized Signature		Print Name	Fernando Beltrán	Date	1-Jun-19
Title	Quality Manager	Phone	+34 96 179 72 80	Fax	+34 96 179 71 31
Email	fbeltran@lear.com				

Is each Customer Tool properly tagged and numbered? ◉ Yes ○ No ○ n/a

Capacity Requirements

Source of the Program Approval requirements	Other (specify in detail at right)			Detail / Date	GCP
Program Approval (<PA>) Requirements		APW	#N/A	MPW	#N/A
If Program Approval (<PA>) requirements are not met, indicate date when the requirements will be met				Date	#N/A
Source of the revised requirements after <PA>	Other (specify in detail at right)			Detail / Date	GCP
Revised requirements after <PA>		APW	#N/A	MPW	#N/A
If the revised requirements after <PA> are not met, indicate date when the requirements will be met				Date	#N/A

Demonstrated Capacity (recorded in Ford Capacity System [GCP or MCPV] as Purchased Part Capacity)

Enter Capacity Analysis Report "Predicted Good Parts per Week" APW, MPW and date of analysis	APPC	#N/A	MPPC	#N/A Date #N/A

	PPAP	Non-PPAP a/	FOR FORD USE ONLY
Phased PPAP Warrant Status	◉ Approved	○ Rejected	○ Interim Accepted

STA Signature		Date	1-Jun-19	Name	Carlos Fuster
				e-mail	cfusterm@ford.com
P.D. Signature b/		Date		Name	
				e-mail	

a/ Non-PPAP indicates the part does not satisfy one or more PPAP requirements and is incomplete.
b/ P.D. signature for Priority suppliers on GPDS programs

Interim Status
(to be completed by the Organization)

Engineering Authorization
Alert or Alert Report
Description:
(Incomplete PPAP Requirements)

(Ford GPPSR)
May 2013

The original copy of this document shall remain at the supplier's location while the part is active

Letter paper size format

Customer Tracking Number (optional) #N/A

Ilustración 51: Plantilla PSW – Fuente: Tracker CD391

Anexo II: Resumen de los IDs

Para identificar los diferentes parámetros que se han manejado durante el desarrollo de este proceso, se han asignado unos IDs a los mismos.

Un ID se compone de una o dos letras identificando el parámetro en cuestión, y de un número para diferenciar las variantes de dicho parámetro. En la Tabla 44, se ha resumido el significado de cada ID usado en el presente trabajo.

Tabla 44: Significación de los IDs – Fuente: elaboración propia

ID	Significación
I*	Incidencia
C*	Causa del problema
CR*	Causa raíz del problema
F*	Requerimiento funcional
M*	Oportunidad de mejora

Anexo III: Diagramas de Ishikawa

La Figura 27 es una versión amplia de la Figura 13.

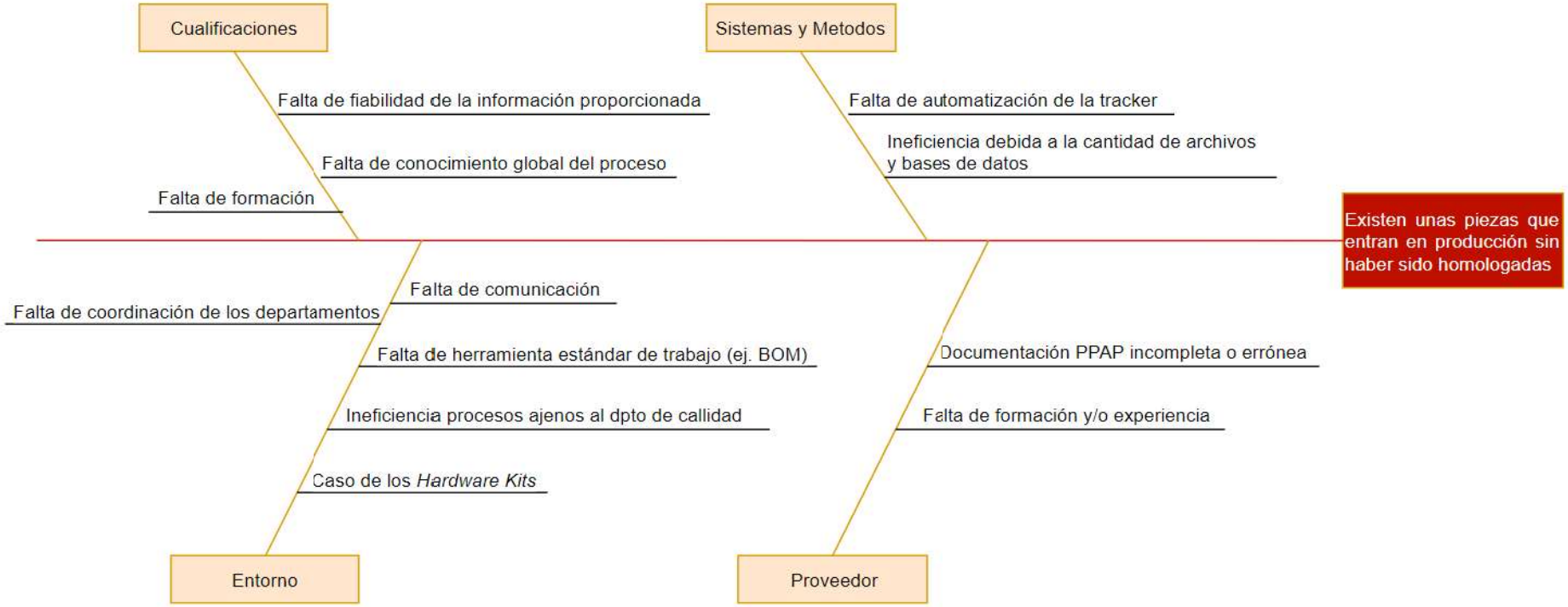


Figura 27: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) – Fuente: elaboración propia

La Figura 28 es una versión amplia de la Figura 15.

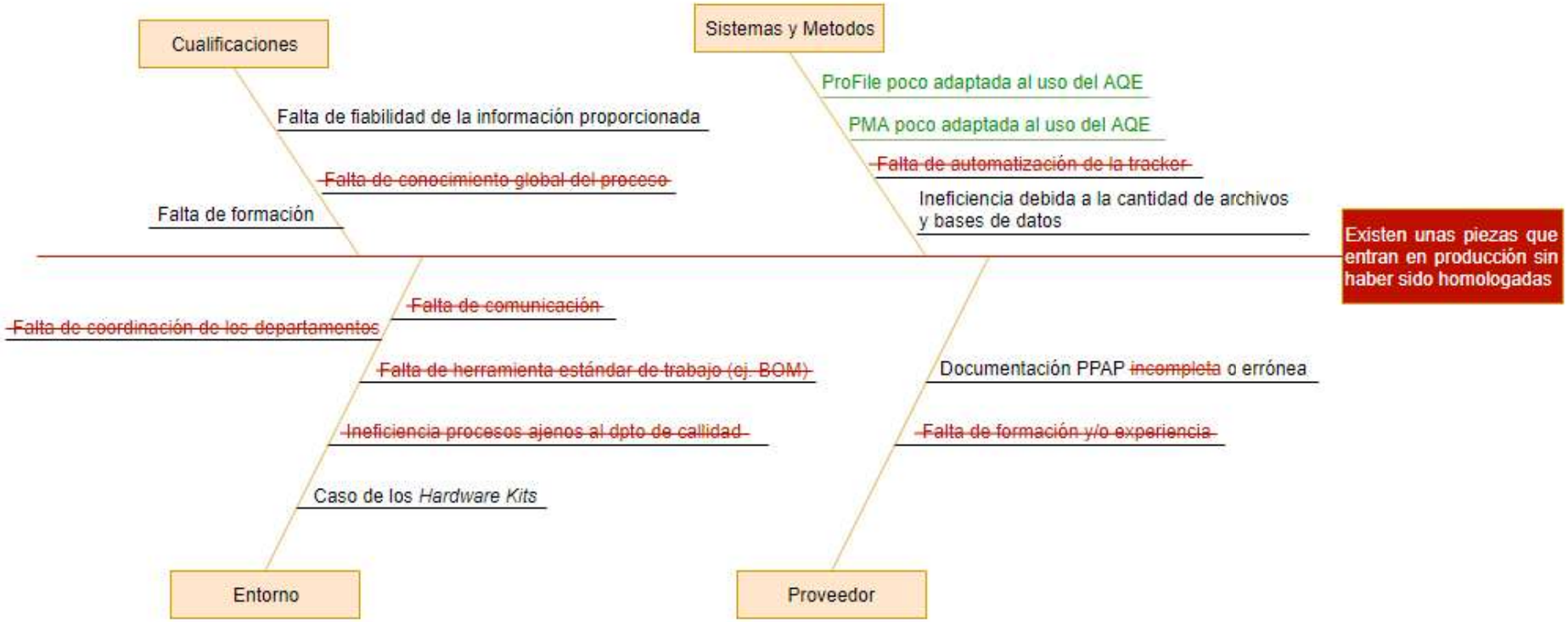


Figura 28: Diagrama de causa y efectos (Ishikawa) tras implantación del nuevo sistema – Fuente: elaboración propia

Anexo IV: Sistema ProFile/PMA

Las Ilustración 52, Ilustración 53, e Ilustración 54 permiten observar la organización de la pestaña *Timing*, donde se realiza el seguimiento del PPAP de una pieza. Está organizada según las fases del LPMP, presentadas en la Ilustración 14. El funcionamiento de la pestaña se ha explicitado en la Ilustración 38.

*** = Key Part Timing. This status filters up to the Part Status and Supplier Status for the worst case scenario.**
Status : Green = End Date greater than 2 weeks from today Yellow = End Date within 2 weeks from today Red = Past End Date Blue = Closed

Line	Part Timing/Deliverable	OEM Deliverable Description	LPMP Deliverables Date(s)	End Date	Est. Complete Date	Complete Date	Status	Alert	Risk	Comments	Attachments	History
PROTOTYPE												
1	Prelim. SC/CC Review		View						No		View (0) Add	View
*2	Engineering Release / Design Record		View						No		View (0) Add	View
3	DFMEA		View						No		View (0) Add	View
*4	DV Testing		View						No		View (0) Add	View
5	New Equip, Facil. Test Chklist		View						No		View (0) Add	View
6	Control Plan		View						No		View (0) Add	View
7	Team Feasibility		View						No		View (0) Add	View

Ilustración 52: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP, fase Prototype – Fuente: ProFile

PILOT												
8	Packaging Approval		View						No		View (0) Add	View
9	SC/CC Review		View						No		View (0) Add	View
10	Engineering Release / Cust Eng Approval		View						No		View (0) Add	View
*11	Tool Kick-Off		View						No		View (0) Add	View
12	Heat Treatment Review / CQI-9 Assessment		View						No		View (0) Add	View
13	Process Flow / Floor Plan		View						No		View (0) Add	View
*14	PFMEA		View						No		View (0) Add	View
15	Pre-Launch Control Plan		View						No		View (0) Add	View
*16	Check Fixture /Gage Review /MSA /Gage RR		View						No		View (0) Add	View
17	Process / Operator Instructions		View						No		View (0) Add	View
*18	Production Tooling Complete		View						No		View (0) Add	View
19	Dimensional Approval / Capability Study		View						No		View (0) Add	View
20	Appearance Approval		View						No		View (0) Add	View
21	Int. Mat. Data System Cert		View						No		View (0) Add	View
22	Quality Lab Certification		View						No		View (0) Add	View
*23	Run at Rate		View						No		View (0) Add	View
*24	PPAP Submission		View	23-AUG-2019	23-AUG-2019		G		No	Lear due date for supplier PPAP	View (0) Add	View
25	PV Testing		View						No		View (0) Add	View
26	Doc & Process Review		View						No		View (0) Add	View

Ilustración 53: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP, fase Pilot – Fuente: ProFile

LAUNCH												
27	Updated PFMEA		View				▼		No ▼		View (0) Add	View
28	Launch Control Plan		View				▼		No ▼		View (0) Add	View
*29	Launch Containment Plan		View				▼		No ▼		View (0) Add	View
30	Ramp Up Plan		View				▼		No ▼		View (0) Add	View
*31	Final PPAP Approved		View				▼		No ▼		View (0) Add	View

Ilustración 54: Extracto pestaña Timing para la realización del PPAP, fase Launch – Fuente: ProFile

Las Ilustración 55 e Ilustración 56 permiten observar el detalle de los estatus del programa presentados en las Ilustración 41 e Ilustración 43 más ampliamente.

8 Lear Purchased Parts Found

Page Size : 40 Page : 1

LPN	Row	CD	BType	Supplier	STA	Data	APQP18	APQP21	APQP23	APQP26	APQP24	APQP31
L0644471AA03	2	False	F	LEAR CORP POLAND II TYCHY (EURO)	Rafael Faus	ECN 1 of 1 SPO 1 of 1	21-Feb-19	21-Feb-19	21-Feb-19	21-Feb-19	20-Feb-19	21-Feb-19
L0644502AA03	2	False	F	LEAR CORP POLAND II TYCHY (EURO)	Rafael Faus	ECN 1 of 1 SPO 1 of 1	21-Feb-19	21-Feb-19	21-Feb-19	21-Feb-19	20-Feb-19	21-Feb-19

Ilustración 55: Detalle de estatus Blue – Fuente: PMA

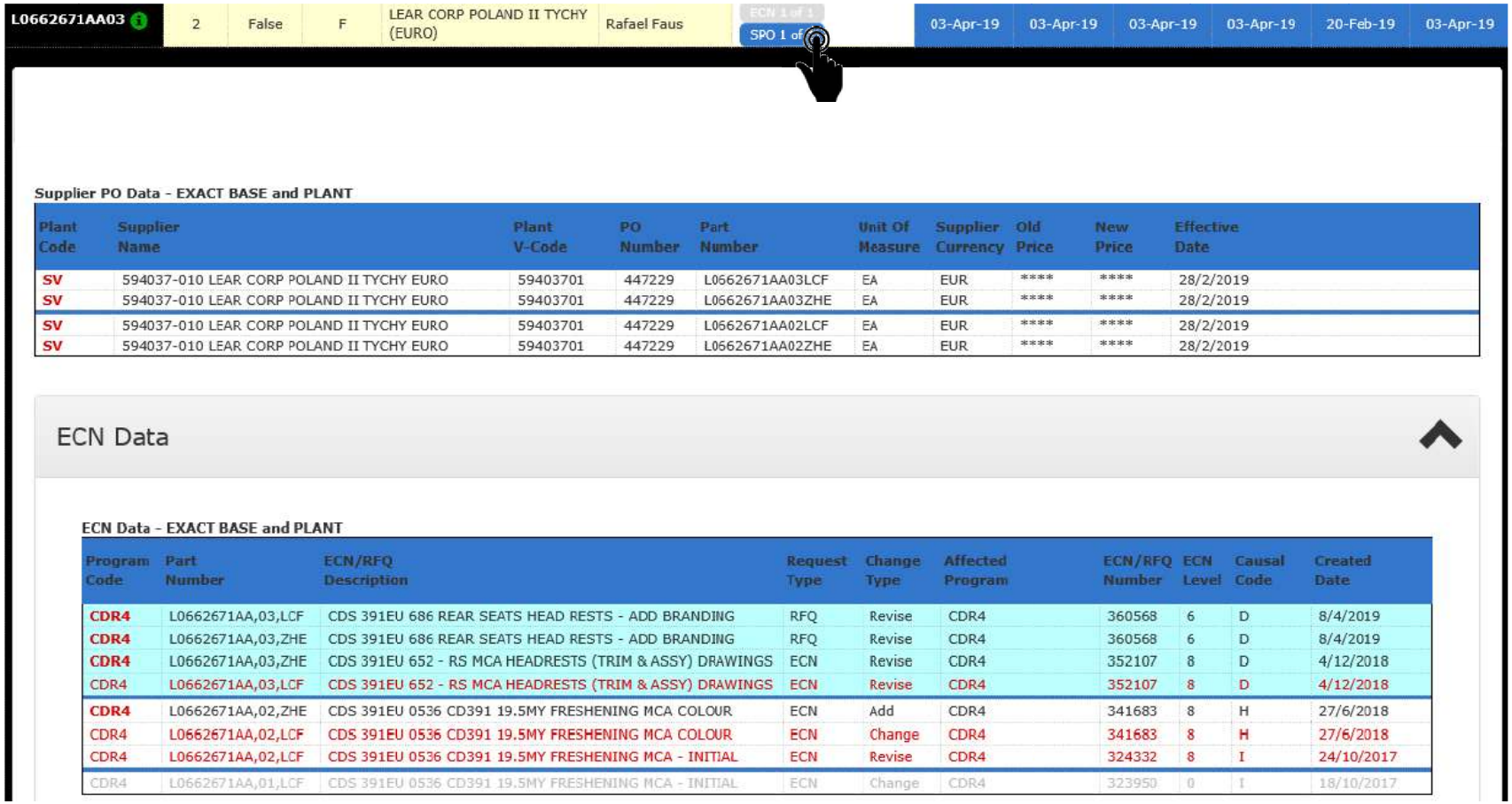
43 Lear Purchased Parts Found

Page Size : 40 Page : 1 2

LPN	Row	CD	BType	Supplier	STA	Data	APQP18	APQP21	APQP23	APQP26	APQP24	APQP31
L0304381AH01	1	True	F	BROSE S.A.	Julian Madrigal	ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L0304385AH01	1	True	F	BROSE S.A.	Julian Madrigal	ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L0304387AH01	1	True	F	BROSE S.A.	Julian Madrigal	ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L0304416AC05	1	True	F	LEGGETT & PLATT AUTOMOTIVE GROUP-	Julian Madrigal	ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L0316575AH01	1	True	F	BROSE S.A.	Julian Madrigal	ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L0316577AH01	1	True	F	BROSE S.A.	Julian Madrigal	ECN 1 of 1 SPO 0 of 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Ilustración 56: Detalle de estatus "Not in Profile" – Fuente: PMA

La Ilustración 57 permite observar el contenido de la columna "*Data*" de PMA.



L0662671AA03	2	False	F	LEAR CORP POLAND II TYCHY (EURO)	Rafael Faus	ECN 1 of 1 / SPO 1 of	03-Apr-19	03-Apr-19	03-Apr-19	03-Apr-19	20-Feb-19	03-Apr-19

Supplier PO Data - EXACT BASE and PLANT

Plant Code	Supplier Name	Plant V-Code	PO Number	Part Number	Unit Of Measure	Supplier Currency	Old Price	New Price	Effective Date
SV	594037-010 LEAR CORP POLAND II TYCHY EURO	59403701	447229	L0662671AA03LCF	EA	EUR	****	****	28/2/2019
SV	594037-010 LEAR CORP POLAND II TYCHY EURO	59403701	447229	L0662671AA03ZHE	EA	EUR	****	****	28/2/2019
SV	594037-010 LEAR CORP POLAND II TYCHY EURO	59403701	447229	L0662671AA02LCF	EA	EUR	****	****	28/2/2019
SV	594037-010 LEAR CORP POLAND II TYCHY EURO	59403701	447229	L0662671AA02ZHE	EA	EUR	****	****	28/2/2019

ECN Data

ECN Data - EXACT BASE and PLANT

Program Code	Part Number	ECN/RFQ Description	Request Type	Change Type	Affected Program	ECN/RFQ Number	ECN Level	Causal Code	Created Date
CDR4	L0662671AA,03,LCF	CDS 391EU 686 REAR SEATS HEAD RESTS - ADD BRANDING	RFQ	Revise	CDR4	360568	6	D	8/4/2019
CDR4	L0662671AA,03,ZHE	CDS 391EU 686 REAR SEATS HEAD RESTS - ADD BRANDING	RFQ	Revise	CDR4	360568	6	D	8/4/2019
CDR4	L0662671AA,03,ZHE	CDS 391EU 652 - RS MCA HEADRESTS (TRIM & ASSY) DRAWINGS	ECN	Revise	CDR4	352107	8	D	4/12/2018
CDR4	L0662671AA,03,LCF	CDS 391EU 652 - RS MCA HEADRESTS (TRIM & ASSY) DRAWINGS	ECN	Revise	CDR4	352107	8	D	4/12/2018
CDR4	L0662671AA,02,ZHE	CDS 391EU 0536 CD391 19.5MY FRESHENING MCA COLOUR	ECN	Add	CDR4	341683	8	H	27/6/2018
CDR4	L0662671AA,02,LCF	CDS 391EU 0536 CD391 19.5MY FRESHENING MCA COLOUR	ECN	Change	CDR4	341683	8	H	27/6/2018
CDR4	L0662671AA,02,LCF	CDS 391EU 0536 CD391 19.5MY FRESHENING MCA - INITIAL	ECN	Revise	CDR4	324332	8	I	24/10/2017
CDR4	L0662671AA,01,LCF	CDS 391EU 0536 CD391 19.5MY FRESHENING MCA - INITIAL	ECN	Change	CDR4	323950	0	I	18/10/2017

Ilustración 57: Detalle de la columna "data" – Fuente: PMA

Anexo V: Diagrama de proceso de homologación

La Figura 29 es una versión ampliada de la Figura 22.

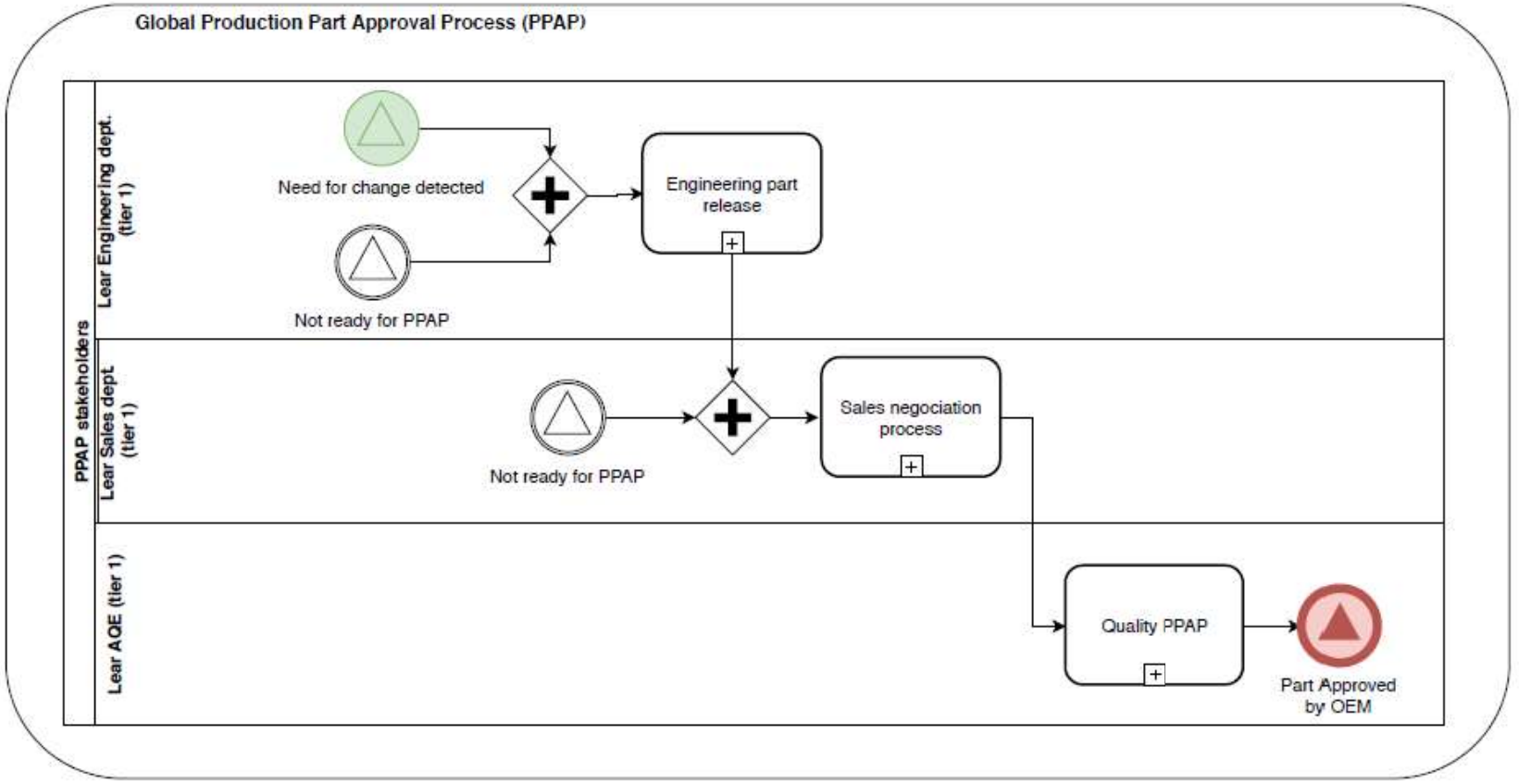


Figura 29: Proceso global de realización de PPAP – Fuente: elaboración propia

La Figura 30 es una versión ampliada de la Figura 23.

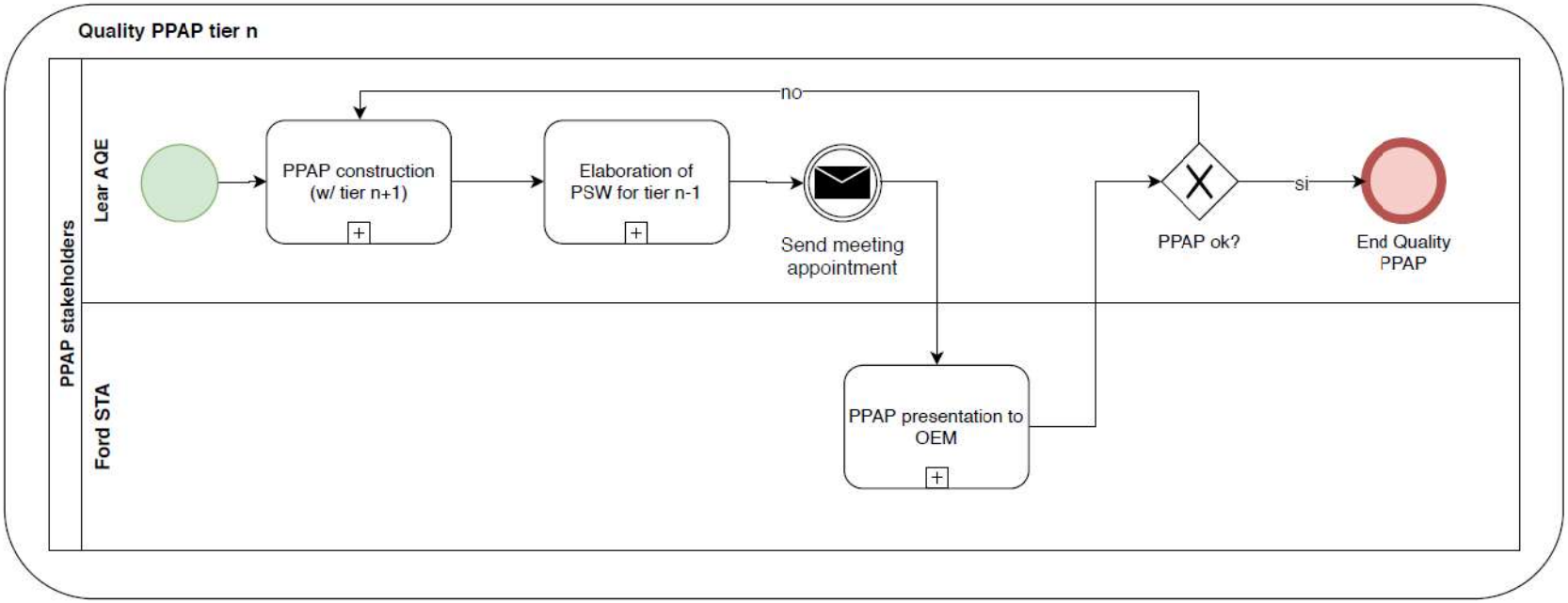


Figura 30: Subproceso propio al departamento de calidad avanzada "Quality PPAP" – Fuente: elaboración propia

La Figura 31 es una versión ampliada de la Figura 24.

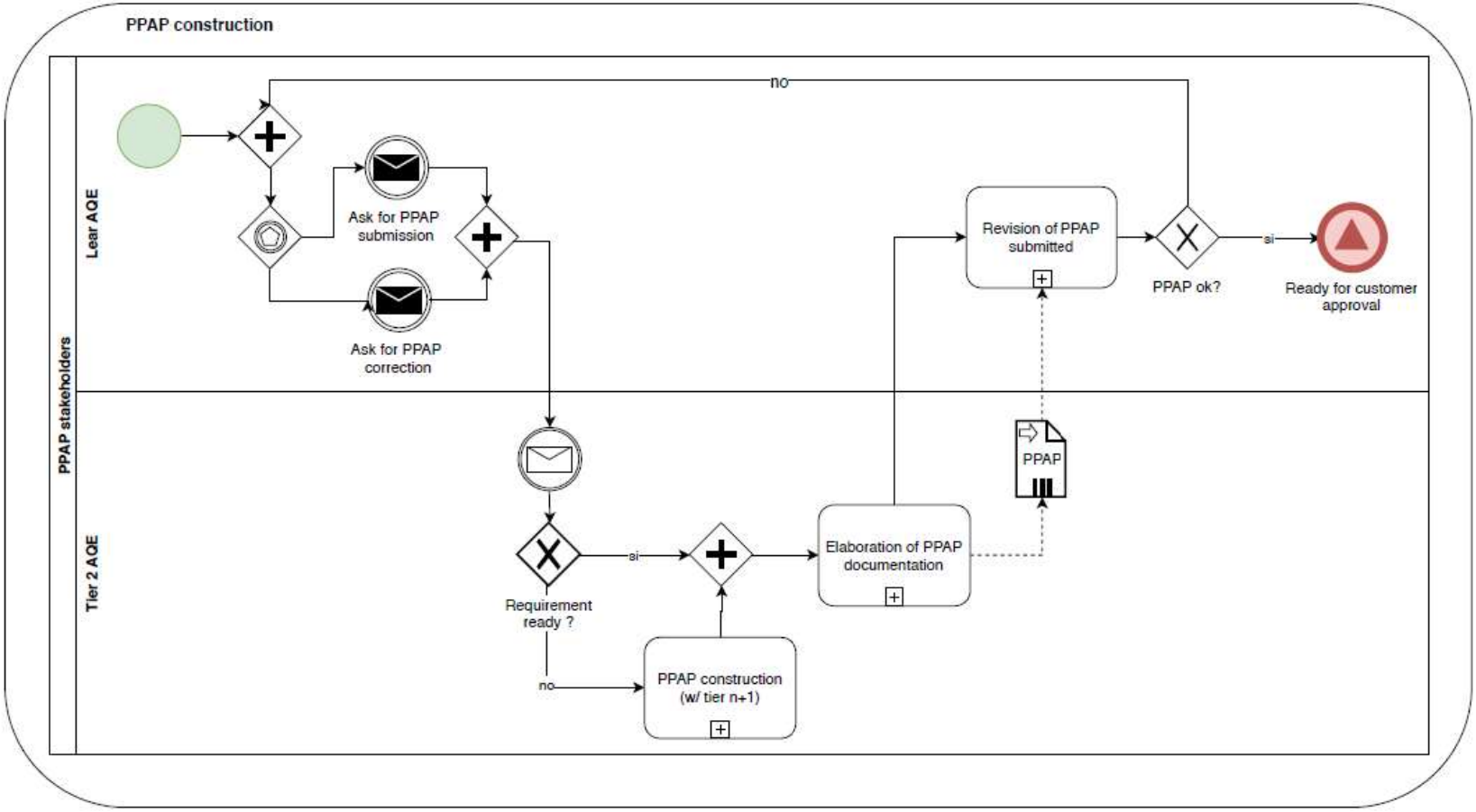


Figura 31: Subproceso construcción del PPAP – Fuente: elaboración propia

La Figura 32 es una versión ampliada de la Figura 25.

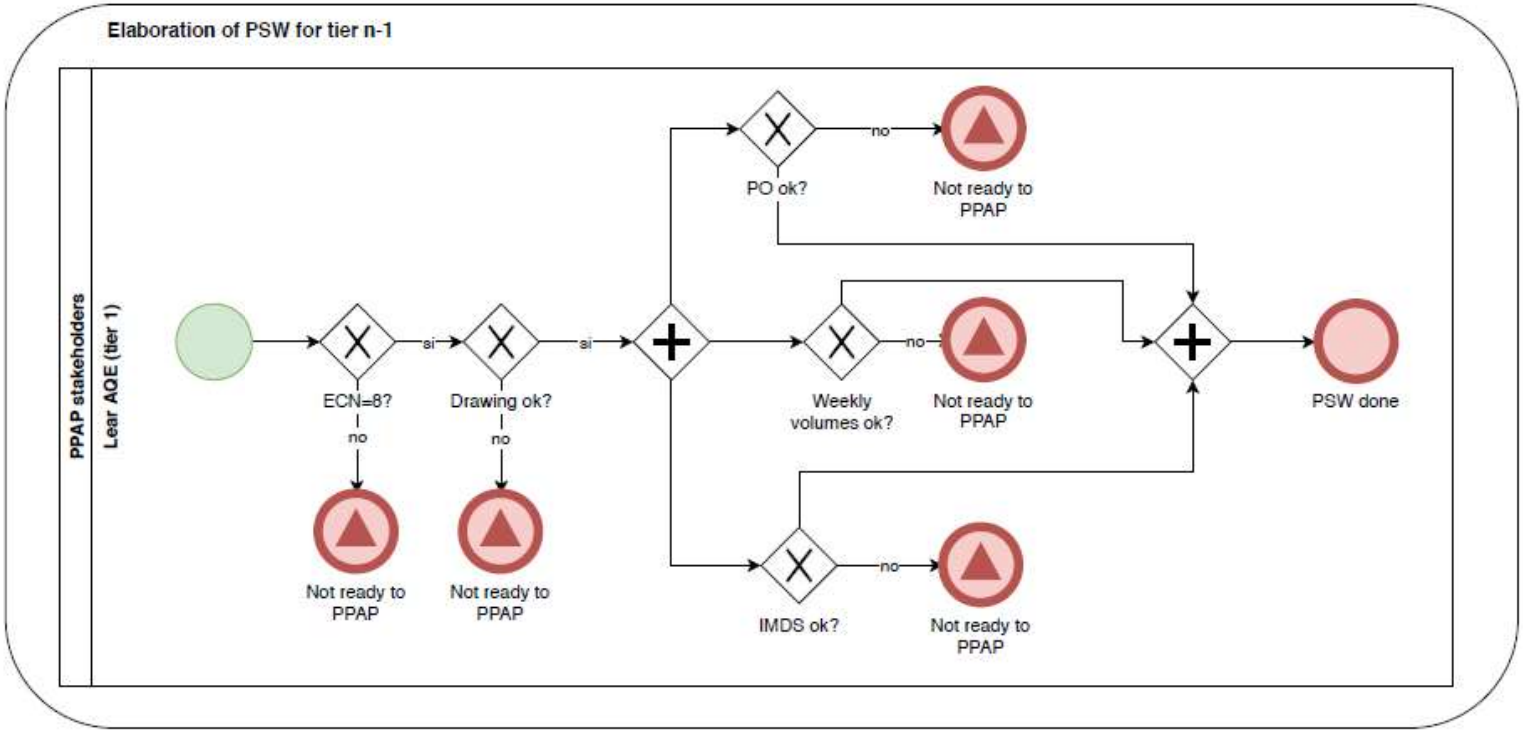


Figura 32: Subproceso elaboración de PSW – Fuente: elaboración propia

Anexo VI: Programa de la herramienta Excel de gestión de homologación de kits

```
Sub HWKITSCD391()

f = Hoja5.Cells(2, 10) 'número de filas ocupadas por los BOMs pegados en la pestaña HW PLM
T = Hoja5.Cells(2, 8) ' tamaño de la tabla que se generará = T*T

'----------------------GENERAR TABLA CANTIDAD PIEZA/KIT EN PESTAÑA HW PLM----------------------


'------------1) Generar un vector con todos los componentes

Range("Z3:BX53").ClearContents

'----1.1) leer los componentes
Dim fast()
ReDim fast(f, 1) 'generar un vector columna en el que se listarán los componentes

For i = 1 To f
   If Hoja5.Cells(4 + i, 16) <> 0 Then 'si no es 0 es un componente, lo agrego al vector
      fast(i, 1) = Hoja5.Cells(4 + i, 16)
   Else
      fast(i, 1) = Hoja5.Cells(5, 16) 'si es 0 agrego un componente cualquiera al vector, se ha elegido el
primero de la lista
   End If
Next i

'----1.2) quitar duplicados de la lista
For i = 1 To f
   Hoja5.Cells(4 + i, 26) = fast(i, 1) 'se imprime el vector en una columna
Next i

   Range("Z4:Z400").Select
   Range("Z4:Z400").RemoveDuplicates Columns:=1, Header:=xlYes
      'se quitan todos los duplicados

'----1.3) vector final separando el part number y el nivel
Dim fasteners()
ReDim fasteners(T, 2) 'crear un vector columna a dos columnas
For i = 1 To T
   fasteners(i, 1) = Cells(3 + i, 18) 'part number
   fasteners(i, 2) = Cells(3 + i, 19) 'nivel
Next i
```

```
'------------2) Generar un vector con todos los kits

'----2.1) leer los kits
Dim kit()
ReDim kit(2, T) 'crear un vector línea con dos líneas para part number y nivel
k = 1
Do While kit(1, k) = 0 And k < T
   For i = 1 To f
      If Hoja5.Cells(3 + i, 17) Like "L0*" Then 'cada vez que encuentra "L0" en la columna 17
         kit(1, k) = Hoja5.Cells(3 + i, 17) 'añade part number
         kit(2, k) = Hoja5.Cells(3 + i, 15) 'añade nivel
         k = k + 1
      End If
   Next i
Loop

'----2.2) imprimir vector horizontal kits
For i = 1 To T
   Hoja5.Cells(4, 26 + i) = kit(1, i)
   Hoja5.Cells(3, 26 + i) = kit(2, i)
Next i


'----2.3) vector final separando el part number y el nivel
Dim kit_final()
ReDim kit_final(T, 2)
For i = 1 To T
   kit_final(i, 1) = Hoja5.Cells(3 + i, 21)
   kit_final(i, 2) = Hoja5.Cells(3 + i, 22)
Next i

'------------3) llenar la tabla con las cantidades

'----3.1) leer cantidades
Dim cantidades()
ReDim cantidades(f, 3) 'crear vector con 3 columnas

For i = 1 To f
   For j = 1 To 3
      cantidades(i, j) = Hoja5.Cells(3 + i, 14 + j) 'lleno el vector con columnas 15 16 17
   Next j
Next i

'----3.2) leer tabla
Dim tabla()
ReDim tabla(T + 1, T) 'crear tabla

For i = 1 To T + 1
```

```
  For j = 1 To T
    tabla(i, j) = Hoja5.Cells(2 + i, 25 + j) 'leer la tabla actual (solamente está una columna con los componentes y una línea con los kits)
  Next j
Next i

'----3.3) rellenar la tabla

Dim c As Integer 'c será el número de columna
Dim l As Integer 'l será el número de línea

For i = 1 To f
  l = 0

  If cantidades(i, 3) Like "L0*" Then 'cuando i encuentra un kit se va a buscarlo a la tabla
    For j = 1 To T
      If tabla(1, j) = cantidades(i, 1) And tabla(2, j) = cantidades(i, 3) Then
        c = j 'y recupera el número de la columna correspondiente en la tabla
      End If
    Next j

  Else 'si no encuentra un kit entonces i corresponde a un componente del kit anterior, se va a buscarlo a la tabla
    For k = 1 To T
      If tabla(k, 1) = cantidades(i, 2) Then
        l = k 'y recupera el número de línea correspondiente en la tabla
      End If
    Next k

    'llenar tabla con la cantidad cruzando la línea y la columna
    If l <> 0 Then
      tabla(l, c) = cantidades(i, 3)
    End If
  End If
Next i


'----3.4) imprimir tabla
For i = 1 To T
  For j = 1 To T
    Hoja5.Cells(2 + i, 25 + j) = tabla(i, j)
  Next j
Next i


'----------ACTUALIZAR PESTAÑA HW PPAP TRACKING----------

'----------1) comparar los componentes
```

```
Dim listado_fast() 'crear un vector para leer los componentes en la pestaña PPAP tracking
Dim fast_faltantes() 'crear un vector para almacenar los que faltan en PPAP tracking
ReDim listado_fast(T, 2)
ReDim fast_faltantes(T, 2)

For i = 1 To T 'leer los componentes en PPAP TRACKING
   listado_fast(i, 1) = Hoja12.Cells(4 + i, 1)
   listado_fast(i, 2) = Hoja12.Cells(4 + i, 2)
Next i

j = 1
For i = 1 To T 'comparar las dos listas de componentes
   If listado_fast(i, 1) <> fasteners(i, 1) Then
      fast_faltantes(j, 1) = fasteners(i, 1) 'añadir cada vez que se encuentre algo en HW PLM que no está
en PPAP TRACKING
      fast_faltantes(j, 2) = fasteners(i, 2)
      j = j + 1
   End If
Next i

j = 1
For i = 1 To T
   If listado_fast(i, 1) = 0 Then
      listado_fast(i, 1) = fast_faltantes(j, 1) 'completar el listado de PPAP TRACKING con los elementos
faltantes
      listado_fast(i, 2) = fast_faltantes(j, 2)
      j = j + 1
      Hoja12.Cells(4 + i, 1) = listado_fast(i, 1) 'imprimir los elementos faltantes
      Hoja12.Cells(4 + i, 2) = listado_fast(i, 2)
   End If
Next i

'------------2) comparar los kits

Dim listado_kit() 'crear un vector para leer los kits en la pestaña PPAP tracking
Dim kit_faltantes() 'crear un vector para almacenar los que faltan en PPAP tracking
ReDim listado_kit(T, 2)
ReDim kit_faltantes(T, 2)

For i = 1 To T 'leer los kits en PPAP TRACKING
   listado_kit(i, 1) = Hoja12.Cells(57 + i, 1)
   listado_kit(i, 2) = Hoja12.Cells(57 + i, 2)
Next i

j = 1
For i = 1 To T
   If listado_kit(i, 1) <> kit_final(i, 1) Then
```

```
      kit_faltantes(j, 1) = kit_final(i, 1) 'añadir cada vez que se encuentre algo en HW PLM que no esta en PPAP TRACKING
      kit_faltantes(j, 2) = kit_final(i, 2)
      j = j + 1
   ElseIf listado_kit(i, 1) = kit_final(i, 1) And listado_kit(i, 2) <> kit_final(i, 2) Then 'comprueba si un kit ha subido de nivel
      kit_faltantes(j, 1) = kit_final(i, 1) 'añadir cada vez que se encuentre algo en HW PLM que no esta en PPAP TRACKING
      kit_faltantes(j, 2) = kit_final(i, 2)
      j = j + 1
   End If
Next i

j = 1
For i = 1 To T
   If listado_kit(i, 1) = 0 Then
      listado_kit(i, 1) = kit_faltantes(j, 1) 'completar el listado de PPAP TRACKING con los elementos faltantes
      listado_kit(i, 2) = kit_faltantes(j, 2)
      j = j + 1
      Hoja12.Cells(57 + i, 1) = listado_kit(i, 1) 'imprimir los elementos faltantes
      Hoja12.Cells(57 + i, 2) = listado_kit(i, 2)
   End If
Next i

'------------3) actualizar los colores de los kits
'se van a colorear los kits con mismos part number para ver los que han subido de nivel fácilmente

'----3.1) eliminar todos los colores ya presentes
Hoja12.Activate
Range("A58:B108").Select
   With Selection.Interior
      .Pattern = xlNone
      .TintAndShade = 0
      .PatternTintAndShade = 0
   End With

Range("CN3:EK4").Select
   With Selection.Interior
      .Pattern = xlNone
      .TintAndShade = 0
      .PatternTintAndShade = 0
   End With

Range("EM3:GJ4").Select
   With Selection.Interior
      .Pattern = xlNone
      .TintAndShade = 0
```

```
    .PatternTintAndShade = 0
  End With

Range("CN5:EK55").Select
  With Selection.Interior
    .Pattern = xlNone
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
  End With

'----3.2) detectar donde se necesita color y colorear

For b = 1 To T
  Hoja12.Cells(57, 91 + b) = 1 'llenar la línea "Active" con 1s
Next b

Dim duplicados()
ReDim duplicados(T) 'vector binario

For i = 1 To T - 1
  If Hoja12.Cells(57 + i, 1) <> 0 Then
    For j = i + 1 To T
      If Hoja12.Cells(57 + i, 1) = Hoja12.Cells(57 + j, 1) Then 'si se encuentran dos kits con el mismo part number se colorean

        If j < 12 Then
          col = j + 1
        ElseIf j < 22 Then
          col = j - 10
        ElseIf j < 32 Then
          col = j - 20
        ElseIf j < 42 Then
          col = j - 30
        Else
          col = j - 40
        End If

        duplicados(i) = 1 'las posiciones marcadas con un 1 corresponden a un mismo kit con diferentes niveles
        duplicados(j) = 1

        For k = 1 To T 'se colorea
          If duplicados(k) = 1 Then
            Hoja12.Cells(57 + k, 1).Interior.ThemeColor = col
            Hoja12.Cells(57 + k, 1).Interior.TintAndShade = 0.45
            Hoja12.Cells(57 + k, 2).Interior.ThemeColor = col
            Hoja12.Cells(57 + k, 2).Interior.TintAndShade = 0.45
            Hoja12.Cells(4, 91 + k).Interior.ThemeColor = col
```

```
            Hoja12.Cells(4, 91 + k).Interior.TintAndShade = 0.45
            Hoja12.Cells(3, 91 + k).Interior.ThemeColor = col
            Hoja12.Cells(3, 91 + k).Interior.TintAndShade = 0.45
            Hoja12.Cells(4, 142 + k).Interior.ThemeColor = col
            Hoja12.Cells(4, 142 + k).Interior.TintAndShade = 0.45
            Hoja12.Cells(3, 142 + k).Interior.ThemeColor = col
            Hoja12.Cells(3, 142 + k).Interior.TintAndShade = 0.45

            duplicados(k) = 0
          End If
        Next k

        For b = 1 To T 'se entra en la tabla y se examina la diferencia entre el contenido de los dos kits
          If Hoja12.Cells(4 + b, 91 + i) <> Hoja12.Cells(4 + b, 91 + j) Then
            Hoja12.Cells(57, 91 + i) = 0 'La columna Active del nivel anterior pasa a 0
            Hoja12.Cells(57, 91 + j) = 1
            Hoja12.Cells(4 + b, 91 + j).Interior.Pattern = xlSolid 'se marcan en amarillo los cambios
            Hoja12.Cells(4 + b, 91 + j).Interior.PatternColorIndex = xlAutomatic
            Hoja12.Cells(4 + b, 91 + j).Interior.Color = 65535
            Hoja12.Cells(4 + b, 91 + j).Interior.TintAndShade = 0
            Hoja12.Cells(4 + b, 91 + j).Interior.PatternTintAndShade = 0
          End If
        Next b

      End If
    Next j
  End If
Next i

End Sub
```