

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Implantación del nuevo sistema de
gestión de mantenimiento MAXIMO en
la nave de Chapistería de Volkswagen
Navarra S.A.



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Jose Javier López Fernández de Mesa

Katrin Simón Elorz

Pamplona, 25-01-2017

RESUMEN

El objetivo del proyecto es la implantación del nuevo sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) en la nave de Chapistería de Volkswagen Navarra. De tal forma que se dote al mantenimiento de la nave de un sistema que cubra todas las necesidades de gestión de todos sus activos, el control de almacenes, el proceso de compra y las actividades propias del área de mantenimiento, tales como notificación de averías, órdenes para correctivo, preventivo, etc.

Se analizarán todas las posibilidades que oferta el sistema en los apartados de compras, almacén y las actividades propias del mantenimiento. Se especificará la solución escogida, especificando la razón y haciendo una comparativa con las prestaciones que ofrece el sistema actual, ventajas, desventajas, flujos de trabajo, etc.

Palabras Clave: GMAO, Maximo, Maintteam, Mantenimiento, Volkswagen.

ABSTRACT

The aim of this project is the implementation of the new Computerized Maintenance Management System (CMMS) in the Volkswagen Navarra's bodyshop. Providing the bodyshop's maintenance a system that covers all the assets management needs, the warehouse control, the purchasing process and the maintenance activities such as fault notification, corrective and preventive orders, etc.

It will be analyzed all the possibilities offered by the system in the sections of purchases, warehouses and the maintenance activities. It will be specified the chosen solution, specifying the reason and making a comparative with the benefits offered by the current system, advantages, disadvantages, workflows, etc.

Key words: GMAO, Maximo, Maintteam, Maintenance, Volkswagen.

AGRADECIMIENTOS

Antes de comenzar con el Proyecto Fin de Grado (TFG) me gustaría agradecer a aquellas personas que me han ayudado a realizar el TFG, sin las que no hubiera sido posible realizarlo, ya que con su ayuda han colaborado en la realización del mismo.

En primer lugar, me gustaría agradecer a la empresa Volkswagen Navarra S.A la magnífica oportunidad que me ha brindado para realizar este proyecto y aprender con él, ya que gracias a estas prácticas he conocido en profundidad el funcionamiento del departamento de Mantenimiento.

A todos los compañeros de la oficina técnica de Mantenimiento. Gracias por todo vuestro apoyo, disposición y consejo. Mención especial a Ricardo Berrueta, porque desde el primer momento estuviste dispuesto a ayudarme en lo que fuese, no podría haber tenido un tutor mejor.

A mi tutora de la universidad Katrin Simón, por el tiempo dedicado a mi proyecto y por tantas dudas resueltas y recomendaciones. Porque gracias a ella esto no habría sido posible.

A mi padre, por sus sabios consejos durante toda la carrera, aunque algunas veces no le hiciera caso. Por su infinita paciencia con cada uno de los problemas que han surgido y por su infinita disposición a ayudarme con cualquier tema.

A todos ellos, gracias

Jose Javier López Fernández de Mesa.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.1	Objetivo del proyecto.....	1
2	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA “VOLKSWAGEN”	1
2.1	Breve historia de Volkswagen y Volkswagen Navarra	1
2.2	Grupo Volkswagen	4
2.3	Volkswagen Navarra S.A	5
2.3.1	<i>Introducción</i>	5
2.3.2	<i>Lay Out</i>	5
2.3.3	<i>Organización de la empresa</i>	6
2.3.4	<i>Flujo de trabajo</i>	8
2.3.5	<i>Sistema de producción Pamplona</i>	8
3	PRÁCTICAS DE EMPRESA EN VOLKSWAGEN.....	10
3.1	Objetivos propuestos.....	11
3.2	Planificación, funciones y tareas desarrolladas en las prácticas.....	11
4	MANTENIMIENTO Y SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO).....	13
4.1	Introducción	13
4.2	Estudio de necesidades.....	15
4.3	Análisis de mercado (SAP y MAXIMO)	17
5	IMPLANTACIÓN DE MAXIMO	32
5.1	Gestión del mantenimiento	33
5.1.1	<i>Tickets</i>	36
5.1.2	<i>Órdenes de trabajo</i>	38
5.1.3	<i>Flujos de trabajo</i>	42
5.2	Gestión de las compras/recepciones	50
5.2.1	<i>Compras</i>	50
5.2.2	<i>Recepciones</i>	54
5.3	Gestión del almacén.....	56
6	CONCLUSIONES.....	60
7	REFERENCIAS	63

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Morris 1300 y Austin Victoria.	2
Figura 2. Vista de la fábrica en la etapa Authi	3
Figura 3. Lancia β y Seat 124.....	3
Figura 4. Vista de la fábrica en la etapa Seat.	3
Figura 5. Vista de la fábrica en la etapa Volkswagen.	4
Figura 6. Marcas del Consorcio	4
Figura 7. Lay out de la fábrica.....	6
Figura 8. Organigrama de Volkswagen Navarra.	6
Figura 9. Proceso productivo.....	8
Figura 10. Sistema de producción.....	9
Figura 11. Organigrama en base a dedicación (Monica, 2010 [2])	11
Figura 12. Etapas funcionales y espaciales de la implantación.....	32
Figura 13. Tipos de trabajo en Maximo.....	33
Figura 14. Diagrama de proceso.....	34
Figura 15. Origen e información del Ticket.....	36
Figura 16. Origen e información de la Orden de Trabajo.	39
Figura 17. Flujo de cambios de estado de la OT original.	40
Figura 18. Flujo de cambios de estado de la OT seleccionado o final.....	41
Figura 19. Flujo de trabajo para correctivos en Maintteam.....	43
Figura 20. Flujo de trabajo para trabajos de correctivo planificado en Maximo.	45
Figura 21. <i>Portlets</i> del CI del Mando de mantenimiento y Oficial de mantenimiento.....	46
Figura 22. Flujo de trabajo para trabajos correctivo no planificado (1) y (2) en Maximo....	47
Figura 23. Flujo de trabajo para trabajos preventivos en Maximo.	48
Figura 24. Flujo de trabajo para trabajos preventivos en Maintteam.....	48
Figura 25. Diagrama de flujo de compras en Maintteam.....	50
Figura 26. Diagrama de proceso de compras en Maximo.....	52
Figura 27. Etiqueta y lector de código de barras antiguo.....	57
Figura 28. Proceso de movimiento de un repuesto en Maximo.	59
Figura 29. Proceso de validación de compras en la interfaz.....	71

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Vehículos y producción realizada en la etapa Authi.	2
Tabla 2. Vehículos y producción realizada en la etapa Seat-	3
Tabla 3. Vehículos y producción realizada en la etapa Volkswagen.....	4
Tabla 4. Funcionamiento de los turnos.	7
Tabla 5. Tareas realizadas durante las Prácticas en Volkswagen Navarra.	12
Tabla 6. Competencias-Tareas realizadas durante las Prácticas en VOLKSWAGEN.....	13
Tabla 7. Comparación Maintteam-MAXIMO-SAP.....	19
Tabla 8. Nomenclaturas Maximo Maintteam.	35
Tabla 9. Efectos producidos por el cambio de estado de las OT's.....	41
Tabla 10. Cambios producidos en el estado del ticket por un cambio de estado en la OT.	41
Tabla 11. Cambios producidos en el estado del IA por un cambio de estado en la PA.	42

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Las personas que trabajan en un departamento de mantenimiento manejan una enorme cantidad de información. Antes, cuando la tecnología no estaba tan desarrollada como hoy en día, esta información se procesaba con hojas de cálculo, pero hoy en día se han desarrollado los Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), que permiten gestionar el mantenimiento con medios informáticos donde se recopila la información para su posterior análisis.

En Volkswagen Navarra se ha llevado a cabo el proyecto que pretende realizar un cambio tecnológico en el sistema de gestión de mantenimiento debido a las limitaciones del sistema actual, (el cual lleva implantado más de 15 años, ya sin soporte) y que dé respuesta a las necesidades reales planteadas por los mantenimientos, que permita organizar, documentar y controlar todos los aspectos relacionados con su actividad tales como gestionar el almacén, organizar preventivos e informar de las averías producidas en el taller, entre otras, a través de una herramienta eficaz y versátil que dé respuesta a las necesidades del taller.

1.1 Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es la implantación del nuevo sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador Maximo (MX) en la nave de Chapistería. De tal forma que se dote al mantenimiento de la nave de Chapistería de un sistema que cubra todas las necesidades de gestión de todos sus activos, el control de almacenes y las actividades propias del área de mantenimiento.

La correcta implantación de un sistema GMAO es fundamental para el funcionamiento de un taller, ya que esta herramienta permite analizar la información del mantenimiento y de los equipos para optimizar la gestión de las diferentes tareas de esta área. En resumen, un sistema GMAO permite reducir costes y ganar rentabilidad.

Se va a analizar para el sistema de gestión escogido, justificación del software escogido y todos los procesos que lleva a cabo el departamento de mantenimiento, entre ellos está la gestión de compras, gestión de almacén y gestión del mantenimiento, comparándolos con los procesos que se llevan a cabo con el anterior software, visualizando así ventajas, inconvenientes y puntos de mejora, entre otros aspectos.

2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA “VOLKSWAGEN”

2.1 Breve historia de Volkswagen y Volkswagen Navarra

La historia de Volkswagen empieza a principios del siglo XX, con el sueño de desarrollar un coche pensado para el pueblo, un “Volkswagen”. El nombre Volks Wagen se debe a que en Alemania en los años 1930 surgió el proyecto de construir un automóvil que fuese accesible para un gran número de personas. En 1933 Adolf Hitler se alzó con el poder y decidió poner en marcha un plan de fomento de la industria del automóvil. De este modo se lanzó un

concurso a los empresarios para la concesión de la fabricación del denominado 'automóvil del pueblo' (Volks Wagen). Ferdinand Porsche fue el encargado de llevar a cabo el proyecto cuyo fin era construir un vehículo sencillo y barato que pudiese estar al alcance de la mayoría de los alemanes.

Para llevar a cabo el proyecto, Hitler pretendía construir la fábrica más grande de Europa. Hitler escogió el pueblo de Fallersleben, a orillas del canal de Mittelland. El lugar formaba parte desde el siglo XIV del condado de Schloss Wolfsburg, propiedad del conde von Schulenburg. El partido nazi facilitó a Ferdinand Porsche la infraestructura necesaria para la construcción de la que sería posteriormente la fábrica encargada del proyecto. Para la realización de este proyecto, se fundó la nueva ciudad, Stadt des KdF-Wagens bei Fallersleben, el 26 de mayo de 1938. Con el propósito de financiar todo este proyecto, el gobierno alemán ideó un sistema en el que los ahorradores deseosos de poseer un Volkswagen (automóvil del pueblo), aportaban 5 marcos semanalmente. Así se reunieron alrededor de 286 millones de marcos. Ninguna de estas personas recibió su Kdf-Wagen, ya que los proyectos militares monopolizaban la atención del país tras el inicio de la Segunda Guerra Mundial.

La historia de Volkswagen Navarra se divide en 3 periodos o etapas, Authi, Seat y Volkswagen Navarra, S.A. A continuación, se describe de forma muy breve y visual cada una de ellas:

Etapa Authi:

Abarca desde 1965 a 1975, con una extensión de 466.000 m^2 totales, menos de 1500 trabajadores y el proceso productivo incluía chapistería, pintura y montaje. Se produjeron un total de 131.744 vehículos. Los modelos que se fabricaron en este periodo fueron los siguientes:

Tabla 1. Vehículos y producción realizada en la etapa Authi.

Año	Modelo	Producción
1966	Morris 1100, MG 1100, Traveller 1100	17.978
1968	Mini 850, Mini 1000, Mini 1275, Mini 1275 GT	85.596
1972	Austin 1300, Austin Victoria	30.170

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Intranet Volkswagen Navarra

Figura 1. Morris 1300 y Austin Victoria.

Fuente: Intranet Volkswagen Navarra



Figura 2. Vista de la fábrica en la etapa Authi

Etapa Seat:

Abarca desde 1965 a 1975, con una extensión de 847.000 m^2 totales, con 1800 empleados, el proceso productivo ya era total y se produjeron un total de 284.225 vehículos. Los modelos que se fabricaron en la fábrica fueron los siguientes:

Tabla 2. Vehículos y producción realizada en la etapa Seat-

Año	Modelo	Producción
1976	Seat 124	131.603
1979	Lancia β , Lancia HP	2.750
1980	Panda 35, Panda 45	149.872

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Intranet Volkswagen Navarra

Figura 3. Lancia β y Seat 124.

Fuente: Intranet Volkswagen Navarra



Figura 4. Vista de la fábrica en la etapa Seat.

Etapa Volkswagen:

Abarca desde 1984 hasta la actualidad, con una extensión de 1.600.000 m² totales, con cerca de 7000 empleados, el proceso productivo es completo y a día de hoy se han producido más de 7.000.000 de coches. Los modelos que se han producido son los siguientes:

Tabla 3. Vehículos y producción realizada en la etapa Volkswagen

Año	Modelo	Producción
1984	Polo	865.191
1985	Polo Classic	85.385
1988	Polo GP90, Polo Coupé GP90	400.758
1994	Polo A03	1.393.211
1999	Polo A03 GP	561.692
2001	Polo A04	809.884
2009	Polo A05	5.740.686

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Intranet Volkswagen Navarra



Figura 5. Vista de la fábrica en la etapa Volkswagen.

2.2 Grupo Volkswagen

El Grupo Volkswagen es un fabricante de automóviles alemán y una de las mayores empresas mundiales en el sector de la automoción, tiene su sede en Wolfsburgo, Alemania y está compuesto de 12 marcas de 7 países europeos: Audi (Alemania), Bentley (Reino Unido), Bugatti (Francia), Lamborghini (Italia), Porsche (Alemania), SEAT (España), Škoda (República Checa), Volkswagen (Alemania), Scania (Suecia), MAN (Alemania), Volkswagen Vehículos Comerciales (Alemania) y Ducati (Italia). Cuenta con un total de 119 fábricas repartidas por el mundo entre las cuales se encuentra Volkswagen Navarra S.A. En Europa se encuentran 73 de ellas, en Asia 30, en Sudáfrica 4, Sudamérica 8 y por último en Norteamérica hay 4.



Figura 6. Marcas del Consorcio

Fabrican 335 modelos diferentes y suponen el 13% de la cuota del mercado mundial y el 23% de la cuota del mercado europeo. Es el fabricante de automóviles líder de Europa con 10,14 millones de vehículos vendidos en 2014, de entre los cuales 6,12 millones fueron de la marca Volkswagen.

Es una de las empresas con más empleados ya que cuenta con un total de 592.600 empleados, dato recogido en diciembre de 2014. El grupo exporta sus vehículos a 153 países de exportación.

Los objetivos del grupo están definidos para construir coches seguros y atractivos para satisfacer al cliente y ser respetuosos con el medio ambiente. Dentro del ranking mundial se encuentran los segundos por detrás de Toyota y por delante de General Motors.

2.3 Volkswagen Navarra S.A

2.3.1 Introducción

Actualmente el Grupo Volkswagen tiene 2 fábricas en España, Volkswagen Navarra S.A y la otra fábrica es SEAT, se encuentra en Martorell, Cataluña. La industria del automóvil en España supone el 10 % del Producto Interior Bruto de España.

En 2015 se ha exportado el 91% de los coches fabricados, se ha exportado a 52 países diferentes, pero entre los principales países de exportación se encuentran: Alemania (19,5%), Francia (14,5%), Italia (12,1%) y España (8,7%).

En Volkswagen Navarra se fabrican una media de 1400 coches al día. Un Volkswagen Polo requiere 13,5 horas en ser fabricado y se utilizan un total de 4500 piezas para ello.

La plantilla de Volkswagen Navarra la componen un total de 7607 personas, 4353 personas son contratadas por Volkswagen, 1621 son de proveedores en el recinto de la fábrica de Landaben, 1138 son proveedores del parque de proveedores y 495 son proveedores del resto de Navarra.

2.3.2 Lay Out

Volkswagen Navarra tiene actualmente una superficie de 1.630.200 metros cuadrados. Superficie que con el paso del tiempo ha ido aumentando debido a ampliaciones en la fábrica. En la siguiente figura se muestra la distribución de la fábrica, donde se encuentran marcados la situación de los departamentos dentro de la fábrica. Y en rojo está marcado la nave de chapistería ya que es donde he estado realizando las prácticas.

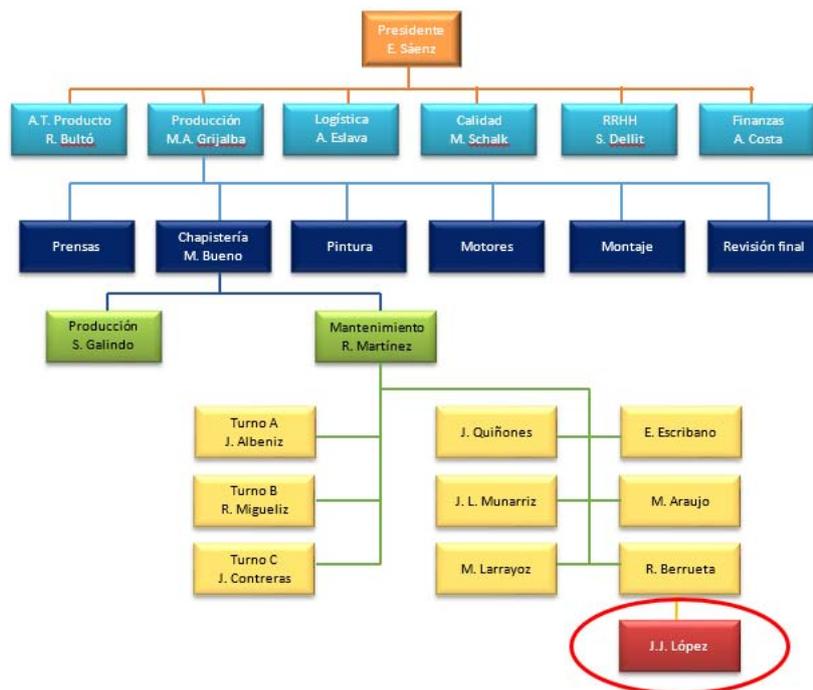


Fuente: Intranet Volkswagen Navarra

Figura 7. Lay out de la fábrica.

2.3.3 Organización de la empresa

A continuación, se muestra el organigrama de Volkswagen Navarra, que, dependiendo del presidente y director general, Emilio Sáenz, cuenta con 6 áreas diferentes: Área Técnica de Producto, Producción, Logística, Calidad, RRHH y Finanzas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Organigrama de Volkswagen Navarra.

A continuación, se explica el área de producción, el resto está desarrollados en el Anexo 1.

Producción: Esta dirección incluye a los talleres de producción: Prensas, Chapistería, Pintura, Montaje Motor, Montaje Vehículo y Revisión Final. Producción se encarga de obtener la producción planificada con la calidad, coste y plazo previstos, garantizando una utilización eficiente de los recursos asignados. También garantiza el mantenimiento de las instalaciones y medios de producción, así como el orden y la limpieza del taller.

Todos los talleres de producción están divididos en Mantenimiento y Producción, mantenimiento se encarga de conseguir la máxima disponibilidad de las instalaciones al mínimo costo, de gestionar el almacén, conseguir todos los repuestos, gestionar todas las tecnologías y también se hace responsable de las nuevas modificaciones en la línea y producción se encarga de alcanzar la producción diaria estimada según los pedidos realizados por los clientes.

El gerente de Chapistería es Manuel García Bueno, por debajo de él, y como jefe de mantenimiento, se encuentra Roberto Martínez Marinelarena, del que cuelgan los “Mandos de turno” y los “Mandos de la oficina técnica”. Los primeros son 3 y van rotando por turnos, se encargan de gestionar un grupo de operarios, los “Oficiales de mantenimiento”, estos se pueden distinguir por especialidades: mecánicos y eléctricos y se encargan de reparar las averías en el mínimo tiempo posible, arreglar piezas o equipos, colaborar en proyectos de implantación de nuevos equipos, hacer preventivos, etc. Y, por último, cada turno tiene una almacenera asociada, la almacenera se encarga de gestionar el almacén, entradas y salidas, balances de inventario, abrir nuevas fichas de repuesto, etc. Estos empleados trabajan por turnos, se van turnando cada semana trabajando mañana, tarde o noche tal como muestra la Tabla 4:

Tabla 4. Funcionamiento de los turnos.

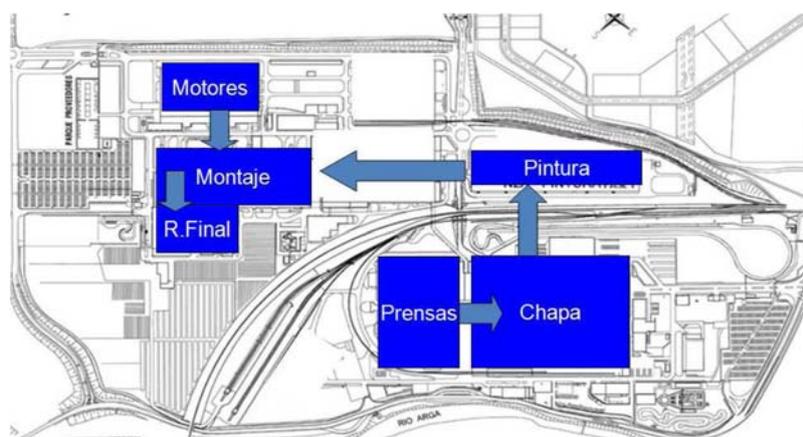
	Mañana	Tarde	Noche
Semana 1	A	B	C
Semana 2	B	C	A
Semana 3	C	A	B

Fuente: Elaboración propia.

Los “Mandos de la oficina técnica” son 6 y son responsables de ciertas instalaciones del taller y tecnologías (por ejemplo: pinzas de soldadura, robots, etc.), se encargan de gestionar el mantenimiento de estas instalaciones y la gestión de estas tecnologías. También son responsables del consumo de energía del taller, formación, compras, etc.

A lo largo de la semana de lunes a viernes durante las 24 horas del día, se realiza producción, esto implica el funcionamiento de todos los equipos sin descanso haciendo carrocerías, por el contrario, el fin de semana, a no ser que el área de producción decida lo contrario por no haber llegado a la producción estimada, “se hace pulmón”, el pulmón es una parte de la nave donde hay infinidad de piezas ya fabricadas que sirven para suministrar a la instalación correspondiente en caso de avería y que se corte el suministro. Por ejemplo, si se ha estropeado el motor de un robot y por lo tanto no se pueden fabricar más puertas de la carrocería, el procedimiento que se sigue es alimentar a la siguiente instalación que depende de la anterior con elementos ya fabricados y almacenados para este fin.

2.3.4 Flujo de trabajo



Fuente: Intranet Volkswagen Navarra

Figura 9. Proceso productivo.

Todo el proceso comienza en el taller de Prensas, donde se inicia el proceso de producción del coche con la estampación de piezas de la carrocería. Una vez terminadas las piezas se cargan en los contenedores específicos para llevar a Chapistería.

Chapistería: En este taller tiene lugar la unión de las diferentes piezas que proceden de Prensas y de proveedores externos para formar la carrocería del Polo, lo característico de este taller es su alto grado de automatización, hay más de 600 robots que hacen el trabajo. El taller de Chapistería se divide en 2 fábricas, donde en la fábrica 1 se hacen modelos de 2 y 4 puertas mientras que en la fábrica 2 solo se fabrican de 2 puertas.

Pintura: La carrocería terminada en el taller de Chapistería llega a la nave de Pintura a través de un túnel que une ambos talleres. Se realiza un pretratamiento, una cataforesis, se aplican masillas, se aplica la base y el barniz y por último esta la línea de control donde se revisa el estado final de la carrocería.

Motores: El taller de Motores de Volkswagen Navarra comienza su fabricación en serie en el año 1991 con el montaje de motores para el Polo A02, en este taller se llevan a cabo de manera simultánea dos procesos: El montaje de las puertas y el del conjunto motopropulsor.

Montaje: En el taller de Montaje se completa el vehículo, añadiendo a la carrocería ya pintada los componentes exteriores e interiores elegidos por el cliente. El taller se estructura en cuatro tramos paralelos y en la instalación Fahrwerk o “boda”, donde el conjunto motopropulsor es unido a la carrocería.

Revisión Final: En este taller se verifica el correcto funcionamiento de los elementos eléctricos y mecánicos, así como la calidad de las superficies, la estanqueidad y el confort en la conducción. Se realizan diferentes pruebas: Prueba de lluvia, de convergencia, la prueba de rodillos, la pista de pruebas y las líneas ZP7 Y ZP8.

2.3.5 Sistema de producción Pamplona

El Sistema de Producción es la respuesta que se genera desde el área de Producción para contribuir a alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa. Proporciona los métodos y los

instrumentos necesarios para aumentar la calidad y productividad, para reducir los costes, los tiempos de paso y conseguir mejorar el cumplimiento de los plazos de entrega. Este sistema representa un cambio en el pensamiento productivo fundamentado en la mejora continua de todos los procesos de fabricación. De esta manera se consigue una empresa sincronizada y orientada al valor añadido.

El símbolo del Sistema de Producción es una casa, las bases constituyen los cimientos sólidos para las columnas: tacto, flujo, pull y perfección que sirven de principios fundamentales para conseguir una empresa sincronizada y orientada al valor añadido (Figura 10).



Fuente: Intranet Volkswagen Navarra

Figura 10. Sistema de producción.

Hay que tener en cuenta que los potenciales sólo se pueden aprovechar de forma eficaz si se implementan todos estos principios de manera homogénea. Cada uno de los elementos del edificio del Sistema de Producción se compone de un conjunto de métodos y herramientas.

Las bases son:

- Una producción nivelada y homogénea, lo que nos lleva finalmente a una alta productividad gracias a una producción constante a lo largo de un período determinado.
- El trabajo con estándares, respaldado por una gestión visual garantiza la calidad e impulsar la mejora continua. Mediante la eliminación de los derroches podemos eliminar las pérdidas que incrementan los costes de fabricación. Para establecer estas bases se utilizan unas herramientas, éstas son: el trabajo en equipo, las 5S, el trabajo con estándares, los 9 tipos de derroches, la gestión visual y los métodos uno a uno.

Los principios:

Los Principios del Sistema de Producción son las directrices principales de pensamiento, los valores fundamentales para afrontar la mejora continua de los procesos. Son los pilares en

los que se apoyará una empresa orientada al valor añadido.

- Tacto: La visión del principio “tacto” significa que los pedidos del cliente marcan el ritmo de la producción. Significa que debemos producir con el mismo ritmo con el que nuestro cliente nos solicita nuestros productos. De no ser así, produciríamos costes de sobreproducción.
- Flujo: El principio del flujo dicta que el material y las informaciones deben fluir al ritmo del tacto del cliente. Con el principio del flujo se consigue un suministro seguro y continuo a la producción, además se logra acortar el tiempo de entrega.
- Pull: En el principio Pull, el proceso posterior se abastece exclusivamente de aquellas piezas e informaciones que necesita del proceso anterior. Se consiguen reducir las existencias, las inversiones y las tareas de control.
- Perfección: Cuanto más tarde se detecta un error, mayor es el trabajo necesario para eliminarlo. Por lo que se intenta conseguir una organización de los procesos que prevenga los errores. Toda la fábrica está muy concienciada con este principio. Esto es consecuencia de que todo el personal de la fábrica recibió un curso de “Anmutung” o “Pasión por el detalle”.

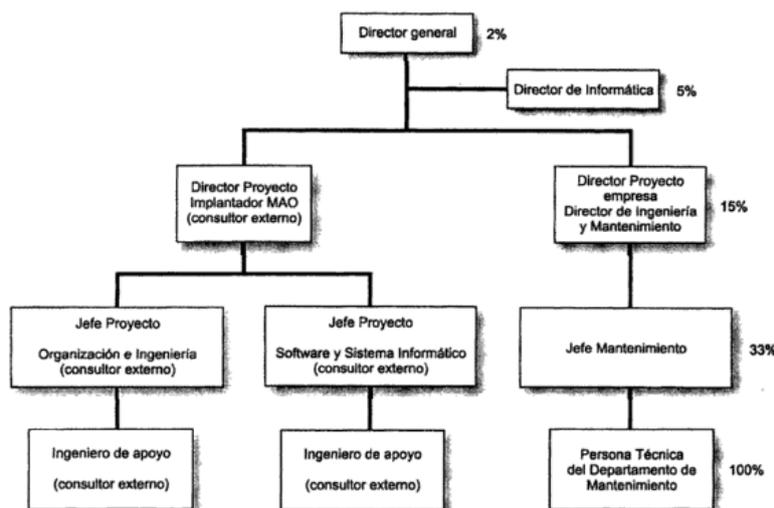
3 PRÁCTICAS DE EMPRESA EN VOLKSWAGEN

El volumen de información a gestionar en un departamento de mantenimiento es inmenso, desde mantener al día todas las fichas del almacén, con un total de más de 13.000 referencias, a gestionar los pedidos provenientes de las compras, los informes, gestionar todas las ordenes de trabajo y tickets generados durante los 3 turnos durante todo el año, teniendo en cuenta que esta cifra supera los 150.000 registros, etc. Según indica F.J. González [18]:

...Por su parte debe ser muy consciente de que la implantación de un GMAO implica una importantísima actividad para su empresa. Es por eso por lo que pensamos que en una implantación de este tipo el director técnico o industrial debe dedicar aproximadamente un 15 % de su actividad al seguimiento del proyecto, sobre todo en sus fases iniciales. Usted, lector, si es jefe de Mantenimiento, hágase a la idea de que durante esta implantación del orden de un 33 % de su tiempo deberá dedicarlo al seguimiento de la misma, a estudios de documentos, asistencia a reuniones, etc. No deje nunca de observar la evolución de los trabajos, pues ante desviaciones su corrección tardía es extremadamente ardua. En cualquier caso, deberá designar una persona específica de su equipo a seguir al 100 % el proyecto y dedicada plenamente al control y coordinación del mismo.

Partiendo de lo anterior, la siguiente figura muestra un organigrama con la dedicación de cada persona al proyecto de implantación de GMAO:

En resumen, es necesaria una persona dedicada 100 % a la implantación del sistema y posterior gestión post-arranque. Esto es la justificación y el contenido del puesto de puesto de trabajo que se ocupa, donde cada tarea realizada es esencial para el progreso de la implantación.



Fuente: F.J. González [18]

Figura 11. Organigrama en base a dedicación

3.1 Objetivos propuestos

Los objetivos que se persiguen en estas prácticas son:

- La aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la formación académica, que contribuyan a la preparación para el ejercicio de actividades profesionales.
- Favorecer la adquisición de competencias para el ejercicio de actividades profesionales, facilitar la empleabilidad y fomentar la capacidad emprendedora.
- Contribuir a la formación integral, complementando las enseñanzas teóricas y prácticas.
- Facilitar el conocimiento de la metodología de trabajo adecuada a la realidad profesional, contrastando y aplicando los conocimientos adquiridos.
- Trabajo en equipo y favorecer el desarrollo de la capacidad de decisión.

3.2 Planificación, funciones y tareas desarrolladas en las prácticas

Las prácticas comenzaron el día 17 de febrero de 2016, la primera semana de prácticas en Volkswagen Navarra se formó parte de un plan de acogida organizado por recursos humanos durante 1 semana con el fin de integrarse en la empresa, el plan de acogida consistía en tener una visión global de la empresa, conocer su funcionamiento, las tareas que realizan, su metodología de trabajar, etc. Se recibió una visita guiada a través de toda la fábrica, atravesando cada uno de los talleres que la componen conociendo así todo el proceso de fabricación del Volkswagen Polo, cuya producción al día es de nada menos que 1500 coches aproximadamente.

La primera semana se recibieron charlas de formación por parte de la plantilla de Volkswagen Navarra, y posteriormente a la semana de acogida, me llevaron al departamento: Mantenimiento en Chapistería donde el horario de trabajo es de 7:00 a 15:00. Las prácticas finalizaron el 24 de junio de 2016 y se renovó hasta el 8 de febrero de 2017, lo que supone un total de 660 horas la primera mitad de las prácticas y 640 la segunda mitad, lo que compone un total de **1300** horas.

A lo largo de la estancia en Volkswagen se han recibido diferentes cursos de formación que han contribuido al desarrollo tanto personal como profesional, ayudando a adquirir competencias que favorecen de forma muy significativa la empleabilidad. Algunos de los cursos que se han recibido son los siguientes: Prevención de riesgos laborales, cuidado con el medio ambiente, sistema de producción Volkswagen, los objetivos para 2018 “Mach 18”, metodología de las 5S, “Anmutung”, Catia básico, Catia Avanzado, Excel Avanzado, Maximo y corrosión.

El tutor de las prácticas ha sido Ricardo Berrueta Escribano, mando de mantenimiento, el responsable del proyecto de la implantación del nuevo sistema de gestión de mantenimiento era mi tutor, se ofertó la plaza para ayudarlo en diversas tareas. Llegó un momento que por su alta carga de trabajo y la autonomía y comodidad con el nuevo sistema se fue asumiendo nuevas tareas y nuevas responsabilidades, siendo cada vez más independiente en la toma de decisiones, excepto las de vital importancia que era necesario consultar al jefe del departamento o al tutor, tanto es así que se dirigió el proyecto en su casi total integridad, se pasó a hablar con los consultores del sistema y se empezó a gestionar las diversas tareas que eran necesario llevar a cabo para el arranque con Maximo.

Las tareas que se han realizado a lo largo de este año se han clasifican por las funciones de un proceso administrativo, se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Tareas realizadas durante las Prácticas en Volkswagen Navarra.

Funciones	Tareas realizadas
Planificación	Adaptación tanto al nuevo como al antiguo sistema
	Comprender los procesos de las actividades de mantenimiento, almacén y compras.
	Participar en el diseño del sistema con otros talleres, llegando a consenso en los puntos conflictivos donde no estaba clara la solución a tomar al no cumplirse los requisitos de cada taller.
	Acudir y convocar reuniones con el jefe del departamento para realizar un seguimiento del proyecto de implantación
Organización	Documentar los equipos existentes en las instalaciones, haciendo una nueva distribución muchísimo más extensa de activos y ubicaciones.
	Clasificar los repuestos por almacenes
	Diseñar los Centro de Inicio para cada tipo de perfil.
	Diseñar la metodología de trabajo para la gestión del almacén y de las compras.
Dirección/Gestión	Dar de alta personas con nuevos usuarios.
	Realizar toda la migración de datos al nuevo sistema (Activos y ubicaciones, Preventivos, Planes de trabajo, Maestro de repuestos, Inventario, Personal, Usuarios y Mano de obra.
	Crear nuevas fichas de repuestos para los almacenes.
	Gestionar y administrar el nuevo sistema dentro de la nave de Chapistería.
	Formar al personal de mantenimiento en todos los módulos dependiendo del perfil del trabajador.
Control	Gestionar el desarrollo de la interfaz Maximo-CIAR, trabajando con la persona encargada del CIAR para que en el futuro las ordenes de trabajo se creen automáticamente
	Definir y supervisar la funcionalidad de la aplicación Mobile para la gestión del almacén
	Definir y supervisar la funcionalidad de la interfaz de compras para la gestión de compras mediante catalogo K-SRM, donde se han realizado multitud de pruebas detectando errores y buscando las soluciones a estos problemas
	Diseñar y ejecutar informes rápidos y diseñar informes complejos.
	Supervisar constantemente las correcciones y puntos pendientes del sistema. Seguir, valorar y corregir las tareas anteriormente elaboradas.

Una vez mostradas las tareas que se han realizado, se presenta la Tabla 6 donde se visualizan las competencias adquiridas a lo largo de la estancia en VW con las tareas relacionadas, las cuales se muestran en los Anexos 3 y 5 respectivamente.

Tabla 6. Competencias-Tareas realizadas durante las Prácticas en VOLKSWAGEN.

Competencias		CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5
Fechas	Tareas/funciones																
Febrero-2016	1, 2																
Marzo-2016	1, 2, 3, 4, 19, 20 y 21																
Abril-2016	1, 2, 3, 4, 6, 19, 20 y 21																
Mayo-2016	2, 3, 4, 6, 9, 19, 20 y 21																
Junio-2016	2, 3, 4, 9, 13, 19, 20 y 21																
Julio-2016	Vacaciones																
Agosto-2016	2, 4, 6, 9, 12, 14, 19, 20 y 21																
Septiembre-2016	4, 6, 9, 13, 14, 19, 20 y 21																
Octubre-2016	4, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 19, 20 y 21																
Noviembre-2016	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 20 y 21																
Diciembre-2016	4, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21																
Enero-2017	4, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20 y 21																

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar cómo según la práctica avanzaba cada vez se realizaban más tareas, y la complejidad de esas tareas aumentaba, tal es el caso que se pasó de introducir datos para la migración de los datos, a diseñar y definir las nuevas formas de trabajo, diseñar los Centros de Inicio, etc. El resultado final ha resultado ser muy positivo, actualmente se está trabajando con todos los módulos de Maximo, con todo el personal de Chapistería formado y es un agrado saber que la colaboración en el proyecto ha sido una pieza fundamental en este desarrollo. Estas prácticas han servido para fortalecer y adquirir nuevos conocimientos, a conocer la realidad existente dentro de una empresa, a conocer el funcionamiento de las actividades desarrolladas dentro de una fábrica líder en automoción, tanto de tecnologías desconocidas como conocidas.

Se ha formado parte de un proyecto muy importante dentro de la empresa donde se ha tenido la suerte de llevar a cabo parte de ese proyecto, aprendiendo de cada error, planificando cada tarea, organizando cada tema pendiente y trabajando en equipo donde la comunicación hace una labor fundamental. Es una experiencia muy enriquecedora donde el esfuerzo ha sido fundamental para adquirir todas las competencias y aprender lo máximo posible.

4 MANTENIMIENTO Y SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO)

4.1 Introducción

Según Macián, Tormos y Olmeda [9]. La definición del Mantenimiento, desde una perspectiva industrial, puede asimilarse al conjunto de acciones o técnicas que permiten conservar o restablecer un equipo en un estado específico y asegurar un determinado servicio con un coste mínimo y con un nivel máximo de seguridad. [9]

Según la norma DIN 31051 [6], el mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar o restablecer la situación ideal, así como las utilizadas para la determinación y evaluación de la situación real de un sistema.

Las dos definiciones de mantenimiento mostradas hablan de actividades o acciones para mantener un equipo en un estado. Según Santiago García Garrido [4], estas acciones pueden ser de diferentes tipos:

- Mantenimiento Correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se aprecian en el funcionamiento de los equipos e instalaciones y que son

comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. Se distinguen 2 tipos: planificado y no planificado, la diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, material, herramientas, información y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata depende de si la avería ha supuesto una parada en la instalación con su paro de producción correspondiente.

- Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.
- Mantenimiento predictivo: Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

La utilidad efectiva de un tipo de mantenimiento basado en el estado de la máquina (correctivo, preventivo o predictivo) se ve reflejada en la fase de envejecimiento de la máquina o material. Independientemente de esto la estrategia elegida debe aumentar la disponibilidad de las instalaciones y mejorar la seguridad laboral, incrementar la calidad y evitar cualquier tipo de despilfarro y reducir los costes de mantenimiento.

Hay muchas maneras en las que se generan pérdidas en el mantenimiento, entre las principales podemos encontrar las siguientes:

- Paradas en la instalación.
- Pérdida de tiempo ligada a la preparación de los equipos.
- Funcionamiento sin carga y paradas breves.
- Secuencias de trabajo a ritmo reducido.
- Dificultades asociadas a la puesta en marcha.
- Pérdidas de calidad.

En resumen, el mantenimiento de planta es una de las partes más importantes en una organización empresarial, el personal de mantenimiento se enfrenta al reto diario de conseguir una elevada disponibilidad de las máquinas al mínimo coste. El incremento en los costes y la complejidad del mantenimiento, así como su efecto final en la producción, establece la necesidad de la planificación, administración y seguimiento de los procesos de mantenimiento. Para realizar esta tarea: gestión, documentación y análisis de las actividades propias del mantenimiento industrial se han desarrollado un tipo de software específico que ayude a gestionar toda la información que necesita. Este tipo de sistema es el comúnmente denominado Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) o *Computerized Maintenance Management System* (CMMS).

Estos sistemas generalmente están compuestos de diferentes módulos interrelacionados entre si donde cada uno de ellos cumple una serie de funciones preestablecidas. Algunos ejemplos de estos módulos pueden ser: módulo de compras, módulo de inventario/almacén, módulo de equipos, módulo de mantenimiento/Órdenes de trabajo, etc.

Tal y como decía Clark [7], basar la gestión del mantenimiento en los sistemas de información es una decisión estratégica, contribuyendo a la automatización de procedimientos y toma de decisiones, al hacerlos:

- Independientes de tamaño de la red o dispersión geográfica,
- Independientes de las tecnologías
- Independientes de las personas
- Menor coste de recursos humanos
- Menor tiempo de actuación

Tanto es así, que, según estudios, la incorporación de un sistema de gestión completo de mantenimiento puede llegar a reducir entre un 10%-30% el presupuesto anual del departamento de mantenimiento. Crain M. [8]

4.2 Estudio de necesidades

En este apartado se va a analizar las diferentes necesidades por parte del mantenimiento en los siguientes procesos:

- Gestión de activos
- Gestión de procesos de mantenimiento y documentación
- Gestión de cargas de trabajo
- Gestión de inventarios y almacén
- Informes y KPI's (*key performance indicator*)
- Movilidad

Se pretende dotar al departamento de mantenimiento con un sistema GMAO con las siguientes características principales:

- Sistema flexible, que cumpla con las exigencias de las normas y cubra las necesidades del taller en la gestión de activos, recursos actividades y almacén.
- Mantenable y escalable a necesidades futuras.
- Interfases K-SRM (Es un sistema que permite administrar de manera eficaz todos los procesos de compra que realiza una empresa, ofreciendo la información necesaria para realizar transacciones correctas), RRHH, SCADAS, fábrica digital.
- Plataforma web con el que se tenga acceso desde cualquier punto de la fábrica.

Con el nuevo lanzamiento del nuevo modelo del polo y el nuevo modelo, las necesidades han aumentado por encima de las posibilidades del sistema actual, quedando áreas de la gestión del mantenimiento sin estar correctamente gestionadas, y sobre todo en el aumento de las responsabilidades en las gestiones del almacén, en especial, la interface del sistema con la compra electrónica por catálogo KSRM.

Con este sistema se pretende estandarizar la información sobre los activos, costes, recursos, operaciones y flujos de trabajo relacionados con su explotación y mantenimiento. Contemplar las necesidades específicas de cada taller y de los distintos perfiles de usuarios.

Su lógica interna estará orientada a facilitar la búsqueda e introducción de información la generación de análisis.

Se persigue un sistema flexible que se adapte a las necesidades propias de mantenimiento en VW-Navarra y que permita un alto grado de interrelación con otros sistemas (SAP Y KSRM), así como la facilidad de explotación de sistema, desde el punto de vista de usuario final, como los que van a explotar los datos con la creación de consultas e informes.

Es imprescindible la necesidad de que el sistema permita la introducción de la información de forma rápida, dinámica y sencilla, evitando la excesiva dedicación de personal en este apartado, ya que cuantificado, al final, supone un elevado coste de recursos humanos en el funcionamiento del mismo que actualmente supone la introducción de datos en el sistema.

La amplia funcionalidad del mismo, junto a su diseño y arquitectura abierta, debe permitir ajustar el sistema a las necesidades específicas de cada taller/usuario sin tener que recurrir a grandes inversiones en tiempo de programación, de manera que no solo disminuya el coste de la implantación sino también evitando tener que mantener un sistema complicado con desarrollos a medida difíciles de modificar o actualizar.

Para el desarrollo del sistema dentro de las particularidades de nuestra planta, así como la comunicación con otros sistemas corporativos cuya información sea necesaria para enriquecer al sistema con información actualizada, es importante conocer los costes ocultos que pueden conllevar los sistemas diseñados con un estilo tan rígido y cerrado que dificultan su adaptación a los constantes requerimientos de usuarios, la actualización de versiones y su integración con otros sistemas de la empresa. Por tanto, el sistema deberá disponer de APIs (Application Programming Interfaces) estándares para la integración con sistemas ERP y otros sistemas de gestión y control (Predictivo, Calibración, Gestión de compras con KSRM, Personal, Control de Producción, Gestión Documental, Gestión de Proyectos, EPLAN...).

También se ha estudiado las diferentes opciones de arquitecturas, encontrando que las aplicaciones de arquitectura Web, se adaptan más a la flexibilidad que se busca actualmente para que el acceso al sistema pueda realizarse sin las restricciones de los equipos clientes dedicados que actualmente soporta el sistema GMAO. Deberá ser compatible con tecnología 100% Internet, utilizando los últimos estándares disponibles hoy y aportando una sólida base para futuros desarrollos, integraciones y soporte.

Además, y siguiendo con los estándares del grupo, se requiere que funcione con las bases de datos con la que se trabaja principalmente en la fábrica que es Oracle como mínimo en su versión 11g.

Un problema que actualmente adolece el actual sistema GMAO, es la cantidad de horas de trabajo que hay que dedicarle para crear los documentos en el sistema (como ejemplo la creación de los Preventivos). Así lo que se busca es un sistema de fácil aprendizaje y manejo, que permita una rápida puesta en marcha, y documentación en bloque que reduzca los tiempos de documentación y que la formación de un operario, al menos la básica de poder documentar sus operaciones de mantenimiento, sea lo más breve posible.

De esta manera se pretende mejorar la disponibilidad, confiabilidad y el rendimiento de cualquier tipo de activo, permitiendo minimizar el tiempo de parada sin previa planificación, reducir las inversiones innecesarias de inventario, mantener y analizar los stocks para tenerlos a los niveles óptimos, asegurar los repuestos reservados en almacén, racionalizar las compras y el manejo de sus recursos, estandarizar y mejorar el rendimiento general de sus operaciones, reduciendo al máximo la necesidad de nuevas inversiones de capital, y optimizar el uso de recursos propios.

4.3 Análisis de mercado (SAP y MAXIMO)

Todo el desarrollo anterior nos lleva a realizar un estudio comparativo entre las soluciones que se han considerado para el sistema GMAO que debiera implantarse en VW-Navarra y que cumpliera con todas las funcionalidades desarrolladas en los puntos anteriores.

Los sistemas que se han considerado en la comparativa y que de algún modo entraban dentro de las posibles soluciones al ser los dos sistemas estándar de VW son:

- MAXIMO: sistema GMAO definido como estándar en el grupo VW que recoge en el sistema todas las funcionalidades requeridas, así como la flexibilidad exigida, todo ello en un entorno Web.
- SAP PM: es una parte de SAP dedicada a la gestión del mantenimiento, pero el sistema buscado requiere de más funcionalidades, por ello es necesario implementar otros módulos del propio sistema, como SAP MM (Material Management) que ya está activado pero que habría que personificar y WM (Warehouse Management) también implementado actualmente, para la gestión de los almacenes de mantenimiento. Otros módulos a activar serían el de calidad SAP QM, y el de proyectos SAP PS. Además, están el resto de módulos, ya existentes en VW-Navarra con los que se requeriría una interconexión dentro del SAP, para el tema de los datos del personal SAP HR, y los datos financieros y de contabilidad dentro de la gestión de compras y almacén, todo ello necesario para dar las funcionalidades exigidas al sistema de Gestión de Mantenimiento y que están integrados en el sistema ERP que hay implementado en VW-Navarra. Además, hay que realizar algunos proyectos a medida para ampliar funcionalidades, así como crear un entorno Web a través de desarrollos.

Esta comparativa parte de los conceptos de mantenimiento que deben gestionarse, y la manera, que al entender de VW debe hacerse, los procedimientos propios de gestión de mantenimiento existentes en la fábrica. Por ello, en cada apartado se especifican ciertas funcionalidades que son pedidas al sistema, y por cada concepto, y para cada GMAO de la comparativa, quedan respondidos, no solo si la tiene sino cómo la implementa.

También se muestra información general de las empresas, el software, requerimientos, entorno de trabajo... etc., todo ello imprescindible para la implantación, administración y mantenimiento del sistema.

Los apartados en los que se centra la comparativa son:

- **Producto:** Datos sobre la empresa que lo implanta, el software, entorno de trabajo, necesidades de software y hardware, tiempos de implantación, facilidad de uso y de aprendizaje y otros conceptos globales como puede ser la capacidad de integración con otros sistemas.
- **Mantenimiento:** documentar todo tipo de intervenciones que realizan los mantenimientos (correctivos, preventivos, predictivos) y empresas externas, clasificarlas, realizar búsquedas de información de forma fácil y sencilla, consultas e informes, acceso a documentación técnica... etc.
- **Equipos:** Datos técnicos de los equipos, niveles de clasificación, gestión de documentación técnica relacionada con los equipos y sus componentes.
- **Almacén y Compras:** Gestión de almacenes, fichas de recambios con todos los datos para documentarlo y para gestionar su almacenamiento (ubicaciones) y su compra (referencias, proveedores, niveles mínimos de stock... etc.), control de stocks, movimientos de existencias, informes para el control de gastos... etc.
- **Análisis de Datos e Informes:** Capacidad del sistema de realizar análisis de los datos (KPI's... etc.), informes de cualquier dato y en cualquier formato, con opciones búsquedas rápidas y sencillas, gestión de los históricos generados a partir de las actividades del Mto. para reducción de gastos y optimización de recursos.
- **Personal:** Datos del personal dado de alta en el sistema, con su especialización para realizar trabajos, agrupaciones en grupos, calendarios... etc.
- **Seguridad:** opciones de generar perfiles de acceso, circuitos de aprobaciones, firmas digitales, backups, logs... etc.

A continuación se presenta una tabla en la que están plasmados en términos generales y clasificados por áreas de todos aquellos puntos funcionales que son valorados en mayor o menor medida en un sistema GMAO y como el sistema Maximo y SAP PM los gestionan:

Tabla 7. Comparación Maintteam-MAXIMO-SAP.

		MaintTeam	MAXIMO	SAP PM
PRODUCTO				
	Nombre	MaintTeam	MAXIMO	Gestión de Mantenimiento: SAP PM (Plant Maintenance) a implementar y personificar. Gestión de almacenes: SAP MM (Material Management) ya implantado y WM (Warehouse Management) a implantar. Modulo de Calidad: SAP QM. Módulo a implantar. Gestión de proyectos: SAP PS. Módulo a implantar. Recursos Humanos: SAP HR, ya implantado, Finanzas y Contabilidad: SAP FI, SAP CO, ya implantado.
	Ubicación empresa	Barcelona	Madrid	Barcelona-Madrid
	Bases de Datos	BD2 Express - Versión gratuita / Sist. Actual: Servidor con Lotus Domino V5 y Clientes Lotus Notes v5.08	Servidores Datos: Oracle 9.2.0.7 o 10.1.0.3 /SQLServer 2000 y Servidores de Aplicaciones: IBM WebSphere, BEA Weblogic	SAP R3 Enterprise Core v4.70. Servidores Datos: Oracle 10.1.0.3 y Servidores de Web.
	Software Cliente	Windows XP, Internet Explorer 6 / Sist. Actual: Lotus Notes v5 e Internet explorer	Windows XP, Internet Explorer 6	Windows XP, cliente SAP, Internet Explorer 6
	Tipo Acceso Datos	Arquitectura Web J2EE / Sist. Actual: Cliente/Servidor Lotus y Web en aplicaciones particulares	Arquitectura Web J2EE	Cliente/Servidor SAP y accesos vía Web
	Gestión Licencias/Accesos	Por bloques de usuarios / Sist. Actual: Por licencias de acceso simultaneo al servidor, controlado por una mochila USB en el servidor. Hay 36	Por persona/perfil Las licencias se dividen en los siguientes perfiles: Autorizado Limitado Express Self-Service	Puestos con el Cliente de SAP Acceso por cliente según perfil perfil. Las licencias se dividen en los siguientes perfiles: Administradores: (acceso a todos los módulos), Operarios Mto. (acceso a SAP PM) Almaceneros: (acceso a SAP PM, WM, MM, FI, CO) y Usuarios para Avisos: (acceso a SAP PM)
	Tiempo en el mercado	Lanzado al mercado en1990 como Maint Ames de Adasoft	Empresa fundada en 1968, y producto lanzado en 1984.	Empresa fundada en1972 como Systems Applications and Products (SAP). Sin datos del producto SAP PM

	Nivel distribución	Europa, Latino América y USA	Mundial con +10.000 instalaciones y +260.000 usuarios	Mundial.
	Empresa dedicada en exclusiva a la gestión de Mto. y al producto	NO	SI	NO
	Implantación en el sector del Automóvil /VW	Vw-Navarra	VW, Ford, GM, Toyota... / En Septiembre de 2005 definido como estándar a nivel corporativo en VW. Implementado en Audi y otras fábricas del grupo VW.	BMW, Daimler Chrysler Mercedes, Volvo, Implementado en varias fábricas del grupo VW (Dresden, Bratislava, Brusel y Mossel)
	Sinergia dentro del grupo VW/VW-Navarra		verano de 2005 iba a ser definido como estándar en el grupo VW como sistema GMAO (CMMS)	SAP es el ERP implantado en VW-Navarra---erp enterprise resource planning(sistemas de planificación de recursos empresariales)
Generalidades				
	Flexibilidad en el diseño del área de trabajo del producto	Poca, modificaciones solo realizables por la propia empresa, pero al ser un producto de diseño propio y español hay flexibilidad bajo petición.	Mucha. Posibilidad de diseño completos de los documentos y vistas del área de trabajo de cada perfil	Media, modificaciones dependen de recursos propios IT
	Soporte	Desarrolladores e Integradores del producto. Implementan en el producto, peticiones del cliente en las diferentes versiones	Integradores. MRO envía las versiones a Allegro System y son ellos quienes las implementan en España	Integradores. SAP envía las versiones que deben ser implementadas por la compañía que lo haya instalado.
	Tipo Soporte - Mantenimiento	Para el servicio técnico, vía Telefónica o vía e-mail. Conexiones On-line al servidor (modem o VPN)	Hot Line y email con 8 personas dedicadas. Web con soporte técnico. Conexiones On-Line al servidor	Soporte Propio y SAP
	Actualizaciones	Incluidas en el contrato de Mto. Supuestamente se realiza una anualmente. En VW-Navarra has sido cada 2 años, versiones 4.6, 4.8 y 5 en 6 años.	Una anual más o menos de la versión y nuevas versiones cada 4-5 años.	SAP saca actualizaciones de su estándar sin especificar periodicidad
	Modificación de diseño por Actualización	No, se mantienen las modificaciones, pero solo son vistas particulares de VW.	No, se mantiene todo el diseño personificado.	SI, la actualización de versión supone la pérdida de las modificaciones respecto al estándar, por lo que hay que realizar de nuevo proyecto de personificación.
	Centro planificador de mantenimiento	Un sistema por cada taller, y cada uno contiene por cada módulo de GMAO su BD a gestionar (10 en total), esto supone que actualmente se gestionen 90 BD's de Lotus Notes	uno para toda la fábrica en el que se gestionaran los datos de todos los talleres	uno para toda la fábrica en el que se gestionaran los datos de todos los talleres

Estandarización	Contiene las principales partes de un GMAO. Programa según estándar definido por CIM, sin opciones de cambio de los documentos ni procedimiento. Sigue estándares generales y solo la codificación de los documentos siguen un estándar definido en VW en 1992	Contiene todo el estándar propio de un GMAO. El programa trae una estructura definida para su uso como GMAO pero permite el diseño de los documentos y áreas de trabajo, adecuándose a las necesidades del cliente. Gran Flexibilidad dentro del estándar del Mto.	Contiene todo el estándar propio de un GMAO. Trae una estructura de BD's fija que hay que personificar la interfase y los campos que van a estar disponibles. Modificar esta estructura es lo que supone más trabajo y que no se mantiene con los cambios de versión
Tiempo aproximado de respuesta empresa a cambios pequeños	Desde unas horas a unos cuantos días	Desde unas horas a 3 días. Se comprometen a dar respuesta en estos plazos. Servicios especiales de mantenimiento del sistema para respuesta inmediata	Depende de si se puede realizar internamente (horas) o externo (días o semanas)
Tiempo aproximado de respuesta empresa a cambios grandes	A partir de los 2- 3 semanas de recepción del proyecto. Tiempos de implantación 1-3 meses	A partir de los 2- 3 semanas de recepción del proyecto. Tiempos de implantación 1-3 meses	a partir de las 4 semanas de recepción del proyecto. Tiempos de implantación 3 a 12 meses
Facilidad de uso	Medio. A pesar de facilidades para agilizar la introducción de trabajos (correctivo Batch), la creación de preventivos es muy lenta y falla frecuentemente planificación	Sencillo ya que el entorno esta personificado a cada perfil de acceso	Entra ciertas dificultades el entorno y excesivos pasos para realizar los trabajos para un mantenedor simple que no tiene formación informática.
Facilidad de aprendizaje	Fácil. Un operario con un curso intensivo de 2 horas puede empezar a documentar sus operaciones	Un operario con un curso intensivo de 2 horas puede empezar a documentar sus operaciones	Un operario con un curso intensivo de 8 horas puede empezar a documentar sus operaciones
Formación	Cursos a medida, externos pero principalmente internos y manuales. El sistema funcionalmente es casi igual, así que sería necesaria muy poca formación.	Cursos a medida, según nivel, externos para administradores, e internos para el resto. Completa documentación	Formación inicial a key-users (usuarios responsables de la implantación). Formación final a end-users (usuarios que vayan a utilizar el sistema) y responsables del mantenimiento posterior del sistema.
Idiomas	No hay opción en una misma versión de cambio a otros idiomas. Español, Catalán, Inglés, Francés.	Multilinguaje. Versiones en 20 idiomas que pueden implementarse a la vez. También se puede incluir cualquier idioma, simplemente traduciendo un listado.	Multilinguaje, cualquier idioma traducido en un mismo sistema.
SEGURIDAD			
Backups. Copias de seguridad	Si, Lotus Domino trae su propio sistema de réplica de Bases de Datos.	Si. Integrado en el ARC server, el módulo de Backups en caliente de bases de datos de Oracle.	Si. Integrado en el ARC server, el módulo de Backups en caliente de bases de datos de Oracle.
Seguridad respecto a la utilización del sistema: Perfiles de Acceso	Roles de acceso en cada módulo guardado como perfil en un archivo ID	Perfil de acceso y área de trabajo por persona dada de alta en el sistema.	Perfil de acceso y área de trabajo por persona dada de alta en el sistema.

Seguridad respecto al acceso al sistema: Pass Word Acceso	SI, definible en cada perfil en su ID	SI, siempre hay que logarse con usuario y contraseña acceder vía Web al sistema	SI, siempre hay que logarse con usuario y contraseña acceder al sistema
Borrado de información	Si, pero controlado por perfil de acceso	SI, tiene el perfil necesario. Solo cambia el estado del registro. La eliminación total solo se hace al compactar la BD's por el Administrador	SI, tiene el perfil necesario. Solo cambia el estado del registro. La eliminación total solo se hace al compactar la BD's por el Administrador
Auditoria	SI, por base de datos	Si, herramientas propias de gestión y auditoria de BD's Oracle.	Si, herramientas propias de gestión y auditoria de BD's
Logs	Si, Un solo log con todas las operaciones sobre los documentos. También cada documento tiene un Historial	Si log con todas las operaciones sobre los documentos	Si log con todas las operaciones sobre los documentos

INTERFASES / INTEGRACIONES CON OTROS SOFTWARES

Importar/Exportar datos	Los estándar de las BD's relacionales / Sist. Actual: Lotus (123), y texto tabulado, directamente de Office puede generar problemas.	Excel de cualquier documento o listado. Creadas hojas Excel para dar formato a los datos para importarlos de forma muy sencilla.	Excel de cualquier documento o listado. Archivos Excel con formato estándar para importar datos con herramienta interna.
Integración otros sistemas VW	No directamente, solo si se realizan interfases a medida bajo proyecto	SI, las interfases con SAP vienen en el estándar del programa, resto aplicaciones a medida	SI, todo lo de SAP es inmediato, y el resto interfases a medida
Integración entre los GMAOs de los talleres de VW	Base de datos de consolidación de datos entre los talleres / Sist Actual No, solo hay opciones de visualización entra BD's (hay implementado accesos a los almacenes de los otros talleres). Cada taller tiene su GMAO y en principio están aislados entre si.	Es una sola base de datos Oracle, solo el perfil es el que determina el acceso a los datos. Total integración	Es una sola base de datos Oracle, solo el perfil es el que determina el acceso a los datos. Total integración
SAP	No, interfases a medida	SI, ERP Adapter	SI, al ser parte del sistema global SAP queda perfectamente integrado
BD's Oracle	No directamente, solo si se realizan interfases a medida bajo proyecto	SI, ERP Adapter	SI
ERP Finanzas	NO	SI, ERP Adapter	SI, al ser parte del sistema global SAP, el FI queda perfectamente integrado
KSRM. Compras por catálogo	No	SI, MAXIMO OCS, para catalogo propio y adaptable a otros, como es el B2B sobre Ariba. Adaptar la interfase al B2B	Si, actualmente hay una pequeña interfase, SAP recibe la autofacturación mensualmente desde el B2B, pero no queda reflejado los pedidos pendientes, ni la situación durante el mes en curso. Desarrollo a medida de la interfase

Gestión de Almacén por código de barras	SI, ya está implementado	No directamente con el sistema actual, pero existen interfases que habría que personificar a medida.	No directamente, solo si se realizan interfases a medida bajo proyecto
Personal	No hay interfase, contiene un módulo propio	SI, por ejemplo con el SAP HR	SI, integración en el SAP HR
Sistemas SCADA, de monitorización y diagnosis de instalaciones	No, aunque en versiones anteriores a 1999, existió una interfase con el PYMAN. Aplicación a Medida	Tiene desarrolladas interfases con varios SCADAS pero no con el actualmente implementado en fábrica. Proyecto a medida	Tiene desarrolladas interfases con varios SCADAS pero no con el actualmente implementado en fábrica. Proyecto a medida
Correo Electrónico	Lotus Mail. Correo interno del sistema GMAO, sin salida al exterior. Integrado en el sistema Cliente Servidor de Lotus Notes. No hay interfase con el Outlook	Si, se integra en la instalación del producto con el programa de correo electrónico que se tenga, como es el Outlook Exchange. Integración en sistema al poder recibir y enviar ordenes de trabajo al sistema con herramientas del sistema.	Si, se integra el sistema de correo electrónico (Exchange) con el sistema mediante un programa externo que hay que implementar y que permite generar avisos.
Calibración según ISO9002	No hay interfase, pero tiene módulo propio para la gestión de trabajos de calibración, según normas	MAXIMO Calibration	SI, pero mediante el modulo QM (Quality Manager) y el PM
Riesgos Laborales y Normativas de seguridad	No, solo hay anexo de documentación en las operaciones	Si asociación de planes de seguridad y riegos laborales a los trabajos	Anexar documentación en cualquier documento.
Gestión documental	No hay interfase, contiene una gestión propia de documentación técnica en EQUIPOS	SI	Biblioteca de archivos anexados
GIS	NO	SI	SI es posible, pero con Proyecto a medida. Existe una experiencia previa al haberse implementado en otras empresas
EPLAN / CAD / Katia / Modelización 3D	SI, pero como documento anexo	SI, interfase a medida ya implementada en otras empresas	SI, pero como documento anexo
Contadores y tomas de medidas de los equipos. OPC's	NO, solo si se realizan aplicaciones a medida	SI, toma de datos desde diferentes fuentes, y OPC's. Larga experiencia en este tipo de integraciones	SI, toma de datos desde diferentes fuentes, y OPC's
MS Project	NO	SI, Maximo Project Manager	Si, pero desde el modulo PS (Project System) habría que parametrizarlo
Móviles, PDA's	SI, versión para PDA, pero creación de entorno a medida.	MAXIMO Mobile, ASIMovil	SAP Mobile, pero hay que desarrollar la interfase a medida. Trabajos On-line y Off-line

MANTENIMIENTO				
Operaciones				
	Operaciones de Mantenimiento	Trabajos correctivos, preventivos, rutas y diversos	Ordenes de Trabajo, en general, con un campo para definir el tipo	Ordenes de Trabajo y Notificaciones, definiendo operaciones.
	Reparaciones en Taller	Trabajos en Banco dependientes de una operación de Mto	-	-
	Trabajos de empresas externas	Trabajos Externos dependientes de una operación de Mto	-	-
	Mto predictivo	NO	SI, interfase con sistemas de predictivos, y gestión de datos obtenidos en sus lecturas.	SI
	Método rápido de documentar operaciones de Mto.	Correctivo Batch	OT's rápidas	NO, habría que desarrollar aplicación a medida
	Diagnóstico de averías: Definición del tipo de avería	Tiene definidos campos de Síntomas y Causas	Si, campos definibles	SI, hay 5 campos estándar (síntomas causas, acciones...) y posibilidad de definir mas pero supone ampliación proyecto estándar
	Calibración	SI, contiene un módulo propio para la gestión de trabajos de calibración	SI	SI
	Aplicación del T.P.M. Posibilidad de gestionarlo mediante índices, instrucciones,	Instrucciones de automantenimiento y gestión de Etiquetas planes TPM / Sist. Actual: NO		
	Metodología RCM. Tratamiento de riesgos de fallo. Criticidad.	A través del módulo de Alarmas sobre el índice de estado técnico MTBF / Sist. Actual: NO	SI, análisis de averías y tiempos para detectar la criticidad a fallos de los equipos	Hay indicadores ABC para determinar en parte la criticidad.
	Creación múltiple de Operaciones con múltiples operarios	En correctivos existe el Correctivo Batch, pero no en preventivos, cuya creación tiene mala interfase y es lenta. Documentar individualmente todas las acciones	OT's rápidos con varios operarios	Documentar varias operaciones, pero notificación individual aunque se realiza en una tabla de entradas globales para agilizar la entrada de datos.
	Control de útiles para el mantenimiento	Solo para Mto preventivo	SI, Todos las operaciones de mto.	SI, Todos las operaciones de mto.
	Gestión de Tiempos	SI, en campos estándar. Se puede gestionar los tiempos que intervienen en una operación de correctivo, desde el paro, aviso, intervención y fin de operaciones, así como en preventivos, tiempos estimados y reales de intervención	Si, campos definibles. Hay que personificar el documento	SI, en campos estándar
	Enlace a Recambios con las operaciones de Mto	Asignación de salidas a operaciones y reservas de material en Preventivos	SI, Asociación automática recambio-equipos desde las Ordenes de trabajo	SI, Asociación automática recambio-equipos desde las Ordenes de trabajo
	Asignación de los trabajos	Si, enlazado con la Base de datos de personal.	SI, Todos las operaciones de mto.	SI, Todos las operaciones de mto.

	Multiasignación	Si asignar el trabajo, pero no documentarlo, hay que hacer un documento por cada intervención.	SI, en todas las operaciones de mto.	SI, en todas las operaciones de mto.
	Gestión de costes de operaciones de Mto	Si tiene la opción de gestionar el gasto de cada operación, mediante horas de intervención (tabla según categoría operario y tipo hora) y material usado, según enlace del vale de salida.	SI, completa gestión de gastos de las operaciones, horas de personal, material, uso de herramientas.	SI, cierre tecnológico y luego financiero de todas las operaciones (también se puede obviar este último paso)
	Avisos de sobrecostes, o al superar el presupuesto asignado	A través del módulo de Alarmas / NO	Si, gestión de proyectos, a los que se pueden asignar los proyectos, y hacer un cargo en horas o costes.	Si, además con el PS (Project System), permite gestionar completamente un proyecto de inversión.
Preventivos				
	Tipos	Preventivo por equipo y rutas	Preventivo por equipo, ubicación y rutas. Definible secuencia de trabajos.	Preventivos, pero NO hay rutas (operación a varios equipos) habría que desarrollar aplicación a medida
	Tipo de gestión	Periódica o por horas de trabajo (con un % de previsión)	Periódica, Horas de trabajo por contadores, en función del % de MTBF transcurrido... etc.	Periódica o por Actividad (cualquier parámetro contable)
	Herramienta de Gestión	Módulo de Planificación	Visual Planner	Herramienta de planificación de entorno gráfico dentro del estándar del producto
	Creación rápida o en bloque de preventivos	SI / NO, los preventivos asociados a una Gama Maestra deben de generarse uno a uno sus Equipos Gama en una interfase mala y lenta	SI, del plan maestro se asignan a los equipos que sean.	Se crea un plan de mantenimiento, pero la asignación a cada equipo aunque rápida es individual. Aplicación a medida para la creación en bloque de preventivos.
	Unión de planes preventivos de un mismo equipos.	NO, cada plan preventivo con periodos diferentes son diferentes	SI, se puede definir si varios preventivos de un mismo preventivo coinciden generar una sola orden de trabajo que englobe todos los trabajos a realizar en esa fecha	SI, se puede definir si varios preventivos de un mismo preventivo coinciden generar una sola orden de trabajo que englobe todos los trabajos a realizar en esa fecha
	Creación automática de preventivos de trabajos	SI / NO, solo por contador horario	SI, automático, semiautomático, o por eventos configurables	SI, es posible lanzar jobs temporales (día, mes... etc.) que generen las ordenes de trabajo planificadas
	Documentar Recursos	SI, Recambios (se reservan), Operarios con sus especialidades y herramientas necesarias para su ejecución	SI, Recambios (se reservan), Operarios con sus especialidades y cualificación para el trabajo (se reservan horas de trabajo) y herramientas necesarias para su ejecución	SI, recambios, personal, cualificación, y MAF's (Material Auxiliar de Fabricación)

	Calendarios de cargas de trabajo. Asignaciones y distribuciones automáticas según cargas a personas, grupos o perfiles de especialidades	SI, pero en varias vistas	SI, además del estándar existe la herramienta Visual Planner para una gestión rápida y visual de las cargas de trabajo.	SI, herramienta grafica de gestión de cargas de trabajo
	Modificar la planificación	Si, individualmente, o en la vista en grupo	SI, Maestro de Preventivo configurable	SI, Maestro de Preventivo configurable
	análisis de las operaciones del preventivo	Valoración de las operaciones de preventivo. Vista sencilla y muy gráfica con semáforos, para análisis de los preventivos.	No directamente, informes y KPI's de las ordenes de trabajo de preventivos.	NO directamente, Informe a medida
	Estudio de la rentabilidad de la acción preventiva	NO	SI	No directamente, se pueden generar informes a medida para seguimientos de las actividades, gastos... etc.
	Presupuestos: Previsión de gastos a soportar a partir de la planificación realizada.	NO, solo gasto individual de las operaciones	SI, al poder cargarlo a proyectos.	SI, al poder cargarlo a proyectos pero no directamente sino con el modulo PS
Predictivo				
	introducción de datos	NO	Manual y automática de los valores de las variables	SI
	monitorización	NO	SI	SI
	análisis de la lecturas	NO	SI	SI
Otros				
	Gestion de documentacion.	Vistas Fijas estándar Y Particulares de VW que las implementa CIM.	Definibles en el entorno de trabajo. Herramienta propia de desarrollo	SI, muestra los campos que se quiera, con un formato determinado y guarda dicho perfil para usos posteriores
	Captura de datos externos. Monitorización de eventos (lanzar ordenes de trabajo... etc)	SI es posible la captura de datos mediante interfase pero no se generan eventos.	SI, nº ilimitado de puntos de medida, y la generación de eventos	SI pero con interfases a medida y generación de eventos
	Alarmas. Avisos respecto a eventos. Metodos de envio	SI, en la última versión 5.1 hay un módulo de alarmas.	SI, según estados de documentos, fechas, valores de lectura... etc. Puede generar nuevos documentos, correos de aviso... etc.	Mediante Correo y SMS's integrado en el sistema, permite generar avisos según eventos.
	Búsquedas. Herramientas	Herramientas de búsqueda de Lotus Notes. Hay que Indexar periódicamente las BD's	Herramientas de búsqueda, ordenación y filtrado por cada campo en los listados.	Herramientas de búsqueda, ordenación y filtrado por cada campo en los listados.
	Implementación de código de Barras en los documentos impresos	SI, los códigos de todos los documentos están en códigos de barra	SI, Es posible implementarlo en el diseño del documento	SI, Es posible implementarlo en el diseño del documento

	Workflow. Creación de flujos de procesos según modelos de trabajo.	SI / No, solo hay definidos para cada documento de trabajos usan serie de ciclos de estado por los que debe pasar	SI	SI
	Diseño de impresión documentos. Impresión de Documentación Anexa	SI / No hasta la versión 5.1 de Verano 2006 como modulo incluido en el sistema. Si que esta implementado un software externo, que se implementa con el Lotus Notes, el Intelliprint para diseño de formatos de impresión	Si, de todos los documentos y consultas	SI, Creación de formatos de impresión. Impresión anexa mediante función externa pero ya desarrollada para otros clientes.
	Impresión automática de documentos	Semiautomática, previa selección múltiple en vista/ Actualmente NO	SI, según eventos.	NO, habría que desarrollar aplicación a medida
EQUIPOS				
	Estructura de Taller. Ubicación Técnica. Ubicación física	Generación por 3 Niveles fijos de Taller para clasificar los equipos, y también los centros de coste.	Jerarquías y organizaciones de equipos y centros de coste. Hasta 20 niveles de clasificación sin limitaciones	Estructura por Ubicación y por definición técnica
	Seguimiento de equipos. Historicos y Trazabilidad de sus ubicaciones.	SI	SI	SI
	Equipo Maestro. Modelo de Equipo.	SI / Sist. Actual: No, la creación de cada equipo es individual aunque tiene la herramienta de crear igual, no copia todos los campos, y cualquier modificación hay que realizarla individualmente	SI, equipo maestro que se usa como modelo para la creación de equipos individuales. Cualquier modificación en este se puede implementar en todos los equipos asociados.	SI, equipo maestro que se usa como modelo para la creación de equipos individuales. Cualquier modificación en este se puede implementar en todos los equipos asociados.
	Relación de recursos	Enlaces a Recambios y documentación técnica propia	Tiene enlace a Recambios, herramientas, tipo y cualificación del personal, riesgos laborales... etc.	Conjuntos y partes. Desglose en niveles de equipos, partes hasta los recambios.
	Gestión de garantías	Solo campo de fecha de compra, sin avisos ni gestión	Si, se gestiona y en caso de reparación puede crear un aviso en el pedido de trabajos externos si entra en garantía	SI, aviso en trabajos del estado de garantía.
	Herramientas	No hay diferencia propiamente en la gestión de Herramientas	SI, gestión propia de herramientas de la misma forma que los recambios.	Si, MAF (Medios Auxiliares de Fabricación) control de existencias, reparaciones, disponibilidad
	KPI's. Índices de estado técnico de los equipos	NO	Hasta 45 KPI's diferentes, con sus formatos gráficos, y opción de crear propios.	SI, Ratios, KPI's estándar y se pueden crear propios
	Tratamiento de riesgos de fallo. Criticidad	NO, solo síntomas y causas.	SI, Códigos de Fallo	SI, Hay indicadores ABC para determinar en parte la criticidad.

ALMACÉN Y COMPRAS			
Almacén			
Gestión de Inventario y Stocks	SI	SI	Gestión de almacenes se realiza con los módulos SAP MM - Material Management, modulo ya implementado, pero a personalizar para Mto. y WM (Warehouse Management) que esta sin implementar en VW-Navarra
Clasificación. Jerarquías	SI, solo dos niveles de clasificación	SI, Jerarquías y organizaciones de recambios. Agrupación de los recambio en niveles y arborescencias, relacionándolos con los equipos y sus componentes	SI, Jerarquías y organizaciones de recambios. Agrupación de los recambio en niveles y arborescencias, relacionándolos con los equipos y sus componentes
Gestión de Stocks bajo mínimos y puntos de pedido	SI, pero los datos se gestionan manualmente en el punto de pedido	SI, se puede automatizar el cálculo de punto pedido	SI
Análisis Stocks y frec. de uso	SI	SI	SI
Multialmacén. Gestión de un mismo recambio en varios almacenes de un mismo taller	SI	Si, Multialmacén y multiubicación	Si, Multialmacén y multiubicación
Entradas y Salidas de material. Asignación de su Uso	SI, a los trabajos y a centros de coste	SI, a órdenes, centros de coste y cargo a proyectos	SI, a órdenes, centros de coste y cargo a proyectos (en PS)
Regularizaciones	SI	SI	SI
Visualización de otros almacenes	NO	SI	SI
Prestamos internos	SI	SI	SI
Kits. Gestión de partes de un recambio. Uso de Equipos y sus partes como recambios	NO	SI. Puede definirse un equipo y sus partes, y gestionarlo como fuente de recambios	SI. Existe un jerarquización desde equipos, subconjuntos hasta llegar a sus recambios, enlazado todo con almacén
Reserva de existencias para OT's: Reserva automática de los artículos en stock a partir de las tareas programadas.	SI, pero solo desde preventivos	SI, reservas de material automáticamente al asignar recursos en las ordenes de trabajo	SI, reservas de material automáticamente al asignar recursos en las ordenes de trabajo
Funciones de control de inventario	SI, precios medios y últimos, stock máximo mínimo, consumo medio semanal, punto pedido	SI, precios medios y últimos, stock máximo mínimo, consumo medio semanal, punto pedido	SI, precios medios y últimos, stock máximo mínimo, consumo medio semanal, punto pedido
Gestión de Garantías	SI / Sist. Actual: NO	SI, avisos en las operaciones de reparación si esta en garantía	SI, avisos en las operaciones de reparación si está en garantía
Asistencia en el ajuste del inventario	SI / Sist. Actual: NO	SI	SI

	Etiquetado de recambios	SI, creación de etiquetas con Intelliprint, directo de la BD's	Si, creación de formatos de documentos para impresión.	Si, creación de formatos de documentos para impresión.
Compras				
	Gestión financiera	SI, módulo de compras integrado	SI, módulo de compras integrado	Contabilidad Financiera (FI): contabilizaciones que desde mantenimiento hagamos sobre imputaciones de horas de personal interno, consumos de material, realización de servicios externos
	Información sobre proveedores. Agendas	SI	SI	SI
	Gestión de albaranes	SI	SI	SI, SAP Finanzas
	Solicitudes de ofertas	SI	SI	SI, SAP Finanzas
	Tratamiento de contratos	Pedidos Abiertos	Módulo de contratos	SI, SAP Finanzas
	Proyectos	No	SI	SI, SAP Finanzas
	Envío de órdenes de compra por fax o E-Mail	SI / Actual No	SI	SI, SAP Finanzas
	Tipos de cambio. Definición de Moneda Principal	Si, tiene la opción de gestión de moneda principal (Euro) y otra secundaria	SI, definibles varias monedas.	SI, SAP Finanzas
ANÁLISIS DE HISTÓRICOS E NFORMES				
	Herramienta de informes	Sist. Actual: Snap Reporter. Programa aparte, sencillo, integrado en el sistema con un módulo REPORTES que almacena y clasifica los archivos.	Herramienta de Consultas con el sistema y creación de Informes con SQL. Búsquedas con filtro de cualquier campo implementado en el estándar del sistema	Herramienta de Consultas con el sistema y creación de Informes con SQL. Búsquedas con filtro de cualquier campo implementado en el estándar del sistema
	Históricos de operaciones	Vistas específicas en cada BD's de los históricos y cada ficha de Equipos y Recambios tienen una pestaña con su histórico propio	Herramienta de Consultas con el sistema y creación de Informes con SQL	Herramienta de Consultas con el sistema y creación de Informes con SQL
	KPI's. Índices de estado técnico de los equipos	En los equipos de forma automática tienen únicamente los IET: MTBF (Fiabilidad Funcional), MTTR(Tiempo Medio de Reparación), MWT (Tiempo Medio de Espera), MDT (Tiempo Medio de Parada Mant.), D (Disponibilidad)	Hasta 45 KPI's diferentes, con sus formatos gráficos, y opción de crear propios.	SI, Ratios, KPI's estándar y se pueden crear propios

PERSONAL				
	Fichas Personal.	SI, datos personales, cursos, calendarios, actividades...etc.	SI, datos personales, certificaciones, cursos, calendarios, actividades...etc. Interfase con SAP HR	SAP HR (Human Resources). El sistema de gestión implementado en VW-Navarra contiene la información de personal, que iría enlazado directamente, aunque hay datos como formación o certificaciones de los operarios de mantenimiento que no están metidos, aunque se pueden gestionar.
	Grupos	SI	SI	SI
	Calendarios	SI	SI, definible en personal los calendarios, en general y personales Interfase con SAP HR	SI
	Formación	SI	SI	SI
	Certificaciones	NO	SI, gestión de certificaciones para realización de trabajos	SI
	Ley Protección Datos	Tiene la opción de accesos restringidos, contraseñas y de auditoria de la Base de Datos	El acceso personalizado con accesos restringidos por contraseñas y opción de auditorías de la Base de Datos	El acceso personalizado con accesos restringidos por contraseñas y opción de auditorías de la Base de Datos. Políticas ya definidas para el sistema SAP en VW-Navarra
	Costes de mano de obra	Tabla de coste tipo hora/tipo personal	Si, Tarifas	SI
	Boletines/Avisos generales	Tiene un cuadro de texto para incluir un aviso general en cada Taller	SI, todo tipo de avisos a personal, definible según el perfil de acceso.	NO, creación personificada

Fuente: Documentación interna adaptada por el autor

4.4 Elección del software: Maximo

En este apartado se describe de forma breve el nuevo sistema que se va a implantar: El sistema se llama “Maximo Asset Management”, de la empresa IBM, con este sistema de gestión se consigue unificar el ciclo de vida completo de los activos y la gestión de mantenimiento en una única plataforma. Es diferente a otros sistemas que tienen diferentes módulos, Maximo es exclusivo para mantenimiento. Proporciona una visión para todos los activos de la empresa, sus condiciones y procesos de trabajo, para una mejor planificación y control.

Tal y como se indica en *¿Qué es IBM Maximo?* [22], Las características principales del sistema son las siguientes:

- Gestiona el despliegue, especificaciones, control, calibración, cálculo de costes y el seguimiento de los activos desde un único sistema.
- Proporciona un software de gestión de activos para la planificación a largo y corto plazo, el mantenimiento preventivo, reactivo y basados en condiciones, la gestión de la programación, optimización de recursos y los indicadores clave de rendimiento (KPIs)
- Planifica el inventario para satisfacer la demanda de los mantenimientos, haciendo posible la disponibilidad de los repuestos en el lugar y momento adecuado
- Gestiona los contratos con un soporte completo para compras, arrendamiento, alquiler, garantía, tasa, maestro y contratos definidos por el usuario.
- Alinea los niveles de servicios con los objetivos de negocio mediante las ofertas de servicios y el establecimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLAs)

Maximo dispone de ocho módulos de gestión, pero 3 de ellos no se van a utilizar:

- Gestión de activos: Con este módulo se obtiene el control necesario para realizar un seguimiento más eficiente y gestionar los activos y los datos de ubicación en todo el ciclo de vida de los activos. Dichas funciones permiten un mantenimiento proactivo, y esto significa maximizar la productividad de la planta, reducir los tiempos de inactividad no planificados y alargar la vida de los activos, lo que contribuye a la reducción de los costes y a una mejora de la calidad del servicio.
- Gestión de trabajo: Con este módulo se gestionan las actividades de trabajo planificadas y no planificadas, desde la solicitud de trabajo inicial hasta su finalización y registro de consumos reales.
- Gestión de Seguridad. Riesgos laborales. (No se utiliza)
- Gestión de contratos: Se obtiene soporte completo para la adquisición, leasing, alquiler, garantía, tasa de trabajo, software, máster, contratos generales y definidos por el usuario. (No se utiliza)
- Gestión del inventario: Esta función permite nuevos niveles de visibilidad del inventario de activos y a la vez proporciona información detallada sobre componentes y materiales, elementos de servicio o herramientas. El seguimiento y la generación de informes del inventario en tiempo real permiten racionalizar los procesos de gestión del inventario, lo que ayuda a reducir costes, mediante la

eliminación del inventario obsoleto y también ayuda a los gestores de inventario a optimizar sus planificaciones.

- **Gestión de aprovisionamiento:** Das soporte a todas las fases del aprovisionamiento de toda la empresa como, por ejemplo, adquisición directa y reaprovisionamiento de inventario. (No se utiliza)
- **Gestión de preventivo:** Permite gestionar el trabajo realizado en una planificación regular. Las aplicaciones ayudan a planificar y presupuestar el trabajo de mantenimiento planificando las necesidades de mano de obra, material, servicio y herramientas del material planificado.
- **Gestión de planes de trabajo:** Permite realizar una descripción detallada del trabajo que se realiza en una orden de trabajo. Especifican tareas e información referente a la estimación, mano de obra, materiales, servicios y herramientas.

5 IMPLANTACIÓN DE MAXIMO

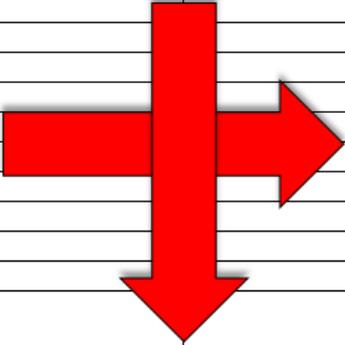
En todo proyecto de implantación de un sistema GMAO hay que establecer las bases que determinen si los usuarios del sistema serán capaces de utilizar el sistema de forma exitosa y así alcanzar los objetivos propuestos o si el sistema resultará ser una decepción absoluta para todos los usuarios del sistema. Son muchas empresas las que se aventuran a un proyecto de semejantes condiciones sin la planificación previa necesaria para garantizar el éxito del mismo.

Según K. Liebstückel [13], hay 2 aspectos a considerar:

- ¿Cuáles son las etapas funcionales de la implantación?
- ¿Cuáles son las etapas espaciales de la implantación?

Con lo que se da respuesta a través del resumen que se esquematiza en la Figura 12.

			Etapas espaciales	
			Q-Entorno de desarrollo	P-Entorno de producción
Etapas funcionales	Gestión de Almacén y compras	Maestro de repuestos		
		Inventario		
		Balances		
		Usuarios y personas		
		Interfaz KSRM		
	Preventivos	Activos y ubicaciones		
		Planes de trabajo		
		Preventivos		
	Otros	Usuarios y personas		
		Clasificaciones		
	Tickets y Órdenes de trabajo	Grupos de trabajo		



Fuente: Elaboración propia en base a “Configuring SAP Plant.Maintenance [13]”

Figura 12. Etapas funcionales y espaciales de la implantación.

A la izquierda se muestran las etapas funcionales, las diferentes partes que componen todos los procesos de mantenimiento y las plantillas necesarias para su funcionamiento (en amarillo), y de arriba a abajo, el orden en el que han sido implementados. De izquierda a

derecha se muestran los 2 entornos que se han utilizado, el entorno de desarrollo llamado Q, utilizado para realizar pruebas y comprobar el correcto funcionamiento de nuevas funcionalidades exigidas al sistema, y el entorno de producción llamado P donde se trabaja en tiempo real con el sistema. Para validar el correcto volcado de datos, la funcionalidad de la interfaz, etc., se utiliza el entorno de desarrollo, una vez se han realizado las pruebas correspondientes se migra a producción. Esto se ha realizado así en todos los talleres.

5.1 Gestión del mantenimiento

En este capítulo se van a explicar los diferentes tipos de procesos en el mantenimiento de planta distinguiendo entre el estado anterior y el estado futuro, explicando las diferencias, las características del nuevo estado y las ventajas que presenta. Para analizar todos los procesos en la gestión del mantenimiento distinguimos antes los siguientes tipos de trabajos que se llevan a cabo en la fábrica y como se denominan en uno y en otro sistema:

- Correctivo: Estos trabajos se dan al ocurrir una avería en las instalaciones. Tal y como se ha dicho anteriormente, se distinguen dos tipos:
 - o Planificado: reparación programada de la avería. En este caso es una avería que no impide el funcionamiento del equipo. Lo pueden realizar tanto los oficiales de mantenimiento como personal externo de Caispe (empresa subcontratada)
 - o No planificado: reparación inmediata de la avería. En este caso impide el funcionamiento correcto del equipo. Realizado exclusivamente por los oficiales de mantenimiento.
- Preventivo: Estos trabajos buscan el fin de evitar las averías actuando antes de que surjan. Pueden ser realizados tanto por Caispe como por los oficiales de mantenimiento.
- Diversos: Son trabajos que realizan empresas externas, pueden ser tanto preventivos como correctivos planificados.

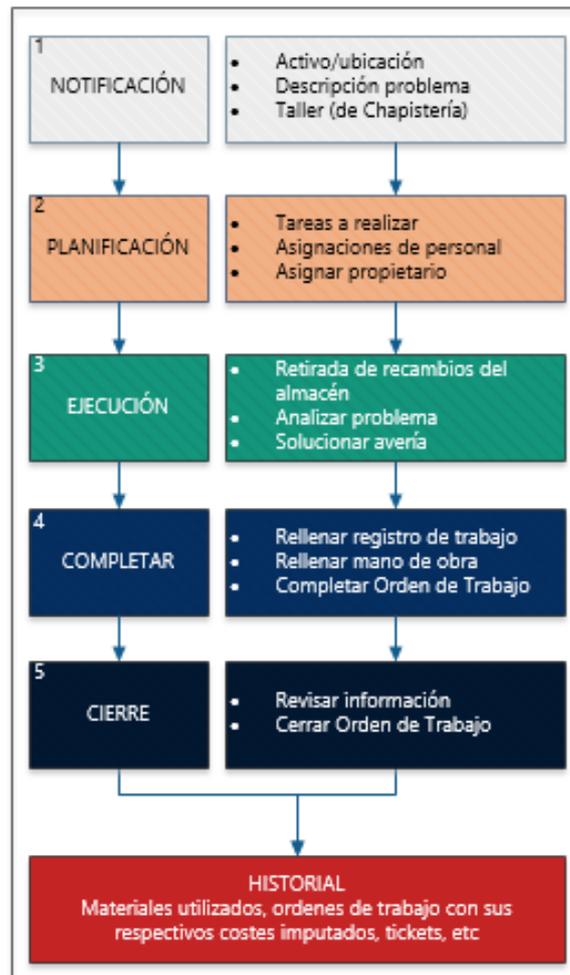
Estos son los trabajos con los que se va a trabajar, aunque Maximo presenta una mayor variedad de opciones, tal y como se puede visualizar en la siguiente imagen:

<u>CAL</u>	<u>Calibración</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>CORR</u>	<u>Correctivo</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>DIV</u>	<u>Diverso</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>PET</u>	<u>Petición</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>PLAN</u>	<u>Planificado</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>PRCAL</u>	<u>Preventivo de calibración</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>PRE</u>	<u>Preventivo</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>REF</u>	<u>Reforma</u>	<u>VWNAVARR</u>
<u>TPM</u>	<u>TPM</u>	<u>VWNAVARR</u>

Fuente: captura sistema Maximo.

Figura 13. Tipos de trabajo en Maximo.

Para dar una idea general de los procesos generales de mantenimiento en Maximo, se muestra el diagrama que se presenta en la Figura 14:



Fuente: Elaboración propia en base a “Configuring SAP Plant Maintenance” [13]

Figura 14. Diagrama de proceso.

1. Notificación:

Para comenzar, se introduce la notificación de una avería/anomalía/problema mediante un “Ticket”, rellenando la siguiente información importante: Taller, activo/ubicación y una descripción del problema encontrado.

2. Planificación:

Aquí se decide si se descarta el “Ticket” o se crea una “Orden de trabajo”. Esto lo hace el mando de mantenimiento. Aquí las acciones importantes son: planificar tareas a realizar, realizar asignaciones de operarios y tomar propiedad de la OT.

3. Ejecución:

Esta fase incluye la retirada de los recambios en el almacén, cuyo registro en el sistema es función de las personas encargadas del almacén (almaceneras) y se explica más adelante. También incluye el análisis y resolución de la avería.

4. Completar:

Tras realizar las tareas físicas correspondientes, es necesario rellenar los registros reales de trabajo respecto a tiempo y a tareas realizadas, lo que en Maximo se llama “Rellenar mano de obra” y “Registro de trabajo”, tareas que corresponden al oficial de mantenimiento. El último paso es cambiar el estado de la OT a “Completado”. La orden de trabajo ya está completada desde una perspectiva tanto técnica como empresarial al poder imputar costes a las OT una vez la mano de obra esta rellena.

5. Cierre:

Por último, el mando de mantenimiento debe revisar las Ordenes de trabajo completadas y en el caso de que toda la información sea correcta, cambia el estado de la OT a “Cerrado”, lo que supone el cierre de la OT y su pase al historial, desde donde no se podrá modificar ningún registro que se encuentre en este punto.

Este proceso completo requiere de 3 objetos de trabajo en Maximo: Tickets, Ordenes de trabajo y Despachos (Extracción de un material del almacén). De los cuales en los siguientes 2 apartados se explican los 2 primeros ya que el último de ellos corresponde a un apartado diferente (5.3 Gestión de almacén). En los 2 siguientes apartados se habla de los procesos de mantenimiento, para distinguir las nomenclaturas que utilizan ambos sistemas para nombrar a las notificaciones y trabajos se muestra la siguiente tabla:

Tabla 8. Nomenclaturas Maximo Maintteam.

Maint Team!	Maximo	Descripción
Informe de anomalía	Ticket	El objetivo de este informe es informar a mantenimiento de un posible fallo en un equipo o en una instalación con la característica de que no afecte al funcionamiento del equipo en cuestión. Lo puede generar cualquier persona de mantenimiento/producción y la persona responsable de decidir si se realiza un trabajo es el mando de mantenimiento. En Maximo se denomina " Ticket "
Parte de avería	Orden de trabajo	Se genera a partir del Informe de anomalía, en Maximo se corresponde con la Orden de trabajo .
Parte de intervención	Orden de trabajo	El parte de intervención es un documento donde el oficial de mantenimiento rellena el trabajo que ha realizado al solucionar la avería. En Maximo este "parte de intervención" se corresponde con una parte de la Orden de trabajo , donde se especifican los consumos en la Orden de trabajo ("mano de obra", donde se especifica el tiempo trabajado y en "registro de trabajo", las tareas realizadas)
Correctivo Batch	OT's rápida	El correctivo Batch es una aplicación que sirve para documentar los trabajos de correctivo de un operario. Se genera un parte de avería por cada intervención y se corresponden con los trabajos correctivos no planificados, es decir, con las averías que sí afectan al funcionamiento del equipo por lo que se actúa de inmediato. En Maximo se corresponde con la aplicación " OT's rápida ", que presenta un aspecto reducido de la información de una orden de trabajo y se utiliza para registrar trabajos no planificados.

Fuente: Elaboración propia

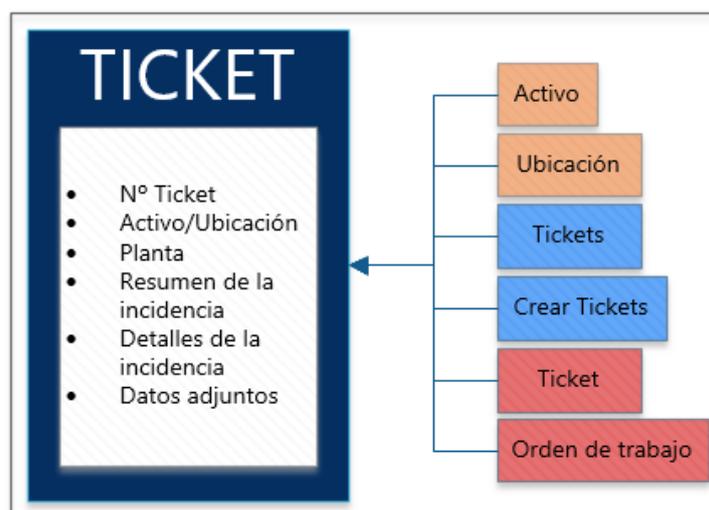
5.1.1 Tickets

Un ticket es una notificación mediante la cual se informa a mantenimiento sobre problemas o incidencias detectadas que requieren de una intervención. En mantenimiento, la notificación por parte de cualquier usuario de incidencias, problemas o averías detectadas en las instalaciones es uno de los principales pilares en los que se basa la eficiencia productiva del sistema de gestión de mantenimiento.

Cada uno de estos Tickets puede generar una OT de manera automática en base a ciertos criterios, o bien centralizar todos los tickets, para que un operador los agrupe y genere una OT por cada tipología de incidencia o problema detectado, ya que muchos de estos tickets podrían haber sido informados por distintos operarios, pero referidos a la misma incidencia.

En el caso de Maximo existen 2 aplicaciones desde donde se gestionan o visualizan los tickets dentro de Maximo:

- Tickets: Es la aplicación desde la cual se tiene acceso a toda la funcionalidad de tickets. A esta aplicación tienen acceso los mandos de mantenimiento mientras que los oficiales solo poseen acceso a la que se explica a continuación. Desde esta aplicación se pueden realizar tareas de gestor principalmente: descartar el ticket o bien generar una orden de trabajo, asignar nuevos activos, etc.
- Ver tickets: Es una aplicación reducida de la anterior y más limitada, está pensada para los oficiales de mantenimiento, donde pueden ver sus tickets.



Fuente: Elaboración propia en base a "Configuring SAP Plant Maintenance" [13]

Figura 15. Origen e información del Ticket.

Los tickets se pueden crear de 6 formas distintas:

- Desde un activo: Si se hace de esta forma se abre un ticket contra ese activo.
- Desde una ubicación: si se hace de esta forma se abre un ticket contra esa ubicación.
- Desde la aplicación "Tickets": Es la aplicación a la que tienen acceso los administradores de los tickets, es decir, los mandos de mantenimiento.

- Desde la aplicación “Crear Tickets”: Es la aplicación que utilizan los usuarios externos a mantenimiento, que únicamente tienen acceso al sistema para hacer tickets a través de esta aplicación.
- Desde un ticket ya existente: si se realiza de esta forma estos 2 tickets quedan relacionados.
- Desde una OT ya existente: Al igual que en el caso anterior, si se realiza por esta vía estos dos registros quedan relacionados.

Y los campos que se rellenan al crear el ticket son:

- Nº ticket: Es auto numérico por lo que el usuario no tiene que rellenarlo.
- Activo/Ubicación: El activo o la ubicación sobre el que se crea el incidente.
- Planta: De forma predeterminada aparece el taller de Chapistería.
- Resumen de la incidencia: Resumen del ticket
- Detalles: Detalles del incidente notificado
- Datos adjuntos: Se pueden añadir fotos de los problemas detectados.

En el sistema Maintteam la única forma que existe de crear un ticket es directamente desde “Crear Informe de anomalía”, es la opción existente en el menú de Informes de anomalía, donde aparece un listado con todos los registros que se han creado. Y los campos que se rellenan son los siguientes:

- NIP: Número de identificación personal del operario que crea el informe.
- Equipo: Informar sobre que equipo ha sufrido el incidente.
- Descripción síntomas anomalía: Descripción del problema.
- Prioridad: con qué prioridad considera el usuario que debe de tratarse el problema.

En Maximo, los tickets tienen un estado que indica su posición según avanza hacia su finalización. Aunque no se van a modificar ya que se modifican automáticamente con el cambio de estado de la OT, se explica en el siguiente apartado 5.1.3. *Órdenes de trabajo*. Los estados de los tickets [15] son los siguientes:

- Nueva: estado predeterminado que se aplica al crear un ticket No se puede devolver un ticket a este estado después de cambiarlo.
- En cola: El ticket está en cola y se puede empezar el trabajo con él. Al asignar un propietario o un grupo de propietarios tomará este estado automáticamente.
- En proceso: se está trabajando con el ticket. Se llega a este estado cuando se crea una OT a partir del ticket.
- Pendiente: El ticket se encuentra pendiente de alguna acción.
- Resuelto: La información se ha recopilado y dirigido, se ha preparado una solución.
- Cerrada: Un ticket cerrado es un archivo histórico y no se puede cambiar su estado ni modificar la información. Se llega a este estado al cerrar la OT creada a partir del ticket.

En Maintteam, los diferentes estados por los que pasa un informe de anomalía, que, tal y como se ha citado anteriormente en la tabla 7, el informe de anomalía equivale al Ticket, son:

- Pendiente: Se ha creado y está pendiente de que el mando de mantenimiento lo trate, ya sea para descartarlo o para tratarlo.
- Enterado: El informe se ha recibido, es un estado para informar a la persona realizadora del informe que ya se ha recibido, pero todavía no se ha elegido la acción sobre él. Este estado no se utiliza actualmente.
- En curso: El informe ha sido asignado y está en espera de que se ejecute las acciones de mantenimiento sobre el equipo afectado
- Solucionado: El informe se ha solucionado.
- Descartado: Por los motivos que fueren, el informe ha quedado descartado y no se va a realizar ninguna acción de mantenimiento sobre el equipo.

En conclusión, Maximo ofrece mucha más información en lo relativo a notificaciones y más variedad de opciones a la hora de crear los tickets. Ofrece 6 posibilidades desde diferentes aplicaciones, registros y equipos mientras que en Maintteam solo existen 2. Lo que facilita la creación de estos registros sin necesidad de ir a la aplicación propia de los mismos. Maximo tiene 2 aplicaciones para gestionar los tickets, una pensada para los trabajadores que no gestionan los tickets (oficiales de mantenimiento) y otra pensada para los trabajadores que gestionan los tickets (mandos de mantenimiento). Esto resulta realmente útil ya que así se consigue mejor control de la información y que su tratamiento este mejor definido. A su vez los estados de los tickets se modifican automáticamente con la OT, por lo que se consigue automatizar este proceso. Maximo ofrece un tratamiento de los tickets mucho más personalizado y flexible, lo que ayuda a gestionar de forma eficiente este aspecto de mantenimiento, reduciendo costes de tiempo y aumentando las posibilidades de analizar la información, pieza clave para que la toma de decisiones sea rápida, flexible y con criterios objetivos

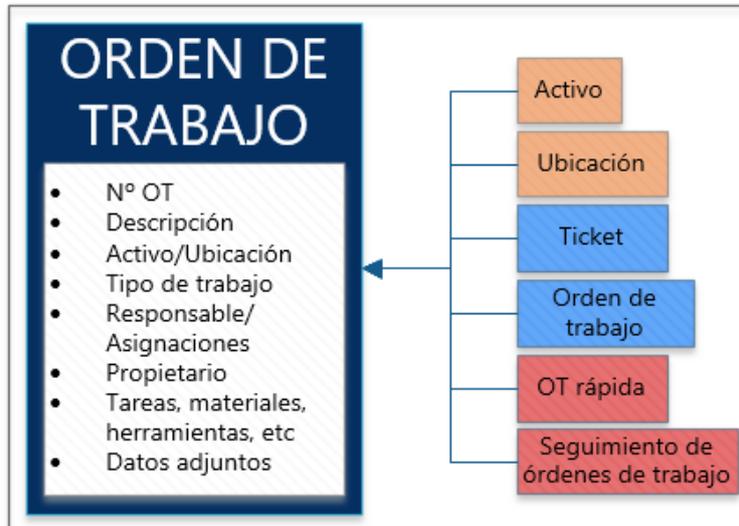
5.1.2 Órdenes de trabajo

Los Tickets se utilizan para notificar anomalías detectadas, a diferencia de las Ordenes de trabajo (OT), que se utilizan en mantenimiento como una herramienta para planear y llevar a cabo tareas de mantenimiento: reparaciones, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo, así como la posible planificación previa de recursos y materiales para llevarse a cabo la ejecución de dichas ordenes de trabajo.

Una orden de trabajo especifica una tarea concreta y la mano de obra, los materiales, servicios y herramientas necesarios para completar la tarea. (En nuestro caso los materiales se gestionan en otro módulo). En el caso de Maximo existen 2 aplicaciones desde donde se generan y modifican las OT dentro de Maximo:

- Seguimiento de órdenes de trabajo: Es la aplicación desde la cual se tiene acceso a toda la funcionalidad de órdenes de trabajo, así como a todos los registros relacionados con cada una. A esta aplicación tienen acceso de escritura los mandos de mantenimiento mientras que los oficiales solo poseen acceso de lectura, se ha diseñado así para facilitar el trabajo a los oficiales, ya que no necesitan más información.

- OT rápida: Es una aplicación reducida de la anterior, donde se muestra una interfaz más simple y está enfocada a la inserción rápida y directa de los datos. Es la aplicación que van a utilizar los oficiales de mantenimiento para rellenar el trabajo realizado en las instalaciones.



Fuente: Elaboración propia en base a “Configuring SAP Plant Maintenance” [13]

Figura 16. Origen e información de la Orden de Trabajo.

Y se pueden generar de las siguientes formas:

- Desde un activo: Si se hace de esta forma se abre una OT contra ese activo.
- Desde una ubicación: si se hace de esta forma se abre una OT contra esa ubicación.
- Desde un ticket ya existente: si se realiza de esta forma estos 2 registros (OT y Ticket) quedan relacionados.
- Desde una OT ya existente: Al igual que en el caso anterior, si se realiza por esta vía estos dos registros quedan relacionados.
- Desde la aplicación “OT rápida”: Como se ha mencionado anteriormente, es la aplicación reducida de “Seguimiento de órdenes de trabajo”.
- Desde la aplicación “Seguimiento de órdenes de trabajo”: Es la aplicación completa de las órdenes de trabajo.

Algunos de los campos más importantes son los siguientes:

- N° OT: Es auto numérico por lo que el usuario no tiene que rellenar nada.
- Descripción: Descripción de la avería detectada.
- Activo/ubicación: Seleccionar el equipo afectado.
- Tipo de trabajo: Seleccionar el tipo de trabajo que se realiza, es automático para correctivos y preventivos, solo habrá que rellenar este campo en los planificados.
- Responsable/Asignaciones: Las personas encargadas de solucionar el problema
- Propietario: El mando de mantenimiento encargado en el turno.
- Tareas, materiales, herramientas...etc.: Aquí se añade las tareas que tiene que realizar el operario, los materiales utilizados, herramientas, etc.

- Datos adjuntos: Existe la posibilidad de adjuntar fotos, archivos, etc.

Por el contrario, en Maintteam, la única forma de crear un parte de avería es directamente desde “Crear Avería”, es la opción existente en el menú de mantenimiento de Maintteam, donde aparece un listado con todos los registros que se han creado, o desde un parte de intervención ya existente. Y algunos de los campos que se rellenan son los siguientes:

- NIP: Número de identificación personal del operario que crea el informe.
- Equipo: Informar sobre que equipo ha sufrido el incidente.
- Descripción de la avería: Descripción del problema.
- Prioridad: con qué prioridad considera el usuario que debe de tratarse el problema.
- Asignado a: las personas asignadas para solventar el problema
- Tiempos: Inicio de paro, cuando se ha dado el aviso, etc.

Los estados que se van a utilizar para la OT’s son los siguientes, a pesar de que existen más estados, se pueden ver en el anexo 2.

- APPR: La orden de trabajo se ha aprobado y el trabajo puede comenzar.
- INPRG: El trabajo está en curso. INPRG es el estado predeterminado para las órdenes de trabajo creadas en la aplicación OT rápida.
- COMP: El trabajo físico se ha completado. Aún puede incorporarse información administrativa dentro de los datos de gestión de la OT.
- CLOSE: La orden de trabajo se ha cerrado. Las reservas de inventario de los elementos que no se usaron para el trabajo que se lista en la orden de trabajo se eliminan, y la orden de trabajo se convierte en un registro de historial.
- CAN: La orden de trabajo se cancela. No puede cancelar una orden de trabajo si el trabajo ya está en curso o si ya se han notificado consumos reales.

Una de las mayores ventajas de Maximo es que estos estados se pueden utilizar como se desee, el sistema es muy flexible y permite crear estados intermedios en caso de necesitarlo, adecuándose así al modo de trabajar de la empresa y que no sea la empresa la que se adapte a la sistemática del sistema.

El proceso normal de cambios de estado a lo largo del desarrollo del trabajo será el siguiente:



Fuente: documentación interna [20]

Figura 17. Flujo de cambios de estado de la OT original.

Aunque se ha decidido optimizar y saltar 2 estados, de forma que el proceso sea más rápido. El proceso, por lo tanto, queda tal como se indica en la Figura 18.



Fuente: Elaboración propia en base a documento interno [20]

Figura 18. Flujo de cambios de estado de la OT seleccionado o final.

Cambiar de estado la OT conlleva ciertos efectos que se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Efectos producidos por el cambio de estado de las OT's.

ESTADO	EFFECTOS
APR (Aprobado)	Los repuestos indicados en la OT se reservan en el almacén para su posterior uso
	La OT ya no se puede suprimir
	El activo/ubicación ya no se puede modificar
CAN (Cancelado)	Las OT's que no han comenzado ni las que tienen consumos se pueden suprimir
	Las OT's canceladas se convierten en registros de historial
CERR (Cerrado)	La OT ha finalizado
	Los repuestos reservados que no se han utilizado desaparecen de la reserva
	La OT's cerradas se convierten en registros de historial
COMP (Completado)	Todo el trabajo físico ha finalizado
	La OT está lista para cerrarla
ENPRG (En curso)	El trabajo físico de la OT está actualmente en curso

Fuente: Elaboración propia

Otro punto interesante es el efecto que se produce en el ticket ante un cambio de estado en la OT, lo que ayuda a automatizar el trabajo, siempre y cuando estos dos registros estén relacionados, como se ha explicado anteriormente se relacionan al crear una OT a partir de un Ticket o se puede hacer manualmente. Es decir, los estados de las OT tienen funcionalidad. En la Tabla 10 se muestran los cambios en los estados de los tickets ante un cambio en el estado de la OT:

Tabla 10. Cambios producidos en el estado del ticket por un cambio de estado en la OT.

Nuevo estado de la OT	Estado actual del ticket	Nuevo estado del Ticket
APPR INPRG	NUEVA	ENPROCESO
COMP	NUEVA ENPROCESO ENCOLA	RESUELTO
CERR	NUEVA ENPROCESO ENCOLA RESUELTO	CERRADA
CAN	NUEVA ENPROCESO ENCOLA RESUELTO CERRADA	CANCELADA

Fuente: Elaboración propia

Con esto se consigue gestionar únicamente las OT, de forma que los mandos de mantenimiento no se tienen que preocupar del ticket. Esto se analiza con más detenimiento en el siguiente apartado.

En Maintteam, los estados por los que pasa un parte de avería y un parte de intervención son:

- Abierto: Es el estado predeterminado cuando se crea el parte de avería.
- Cerrado: Se ha solucionado la avería y se cierra el parte. Pasa a histórico.

Estos 2 registros van ligados de la mano por lo que al cerrar uno se cierra el otro.

La relación entre los cambios de estado partes de avería-informes de anomalía se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Cambios producidos en el estado del IA por un cambio de estado en la PA.

Nuevo estado del Parte de avería	Estado actual del Informe de anomalía	Nuevo estado del Informe de anomalía
Abierto	Pendiente	En curso
Cerrado	En curso	Cerrado

Fuente: Elaboración propia

En conclusión: gracias al nuevo GMAO la posibilidad de crear las OT ha aumentado notablemente, ahora se disponen de 6 vías para ello, y, al igual que en el apartado anterior, se distinguen 2 aplicaciones para gestionar/rellenar las OT en función de las licencias de la persona, lo que es más cómodo que trabajar con 2 registros tal y como lo hace Maintteam. Se consigue así tener un mejor control de la documentación y una automatización parcial del proceso lo que nos permite un ahorro en tiempos y costes.

5.1.3 Flujos de trabajo

Tras analizar cada uno de los objetos de trabajo en Maximo y Maintteam, en el siguiente apartado se explica la metodología de trabajo, el flujo diseñado para cada tipo de trabajo, las tareas que debe realizar cada persona, etc.

En Maintteam, la forma de trabajar en cuanto a trabajos correctivos, ya sean planificados o no planificados, es la que se muestra en la Figura 19. Todo comienza con la detección de una anomalía/problema, la primera clasificación que se hace aquí es si ha producido o no una parada de producción, ya que si la ha producido se informa al mando de mantenimiento quien avisa al oficial de mantenimiento para que solucione la avería de forma inmediata y rellene un denominado “correctivo Batch”, en caso de que el equipo que ha sufrido la avería se pueda arreglar se realiza un trabajo en banco (reparación). En caso de que la avería no haya producido una parada de producción se hace una distinción entre las personas que la han detectado, si son de mantenimiento hacen un informe de anomalía vía GMAO y en caso contrario y no sean de mantenimiento, hacen un informe de anomalía vía WEB, donde el mando de mantenimiento valora si ha de realizarse un trabajo o si, por el contrario, no es necesario realizar ninguna acción y descarta el informe de anomalía, en caso de no descartarlo lo asigna a los oficiales de mantenimiento o a Caispe (empresa externa cuyo fin es apoyar a

mantenimiento). En el primer caso se crea un parte de avería y en el segundo caso se crea un “trabajo diverso”, es la denominación que tienen los trabajos realizados por empresas externas en el ámbito del mantenimiento en Chapistería. Tras crear uno u otro, se realiza el trabajo y se rellena un parte de intervención, donde se especifican las tareas realizadas sobre el equipo afectado y si ha surgido algún problema. Una vez realizado esto el mando de mantenimiento valora si se ha solucionado o no. En caso negativo, los oficiales de mantenimiento volverían a intervenir. En caso positivo, se finaliza el proceso (Figura 19).

Este proceso tiene el inconveniente de que cada oficial que participa en una avería tiene que rellenar un parte de intervención lo que implica una pérdida de tiempo ya que se repite varias veces la misma acción, pero para diferentes personas.



Fuente: Actualización realizada por el autor de *documentación*

Figura 19. Flujo de trabajo para correctivos en Maintteam.

A continuación, se explican los procesos que se han diseñado para Maximo, pero antes de eso es necesaria una explicación sobre los “Centros de Inicio” (CI).

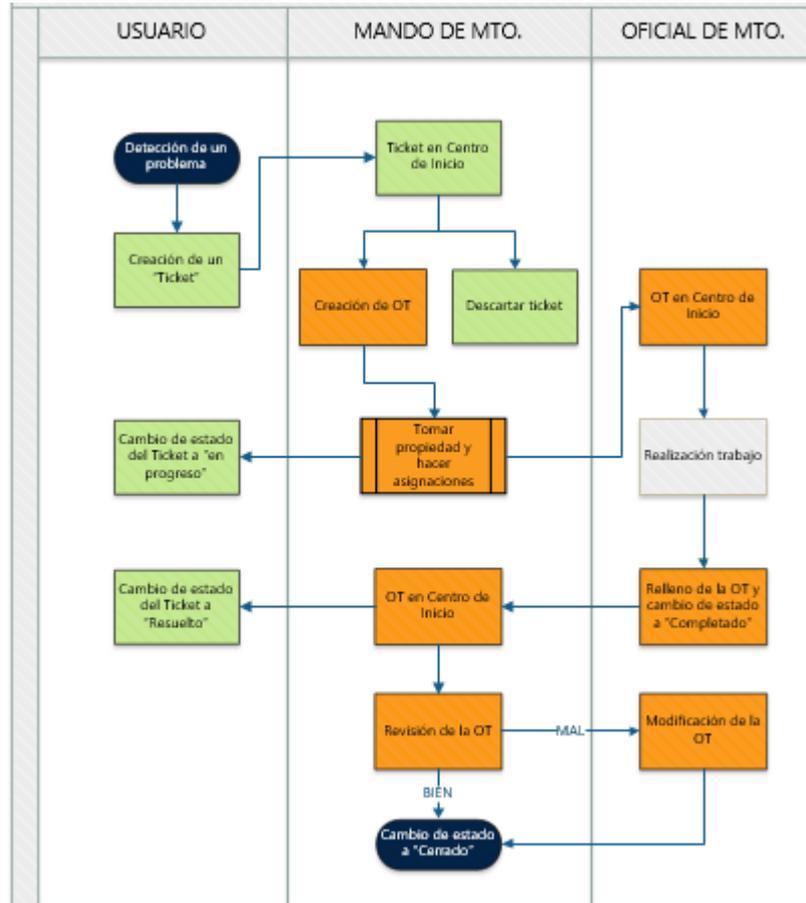
Maximo es un sistema de gestión de mantenimiento vía web, y cada persona tiene un usuario, a ese usuario va asociado un Centro de Inicio (CI), un CI es la página principal que aparece en Maximo al iniciar sesión, esta página es configurable y se ha diseñado para proporcionar acceso rápido a las herramientas que se utilizan con más frecuencia de tal forma que, dependiendo del usuario/perfil que trabaja en el sistema, deberá tener un CI u otro para realizar el trabajo correspondiente de manera sencilla, rápida y eficaz. Un usuario podrá visualizar todos los CI de los grupos de seguridad a los que pertenece, son grupos que se crean para personalizar el acceso a las aplicaciones, por ejemplo, los oficiales de mantenimiento tienen acceso de lectura al almacén para ver si quedan repuestos, pero no pueden darle salida a ninguno de ellos. Dentro de estos CI hay unas ventanas configurables llamadas “*Portlets*”, permite acceder rápidamente a las aplicaciones/registros, así como obtener una vista rápida de una búsqueda personalizadas, por ejemplo, obtener los resultados de todas las ordenes de trabajo que estén completadas del mes de diciembre, o que aparezcan todas las órdenes de trabajo en las que se ha asignado a un operario en concreto. En nuestro caso, se ha aprovechado mucho esta funcionalidad que ofrece el sistema para diseñar unos centros de inicio únicos para cada tipo de usuario, es un trabajo que se ha realizado para todos los grupos de seguridad que se han creado (Almaceneras, responsable de compras, oficiales de mantenimiento, mandos de mantenimiento, administradores y gestores). Este trabajo es esencial en la dinámica de trabajo que se va a seguir, ya que está pensado para que a cada usuario le aparezcan en estos “*Portlets*” comentados anteriormente exclusivamente las órdenes de trabajo que tiene que rellenar, es decir, a las que está asignado o es responsable (depende del tipo de trabajo), entre otras *portlets* interesantes que se explican más adelante.

En Maximo, la forma de trabajar depende del tipo de trabajo (apartado 5.1.1) que se realice. Para el caso del trabajo planificado se sigue el proceso que se esquematiza en la Figura 20. En dicha figura se han distinguido por columnas los usuarios que participan en el proceso y por colores los objetos de Maximo que manejan (verde tickets, y naranja OT). Se aprecia así de esta manera que cada usuario cumple con sus licencias. En azul se muestra el inicio y el final del proceso.

El proceso comienza en la detección de un problema por parte de cualquier usuario y su posterior creación del Ticket para notificar el problema, ya sea un trabajador de otro taller como uno de Chapistería mismo. Esto se ha definido así para poder generar Tickets contra “Mantenimiento Central”, el cual es el departamento encargado del mantenimiento general de fábrica. Una vez realizada la notificación, gracias al diseño de los Centros de Inicio, el ticket aparecerá en el “*Portlet*” “Tickets abiertos”, donde aparecen todos los tickets que se han creado contra el taller de Chapistería. Este *portlet* es común a los 3 mandos de mantenimiento, de forma que cada uno selecciona los tickets que están realizados contra un equipo de sus tecnologías (Figura 20).

El mando de mantenimiento valorará el problema y tendrá que decidir si descartarlo, o, por el contrario, crear una orden de trabajo para resolver el problema en cuestión. Al crear la orden de trabajo deberá tomar propiedad de la OT y hacer las asignaciones correspondientes,

esto significa asignar a los operarios que van a solucionar el problema. Automáticamente al hacer esto, el ticket cambia de estado a “en progreso” de forma que el usuario realizador del mismo puede visualizar en todo momento si se ha comenzado a gestionar el ticket, y la orden de trabajo asignada a un oficial de mantenimiento aparece en el centro de inicio del oficial de mantenimiento en el *portlet* “OT planificadas asignadas a mi sin completar”. Este *portlet* en concreto muestra las OT provenientes de un ticket que están asignadas al operario que inicia sesión, de forma que el resultado no será el mismo en un operario que en otro (Figura 20).

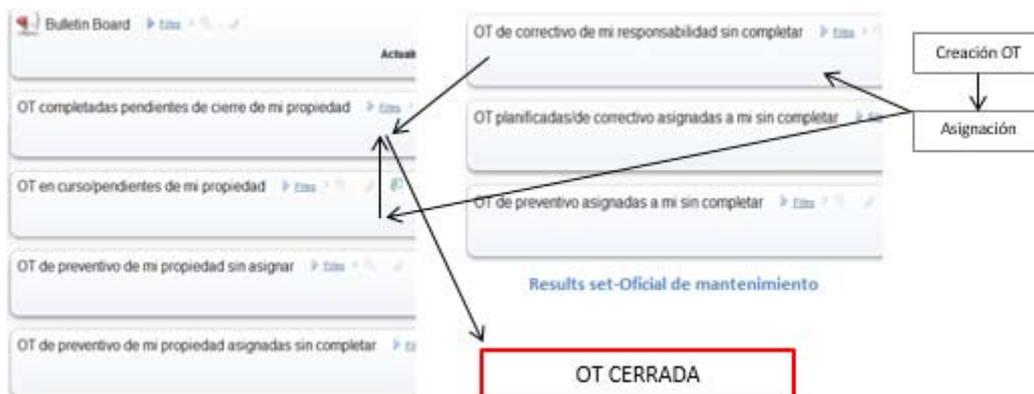


Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Flujo de trabajo para trabajos de correctivo planificado en Maximo.

De esta forma se consigue que el oficial de mantenimiento no tenga que crear ningún registro, simplemente al entrar en Maximo le aparecerá un listado con las OT que tiene que realizar. Una vez realizado el trabajo y solucionado el problema, debe notificarlo en el sistema, para ello basta con informar del tiempo trabajado y las acciones que ha realizado, aunque las posibilidades del sistema ofrecen mucho más (materiales, herramientas, etc.) Cuando ha terminado esto, cambia el estado de la OT a “Completado”. Cuando la OT pasa a “Completado”, el ticket pasa a “Resuelto” y la OT aparece en el CI del mando de mantenimiento en el *portlet* “OT completadas pendientes de cierre de mi propiedad”, donde aparecen todas las OT’s que debe cerrar el mando. El último paso le corresponde al mando de mantenimiento: revisar las OT y cerrarlas, en caso de que encuentre alguna anomalía el oficial deberá inspeccionar los datos. La Figura 21 muestra a izquierda y derecha los *results*

sets correspondientes al mando de mantenimiento y al oficial, respectivamente. Las flechas muestran el recorrido que realiza la OT en función de lo explicado anteriormente:



Fuente: Captura del CI diseñado por el autor

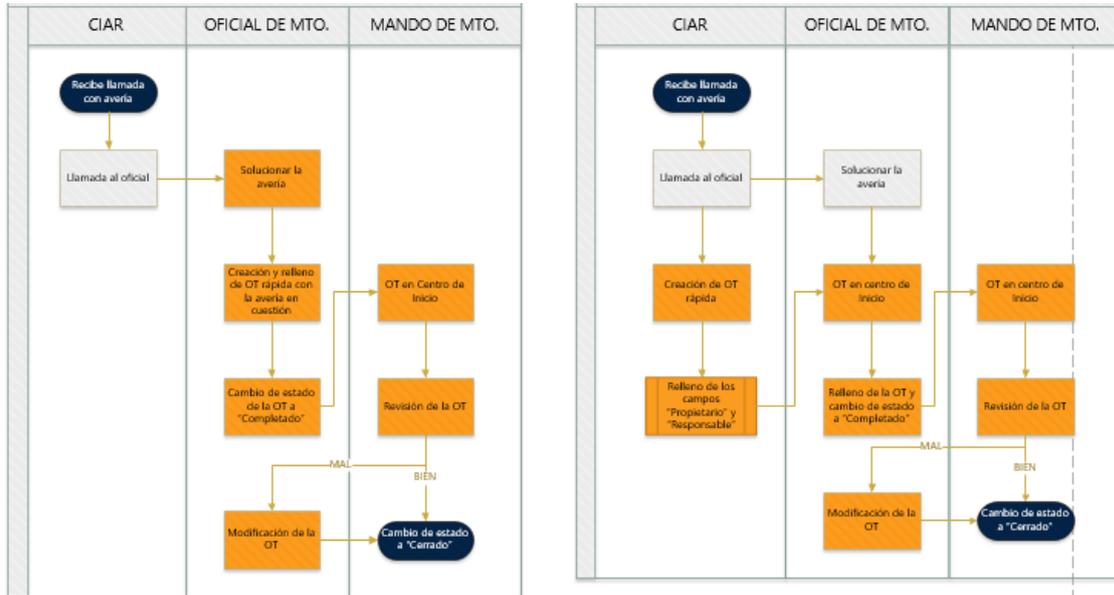
Figura 21. Portlets del CI del Mando de mantenimiento y Oficial de mantenimiento.

A continuación, se explica el proceso que se va a llevar a cabo para los trabajos correctivos no planificados (Figura 22), pero antes de entrar en la explicación de cada proceso, se va a definir qué es el “CIAR”, es el Centro de Información de Actuación Rápida, es un programa desarrollado en la misma oficina por una persona en concreto donde se notifican todas las averías ocurridas. Para que esto sea posible siempre hay un oficial de mantenimiento en ese puesto con un teléfono donde van realizando las llamadas informando de las averías, es aquí donde el oficial crea una avería en CIAR y cuando esta termina, la cierra. El estado futuro deseado para este programa es que todas las averías que se creen en el CIAR se conviertan automáticamente en una OT rápida en Maximo. Para llevar a cabo este trabajo es necesaria una interfaz desarrollada por los consultores del sistema y la unificación de las bases de datos de Maximo y CIAR, cuya gestión forma parte de una de las tareas que se han realizado en las prácticas. Como todavía no se cuenta con esta interfaz se han planteado dos posibilidades:

La primera, Trabajos correctivos (1), donde el proceso comienza con la llamada de un usuario al oficial de mantenimiento que se encuentra en el puesto de trabajo de la oficina del CIAR, este oficial de mantenimiento llama a la persona que considera más conveniente para solucionar el problema y, por último, registra la avería en CIAR. El oficial de mantenimiento que ha solucionado la avería deberá crear una OT rápida notificando la avería en cuestión, rellenando el propietario (mando de mantenimiento), responsable (oficial de mantenimiento), el tiempo que ha transcurrido, las medidas tomadas para solucionarla y cambiando el estado de la OT a “Completado”. Esta Orden de trabajo pasa al CI del mando de mantenimiento cuya tarea será revisar la OT y cerrarla o informarle al mando de que la modifique en caso de encontrar algún dato erróneo o que no se corresponde. Este proceso se representa en la Figura 22.

La segunda alternativa, es similar a la primera con la diferencia de que el encargado del CIAR crea la OT rápida y asigna como responsable al oficial de mantenimiento al que ha llamado para solucionar la avería y como propietario de la OT rápida al mando de mantenimiento, de esta forma se consigue que el oficial que ha solucionado la avería tiene en su CI la OT, de forma que nada más entrar al sistema solo tiene que rellenarla. A sí mismo, al mando le

aparecerá en su CI, desde donde puede visualizar todas las OT que se están ejecutando o están pendientes. El resto del proceso sería igual. De la misma forma, este proceso se representa en la Figura 22.



Fuente: Elaboración propia

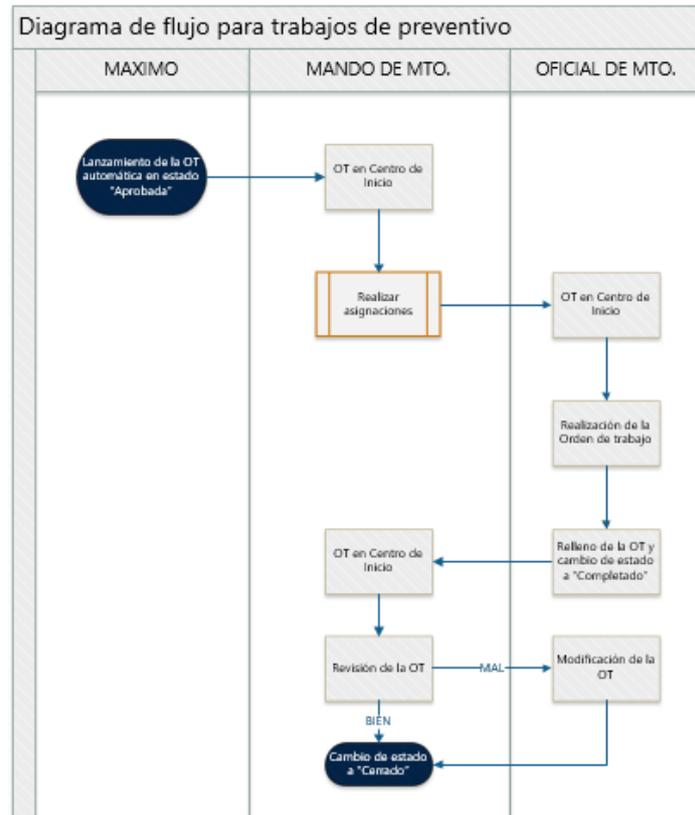
Figura 22. Flujo de trabajo para trabajos de correctivo no planificado (1) y (2) en Maximo.

Se ha elegido el segundo método ya que hay que interactuar con el CIAR y así el oficial de mantenimiento solo tiene que rellenar la orden de trabajo que se encontrará en su centro de inicio.

El último tipo de trabajo que falta por analizar son los preventivos:

Se utilizan las aplicaciones del módulo de ‘Mantenimiento preventivo’ para gestionar el trabajo realizado en una planificación regular. Las aplicaciones ayudan a planificar y presupuestar el trabajo de mantenimiento regular, para ello es necesario realizar un análisis específico de las tareas a realizar (esto es el llamado plan de trabajo), sobre un activo o ubicación, planificando de antemano los recursos materiales y humanos que van a ser necesarios para la ejecución de dichas tareas. La forma de trabajar se esquematiza en la Figura 23 y se describe a continuación.

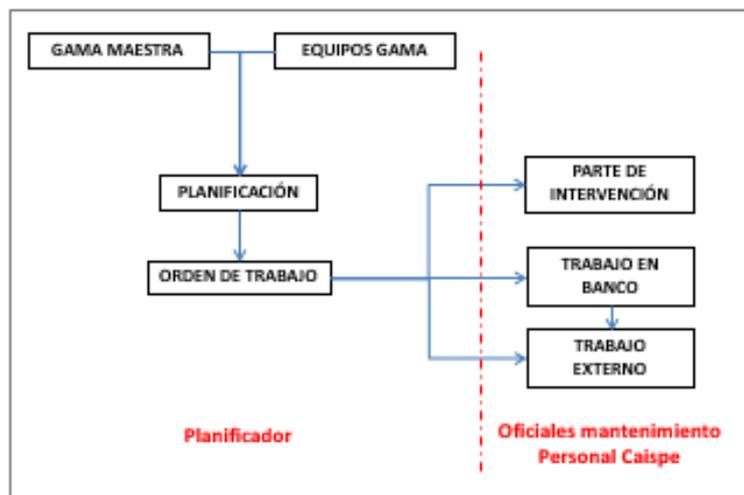
Gracias a la labor cometida se ha conseguido que los preventivos creen las órdenes de trabajo con el propietario ya definido, de forma que al crearse la OT de forma automática en estado aprobado, aparecerá en el CI del mando de mantenimiento. Este deberá realizar las asignaciones de personal y una vez hecho esto aparecerá en el CI del oficial de mantenimiento. A partir de aquí el proceso es el mismo que en los apartados anteriores, rellena la OT y le cambia el estado a “Completado” para que la revise el mando y si todo está en orden, cierra la OT.



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Flujo de trabajo para trabajos preventivos en Maximo.

En Maintteam los preventivos se tratan de la siguiente manera:



Fuente: actualización realizada por el autor en base a documentación interna

Figura 24. Flujo de trabajo para trabajos preventivos en Maintteam.

Gracias a la información de las gamas maestras y los equipos gama (la definición de los preventivos con las tareas a realizar y los tiempos necesarios en maquina parada o maquina en marcha) se crea la orden de trabajo. El planificador debe entrar en un listado donde aparecen todos los preventivos que se han creado de forma automática y asignar a los operarios a los preventivos que quiere que se ejecuten. Deberá informarle al oficial de

mantenimiento o al personal de Caispe al que le haya asignado para que sea consciente de que debe realizar ese trabajo. Una vez el trabajo está realizado es el oficial de mantenimiento o el personal de Caispe el que realiza el parte de intervención con su posterior cierre, en caso de que sea necesario reparar algún equipo será necesario realizar un trabajo en banco.

Este proceso se ha vuelto parcialmente caótico debido al insuficiente control de los preventivos, donde tanto la revisión del trabajo bien realizado como la correcta planificación es una pieza fundamental en el desarrollo del mantenimiento preventivo.

Las ventajas que se sacan de todo lo analizado anteriormente son:

- Maximo permite crear tickets contra cualquier taller, en Maintteam esta posibilidad no existía y había que realizarlo a través de la intranet de la fábrica.
- Maximo es un sistema notablemente más rápido y claro.
- En Maintteam, los oficiales de mantenimiento tenían que crear tantas partes de intervención como trabajadores han participado en la avería, en Maximo, por el contrario, una persona informa sobre los operarios que han intervenido. En este aspecto se consigue un ahorro de tiempo y simplicidad.
- En Maintteam, los oficiales de mantenimiento tenían que crear los registros. En Maximo por el contrario ya lo tienen creado, simplemente basta con entrar al CI y registrar el trabajo realizado.
- En el futuro, el CIAR y Maximo estarán conectados por lo que el proceso será prácticamente automático en cuanto a creación de registros.
- Destacar la importancia vital de los Centros de Inicio, cuyo diseño ha sido la pieza fundamental en los diagramas de flujo. Con esto se ha conseguido que al trabajador le aparezca en la pantalla principal en una ventana los registros que tiene que rellenar y completar.
- En Maintteam los partes de intervención/partes de avería los cierra el oficial de mantenimiento, en Maximo por el contrario aparece un estado intermedio: "Completado". Es un paso que se ha añadido, pero se consigue una mejor gestión de las OT, ya que pasan a histórico cuando se cierra, y eso es tarea del mando, el cual debe revisarlas para ver que la información es correcta. También se consigue una oportunidad más para modificar la OT en caso de error. En Maintteam una vez cerrado no era posible corregirlo.
- Las OT's ofrecen muchísimos registros y campos que no existen en su equivalente en Maintteam. Como por ejemplo materiales, consumos, tareas planificadas, etc.
- El usuario realizador de un ticket puede visualizar en todo momento las tareas realizadas en la OT, pero lo puede visualizar desde el Ticket.
- En lo relativo a los preventivos, con el nuevo sistema ya no hace falta buscar los preventivos al crearse la OT con el propietario ya definido.

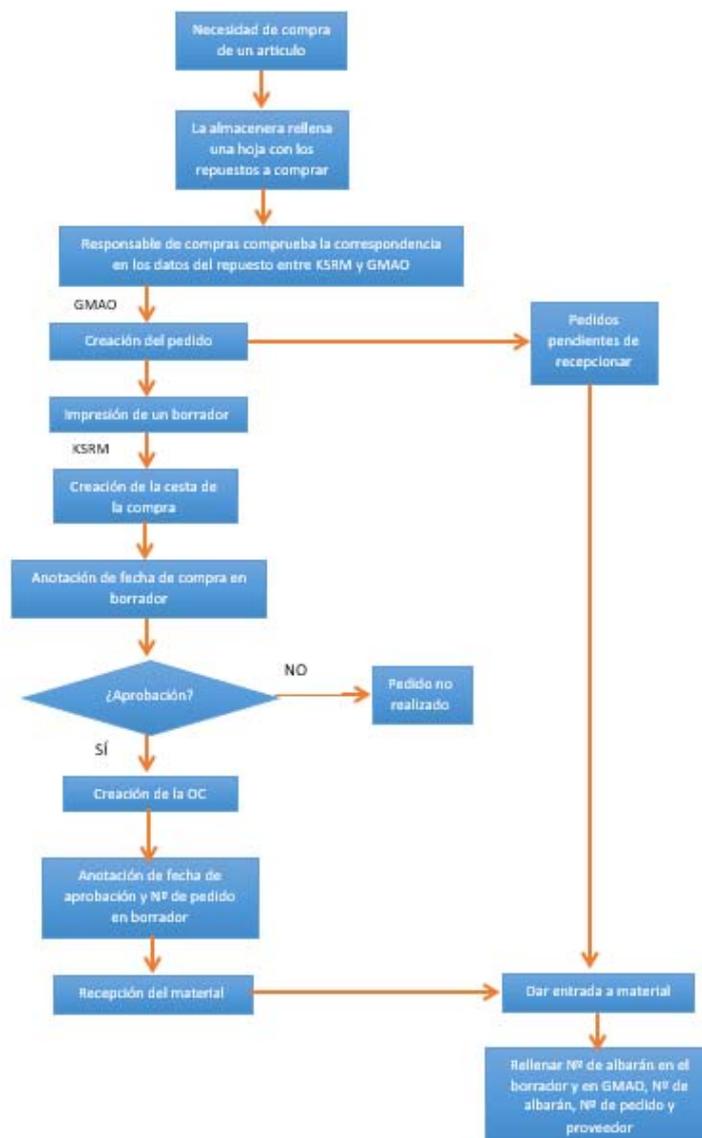
En conclusión, debido a la lentitud, inexistencia de actualizaciones y soporte del sistema Maintteam, la metodología de trabajo se ha convertido en una forma de trabajo sin el control, estudio y planificación propia de las tareas de mantenimiento, donde la importancia de estas 3 tareas es fundamental para optimizar el flujo de trabajo, ahorrar costes, analizar averías y

tomar medidas para prevenir averías, planificar trabajos y actuar de la forma lo más rápida posible facilitando la introducción de la información al sistema para su posterior tratamiento y estudio. Todo esto se consigue con el nuevo sistema, de forma que se obtiene un mejor control de todos los registros y una mejor planificación del trabajo. Se ahorra tiempo, se reducen los posibles errores cometidos por el fallo humano y se gana claridad y eficiencia en el sistema.

5.2 Gestión de las compras/recepciones

5.2.1 Compras

Este apartado muestra el progreso que se ha realizado con una de las necesidades más importantes del mantenimiento: la problemática de la gestión de almacenes. La responsabilidad y volumen de este proceso ha aumentado considerablemente por la responsabilidad de la gestión de recambios, debido a que el sistema actual presenta una serie de limitaciones. En la Figura 25 se representa el flujo de compras en Maintteam.



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Diagrama de flujo de compras en Maintteam.

Son los propios mantenimientos los que mediante el sistema K-SRM pueden realizar las compras de material a través del catálogo electrónico y mediante el módulo correspondiente del GMAO tengan que controlar y gestionar todo el proceso que conlleva mantener un almacén (control de materiales y de stocks) así como el control de gastos. Dicha integración de la gestión de materiales de Maintteam con el sistema de compras K-SRM no se realizó, por lo que para procesar las compras correctamente hay que realizar una duplicidad en los trabajos de la parte de control de stocks, compras y recepción de materiales, que duplica la carga de trabajo para el responsable de compras innecesariamente. Es por esto que uno de los requisitos exigidos al nuevo sistema era la compatibilidad de la creación de una interfaz con el sistema de compras por catálogo KSRM. La labor realizada ha sido supervisar y definir los nuevos requerimientos necesarios que garantizaran el correcto funcionamiento de esta interfaz. En la Figura 25 se muestra la metodología de trabajo referente a las compras con el sistema antiguo Maintteam para los artículos existentes en catálogo:

Las causas o razones para comprar un repuesto son varias: Lo ha solicitado un mando de mantenimiento para realizar un determinado trabajo, las existencias de ese repuesto están por debajo del mínimo o se necesita para realizar alguna modificación en la línea de producción, etc. Independientemente de lo anterior, se informa al responsable de compras a través de un papel indicándole la información necesaria para realizar dicha compra, en el caso de los mandos de mantenimiento, le indican el repuesto y la cantidad, en el caso de las almaceneras exclusivamente le indican el repuesto. El siguiente paso es abrir el catálogo de compras K-SRM, se busca el repuesto, y se abre la ficha correspondiente para comprobar que los datos en el catálogo corresponden con los de Maintteam, en caso de no coincidir se modifican en Maintteam. Esto es así debido a la inexistente integración de la gestión de materiales de Maintteam con el sistema de compras KSRM.

Una vez comprobado que los datos son correctos, se crea el pedido en Maintteam, de esta forma el pedido pasa a estar en el listado de “pedidos pendientes de recepcionar” y se imprime un borrador que va a servir para la gestión manual de los pedidos. Tras imprimirlo, se realiza la “cesta de la compra” en K-SRM, esa cesta de la compra tiene que completar el llamado circuito de firmas, este circuito se completa una vez que la cesta es aprobada por dos personas: el jefe de mantenimiento, Roberto Martínez y el gerente de Chapistería, Manuel García. Una vez ha finalizado el circuito de firmas, se crean automáticamente en K-SRM los pedidos, tienen un formato de número de 10 dígitos, por ejemplo: 5200274809, que es la “Orden de compra” que le llega al proveedor.

Se anota en el borrador la fecha de compra y la fecha de aprobación junto con el N° de pedido y se almacena en una carpeta para su posterior recepción.

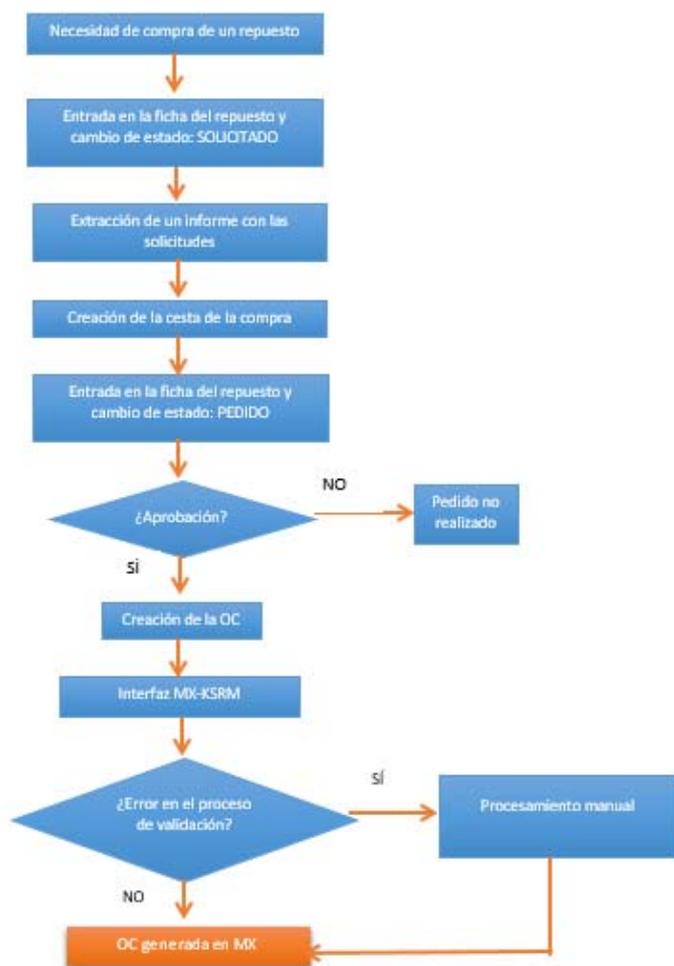
Cuando llega el material, las almaceneras tienen que darle entrada, para ello, van a la oficina de mantenimiento, extraen de la carpeta el borrador anteriormente guardado correspondiente a la compra que acaba de llegar y apuntan el N° de albarán que tiene la factura que han recibido en la entrega. Para darle entrada en Maintteam se abre la ficha del pedido, y se rellena el N° del albarán y en el campo “Observaciones” se introducen el N° de pedido del KSRM y el proveedor, esto no es del todo correcto puesto que el N° de pedido debiera ir en su campo correspondiente.

Es una forma de realizar los pedidos poco eficiente, ya que se duplica el trabajo, cada vez que se recepciona algún material hay que ir a la oficina y el borrador que se imprime es de un solo repuesto, mientras que una orden de compra puede albergar varios artículos, lo que lleva muchas veces a la confusión y fallos del personal.

Respecto a Maximo, gracias a la posibilidad que ofrecen los centros de inicio de cada usuario se ha diseñado un centro de inicio específico al responsable de compras y otros a las almaceneras para que el flujo de información sea más directo y más rápido sin tener que levantarse del asiento dejando el puesto de trabajo vacío.

Para empezar, se ha diseñado el centro de inicio de la almacenera de forma que aparece un listado con los repuestos que se encuentran por debajo del mínimo establecido, así puede conocer que repuestos están bajo mínimos sin necesidad de comprobarlo físicamente. Además, se le ha filtrado a cada almacenera por las tecnologías que gestiona cada una, esta es una de las ventajas que ofrece el sistema.

Con el nuevo sistema de gestión de mantenimiento, los pedidos u órdenes de compra se van a realizar gracias a una interfaz diseñada acorde a las necesidades especificadas en Chapistería en lo relativo a compras de forma que transfiere desde SAP a Maximo los pedidos aprobados en KSRM. En la Figura 26 se presenta el diagrama de proceso de compras en Maximo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Diagrama de proceso de compras en Maximo.

Para transmitirle al responsable de compras que hay que comprar un repuesto, basta entrar en la ficha del repuesto y cambiar un campo que se denomina “Estado de reposición” al valor “SOLICITADO”. De esta forma, gracias al diseño del centro de inicio del responsable de compras, le aparecerán todos los repuestos que están solicitados en un informe que podrá extraer fácilmente del sistema:

Con ese informe, el responsable de compras realiza las cestas de la compra en K-SRM y espera su aprobación mediante el circuito de firmas. Una vez realizada la cesta, vuelve a entrar en la ficha del repuesto y cambia el “estado de reposición” a “PEDIDO”, al hacerlo, el repuesto desaparece del *portlet* del CI “Repuestos solicitados” y pasa al listado de “Repuestos pedidos”. Así se mantiene el control de los repuestos pedidos. Una vez que la cesta de la compra ha sido aprobada, se crean en KSRM los pedidos, que se introducen actualmente de forma manual en MX.

Esta forma de trabajo es temporal hasta que llegue la interfaz. El objetivo final de esta interfaz final es incorporar los pedidos procedentes de K-SRM, como órdenes de compra ya aprobadas en MX, siguiendo la lógica de negocio estándar de MX. De igual manera se ha elaborado otra interface que informa de la recepción de los repuestos realizados desde SAP, que igualmente van a ser informados a MX, y que quedarán reflejados en la aplicación de recepciones de almacén modificando, por tanto, los balances actuales de inventario en MX. Estas interfaces son dos aplicaciones específicas que gestionan el tratamiento de cada una de estas dos funcionalidades. Ambas aplicaciones han sido desarrolladas en el entorno de Maximo y su objetivo es que funcionen de manera autónoma procesando la información que proviene de K-SRM.

Estas aplicaciones se denominan:

- Gestión de OCS procedentes de SAP
- Gestión de recepciones procedentes de SAP

Y se encuentran ubicadas dentro del módulo de compras de MX, su funcionamiento se puede ver en el anexo 4.

Resumiendo: una vez aprobadas las cestas de la compra por el jefe de mantenimiento y por el gerente de chapistería, se crean las Órdenes de compra (OC) en Maximo a través de la interfaz, y simplemente no habría que hacer nada más hasta que llegase el material correspondiente.

El correcto funcionamiento de estas aplicaciones ha sido muy costoso ya que se han realizado constantemente pruebas para comprobar el funcionamiento de las aplicaciones desarrolladas. Ha sido una de las gestiones realizadas, estando en contacto con los desarrolladores, para ello se ha tenido que convocar reuniones, realizar llamadas, comprobar nuevas actualizaciones, probarlas en el entorno de pruebas, analizar índices de éxito, etc. Un ejemplo de algunos problemas que han surgido es el siguiente: el código que envía SAP que relaciona el artículo de la OC con el artículo que tenemos en nuestro almacén no siempre era el mismo, algunas veces era una referencia del proveedor y otras veces era una referencia del comprador, por lo que hacía un estudio con muchos casos, daba con el origen del problema y proponía la solución que creía más acertada. La mayor dificultad que tiene esto es que esa

solución se tiene que adecuar al funcionamiento de todos los talleres. Ha sido una tarea a realizar muy complicada donde se ha comprendido a la perfección el proceso de compras y todo lo que conlleva, de forma que se ha adecuado el proceso de compras que se seguía anteriormente al nuevo sistema satisfaciendo todas las necesidades del proceso.

Las ventajas del nuevo sistema con respecto al viejo son las siguientes:

- Destacar la importancia de los CI, que gracias al diseño que ofrecen facilitan muchísimo el trabajo del responsable de compras y de las almaceneras.
- Las almaceneras ya no tienen que acudir a la oficina cada vez que quieran decirle al responsable de compras que es necesario comprar un repuesto.
- Gracias a la interfaz ya no hay que duplicar el trabajo.
- Las almaceneras ya no tienen que ir a la oficina para buscar el borrador de la compra para darle entrada cada vez que haya que recepcionar un material, ahora no hace falta que se muevan del puesto de trabajo puesto que este paso ha dejado de existir.
- Las OC que se crean en Maximo son ya con el N° de pedido numérico mencionado anteriormente (5200XXXXXX, siendo X un número) que es tal y como mandan los proveedores los artículos. Antes había que contrastar con el número que se apuntaba a mano en el borrador.

En resumen, se ha optimizado el flujo de trabajo gracias a la interfaz, mediante la cual se trasladan las compras de KSRM a Maximo, automatizando el proceso de compra y eliminando la duplicidad del trabajo que existía anteriormente, esto supone un enorme ahorro en gastos de gestión y corrección de errores. Respecto al trabajo de la almacenera en este aspecto, se ha visto reducido, disminuyendo el tiempo de gestión de pedidos con lo que se consigue un incremento en el tiempo para gestionar el almacén. Se ha conseguido así mantener el sistema de compras KSRM con Maximo mediante la interfaz y se ha mejorado el proceso, que era el objetivo inicial en este apartado.

5.2.2 Recepciones

Como en el punto anterior se describe en primer lugar la situación actual:

Cuando llega el material al almacén a través de una compra, hay que darle entrada a través del sistema, para ello, extraen de la carpeta que se encuentra en la oficina el borrador correspondiente a esa orden de compra y apuntan el N° de albarán que se encuentra en la factura que proporciona el proveedor al realizar la entrega. Comprueban la cantidad recibida con respecto al albarán, si falta alguna cantidad lo anotan en un post-it junto con la fecha para su posterior entrada. Una vez realizado lo anterior se abre la ficha del pedido, (el cual no se corresponde con el número de pedido que está definido en la hoja que ha traído el proveedor correspondiente) y se rellena el número de albarán, las unidades recepcionadas y en el campo “Observaciones” se introducen el N° de pedido del KSRM (5200XXXXXX, siendo la X números) y el proveedor.

La forma de recepcionar en Maximo es la siguiente:

Cuando llega el material al almacén a través de un proveedor, basta con ir a la aplicación “Recepción” en Maximo (no hace falta ir a la oficina a coger ningún borrador), buscar la orden de compra por el número correspondiente (aparece en el albarán que deja el proveedor), y seleccionar los repuestos que han llegado, si han llegado todos los repuestos el estado de la recepción esta “completa”, si han llegado una parte el estado de la recepción es “parcial” y si no ha llegado nada el estado de la recepción es “ninguna”. Introducir el albarán y una vez hecho esto aumentará el stock en el almacén correspondiente.

Tal y como se ha citado anteriormente, también hay una aplicación desarrollada para gestionar las recepciones provenientes de SAP y K-SRM. El problema de esta aplicación es que se basa en la facturación para informarle al sistema de que esta recepcionado el pedido. El conflicto de esta forma de trabajo es que la facturación de los pedidos no es instantánea, pueden llegar a facturar hasta 20 días más tarde de la propia recepción física, por lo que las cantidades en el almacén no serían correctas. Es por esta razón que se ha decidido gestionar las recepciones manualmente y quitar esta aplicación, ya que al recepcionar los pedidos manualmente y, una vez se haya facturado ese pedido, al entrar en Maximo esa recepción, da lugar a un error ya que se ha recepcionado la misma orden de compra 2 veces.

La gestión y control de esta aplicación de la interfaz también ha sido una de las tareas realizadas, pero no ha sido posible bajo ninguna opción utilizarla, ya que la única forma de que funciona como se planteó en un principio es que el responsable de compras del departamento cambié su forma de trabajo, cuando se estudió el caso, valoré las ventajas e inconvenientes, las mejoras y el empeoramiento y decidí que no valía la pena ya que la forma de trabajo no es incomoda, es sencilla y rápida.

Las ventajas del nuevo sistema con respecto al viejo son las siguientes:

- El N° de pedido (5200XXXXXX) en Maintteam se introduce en un campo que no es el que le corresponde, en Maximo por el contrario no es así, por lo que a la hora de recepcionar algún pedido se busca por este número, desde donde aparece un listado con los pedidos pendientes de recepcionar donde puedes filtrar por el mismo.
- La almacenera ya no tiene que ir a la oficina para coger ningún borrador
- Se ha optimizado el flujo de trabajo.
- Es un proceso más rápido.
- Mejor gestión de los pedidos que no llegan completos, es decir, donde la recepción es parcial.

En resumen, el proceso que se ha conseguido en la parte de compras y recepciones ha mejorado en Maximo, optimizando el flujo de trabajo que ayuda a una mejor gestión de los pedidos. A falta de la implantación de la interfaz, la cual está en desarrollo a causa de la última modificación que están realizando sobre un problema que detecté, se trabajará como se ha explicado anteriormente. La pega de esta interfaz es la tardía de la implantación, pero es un proceso necesario que hay que llevar a cabo si se quiere un alto índice de éxito, es una inversión a futuro.

5.3 Gestión del almacén

Hoy en día el grado de automatización en la industria es enorme, han aparecido máquinas y tecnologías que realizan el trabajo de manera casi inagotable. Tanto es así que en la nave de chapistería hay más de 200 robots sin contar las demás tecnologías. Consecuencia de esto es que la gestión de repuestos de la planta se ha convertido en un área estratégica importantísima. Se afirma por Mecantech [17] que: “Algunas personas podrán apuntar que los repuestos son necesarios para mantener la continuidad de la producción, otras pueden indicar que son necesarios para evitar en la planta paradas de larga duración, para regenerar la funcionalidad de los equipos, para optimizar el coste de la reposición de materiales consumibles de precio variable o simplemente para evitar plazos de entrega que en algunas ocasiones pueden llegar a ser extremadamente largos. No obstante, podemos reunir todas estas respuestas apuntando que el objetivo fundamental de los repuestos de almacén es el de apoyar y dar soporte a las tareas llevadas a cabo por los departamentos de Mantenimiento y Producción ya sean éstas programadas o no”.

La gestión de repuestos es una tarea muy complicada, ya que hay establecer un equilibrio entre el coste del repuesto y el coste que supone el hecho de no tenerlo. Esto significa que siempre hay que disponer de un repuesto para cada elemento que sea susceptible de sufrir una avería, es inadmisibile una parada de producción por la inexistencia de un repuesto en el almacén, intentando en la medida de lo posible lograr ese equilibrio antes mencionado. Esto conlleva muchas tareas analizando y estudiando a lo largo de la vida útil de cada máquina las averías sufridas, piezas cambiadas, elementos deteriorados y más aspectos para establecer una cantidad mínima y máxima de stock de cada repuesto que se adapte a las necesidades del mantenimiento en función del volumen utilizado en el taller y para anticiparnos a su uso y comprar el repuesto con la suficiente antelación.

En lo referente a movimientos/gestión de material, en Maximo se distinguen los siguientes tipos:

- Despacho: Es el movimiento de un repuesto que se ha extraído del almacén para su consumo independientemente de la aplicación destinada. En Maintteam se llama “dar salida”
- Devolución: Es el movimiento de un repuesto anteriormente despachado que por distintos motivos no se ha utilizado y se devuelve al almacén del que se ha extraído.
- Transferencias: Es el cambio de almacén de un repuesto. Debido a las limitaciones por parte de Maintteam de no gestionar más de un almacén, este movimiento solo existe en Maximo.
- Recepción: Se produce cuando se procesa la recepción de una compra.
- Ajustes de inventario/Regularizaciones: Es realizar un recuento físico de un repuesto, este proceso es totalmente necesario ya que gestionar un almacén tan grande con tanto movimiento de personal y de material es sumamente complicado, lo que genera la discrepancia de los datos entre el sistema y la realidad.

Maintteam:

En Maintteam el movimiento de repuestos se hace gracias a la automatización mediante un sistema de gestión de almacenes con un lector de código de barras y un etiquetado del almacén. Este sistema de gestión de almacenes, implementado en Maintteam, funciona mediante la utilización de etiquetas con códigos de barras anexas al material almacenado, que incluye la información del mismo y que mediante un lector de código de barras, registra rápidamente todas las entradas y salidas de material del almacén, y lleva un control riguroso de existencias, y stocks mínimos, todo ello incluido dentro de la interface del sistema Maintteam.



Fuente: documentación interna

Figura 27. Etiqueta y lector de código de barras antiguo.

Teniendo en cuenta que el control del almacén es parte de las herramientas de gestión que forman parte del sistema Maintteam, integrar esta herramienta en el sistema fue la mejor opción para unificar procedimientos y tener un solo sistema para que trabaje el personal de mantenimiento, con la ventaja añadida que se mejora la documentación de las averías al poder incluir los recambios de forma más rápida, directamente de la salida del material mediante el sistema de salida de material con la lectura de su código de barras. Para dar salida/entrada a un material o hacer una regularización basta con leer el código de barras del repuesto mediante el lector, introducir que proceso es, la cantidad del artículo en cuestión y el NIS de la persona receptora del artículo. Después de realizar las operaciones se vuelve a posicionar el lector de código de barras en su soporte, el cual conecta con el ordenador y vuelca los datos que ha recibido al sistema. Es similar para los demás movimientos de repuestos.

Este proceso es rápido, pero cuenta con una serie de limitaciones:

- En caso de existir algún error en el movimiento del repuesto, tales como que la persona a la que se ha asignado el mismo no exista, el sistema no da error, sino que hay una transacción asignada a una persona no existente.
- Solo se pueden asignar los movimientos de repuestos a personas.
- No hay posibilidad de distinguir entre almacenes.

Maximo:

La principal característica de Maximo en cuanto a repuestos es que se gestionan a través de 2 aplicaciones: “Maestro de repuestos”, es la aplicación donde se define el repuesto, junto con los distribuidores, la tecnología, la planta a la que pertenece, etc. y la aplicación “Inventario” la cual es esos repuestos en nuestro almacén, donde ves el stock, balance, máximos y mínimos, etc. Esto unifica los repuestos de la fábrica, cada planta tiene sus repuestos, pero hay opción a compartir la ficha dentro del sistema, esto ofrece la ventaja de

poder visualizar de forma instantánea los almacenes en toda la fábrica en los que se encuentra un repuesto en caso de necesitarlo urgentemente.

Con la implantación del nuevo sistema se ha querido cambiar el antiguo lector de código de barras por uno nuevo junto con una Tablet industrial, este lector no vuelca al sistema los datos, sino que se encuentra conectado con la Tablet por bluetooth y al leer el código de barras de un repuesto lleva el valor al campo en el que se encuentre el cursor en el momento de la lectura. Es un sistema más lento ya que tienes que llevar la Tablet allá donde vayas a extraer el repuesto, esto un aspecto muy importante ya que hay momentos que la carga de trabajo es muy alta, puede haber muchas personas pidiendo repuestos o cogiéndolos ellos mismos, en cuyo caso hay que ir, ver cuál es e introducirlo al sistema. También es cierto que se ha diseñado una aplicación Mobile exclusiva para el almacén, de forma que sea más rápido dar salida a los repuestos.

A continuación, se explican 2 de las 3 formas diferentes que existen para hacer un movimiento de un repuesto: (la 3ª no se explica ya que no se va a utilizar)

Opción “Despachar parte actual”:

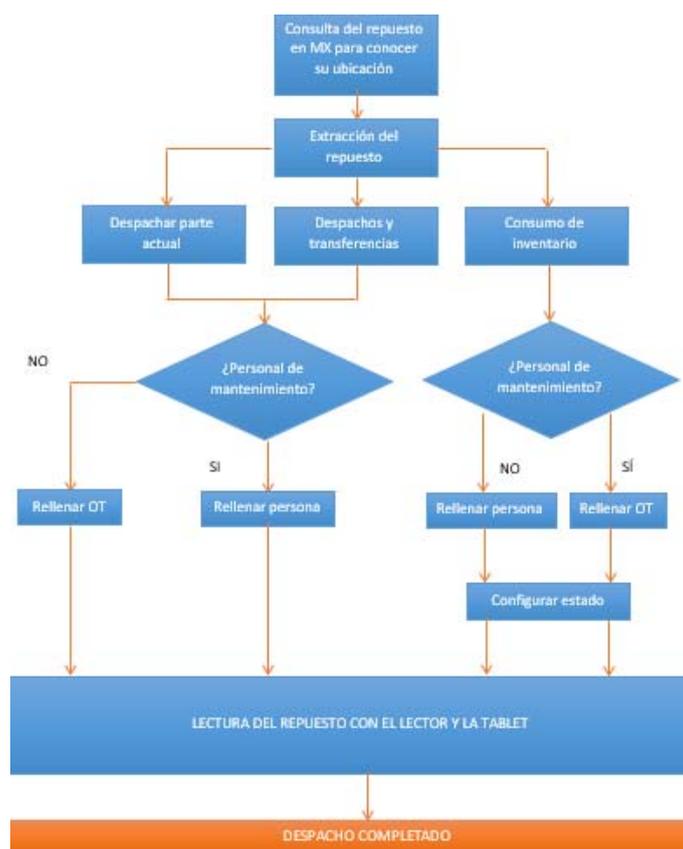
Esta opción se realiza desde la ficha del repuesto y permite dar salida solo a ese repuesto, se utiliza para despachar repuestos a activos u OT. Se pueden realizar 2 tipos de transacciones: Despacho o devolución. Existen 2 casos particulares:

La persona que extrae el repuesto no es de Mantenimiento: Habrá que rellenar el campo “Despachar a” y seleccionar la persona que realiza la extracción. La persona que extrae el repuesto es de Mantenimiento: Habrá que rellenar el campo “Orden de trabajo”, y seleccionar para que orden de trabajo se ha extraído el repuesto.

Tal y como se muestra en la Figura 28, y es común para las aplicaciones que se explican a continuación, Maximo permite asociar la salida del material a muchas opciones: desde persona (campo “Despachar a”), orden de trabajo, activo, ubicación y te da información del coste de la salida, entre otras cosas.

Esta posibilidad de asociación a múltiples opciones es una ventaja sobre el anterior sistema que sirve para asociar costes de los repuestos a OT para así poder analizar posteriormente el coste exacto de cada avería, desde los repuestos que se han utilizado hasta la mano de obra y los costes por paro de producción.

No solo se puede asociar a la OT, sino también a activos y ubicaciones, de forma que también existe la opción de estudiar qué activos consumen más repuestos de forma que se pueden planificar nuevos preventivos para reducir las averías en estos equipos. Es una opción muy útil que el sistema anterior no ofrecía.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Proceso de movimiento de un repuesto en Maximo.

Aplicación Despachos y transferencias:

Esta aplicación se utiliza para realizar: Despachos, Devoluciones, Transferencias de entrada y Transferencias de salida. Es una aplicación que se ha diseñado para realizar movimientos de manera masiva, de forma que seleccionas el almacén sobre el que quieres realizar las transacciones, el tipo de transacción y el siguiente paso es ir seleccionando repuestos con el lector de código de barras e ir asociando la persona/OT/Activo/ubicación al que se despacha el repuesto.

A continuación se presentan ventajas y desventajas del sistema Maximo y Maintteam:

- En lo relativo a velocidad de trabajo, es claramente superior el sistema Maintteam, con el lector de código de barras que incluye el teclado para añadir el NIS de la persona que extrae el repuesto. Con Maximo el tratamiento de la información con la Tablet se vuelve pesado y más lento. Añadiendo que hay que cargar con la Tablet hasta donde se encuentre la etiqueta del repuesto.
- El sistema Maintteam permite que se extraiga material del almacén si se introduce de forma errónea el código, sin embargo, Maximo da error y avisa que la persona a la que se ha asociado el repuesto no existe.
- Maximo permite gestionar varios almacenes a la vez, Maintteam por el contrario no. Este punto se valora mucho ya que en Chapistería hay varios almacenes, uno para mantenimiento y otro para producción, de esta forma se pueden distinguir las fichas por almacén. Esto suponía un problema grave ya que había ubicaciones de repuestos,

(utilizado el termino ubicación como el lugar del repuesto dentro del almacén, cuyo formato es: Pasillo\Columna\estantería\cajón\gaveta) que tenían repuestos diferentes, lo que daba lugar a confusión y era erróneo. Esto también es de gran ayuda a la hora de extraer informes sobre costes entre almacenes.

- Maximo permite asociar persona/activo/ubicación u Orden de trabajo a la extracción de un repuesto. Maintteam no tiene esa funcionalidad. Esto es realmente útil a la hora de extraer informes con los costes asociados a las averías en cuanto a repuestos se refiere, así se puede estudiar los costes de las averías y de ahí tomar precauciones, como planificar un preventivo, por ejemplo.

En este apartado la conclusión final es que se ha perdido velocidad en cuanto al movimiento de repuestos, pero sin embargo se ha ganado un sistema que detecta fallos y que aumenta notablemente las posibilidades de relacionar la información, dando la posibilidad de conocer todo tipo de costes asociados a averías, detectando las más costosas o frecuentes, en lo referente a repuestos y fallos, respectivamente. Detectar esto es el punto de partida para planear un preventivo.

6 CONCLUSIONES

El mantenimiento de planta en una empresa es una pieza fundamental para el buen funcionamiento de una planta de producción, tanto es así que repercute de forma directa en el proceso productivo. Estamos en una etapa donde cada proceso es más constante, más automatizado y, por lo tanto, con más equipos susceptibles de fallo, lo que provoca un aumento en la producción, pero a su vez un aumento en las averías de los equipos. Es aquí donde el mantenimiento de fábrica se responsabiliza de mantener el máximo número de equipos en funcionamiento, entre otras labores. Todo este trabajo aumenta las necesidades del mantenimiento y obliga a gestionar la información a través de un sistema de gestión de mantenimiento, con lo que se consigue una mejora en la gestión, organización, seguridad, eficiencia, eficacia y rentabilidad, optimizando costes y agregando valor a la empresa.

Con este proyecto se ha implantado el sistema de gestión de mantenimiento Maximo en la nave de Chapistería, un sistema totalmente necesario para el mantenimiento de fábrica. Ha sido un proyecto de más de 2 años de duración que incluye desde el estudio de necesidades de mantenimiento en lo relativo al software en todas las naves de la fábrica, estudio de mercado, elección del sistema, diseño del sistema, requerimientos para cumplir las necesidades definidas, etapa de implantación, formación, post-implantación y soporte, etc.

Tal y como señala F.J. González [18], es necesaria una persona dedicada 100 % al desarrollo y coordinación de la implantación, en este caso en la nave de Chapistería. Donde la persona encargada debe ser la encargada de: dirigir las actividades objeto del proyecto, poseer la capacidad para adaptarse a nuevas situaciones, trabajar en equipo, redactar proyectos, comunicar y transmitir conocimientos, realizar valoraciones e informes, analizar y valorar el impacto de las soluciones escogidas, planificar y organizar las tareas, comunicar los resultados obtenidos a cualquier público con las habilidades necesarias para argumentar con fundamento, aplicar los conocimientos adquiridos al trabajo de una forma profesional y debe

poseer las competencias que se demuestran por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas en ámbitos laborales complejos y especializados que requieren el uso de ideas creativas e innovadoras.

La implantación de un sistema tan extenso y completo es una labor muy compleja, pero como tal, cubre todas las necesidades planteadas por mantenimiento y ofrece infinidad de ventajas, entre las más importantes y destacadas:

- Disponibilidad y fiabilidad: El sistema funciona tal y como se esperaba que funcionase y el sistema está en disposición de funcionar en cualquier momento que el usuario requiera los servicios del sistema. El sistema se ha adaptado al funcionamiento de la empresa y no la empresa al funcionamiento del sistema. Disminuye las entradas que provocan erratas durante el uso del sistema lo que ayuda a un sistema más seguro donde no los errores se minimizan para lograr un mejor beneficio teniendo control total de la documentación.
- Optimización del proceso de gestión: Se ha conseguido que el proceso de gestión de mantenimiento, de gestión de almacén y compras mucho más depurado, mejor definido donde se satisfacen todas las necesidades del mantenimiento mediante la homogenización de procesos, mejorando la trazabilidad y control de los pedidos, el control de stocks y la gestión de las averías producidas lo que concluye en un ahorro notable en los costes del mantenimiento.
- Ahorro de tiempo: Gracias al sistema se pueden planificar las tareas, conocer en todo momento toda la información necesaria para realizar una actuación desde el propio puesto de trabajo, realizar tareas programadas para minimizar las incidencias provocadas por correctivos. Haciendo de estas labores la simplicidad y automatización de procesos que permite realizar menos tareas y por tanto que las personas implicadas dediquen el tiempo a otras actividades.
- Creación de informes: Una de las mayores ventajas del sistema es la facilidad de analizar la información introducida para encontrar las raíces de los problemas propios del mantenimiento facilitando la toma de decisiones para resolver los conflictos hallados.

En conclusión, este sistema reduce trabajo, tiempo y costes por lo que todo el trabajo realizado en la implantación tiene su recompensa.

Ha sido un verdadero privilegio poder ser partícipe de una forma tan directa de un proyecto de semejantes condiciones donde la labor cometida ha sido fundamental. Cuando comenzaron las prácticas no se tenía ningún conocimiento sobre la existencia de un sistema de gestión de mantenimiento, pero de manera progresiva se consiguió la total integración en la empresa, comprendiendo en primer lugar los procesos que se llevan a cabo en mantenimiento, tales como la gestión de mantenimiento, compras y almacén. A raíz de comprender estos procesos y las necesidades que se tenían en mantenimiento se consiguió trabajar de forma cada vez más autónoma participando en la implantación y en el desarrollo de esta parte del proyecto, acudiendo/planificando a reuniones, definiendo nuevas formas de trabajo, analizando problemas, proponiendo soluciones, formando a todo el personal de mantenimiento, etc. Gracias a todo esto se han conseguido unas habilidades y unos

conocimientos en este sector muy avanzados que contribuyen sin duda alguna a la empleabilidad y desarrollo profesional.

Como posibles recomendaciones añadir las siguientes:

- Cambio del lector de código de barras del almacén, el instalado anteriormente supera en rapidez al actual por lo que agilizaba el trabajo, se podría conseguir lo mejor de cada uno, la detección de errores y la alta posibilidad de asociación de salidas de repuestos de Maximo con la rapidez y comodidad de Maintteam.
- En proceso de implantación de un sistema de gestión es una inversión a futuro por lo que no se visualizarán resultados inmediatos, estos aparecerán cuando todo el personal se haya familiarizado con la forma de trabajo y el sistema. Esta etapa de transición es necesaria para el estado final donde los resultados finalmente se visualizan por lo que hay que ser conscientes de que no es inmediato.
- Para el correcto mantenimiento del sistema es necesaria una persona encargada exclusivamente de la mejora continua del mismo. Son tantos los apartados donde invertir que se considera totalmente indispensable una persona encargada del sistema como máximo gestor de la nave.
- Teniendo visión a futuro, una haya pasado toda la etapa de post-implantación y solo y cuando el sistema se haya estabilizado (al principio el índice de error es mayor), invertir en un sistema que implante el mantenimiento predictivo, donde se es capaz de predecir las averías analizando y estudiando parámetros de los equipos obteniendo así la detección de una incidencia antes de que esta ocurra minimizando así las paradas de producción.

7 REFERENCIAS

- [1] A. Partida, 2016. “La estrategia en mantenimiento”. Página web: <http://mantenimiento-mi.es/2016/la-estrategia-en-mantenimiento>
- [2] M. A. López, J. Gómez, M. Holgado y A. Crespo, 2010. “Aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación al mantenimiento”. XII Congreso de Confiabilidad. Cádiz.
- [3] BackOffice Magazine-Mercado ETP y BI en Chile, 2013. “Ventajas de Maximo EAM sobre SAP PM en Industrias de Capital Intensivo”. Página web: <https://backofficemag.wordpress.com/2013/03/08/ventajas-de-maximo-eam-sobre-sap-pm-en-industrias-de-capital-intensivo/>
- [4] S. García, 2003. “Organización y gestión integral de mantenimiento”. Ed. Diaz de Santos. Madrid.
- [5] G. Stamm, 2012. “El mantenimiento como parte de la estrategia corporativa”. Interempresas, Pagina web: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/102860-El-mantenimiento-como-parte-de-la-estrategia-corporativa.html>
- [6] J. Reinaldo, 2013. “El mantenimiento y su relación con la norma DIN”. Disponible en: <http://mtto2jornanguevara.blogspot.com.es/2013/10/el-mantenimiento-y-su-relacion-con-la.html>
- [7] J. Clark, 1995. “Managing Innovation and Change: People, Technology and Strategy”. SAGE Publications, Londres.
- [8] M. Crain, 2003. “The Role of CMMS”. Industrial Technologies Northern Digital, California.
- [9] V. Macián, B. Tormos y P. Olmeda, 2007. “Fundamentos de Ingeniería del Mantenimiento”. Universidad Politécnica de Valencia
- [10] S. García, 2009. “Organización y gestión de la reparación de averías”. Ed. Renovetec. Oficina Territorial de Madrid.
- [11] Seliyu, 2013. “Introducción al GMAO”. Disponible en: <http://www.mantenimientopreventivo.info/2013/03/introduccion-al-gmao/>
- [12] IBM Corporation, 2008. “IBM Maximo Asset Management Essentials”. Tivoli software. Nueva York.
- [13] K. Liebstückel, 2014. “Configuring SAP Plant Maintenance”. Galileo Press. Boston.
- [14] IBM Corporation, 2007. “Maximo User’s Guide” Release 6.2.1

- [15] IBM Knowledge Center. “Ticket status”. Ibm support. Disponible en: http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSALK7_7.5.3/com.ibm.sccd-saas.doc/ticket/statuses.html
- [16] Portal del Mantenimiento Integral. “Diccionario técnico de mantenimiento industrial”. Disponible en: <http://www.solomantenimiento.com/diccionario.htm>
- [17] Mecantech. 2013, “Análisis y gestión de repuestos en almacén”. Area Mecánica. Disponible en: <https://areamecanica.wordpress.com/2013/09/15/analisis-y-gestion-de-repuestos-en-almacen/>
- [18] F. J. González, 2009. “Teoría y Práctica del mantenimiento industrial avanzado”. FC Editorial. Madrid.
- [19] Volkswagen Navarra. ManualMaintteam-V5
- [20] Volkswagen Navarra. Documentación interna.
- [21] IBM Support Technical Documentation. Disponible en: <http://www.ibm.com/support/en-us/?lnk=msu>
- [22] Shiguemitsu, 2011. “¿Qué es IBM Maximo?” Maximo Hispano. Disponible en: <https://maximohispano.wordpress.com/2011/01/18/que-es-ibm-maximo/>

ANEXO 1

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

ÁREA TÉCNICA DE PRODUCTO: Éste es el área de fábrica especializada en el producto: el Volkswagen Polo. La Dirección la conforman los siguientes departamentos: Oficina Técnica, Análisis de Concepto, Schablonenbau y Servicios Técnicos de Área Técnica.

LOGÍSTICA: Esta área abarca todas las actividades necesarias para asegurar la disponibilidad del material en tiempo y forma, comenzando por la planificación de la cadena logística, la coordinación de las compras, la gestión de órdenes de producción y el posterior aprovisionamiento y transporte del material a fábrica. Una vez recepcionado el material, se encarga de la gestión del mismo hasta su suministro a la línea y finalmente de la expedición de los vehículos terminados a su destino correspondiente.

Está organizada en los siguientes departamentos: Planificación y Optimización Logística, Compra Logística de Material de Producción, Programación y Control de la Producción/Distribución, Aprovisionamiento y Transporte y Gestión de Materiales.

CALIDAD: Esta Dirección es la encargada del seguimiento y aseguramiento tanto de la calidad del producto como de los procesos. Está dividida en: Auditoría Coche Acabado, Planificación y Análisis de la Calidad, Calidad Serie, Análisis de Vehículo y Calidad Material de Compra y Laboratorio.

RRHH: Se encarga de dirigir y coordinar las actividades de sus dependencias subordinadas, garantizando la efectiva aplicación de la política de recursos humanos de la empresa. Se divide en lo siguiente: Medio Ambiente, Relaciones Externas y Comunicación, Desarrollo y Estrategia de Recursos Humanos, Personal Service, Relaciones Industriales y por último, Seguridad.

FINANZAS: La Dirección de Finanzas de Volkswagen abarca los Departamentos de Administración, Controlling y Planificación Financiera e IT-Tecnologías de la Información. Se encargan de las nóminas, seguros, liquidaciones, contabilidad, etc.

ANEXO 2:

ESTADOS DE LAS OT

- ESPAPR: La orden de trabajo está en espera de aprobación. WAPPR es el estado predeterminado para las órdenes de trabajo que se crean en las aplicaciones Seguimiento de órdenes de trabajo, Cambios y Actividades.
- APR: La orden de trabajo se ha aprobado y el trabajo puede comenzar.
- WSCH: La orden de trabajo está en espera de programación. WSCH es el estado predeterminado para las órdenes de trabajo creadas en la aplicación Mantenimiento preventivo.
- WMATL: En espera de materiales, los materiales deben llegar para que el trabajo se pueda realizar.
- WPCOND: El trabajo sólo se puede realizar cuando la condición de la planta es adecuada. Por ejemplo, cierto trabajo podría requerir el cierre de la planta.
- ENPRG: El trabajo está en curso. INPRG es el estado predeterminado para las órdenes de trabajo creadas en la aplicación OT rápida.
- COMP: El trabajo físico se ha completado. Aún puede incorporarse información administrativa dentro de los datos de gestión de la OT.
- CERR: La orden de trabajo se ha cerrado. Las reservas de inventario de los elementos que no se usaron para el trabajo que se lista en la orden de trabajo se eliminan, y la orden de trabajo se convierte en un registro de historial.
- CAN: La orden de trabajo se cancela. No puede cancelar una orden de trabajo si el trabajo ya está en curso o si ya se han notificado consumos reales.
- HISTEDIT: La orden de trabajo se ha editado en el historial.

ANEXO 3:

COMPETENCIAS

CG1: Capacidad para la redacción y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial, que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG2: Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.

CG3: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CG5: Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG6: Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG7: Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG8: Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.

CG9: Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.

CG10: Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CG11: Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

Competencias Básicas o Generales:

CB1: Que los estudiantes hayan adquirido conocimientos avanzados y demostrado una comprensión de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en su campo de estudio con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento.

CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas en ámbitos laborales complejos o profesionales y especializados que requieren el uso de ideas creativas e innovadoras.

CB3: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, normalmente dentro de su área de estudio, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4: Que los estudiantes sepan comunicar a todo tipo de audiencias, especializadas o no, de manera clara y precisa, conocimientos, metodologías, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de su campo de estudio.

CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para identificar sus propias necesidades formativas en su campo de estudio y entorno laboral o profesional, y emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía en todo tipo de contextos, estructurados o no.

Competencias del Módulo de Trabajo Fin de Grado:

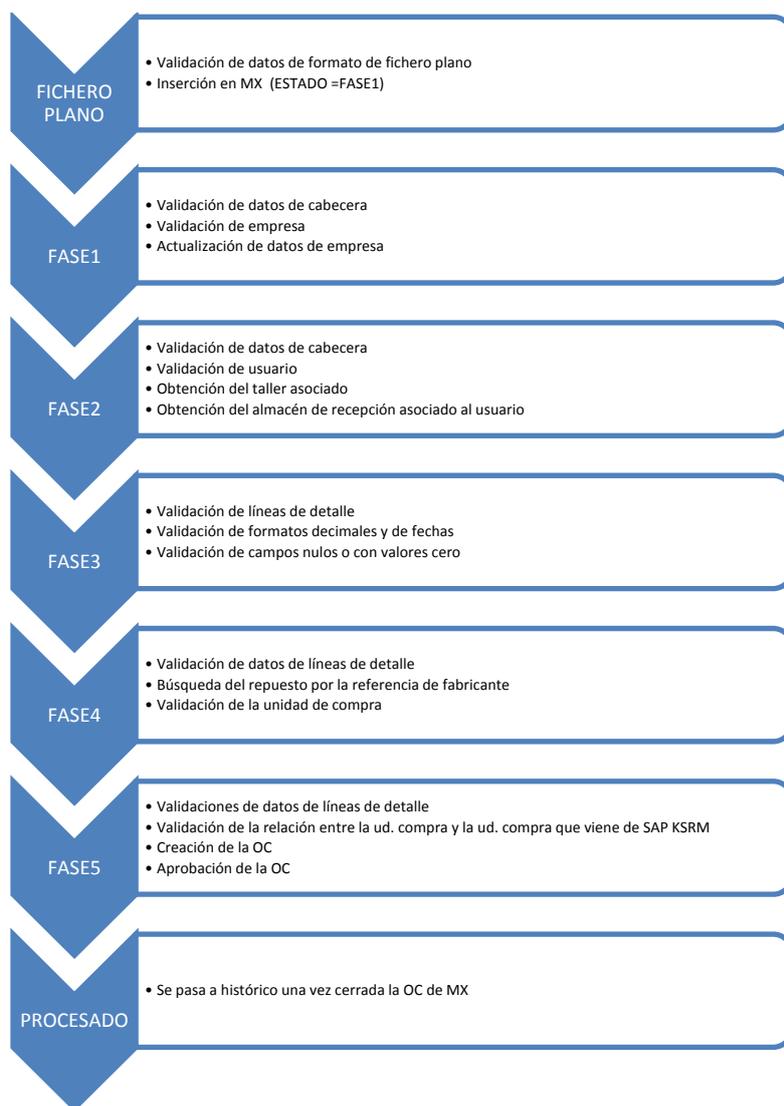
CTG1: Capacidad para realizar individualmente un proyecto en el ámbito de la Ingeniería Industrial, de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

CTG2: Capacidad para presentar y defender los resultados obtenidos, ante un tribunal universitario.

ANEXO 4:

FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN DE COMPRAS DE LA INTERFAZ KSRM

Es una aplicación personalizada que se ha desarrollado en MX para recoger toda la información proveniente de SAP relativa a los pedidos realizados en K-SRM. En la Figura 29 se representa el proceso de validación de compras en la interfaz.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Proceso de validación de compras en la interfaz.

El tratamiento de los pedidos procedentes de SAP, va a pasar por varios estados antes de la creación de la orden de compra (OC) final en MX. Cada uno de estos estados corresponde a un tipo de validación de datos específica, tanto de la cabecera de la OC como de las líneas de pedido. A continuación, se describen los 5 pasos del proceso.

➤ Fase 1:

Cuando entran los pedidos procedentes de SAP KSRM, la aplicación de 'Gestión de OC procedentes de SAP KSRM' establece estos pedidos con estado='FASE1' y, a partir de ahora, a intervalos periódicos se ira validando la información recibida para cambiar de estado este registro candidato y pasarlo a FASE2

- Se establece una descripción al pedido enviado desde SAP ('Pedido procedente de SAP KSRM')
- Se valida que el proveedor venga establecido, y a continuación se actualiza nombre del proveedor. Si el proveedor no existiera en MX, se da de alta automáticamente.

PARA TODAS LAS FASES: Los errores que se detecten durante la validación de esta fase se mostrarán por pantalla con una descripción más detallada. En caso de que se produzca error durante esta fase, el usuario deberá interactuar dependiendo del tipo de error generado. El sistema no pasará al resto de fases hasta que el error detectado sea solucionado por el usuario.

Una vez corregido el error, por parte del usuario, éste deberá pulsar el botón 'Procesamiento manual' para que el sistema vuelva a reactivarse y entre de nuevo en el ciclo de validaciones periódicas para ir evolucionando hacia las fases siguientes

➤ Fase 2:

La crontask específica que valida la información de los registros en FASE2, trata de obtener la planta (taller) y almacén de recepción de la OC en base al NIE (Número de identificación) del usuario que viene informado desde SAP KSRM, como propietario del pedido.

- Se verifica que el usuario que ha hecho el pedido, a través de su N.I.E está definido dentro de MX
- Se valida que este usuario tenga definido un taller o planta al que pertenece
- Se valida que tenga también definido un almacén por defecto para las recepciones del pedido de SAP KSRM.

➤ Fase 3:

En esta fase se realizan validaciones de los datos de las líneas de detalle, concretamente verificando los formatos decimales y de fecha que son pasados desde SAP KSRM ya que la notación decimal entre MX y SAP no coincide. Las comas decimales en un sistema son consideradas como puntos decimales en el otro y los puntos separadores de miles son considerados como comas separadoras de miles en el otro, por lo que es necesario primeramente capturar dicha información como cadena de texto que luego es transformada a valor decimal.

- Se validan los formatos de los campos siguientes a nivel de línea de detalle (las líneas de detalle son las líneas de compra, cada artículo una línea): Cantidad, coste de línea y cantidad base, además de los formatos de fecha
- Se valida sobre estos campos numéricos ciertas condiciones que impiden que algunos de ellos sean Cero o nulos

➤ Fase 4:

En esta base se realizan validaciones de los datos de las líneas de detalle, consistentes en localizar al artículo asociado, en base a la referencia de fabricante indicada en el pedido de K-SRM y en verificar la consistencia de la unidad de compra usada.

- Primeramente, se verifica que en el pedido de K-SRM venga informado la referencia de fabricante del artículo pedido
- Esta referencia va a servir para localizar el artículo correspondiente dentro de MX, buscando por ese campo.
- El artículo deberá existir en el almacén correspondiente del taller al que se va a servir el pedido. Si no existiera en este almacén, el sistema indicaría que no existe ningún artículo de ese almacén (del taller) con la referencia indicada, pero de igual manera, buscaría dicha referencia en los almacenes de los otros talleres, para proponer al usuario los artículos de los otros talleres que tienen asociada esa referencia de fabricante.
- Si dicha referencia no existiera en ningún taller, el usuario tendría que asociar esta referencia a un artículo ya existente, o bien debería crear un nuevo artículo desde el maestro de artículos y posteriormente asociarlo. Una vez creada la OC, MX asocia automáticamente la referencia de fabricante al artículo creado o asignado, de tal forma que para futuras apariciones de dicha referencia de fabricante tendría ya ese artículo vinculado.
- El sistema valida también que, si una misma referencia de fabricante aparece para dos o más artículos del mismo almacén, avise al usuario para que lo asocie a un solo artículo de los candidatos
- Valida también que la unidad de compra usada en SAP esté definida en el maestro de unidades de medida de MX.

➤ Fase 5:

En esta fase se comprueba que no exista una OC con esa misma referencia y se crea una nueva OC en MX con los datos de cabecera y líneas procedentes de SAP. A continuación, se aprueba la OC generada, ya que es necesario que esté en este estado para poder realizar recepciones de las líneas

- Primeramente, se verifica que no exista una OC con la misma referencia
- Luego se crea la OC en MX con los datos del registro candidato
- Se verifica, para cada línea de la OC creada, si la unidad de compra que viene desde SAP no coincide con la unidad de compra por defecto que tiene establecido el repuesto en el inventario, se tenga establecida en MX la relación proporcional entre ambas unidades de medida. Si no, el sistema no será capaz de crear la línea de compra ya que no va a saber en qué medida deberá aumentar el stock de ese artículo cuando se recepcione.
- Finalmente si no existen más anomalías se aprueba la OC, para poder recepcionar a futuro

➤ Completado:

Es el estado final al que llegarán los registros procedentes de SAP. Los pedidos que lleguen a esta fase significarán que ya han creado la OC correspondiente en MX y se ha aprobado, con lo que, a partir de este momento, ya puede gestionar las correspondientes recepciones.

ANEXO 5:

TAREAS REALIZADAS

1. Adaptación tanto al nuevo como al antiguo sistema.
2. Comprender los procesos de las actividades de mantenimiento, almacén y compras.
3. Documentar los equipos existentes en las instalaciones, haciendo una nueva distribución muchísimo más extensa de activos y ubicaciones.
4. Participar en el diseño del sistema con otros talleres, llegando a consenso en los puntos conflictivos donde no estaba clara la solución a tomar al no cumplirse los requisitos de cada taller.
5. Clasificar los repuestos por almacenes.
6. Realizar toda la migración de datos al nuevo sistema (Activos y ubicaciones, Preventivos, Planes de trabajo, Maestro de repuestos, Inventario, Personal, Usuarios y Mano de obra.
7. Crear nuevas fichas de repuestos para los almacenes.
8. Gestionar y administrar el nuevo sistema dentro de la nave de Chapistería.
9. Formar al personal de mantenimiento en todos los módulos dependiendo del perfil del trabajador.
10. Definir la funcionalidad de la aplicación Mobile para la gestión del almacén.
11. Definir la funcionalidad de la interfaz de compras para la gestión de compras mediante catalogo K-SRM, donde se han realizado multitud de pruebas detectando errores y buscando las soluciones a estos problemas.
12. Diseñar la metodología de trabajo para la gestión del almacén y de las compras.
13. Diseñar los Centro de Inicio para cada tipo de perfil.
14. Dar de alta personas con nuevos usuarios.
15. Diseñar y ejecutar informes rápidos y diseñar informes complejos.
16. Gestionar el desarrollo de la interfaz Maximo-CIAR, trabajando con la persona encargada del CIAR para que en el futuro las ordenes de trabajo se creen automáticamente.
17. Supervisar constantemente las correcciones y puntos pendientes del sistema.
18. Seguir, valorar y corregir las tareas anteriormente elaboradas.
19. Acudir y convocar reuniones con el jefe del departamento para realizar un seguimiento del proyecto de implantación