



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

AUTOR: ANDRÉS POVEDA ALCAÑIZ

TUTOR: JULIO JUAN GARCÍA SABATER

Curso Académico: 2015-16

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría aprovechar la ocasión para agradecer a mi familia y amigos todo su apoyo a lo largo de estos años de universidad que sin duda han significado mucho para mí. Sin sus ánimos y consejos el camino habría sido mucho más duro y sobretodo largo. A mi tutor, Julio, agradecerle su tiempo y dedicación para guiarme en este Trabajo de Fin de Grado.

Una mención especial merece la empresa Kemmerich Ibérica por darme la oportunidad de realizar este interesante proyecto con ellos, y especialmente a mi tutor en la empresa José Luis y a los metrólogos por sacar tiempo cuando lo necesitaba y por aceptar las ideas que he ido proponiendo.

RESUMEN

Los diferentes procesos de medición y control de piezas son de una importancia vital en el ámbito del sector del automóvil. Por ello, la metrología tiene un papel fundamental en cualquier empresa de esta industria, por su bajo error de medición y su alta precisión.

El presente proyecto aborda un problema importante de retrasos que surge en el área de metrología de la empresa Kemmerich Ibérica, llegando incluso a ocasionar retardos en diversos departamentos.

El alcance del trabajo va desde el análisis de la situación en el momento con más retrasos, la detección de las causas principales que los originan y la implementación de medidas para reducirlos.

La principal dificultad que presenta este problema es la gran trascendencia que tiene el factor humano a la hora de gestionar y planificar los trabajos a realizar.

Palabras Clave: Calidad, Metrología, Kaizen, Control, Automóvil, Lean Manufacturing

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL PROYECTO

- **DOCUMENTO I: MEMORIA**
- **DOCUMENTO II: PRESUPUESTO**

DOCUMENTO I:

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETO DEL PROYECTO	9
1.2 JUSTIFICACIÓN	9
1.3 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	10
2.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
2.1 LA EMPRESA	11
2.2 EL PRODUCTO	13
2.3 EL DEPARTAMENTO DE CALIDAD	14
2.4 EL ÁREA DE METROLOGÍA	14
2.5 CERTIFICADOS DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE	16
3.MARCO TEÓRICO	17
3.1 DEFINICIONES	17
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOPORTADO POR LOS 8 PASOS (G8D)	19
3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS PDCA	21
3.4 FILOSOFÍA DE TRABAJO LEAN MANUFACTURING	22
3.5 TÉCNICA DE LOS 5 PORQUÉS (5W)	24
4.DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE METROLOGÍA	26
4.1 ACTIVIDADES INTERNAS REQUERIDAS EN METROLOGÍA	26
4.1.1 HOMOLOGACIONES	26
4.1.2 RE-CALIFICACIONES DE PRODUCTO	28
4.1.3 VALIDACIONES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN	29
4.1.4 VALIDACIONES DURANTE LA SERIE	30
4.1.5 ESTUDIOS DIMENSIONALES DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	30

4.2 INTERACCIONES CON OTROS DEPARTAMENTOS	30
4.2.1 NUEVOS PROYECTOS	30
4.2.2 PRODUCCIÓN	31
4.3 GESTIÓN ACTUAL DE LA PLANIFICACIÓN Y ÓRDENES DE TRABAJO	31
4.3.1 ÓRDENES DE TRABAJO	31
4.3.2 PLANIFICACIÓN	33
4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y MEDICIÓN	35
4.5 PRINCIPALES PROBLEMAS	39
4.6 CONCLUSIÓN	39
<u>5.SOLUCIÓN PROPUESTA</u>	<u>40</u>
5.1 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS	40
5.1.1 ACTUALIZACIÓN ÓRDENES DE TRABAJO	40
5.1.2 CREACIÓN DE HOJA DE SEGUIMIENTO DE SOLICITUDES CERRADAS	43
5.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA G8D	45
5.2.1 PREPARACIÓN AL PROCESO G8D (D0)	45
5.2.2 ESTABLECER UN GRUPO PARA LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA (D1)	50
5.2.3 DESCRIBIR EL PROBLEMA (D2)	50
5.2.4 IDENTIFICAR LA CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA (D4)	53
5.2.5 DETERMINAR ACCIONES CORRECTIVAS (D5)	55
5.2.6 IMPLEMENTAR ACCIONES CORRECTIVAS (D6)	64
5.2.7 PREVENIR LA RECURRENCIA (D7)	67
5.2.8 RECONOCER LOS ESFUERZOS AL EQUIPO (D8)	68
5.2.9 RESUMEN DEL G8D EN FORMATO INTERNO	68
5.3 CONCLUSIÓN	70
<u>6.BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>71</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EMPLAZAMIENTO DENTRO DEL POLÍGONO. FOTOGRAFÍA EXTRAÍDA DE LA WEB DEL POLÍGONO JUAN CARLOS I Y EDITADA POR EL AUTOR DEL TRABAJO. _____	11
FIGURA 2: PLANTA KEMMERICH IBÉRICA EN ALMUSSAFES. FOTOGRAFÍA ELABORADA POR LA EMPRESA. _____	12
FIGURA 3: MÁQUINA CMM DEL ÁREA DE METROLOGÍA. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _____	15
FIGURA 4: GALGA DE KEMMERICH IBÉRICA. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _____	17
FIGURA 5: INTERIOR DE UNA MATRIZ PROGRESIVA CON SU CORRESPONDIENTE TIRA DE MATERIAL DESPUÉS DE SER SOMETIDA A LAS OPERACIONES DE CADA ESTACIÓN. FOTOGRAFÍA OBTENIDA DE UPACAT.COM _____	18
FIGURA 6: “CASA TOYOTA”. ILUSTRACIÓN OBTENIDA DEL LIBRO “LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLEMENTACIÓN”. _____	24
FIGURA 7: EJEMPLO DE LA TÉCNICA DE LOS 5 PORQUÉ. ELABORACIÓN PROPIA. _____	25
FIGURA 8: CAPTURA DE PANTALLA DE UN INFORME DIMENSIONAL DE KEMMERICH IBÉRICA. _____	28
FIGURA 9: TABLA DE FRECUENCIA Y DESCRIPCIÓN DE RE-CALIFICACIÓN DE PRODUCTO EN FUNCIÓN DEL CLIENTE. TABLA CEDIDA POR LA EMPRESA. _____	29
FIGURA 10: BASE DE CALIBRACIÓN DE RELOJES COMPARADORES. FUENTE: WWW.INSTRUMENTACION-METROLOGIA.ES _	30
FIGURA 11: FORMATO DE SOLICITUD DE MEDICIÓN. CAPTURA CEDIDA POR LA EMPRESA _____	32
FIGURA 12: EJEMPLO DE LA AGENDA UTILIZADA EN METROLOGÍA, SEMANA 12. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _	33
FIGURA 13: GAVETA UTILIZADA POR LOS METRÓLOGOS PARA PLANIFICAR LAS SOLICITUDES. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _____	34
FIGURA 14: TABLA DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS. TABLA ELABORADA POR LA EMPRESA. _____	35
FIGURA 15: CONTROLADOR DE LA MÁQUINA CMM. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _____	37
FIGURA 16: ÚTIL DE CALIBRACIÓN DE ÁNGULOS. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _____	38
FIGURA 17: FORMATO DE SOLICITUD DE MEDICIÓN ACTUALIZADO. ELABORACIÓN PROPIA. _____	42
FIGURA 18: CAPTURA DEL ARCHIVO EXCEL “SEGUIMIENTO TAREAS METROLOGÍA”. ELABORACIÓN PROPIA. _____	44
FIGURA 19: INDICADOR SOLICITUDES CERRADAS VS. PROGRAMADAS W17. ELABORACIÓN PROPIA. _____	46
FIGURA 20: INDICADOR SOLICITUDES CERRADAS A TIEMPO W17. ELABORACIÓN PROPIA. _____	46
FIGURA 21: INDICADOR SOLICITUDES CERRADAS VS. PROGRAMADAS W18. ELABORACIÓN PROPIA. _____	47
FIGURA 22: INDICADOR SOLICITUDES CERRADAS A TIEMPO W18. ELABORACIÓN PROPIA. _____	47
FIGURA 23: INDICADOR SOLICITUDES CERRADAS VS. PROGRAMADAS W19. ELABORACIÓN PROPIA. _____	48
FIGURA 24: INDICADOR SOLICITUDES CERRADAS A TIEMPO W19. ELABORACIÓN PROPIA. _____	48
FIGURA 25: INDICADOR DE % DE SOLICITUDES POSPUESTAS EN SEMANAS 17-18-19. ELABORACIÓN PROPIA. _____	49
FIGURA 26: INDICADOR DE % SOLICITUDES CERRADAS A TIEMPO EN SEMANAS 17-18-19. ELABORACIÓN PROPIA. ____	49
FIGURA 27: TABLA ES/NO ES SOBRE LOS RETRASOS EN METROLOGÍA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	51
FIGURA 28: APLICACIÓN TÉCNICA 5 PORQUÉS A LA SITUACIÓN DADA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	52
FIGURA 29: DIAGRAMA DE PARETO SOBRE RETRASOS EN METROLOGÍA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	53
FIGURA 30: TABLA DE TIEMPOS PARA CREACIÓN DE PROGRAMA EN FUNCIÓN DE LA COMPLEJIDAD DE LA PIEZA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	55
FIGURA 31: TABLA DE TIEMPOS PARA CREACIÓN DE PROGRAMA DE GALGAS EN FUNCIÓN DE LA COMPLEJIDAD DE LA GALGA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	56
FIGURA 32: TABLA DE TIEMPOS PARA MEDICIÓN DE PIEZAS EN FUNCIÓN DE LA COMPLEJIDAD DE LA PIEZA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	56
FIGURA 33: CAPTURA DE LA AGENDA EN FORMATO EXCEL, SEMANA 22. ELABORACIÓN PROPIA. _____	58
FIGURA 34: PANEL VISUAL INSTALADO EN EL ÁREA DE METROLOGÍA. FOTOGRAFÍA DE ELABORACIÓN PROPIA. _____	59
FIGURA 35: CAPTURA DE LA HERRAMIENTA CAQ UTILIZADA EN KEMMERICH IBÉRICA. _____	60
FIGURA 36: CAPTURA DE LA CHECK-LIST DE CALIBRACIÓN DE UNA GALGA EN CAQ. _____	61
FIGURA 37: DIAGRAMA DE FLUJO: PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA DE CAD. ELABORACIÓN PROPIA. _____	62
FIGURA 38: TABLA DE TAREAS DIARIAS COMO HERRAMIENTA OPERATIVA. ELABORACIÓN PROPIA. _____	63
FIGURA 39: INDICADOR DE % DE SOLICITUDES POSPUESTAS DESDE SEMANA 17 HASTA SEMANA 24. ELABORACIÓN PROPIA. _____	65
FIGURA 40: INDICADOR DE % SOLICITUDES CERRADAS A TIEMPO DESDE SEMANA 17 HASTA SEMANA 24. ELABORACIÓN PROPIA. _____	66
FIGURA 41: G8D DEL PROYECTO RESUMIDO EN FORMATO KEMMERICH IBÉRICA. _____	69

1.INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el análisis y la mejora de la gestión de tiempos en el área de metrología de una empresa del sector del automóvil como Kemmerich Ibérica S.L.U.

Existe una cantidad elevada de retrasos en metrología que termina afectando no sólo al departamento de Calidad, en el que se encuentra, sino también a otros departamentos como Nuevos Proyectos o Producción.

Se comienza describiendo dicho área y señalando las carencias básicas de organización y planificación que se encuentran.

Posteriormente se aplica la metodología de resolución de problemas soportada por los 8 pasos (G8D), donde se trata de identificar las causas de los retrasos y de implementar medidas que logren el objetivo de reducirlos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En el sector de la automoción la metrología es imprescindible. El nivel de exigencia requerido en este sector es muy alto, debido a las numerosas normativas internacionales que se han de cumplir satisfactoriamente. Esto encuentra su explicación principalmente en que el producto final ha de tener una fiabilidad muy alta por su necesidad de ser seguro para los pasajeros. Además, los automóviles, tienen un precio elevado y el cliente espera que no exista ningún tipo de defecto.

La metrología es de gran ayuda para asegurar que las piezas enviadas a cliente no son defectuosas y encajarán perfectamente en el producto final o que aguantarán la fuerza requerida. El error de medición que tiene una máquina CMM es muy pequeño, lo que posibilita la detección de piezas que están fuera de tolerancias con alta precisión.

Por tanto en el sector de la automoción una gran parte de la empresa depende de esta área, y si se da un problema de retrasos importante como el que se ha registrado, es de gran interés actuar lo más rápido posible para tratar de resolverlo.

1.3 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La motivación que tiene el presente proyecto para el autor es la posibilidad de poder realizar el TFG sobre un problema real y que necesita ser resuelto para evitar pérdidas de tiempo y consigo económicas.

Además se realiza en una empresa importante en el sector del automóvil, un sector que siempre ha sido del agrado del autor y que le permite insertarse en el mundo laboral y comenzar a formarse como profesional.

2.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 LA EMPRESA

Kemmerich Ibérica, S.L.U. está ubicada en el polígono industrial Juan Carlos I de Almussafes. Se dedica a la fabricación y montaje de piezas de metal para el sector de la automoción. El método utilizado para la fabricación es el de estampación metálica en frío y para el montaje se aplican diversos tipos de soldaduras.

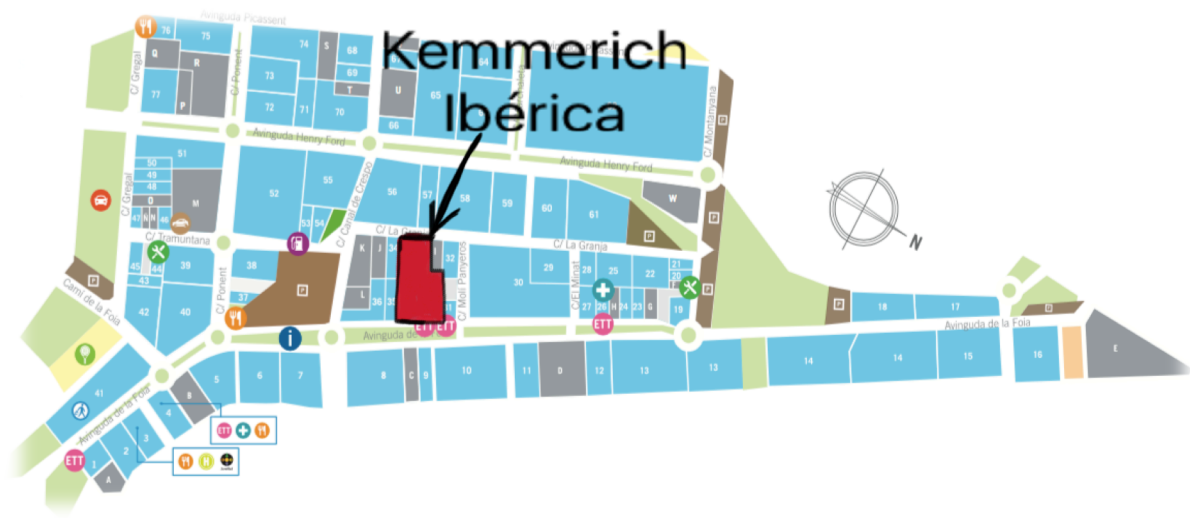


Figura 1: Emplazamiento dentro del polígono. Fotografía extraída de la Web del polígono Juan Carlos I y editada por el autor del trabajo.

La empresa es originaria de Alemania. Fue fundada en 1897 por Albert Kemmerich y en 1962 se empezó a dedicar a la fabricación de piezas para el sector del automóvil.

Debido a la existencia de la planta Ford en Almussafes, en 1996 se inauguró Kemmerich Ibérica, con el objetivo, entre otros, de poder suministrar piezas sin un alto coste en transporte.

Existen varias plantas en el mundo, concretamente 5:

- -Attendorn, Alemania (Planta central)
- -Gröbern, Alemania
- -Almussafes, España
- -Valasská Polanka, República Checa
- -Alabama, EE.UU

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

La planta de Almussafes, en la que se centra este trabajo, cuenta con 4 naves; 1 destinada a la estampación, 1 destinada al montaje y las 2 restantes se utilizan como almacén. Todas ellas están unidas interiormente por pasillos.

La nave de estampación cuenta con 5 prensas, donde se fabrican las piezas. En esta nave se encuentran también los departamentos de Compras, RRHH, Calidad, Producción y Nuevos Proyectos.

La nave de montaje cuenta con 3 robots de soldadura MIG, un robot de soldadura por puntos y 5 robots de soldadura estática.

En las naves de almacén se encuentran además los departamentos de Logística e Informática.

Tanto la nave de estampación como la de montaje cuentan con puentes grúa para poder desplazar con facilidad los elementos de elevado peso como las bobinas o las matrices que se introducen en las prensas.



Figura 2: Planta Kemmerich Ibérica en Almussafes. Fotografía elaborada por la empresa.

Kemmerich Ibérica cuenta con una amplia lista de clientes, entre los que destacan:

- FORD
- VW
- SEAT
- OPEL
- DAIMLER (MERCEDES)
- BMW
- BROSE
- NISSAN

En la actualidad el grupo Kemmerich cuenta con más de 1000 trabajadores en todo el mundo, repartidos entre las 5 plantas.

2.2 EL PRODUCTO

Assumiendo que una pieza acabada es aquella que está lista para enviar al cliente, existen 2 tipos de piezas acabadas:

1. Piezas obtenidas tan solo mediante estampación
2. Piezas sometidas a un proceso de montaje después de la estampación. Por ejemplo, la unión de 2 piezas diferentes mediante soldadura, el montaje de gomas o clips a la pieza estampada o la aplicación de un proceso de pintura o de galvanizado.

Una breve explicación del proceso de estampación sería la siguiente:

Los operarios preparan la prensa introduciendo la matriz de la pieza que se desea fabricar y al mismo tiempo otro grupo de operarios introduce la bobina correspondiente al material requerido.

Después, el encargado de la prensa ajusta los parámetros, como la velocidad de estampación o el número de piezas deseado y se comienza la producción. Los operarios hacen controles sobre las piezas con el útil de control, denominado galga, a principio, mitad y final de serie para comprobar que se está produciendo correctamente

Las piezas producidas se montan en su mayoría en el chasis del automóvil, una parte fundamental y delicada, por tanto las tolerancias dimensionales son muy pequeñas, del orden de décimas de milímetros.

Dada la precisión requerida en las piezas, el departamento de Calidad es de gran importancia en la empresa.

2.3 EL DEPARTAMENTO DE CALIDAD

Durante el desarrollo de este proyecto, el autor de éste estuvo realizando prácticas de empresa en el departamento de calidad, como becario en Ingeniería de Calidad.

Es el departamento encargado de realizar un seguimiento continuo sobre las piezas producidas, y en el caso de detectar alguna anomalía es el responsable de tomar las decisiones pertinentes para que no lleguen piezas defectuosas a los clientes.

También tiene un papel fundamental en los proyectos de nuevos lanzamientos, pues es el departamento encargado de reunir toda la documentación e informes necesarios para la homologación de nuevas piezas. Documentación, por ejemplo, como instrucciones de control, diagramas de flujo, OEE's, estudios de repetibilidad y reproducibilidad o fichas de embalaje entre otros.

El departamento de calidad también incluye el área de medioambiente, la cual se encarga de una correcta gestión y tratamiento de los residuos producidos por la planta, a pesar de que en una empresa de estas características la cantidad de residuos producidos no es muy grande.

El departamento de calidad lo componen el director del departamento, los ingenieros de calidad, el encargado del área de estampación, el encargado del área de montaje, el responsable de medioambiente y los metrologos.

Este último área, el de metrología, es en el que se basa principalmente este proyecto.

2.4 EL ÁREA DE METROLOGÍA

El área de metrología se encuentra, como se ha comentado en el apartado anterior, dentro del departamento de calidad.

Está compuesta por dos metrologos, que tienen turnos distintos y coinciden 1 hora al día con el fin de poder realizar un intercambio de información.

Cuenta con una máquina CMM, con la que se hacen los programas y se miden las piezas. Este es el motor del área de metrología. También cuenta con otros instrumentos de medición como un pie de rey, galgas de espesores o relojes comparadores pero su uso suele ser puntual pues la gran mayoría del trabajo se realiza con la máquina CMM.

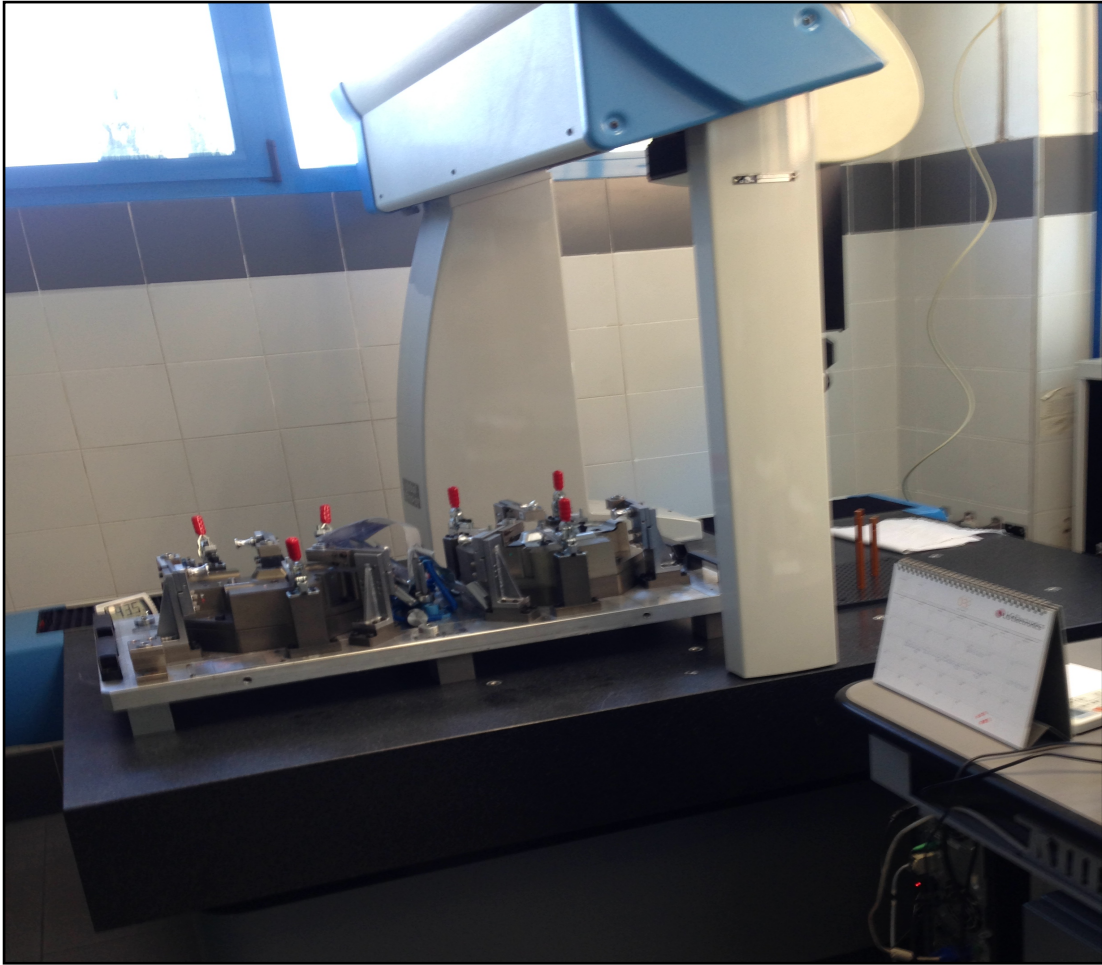


Figura 3: Máquina CMM del área de metrología. Fotografía de elaboración propia.

Los programas y mediciones realizados pueden ser con distintos fines, desde homologaciones o recalificaciones hasta validaciones durante la serie o calibraciones de útiles de control.

Una mayor y más detallada explicación sobre las tareas realizadas por el departamento de metrología se da en los próximos capítulos.

2.5 CERTIFICADOS DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE

La empresa cuenta con los siguientes certificados:

- **ISO 9001:95**

-Especifica los requerimientos para un sistema de gestión de calidad. Son requerimientos genéricos y aplicables a cualquier empresa, independientemente del tipo, tamaño o productos que fabrica.

- **ISO/TS 16949:2009**

-Basada en la ISO 9001. Define los requerimientos del sistema de calidad para el diseño, desarrollo, producción y, cuando sea relevante, servicio e instalación de productos relacionados con la automoción.

- **ISO 14001:2004**

-Especifica los requerimientos para un sistema de gestión medioambiental. Este sistema puede ser utilizado por una empresa para mejorar y cumplir su objetivo medioambiental.

- **VDA 6.1**

-Es un sistema estándar de gestión de calidad alemán. Iniciado por la industria del automóvil y basado en la norma ISO 9001:1994.

3. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se definirán algunos términos que se utilizarán a lo largo del proyecto.

También se describirán los conceptos de metodología de resolución de problemas G8D y PDCA, la filosofía Lean Manufacturing y el método de los 5 Porqués.

3.1 DEFINICIONES

-GALGA: Conjunto mecánico para la verificación dimensional de las piezas fabricadas en serie, con el objetivo de que realice los mismos controles repetitivos sobre conjuntos de piezas que han sido alineadas exactamente del mismo modo, independientemente de la persona que mida. También son denominados galga o útil de control y están diseñados para verificar una pieza determinada.

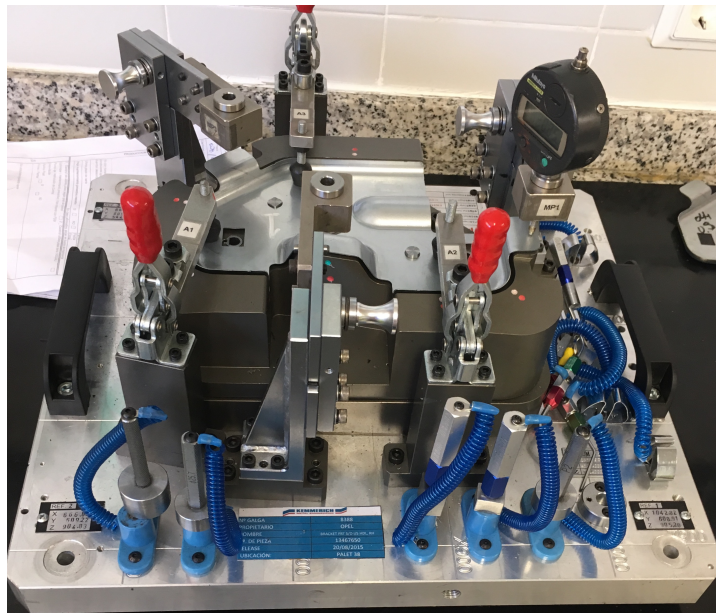


Figura 4: Galga de Kemmerich Ibérica. Fotografía de elaboración propia.

-CAD: Se entiende por CAD al modelado en 3D de la pieza hecho por ordenador, con sus respectivas coordenadas en el espacio. Es realizado en la empresa central en Alemania y es actualizado cuando hay cambios de ingeniería o modificaciones en la pieza.

-MÁQUINA CMM: Máquina de medición por coordenadas, o también denominada máquina de medición 3D. Es un instrumento de medición directa que, mediante un puntero, va tocando la pieza a medir y envía las coordenadas al ordenador.

-CALADO Y COLISO: En el mundo de la automoción se refiere a calado cuando se habla de un agujero de un radio determinado en una pieza, y se refiere a coliso cuando hablamos de un agujero con forma rectangular pero con los extremos redondeados.

-MATRIZ DE ESTAMPACIÓN: También denominada matriz progresiva, es el útil que se introduce en las prensas para producir las piezas. Consiste en muchas estaciones de trabajo individuales, realizando cada una de ellas una o varias operaciones sobre la pieza. La última estación es el corte que separa la pieza de la lámina de material.

Dependiendo de la matriz, pueden salir una o dos piezas por golpe. Si salen dos piezas, pueden ser dos manos distintas o dos cavidades distintas. Si son manos distintas significa que son simétricas pero no iguales en geometría. Si son dos cavidades distintas significa que la geometría es exactamente la misma aunque las dimensiones pueden variar en décimas de milímetros.

Las matrices pueden ser de tamaños y pesos muy diferentes en función de la pieza fabricada. Las matrices progresivas son utilizadas para producir un gran número de piezas manteniendo un coste bajo

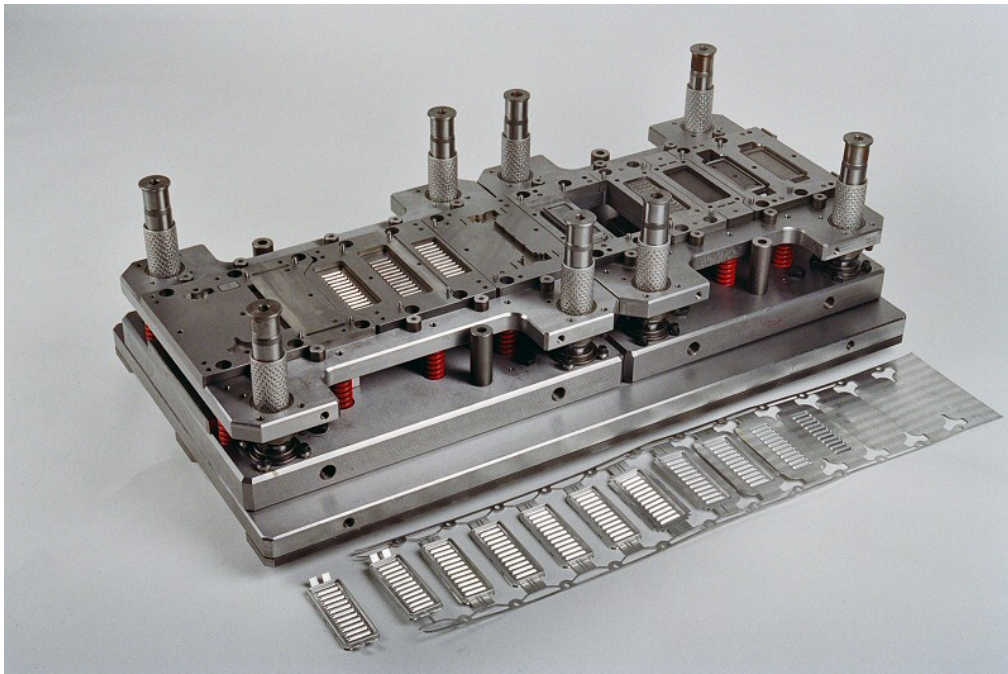


Figura 5: Interior de una matriz progresiva con su correspondiente tira de material después de ser sometida a las operaciones de cada estación. Fotografía obtenida de upacat.com

RPS: Siglas de “Reference Point System”. Es un sistema de puntos de referencia con coordenadas precisas, que están referidas a cotas del vehículo.

PDM: Siglas de “Product Data Management”. Se trata de un software de gestión de datos de producto y de información relacionada con el proceso, en un solo sistema central. Información como CAD’s de las piezas, planos, normas, etc.

Debido a que Kemmerich es una empresa con sedes en varias ubicaciones alrededor del mundo, este software es de gran ayuda para gestionar una gran parte de información.

RELEASE: Se denomina de esta manera a la fecha de publicación del plano de la pieza. Cuando se ha de trabajar con una pieza, siempre habrá que buscar el plano con el release más reciente. Es muy útil en el sector de la automoción porque los planos sufren cambios constantemente y es una manera de evitar trabajar con planos obsoletos.

PSW: Una PSW es una pieza con las dimensiones 100% dentro de tolerancias y se utiliza como referencia en el caso de que haya que compararla con alguna pieza dudosa. Es en el momento en el que se homologa la pieza cuando el metrólogo se asegura de identificar y guardar correctamente la PSW en un armario para poder tener un fácil acceso a esta.

PTR: Las siglas significan “Production Trial Run”. Es un proceso en el que se prueban los parámetros, condiciones y útiles destinados a la producción en serie. Se estampa una cantidad pequeña de piezas, 300 aproximadamente. Si se valida la PTR, significa que el proceso es válido y está listo para pasar a producirse en serie.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOPORTADO POR LOS 8 PASOS (G8D)

El 8D, 8 disciplinas, es un método utilizado para hacer frente y resolver problemas.

El gobierno de Estados Unidos comenzó a utilizar algo parecido al 8D durante la 2ª Guerra Mundial y lo refirió como un estándar militar. Pero no fue hasta 1987 cuando la compañía de producción de automóviles FORD documentó el método 8D.

Actualmente, se denomina G8D (Global), pues el método no es utilizado tan solo en FORD. El método es utilizado en numerosas empresas de todo el mundo, donde el ingeniero de calidad lo aplica al problema que desea resolver.

A continuación se describen las 8 disciplinas de este método:

-D0:PREPARACIÓN AL PROCESO G8D

Aunque realmente este no es un paso propiamente dicho del método G8D, es de gran utilidad seguirlo, pues utiliza los criterios de aplicación G8D para determinar si es necesario o no utilizarlo.

Mediante una serie de herramientas se puede llegar a la conclusión de si es necesario aplicar el proceso G8D o si no lo es. Algunas de estas herramientas, entre muchas otras, son:

- Informes de satisfacción del cliente
- Bases de datos informatizadas
- Gráficos de tendencia
- Histogramas
- Gráficos de dispersión

-D1:ESTABLECER UN GRUPO PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Se debe de establecer un equipo de investigación, donde todos los integrantes tengan la experiencia y conocimientos para comprender el problema y suficiente autoridad para implementar soluciones.

-D2:CREAR LA DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se debe de describir el problema con información clara y concisa. Ha de basarse en hechos reales, y la información se debe de obtener mediante preguntas a gente que esté involucrada directamente con el problema.

-D3:IMPLEMENTAR UNA ACCIÓN PROVISIONAL

En algunos casos, es necesario aplicar una solución temporal para poder controlar los efectos negativos del problemas, mientras se trabaja en encontrar la causa raíz del problema. Sea cual sea la solución temporal, es necesario evaluarla y probarla antes de su implementación.

-D4:IDENTIFICAR LA CAUSA RAÍZ

En esta fase se ha de identificar la causa raíz. En muchos casos la causa raíz puede que no sea tan evidente y esto conlleva a que sea necesario un análisis mas profundo. Se llega a varias causas y mediante alguna metodología, como la elaboración de un pareto, se obtiene la o las causas principales.

-D5:DETERMINAR ACCIONES CORRECTIVAS

Una vez se ha encontrado la causa raíz se deben plantear soluciones permanentes que la ataquen directamente. Se deben probar hasta comprobar que la causa raíz es eliminada. Este es probablemente el paso mas difícil pues depende mucho de los recursos disponibles.

-D6:IMPLEMENTAR ACCIONES CORRECTIVAS

Una vez se han desarrollado y probado las acciones permanentes se deben de implementar y, posteriormente, verificar que no se presenta recurrencia. Es recomendable realizar mediciones para verificar que las acciones realizadas son efectivas.

-D7:PREVENIR LA RECURRENCIA

Es muy importante tomar medidas una vez se soluciona la causa raíz para evitar que vuelva a dar problemas.

Existen varios métodos para prevenir recurrencias, como cambios de procedimiento, de estándares, implementación de sistemas Poka Yoke, etc.

Realizar auditorías sobre los métodos implementados para prevenir recurrencias es importante, pues es una forma eficaz de asegurarse de que se están cumpliendo

-D8:RECONOCER ESFUERZOS AL EQUIPO

Este es el último paso. Ya se ha identificado, solucionado y auditado el problema, ahora es momento de reunir al grupo para revisar que se ha hecho bien y que se ha hecho mal durante el proceso, y de reconocer la contribución de cada miembro

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS PDCA

El significado de las siglas es “PLAN-DO-CHECK-ACT”, que indica los pasos a seguir en esta metodología.

Se trata de una de las técnicas mas utilizadas, guía el proceso de mejora continua tanto en mejoras pequeñas como en mejoras drásticas.

Los pasos a seguir se describen brevemente a continuación.

-P (PLAN): En este paso han de definirse las acciones de mejora que se van a ejecutar, habiendo hecho un análisis previo que indique las debilidades y los puntos a atacar.

-D (DO): Se deben de ejecutar las acciones definidas en el paso anterior, si no fuese posible por cualquier circunstancia deberían al menos ser simuladas.

-C (CHECK): Con las acciones ya implementadas, se realiza un análisis para comprobar los resultados obtenidos y se sacan conclusiones

-A (ACT): Se trata del último paso de esta metodología. Si los tres pasos anteriores se han cumplido satisfactoriamente, es importante asegurar que así continúe. Para ello se debe estandarizar el proceso y formar a los individuos que vayan a estar presentes en él.

En Kemmerich Ibérica se dispone de una herramienta informática para definir e inspeccionar la calidad de las piezas. Esta herramienta se denomina “CAQ (Computer-Aided Quality Assurance)”, y está estructurada según la metodología PDCA.

3.4 FILOSOFÍA DE TRABAJO LEAN MANUFACTURING

Hoy en día, las empresas de carácter industrial, tratan de buscar constantemente nuevas técnicas de organización y producción para poder competir en un mercado global. La filosofía de trabajo Lean Manufacturing, es aplicada en cualquier empresa que pretende ser competitiva.

La filosofía Lean Manufacturing se basa en una serie de conceptos y sistemas que a continuación se describen:

-JIT: *JUST IN TIME*, es un sistema de producción desarrollado en los años 50 por la empresa japonesa de automóviles TOYOTA. Persigue producir el elemento deseado en el tiempo requerido y en una cantidad exacta

-JIDOKA: Sistema que permite separar el trabajo del operario del trabajo de la máquina. Debe detener el proceso y emitir una señal de notificación en caso de que se presente alguna anomalía.

Los dos conceptos descritos son los pilares fundamentales de la filosofía Lean Manufacturing, pero existen además una serie de términos en los que también se apoya la filosofía Lean:

-KAIZEN: Significa “cambio para mejorar”. Es un espíritu de trabajo, una actitud hacia la mejora constante que hace avanzar el sistema hasta conseguir llevarlo al éxito.

-FACTOR HUMANO: Implicación de la dirección en formar, motivar y comunicar a todos los niveles de la empresa.

La filosofía Lean Manufacturing trabaja con herramientas de diagnóstico, herramientas operativas y herramientas de seguimiento. De todas ellas se destacan:

-5S: Es la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. Corresponde a las 5 palabras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Significan respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito. Son principios fáciles de entender y si se cumplen son de gran ayuda para la motivación y bienestar del empleado. Es una herramienta operativa.

-SMED: *Single minute Exchange of dies*. Son los sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación de la máquina. Introduce la idea de que cualquier cambio de máquina o inicialización de un proceso debe de durar no más de 10 minutos.

Es una metodología clara y fácil de aplicar, con resultados rápidos y positivos, pero requiere constancia y perseverancia.

Se deben de identificar las tareas internas, las que tan solo se pueden realizar con la máquina parada, y las tareas externas, las que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento. Una vez identificadas, el objetivo es convertir en la medida de lo posible las actividades internas en actividades externas. Se trata como en el caso de las 5S de una herramienta operativa

-GESTIÓN VISUAL: Son medidas prácticas de comunicación que persiguen mostrar, de una forma sencilla y evidente la situación del sistema de producción, y muestran de forma clara las anomalías. Es una medida muy simple y efectiva, por ese motivo está muy presente en la mayoría de empresas.

Se utiliza para informar al empleado. En el caso de que existan muchas anomalías sirve para tratar de obtener posibles mejoras, y en el caso de que la planificación se esté cumpliendo tiene una función de motivación. Se trata de una herramienta de seguimiento.

A continuación se muestra un esquema en forma de edificio, también conocido como la “Casa Toyota”, que simula las bases necesarias para construir Lean Manufacturing.

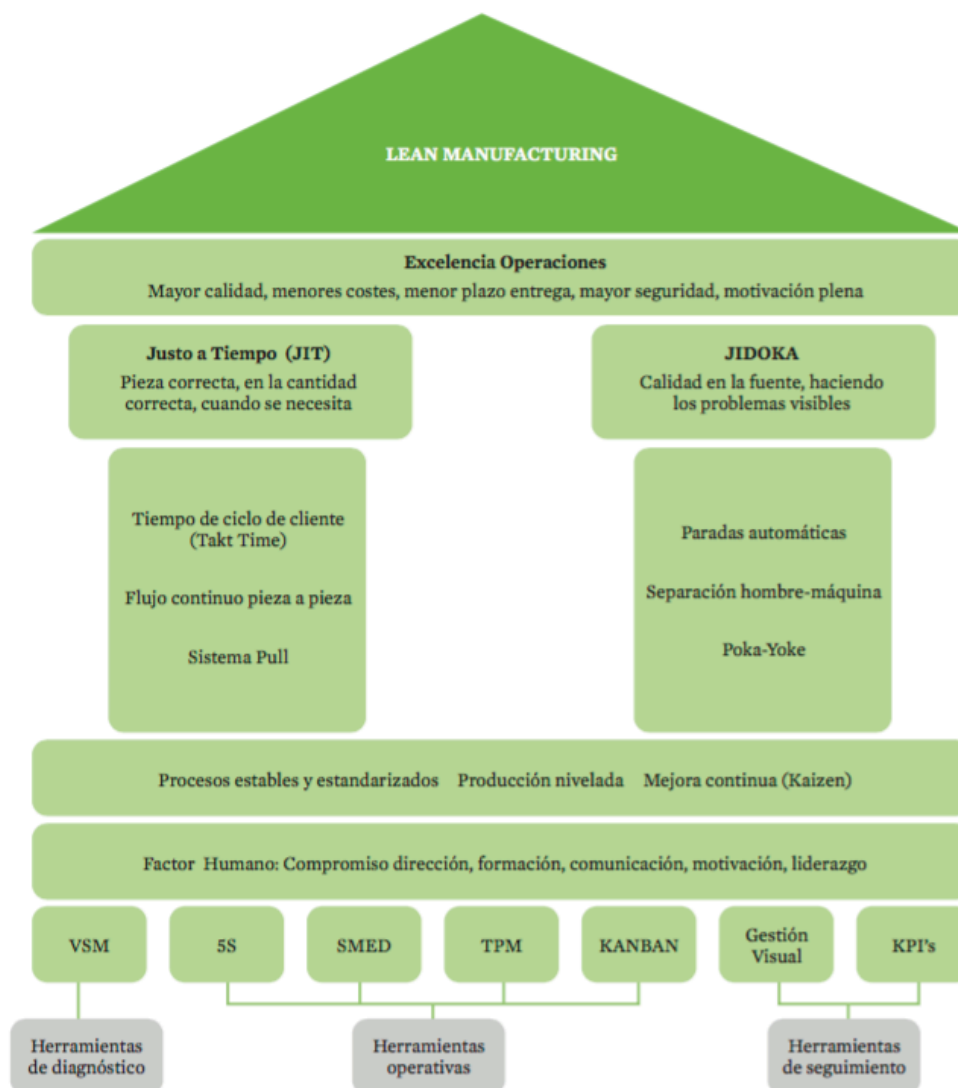


Figura 6: “Casa Toyota”. Ilustración obtenida del libro “LEAN MANUFACTURING: Conceptos, técnicas e implementación”.

3.5 TÉCNICA DE LOS 5 PORQUÉS (5W)

Los 5 porqués es una técnica de identificación de la causa raíz de un problema.

Consiste en realizar una serie de 5 preguntas sistemáticas con el objetivo de llegar a la causa raíz del problema que se está tratando de subsanar.

Se trata de una técnica desarrollada en Japón en los años 70. Los japoneses pensaban que la causa raíz se encontraba 4 niveles por debajo de la superficie.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Con esta técnica se consigue obtener información de forma ordenada y sistemática y tiene un alcance mucho mayor que si se trata de averiguar la causa raíz de forma rápida.

Se comienza identificando el problema. A continuación se pregunta el porqué de dicho problema y con la respuesta obtenida se vuelve a preguntar porqué. Así sucesivamente hasta no poder contestar, pues con mucha probabilidad esta será la causa raíz.

A continuación se muestra un ejemplo de la aplicación de esta técnica.

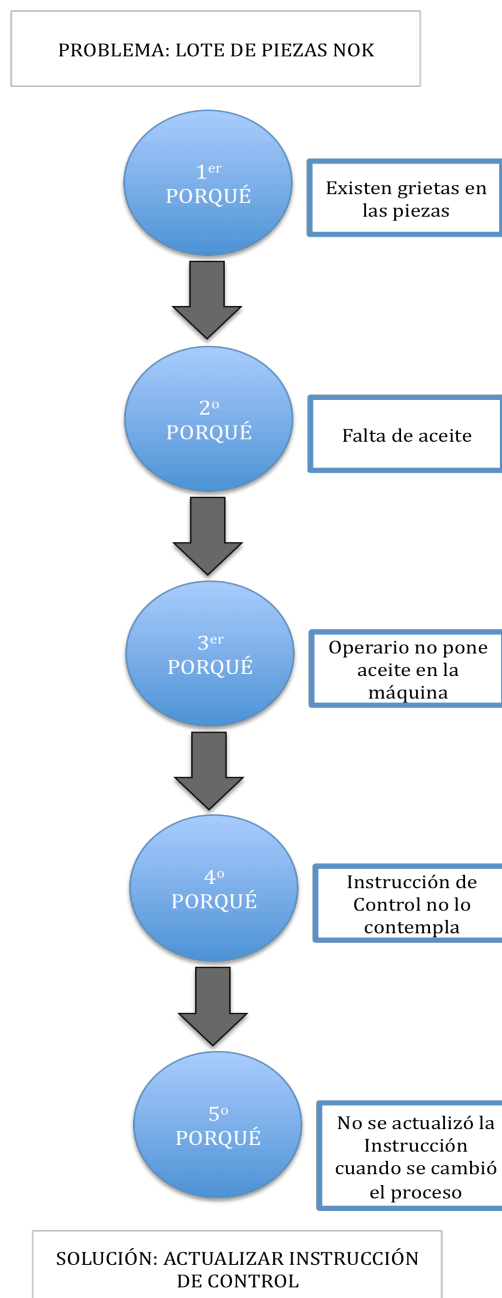


Figura 7: Ejemplo de la técnica de los 5 PORQUÉ. Elaboración propia.

4. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE METROLOGÍA

Este capítulo se centra en la descripción de la situación en el área de metrología en el momento en el que el autor del proyecto inicia las prácticas en Kemmerich Ibérica.

Se describen las actividades requeridas, las interacciones con otros departamentos, la gestión actual de la planificación y de órdenes de trabajo, el proceso de medición y los principales problemas observados que provocan numerosos retrasos.

4.1 ACTIVIDADES INTERNAS REQUERIDAS EN METROLOGÍA

La medición de piezas y útiles por parte del metrólogo puede ser requerida tanto durante la homologación, como durante la serie o incluso periódicamente para verificar que el proceso sigue siendo el correcto. A continuación se explican las distintas tareas requeridas en metrología de una manera más detallada.

4.1.1 HOMOLOGACIONES

Antes de comenzar a producir una pieza en serie, ésta ha de homologarse.

Para poder homologar, se han de reunir todos los documentos que aseguran que el proceso de producción se conforma con la especificación del diseño y que puede funcionar constantemente sin afectar a la línea de cliente. Este conjunto de documentos se denomina PPAP (Production Plan Approval Process).

El PPAP se compone de:

1. Requerimientos del diseño y pedido
2. Revisión del diseño
3. Plano y especificaciones
4. AMFE Diseño
5. Flujo de Proceso
6. AMFE de Proceso
7. Informes dimensionales y Plano punteado
8. Certificados de Material
9. Validación del proceso: OEE, Ppk
10. Análisis R&R Galgas
11. Documentación de laboratorios externos (si aplica)
12. Plan de Control: Prototipos, Pre-Lanzamiento y Producción
13. Certificado de primeras muestras
14. Requerimiento de apariencia
15. Muestras de producción
16. Muestras de homologación a cliente

17. Medios específicos de prueba
18. Requerimientos específicos de cliente

Los departamentos de Calidad, Nuevos Proyectos, Producción y Logística son los encargados de completar el PPAP. Sin embargo, este apartado se centrará tan sólo en el punto 7 “Informes dimensionales y plano punteado” pues es la parte de la que se responsabiliza el área de metrología.

El plano punteado

Antes de crear el programa de medición de una pieza, es conveniente que se haga el plano punteado. El metrólogo señala y enumera en el plano de la pieza los puntos y cotas que se tendrán en cuenta cuando se programe, por tanto sirve de guía.

Los puntos y las cotas quedan enumerados, lo que facilita la comunicación si es necesario referirse a alguno de ellos.

El informe dimensional

Un informe dimensional es un documento en el que se muestran imágenes de la pieza en 3D con las medidas que se han obtenido tras la medición.

Estas medidas son las posiciones en el espacio de los RPS, controles de superficie, controles de contorno, posiciones de los calados y/o colisos y sus dimensiones, que previamente han sido señaladas en el plano punteado.

En todas las medidas mostradas aparecen las tolerancias y un indicador de color verde o rojo para indicar si la medida se encuentra o no dentro del rango permitido.

La función del metrólogo consta de crear el programa de medición, con todas las medidas especificadas anteriormente, después medir 5 piezas (en el caso de que hayan dos manos o cavidades se medirían 5 de cada) y generar el informe dimensional. Estas piezas, se guardan en un armario como PSW, para tener una pieza 100% OK como referencia por si es necesario hacer comprobaciones en el futuro.

Si alguna de las medidas se encuentra fuera de tolerancias significa que la pieza no es válida, dimensionalmente hablando. En este caso se investigaría si hacer un reajuste de la matriz y volver a producir, pero esto queda fuera de las competencias del metrólogo.

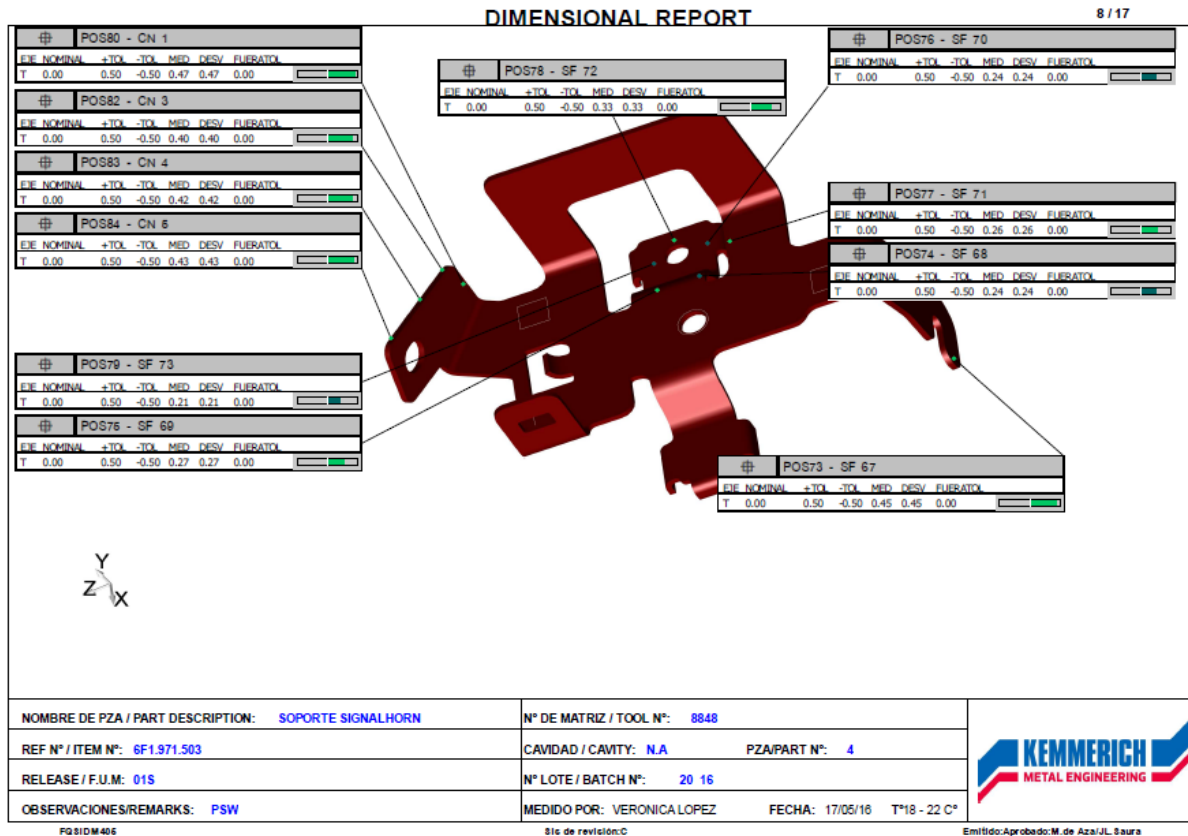


Figura 8: Captura de pantalla de un informe dimensional de Kemmerich Ibérica.

4.1.2 RE-CALIFICACIONES DE PRODUCTO

Una vez una pieza se homologa y pasa a producirse en serie, se precisa de un control periódico para verificar que el proceso sigue siendo válido y que las piezas tienen las dimensiones correctas.

Cada cierto tiempo, en función de los requerimientos de cliente, se cogen un número determinado de piezas de la última producción, se realiza una medición completa y se genera su correspondiente informe dimensional.

Normalmente el requerimiento de cliente establece que esto ha de hacerse anualmente, y dado que actualmente en Kemmerich Ibérica se producen unas 250 piezas diferentes aproximadamente, la recalificación de producto ha de estar en la planificación de metrología prácticamente a diario.

CLIENTE	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN
BMW	ANUAL	Cliente recomienda creación grupos de productos
BROSE	ANUAL	Dimensional completo y prueba funcional
DAIMLER	ANUAL	Se permite creación de grupos de productos
FORD	ANUAL	5 piezas cada vez, teniendo en cuenta todas las cavidades, manos, etc.
GM/OPEL	CADA 3 AÑOS	Dimensional completo y prueba funcional
VW GROUP(SEAT,VW,SKODA)	CADA 3 AÑOS ANUAL SI ES PIEZA TLD	Cliente recomienda creación grupos de productos

Figura 9: Tabla de frecuencia y descripción de re-calificación de producto en función del cliente. Tabla cedida por la empresa.

4.1.3 VALIDACIONES DE EQUIPOS DE MEDICIÓN

Las galgas también han de verificarse en la máquina CMM. Estos útiles de control son los utilizados por los operarios durante la producción en serie y por tanto una correcta calibración es vital.

Algunas galgas llegan con el informe dimensional ya realizado, pero es necesario medir las que no lo llevan consigo.

Como ocurre con las piezas, las galgas también precisan de un control periódico para verificar que no han sufrido modificaciones con el paso del tiempo. Para ello, se miden en la máquina CMM cada 3 años y se realiza una re-calibración si es necesario.

Otras tareas de calibración de las galgas no requieren el uso de la máquina CMM. Tareas como la comprobación de que los P/NP se encuentran correctamente unidos, que las asas y patas estén completamente sujetas o que la galga no esté excesivamente sucia. En resumen, tareas de mantenimiento.

4.1.4 VALIDACIONES DURANTE LA SERIE

Se puede dar el caso en el que durante la producción, el útil de control presente algún fallo o que se haya roto por caída accidental o uso incorrecto, por ejemplo.

Es necesario controlar el inicio, mitad y final de serie cuando se estampa. Por tanto, como medida de contención hasta que se subsane el fallo o se arregle el útil de control, se deben de medir en la máquina CMM estas piezas y verificar que la estampación es correcta.

4.1.5 ESTUDIOS DIMENSIONALES DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Existen diversas herramientas que se utilizan en la producción que también precisan de una verificación dimensional periódica. Herramientas como pasadores centradores o bases de calibración de relojes comparadores.

Con una correcta calibración de estas herramientas de control se reducen las posibilidades de que se produzca un error de medición.

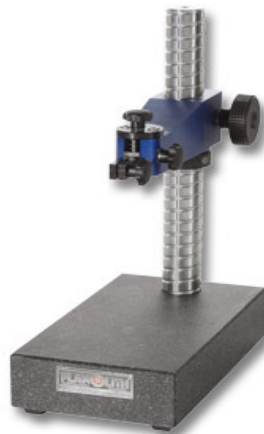


Figura 10: Base de calibración de relojes comparadores. Fuente: www.instrumentacion-metrologia.es

4.2 INTERACCIONES CON OTROS DEPARTAMENTOS

El área de metrología interactúa en su mayor medida con el departamento de calidad, pero también ha de estar disponible para otros departamentos.

4.2.1 NUEVOS PROYECTOS

Este departamento es el encargado de buscar, gestionar y negociar posibles nuevas piezas para la empresa.

Antes de que la empresa comience a producir, este departamento recibe muestras de las piezas. Son piezas que dimensionalmente están dentro de tolerancias, y por tanto una medición y su posterior informe dimensional son altamente recomendables para tener una referencia en el futuro.

Por tanto, cada vez que Nuevos Proyectos recibe muestras de nuevas piezas, debe de realizar una solicitud de medición a Metrología.

Se podría decir que los departamentos de Nuevos Proyectos y Metrología interactúan en las fases previas a la producción en serie de la pieza.

4.2.2 PRODUCCIÓN

El departamento de producción es el encargado de asegurar un correcto funcionamiento de la estampación y del montaje para cumplir con la planificación y los tiempos estipulados.

Cuando se realiza una PTR, durante la homologación de una pieza, se debe de verificar que la estampación está siendo correcta y que las piezas producidas están bien dimensionalmente. Por ello, cada vez que se realiza una PTR se debe de realizar la pertinente solicitud de medición. En este caso, la medición de la pieza es bastante prioritaria, pues hasta que no se verifica que la pieza es buena, la prensa se mantiene parada y esto supone un tiempo perdido muy valioso para la empresa.

Además, como se ha comentado anteriormente, si existe cualquier problema con un útil de control, el departamento de producción ha de informar a metrología. No solo para arreglar el útil, sino también para medir las piezas necesarias hasta que el problema del útil se haya subsanado.

Se podría resumir, en que los departamentos de Producción y Metrología interactúan en las fases de homologación y producción en serie de las piezas.

4.3 GESTIÓN ACTUAL DE LA PLANIFICACIÓN Y ÓRDENES DE TRABAJO

A continuación se describe la gestión de la planificación y de las solicitudes de medición en el momento en el que el autor del trabajo comienza sus prácticas de empresa.

4.3.1 ÓRDENES DE TRABAJO

Kemmerich Ibérica cuenta con un formato para solicitar órdenes de trabajo en la máquina CMM.

Los metrólogos se encargan de imprimir dicho formato y de dejarlos en una bandeja dentro del área de metrología.

Cada vez que una persona necesita solicitar un trabajo a metrología, ya sea la creación de un programa, medición de una pieza o calibración de un útil entre otros, ésta ha de pedirle al metrólogo una solicitud y posteriormente rellenar los campos indicados.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Los campos a rellenar en la orden de trabajo son entre otros: Número de matriz, número de piezas a medir, referencia de la pieza, descripción del trabajo a realizar, fecha de solicitud y fecha requerida, dirección de correo en la que se quiere recibir el dimensional, etc.

Una vez la solicitud es cumplimentada es entregada al metrólogo de nuevo.

SOLICITUD DE MEDICIÓN		Cerrado:
REFERENCIA	MATRIZ / PROYECTO	A RELENAR POR CALIDAD
RELEASE	Nº LOTE	
CAVIDAD	Nº DE PIEZAS	
FECHA SOL	FECHA REQUERIDA MEDICIÓN	SOLICITADO POR:
<p>SI NO ESTAN COMPLETOS TODOS LOS CAMPOS ANTERIORES, NO SE PODRÁ IDENTIFICAR EL INFORME</p>		
DESCRIPCIÓN DEL		
OTROS	<p>EMITIR EL INFORME CON COPIA A: UNA VEZ MEDIDA Y REPORTADO EL INFORME, LA PIEZA; A RECOGER POR SOLICITANTE</p>	
<p>LAS PIEZAS, DESPUÉS DE SER MEDIDAS, SE GUARDARAN EN CALIDAD UN MÁXIMO DE 48HRS. PARA SU RECOGIDA, EN CASO CONTRARIO, SE TIRARAN A LA ACHATARRA.</p>		
MEDIDO POR:	FECHA MEDICIÓN:	FECHA RE
		TIEMPO EJECUCIÓN
<p>FCQSM605 Sit. de Revisión: F Emitido/Aprobado: V.López/J.L.Saura</p>		

Figura 11: Formato de solicitud de medición. Captura cedida por la empresa

4.3.2 PLANIFICACIÓN

El área de metrología cuenta con una agenda física donde van apuntando los trabajos realizados. Esta agenda también se utiliza para indicar cuando un trabajo ha sido pospuesto pero sin indicar el motivo. Resumiendo, se utiliza para indicar los trabajos realizados y pospuestos pero no para planificar, por lo que no se aprovecha todo lo que se podría. Además, como las solicitudes se posponen con relativa frecuencia, este método puede llegar a ser confuso y caótico.



Figura 12: Ejemplo de la agenda utilizada en metrología, semana 12. Fotografía de elaboración propia.

Además disponen de unas gavetas etiquetadas con los días de la semana para ir colocando en ellas las solicitudes que se van realizando. También cuenta con una sección para las solicitudes no programadas. Los propios metrólogos son los encargados de organizarlas según la carga de trabajo.

Las re-calificaciones de producto no se planifican con órdenes de trabajo, los metrólogos se organizan entre ellos para ir realizándolas pero esto no queda reflejado en ningún documento oficial, ni siquiera en la agenda, lo que puede llevar a una desorganización y descontrol.



Figura 13: Gaveta utilizada por los metrólogos para planificar las solicitudes. Fotografía de elaboración propia.

Por último, con el fin de intentar planificarse en función de la duración de los trabajos, los metrólogos disponen de una tabla de tiempos. Esta tabla muestra distintos trabajos y sus correspondientes duraciones en función de la dificultad de la pieza.

La dificultad de la pieza no se basa en ningún criterio más que el del propio metrólogo. Además, los tiempos son estimados pues no se basan en ninguna medición real, por lo que esta tabla no es ni objetiva ni precisa.

Tiempo Horas	
Programación LH / RH	
Pz Niv 1	- 4 horas (RH) + 1 hora (LH) = 5
Pz Niv 2	- 8 horas + 4 horas = 12
Pz Niv 3	- 10 horas + 4 horas = 14
Medicion LH / RH	
Pz N1 (X1)	1/2 horas + 1/2 horas = 1
Pz N2	1 horas + 1 hora = 2
Pz N3	1,5 horas + 1,5 horas = 3
Validacion Galga (PROGRAMA)	
Gn 1	- Idem programa pieza
Gn 2	- Idem programa pieza
Gn 3	- Idem programa pieza

Figura 14: Tabla de estimación de tiempos. Tabla elaborada por la empresa.

4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y MEDICIÓN

Los tiempos requeridos en función de si se va a crear un programa o de si tan sólo se va a medir son muy diferentes. El proceso de crear un programa es mucho más complejo y largo que el de medir.

A continuación se da una explicación de los pasos seguidos por el metrólogo a la hora de programar y medir una pieza.

1. La máquina CMM ha de encontrarse en perfectas condiciones de limpieza y el entorno donde se encuentra ha de estar a una Tª de 21°C. Son dos condiciones indispensables para asegurar un funcionamiento correcto, por tanto el metrólogo ha de asegurarse de que se cumplen antes de comenzar el trabajo
2. Se abre el programa de ordenador que permite la gestión de la máquina, llamado PC-DMIS. Se genera un nuevo proyecto y se introducen los datos de la pieza con la que se va a trabajar: Número de matriz, referencia de la pieza, release del plano, etc.
3. El metrólogo abre la subcarpeta de CAD's de la carpeta de Calidad, busca la pieza con la que se va a trabajar y lo abre en PC-DMIS. El ingeniero de Calidad debe de haber puesto el CAD en esta carpeta previamente, pues es el único lugar al que los metrólogos pueden acceder.

4. En la subcarpeta Planos de la carpeta de Calidad, el metrologo busca de nuevo la pieza con la que se va a trabajar, abre e imprime el plano para trabajar con él. El hecho de que el plano se encuentre en su carpeta también es responsabilidad del ingeniero de calidad.
5. El metrologo coge la pieza física con la que se desea trabajar, y la fija con el/los útil/es apropiados a la base de la máquina CMM. Es esencial que la pieza quede fijada completamente para no sufrir cambios de posición cuando sea tocada por la máquina. La primera vez que se fija una pieza, el metrologo hace una fotografía y la guarda en una carpeta, para tener una referencia visual la próxima vez que se trabaje con esa pieza.
6. Se buscan, en el plano que se ha impreso, los RPS's y después, mediante el uso del controlador, se palpan manualmente en la pieza con la máquina CMM. Una vez se han tocado todos los RPS's, se ligan al CAD abierto en el ordenador para establecer una conexión entre este y la pieza física.
7. Una vez se ha creado una conexión entre los RPS's de la pieza y el CAD, ha de crearse un sistema de referencia. Esto se hace indicando un plano, una línea y un punto en la pieza. Se genera un plano con 3 de los RPS's, una línea con 2 RPS's y se indica como punto cualquiera de los RPS's. Esto se conoce también como "Alineación rápida".
8. Es necesario unificar el sistema de referencia que se ha creado con el sistema de referencia del plano, pues este último es el requerido. Para ello se miran las coordenadas de los RPS's en el plano y se les da las mismas coordenadas a los RPS's del sistema de referencia creado en el paso anterior.
9. Ahora que los RPS's están definidos correctamente con sus coordenadas, se vuelve a realizar la acción del punto 7, se indica un plano, una línea y un punto.
10. El metrologo comienza a crear el programa indicando en el CAD los puntos donde el palpador tocará la pieza. Puntos en la superficie, puntos de contorno, posiciones y dimensiones de calados y colisos, etc. En este paso, el metrologo ha de tener en cuenta los posibles lugares donde la máquina puede colisionar con la pieza y debe de aportar al programa todos los movimientos necesarios para evitarlo. Estos movimientos se indican manualmente con el controlador, y son tales como desplazamientos verticales y horizontales del palpador o cambios de dirección de la punta.
11. Con todos los puntos que se van a medir ya indicados en el CAD, se procede a introducir en cada uno de ellos las tolerancias permitidas. Las tolerancias se miran en el plano de la pieza y pueden variar según la zona.
12. Se coloca en la base de la máquina un útil de calibración formado por una base cilíndrica con una esfera en su terminación. Se calibran los ángulos que se van a utilizar durante el programa tocando dicha esfera con el palpador.
13. El programa ya está terminado, y tan solo falta lanzar el programa para que la máquina comience a medir de forma automática y posteriormente generar el informe dimensional.

A continuación se dan unos breves detalles acerca del controlador de la máquina CMM y del útil de calibración.

El controlador de la máquina CMM cuenta con numerosos botones y palancas. Principalmente se utilizan el joystick, con el que se controlan los ejes X e Y, la rueda del joystick, con la que se controla el eje Z, el botón de cambio de velocidad y el botón de “Run” para lanzar el programa que se selecciona. Si existe algún problema por colisión de la máquina con la pieza y que pueda causar daños en la máquina, el controlador cuenta con un botón de parada inmediata.



Figura 15: Controlador de la máquina CMM. Fotografía de elaboración propia.

La esfera es considerada de dimensiones perfectas y sin desperfectos.

Se toca la esfera con el palpador desde distintos ángulos para calibrarlos. Lo más frecuente es calibrar tan solo los ángulos que se van a utilizar en el programa, para así optimizar el tiempo de la mejor manera posible.



Figura 16: Útil de calibración de ángulos. Fotografía de elaboración propia.

4.5 PRINCIPALES PROBLEMAS

En el área de metrología se producen retrasos continuamente, prácticamente a diario. Los retrasos son provocados por diversas causas con orígenes diferentes y por tanto no es un problema fácil de subsanar.

Se observa, entre otras cosas, que el área de metrología tiene una carga de trabajo importante y la gestión de esta no es la adecuada. El metrólogo no dispone de ninguna herramienta para organizarse a parte de las gavetas, cuya eficacia es dudosa.

Con el equipo de medición actual, siendo éste el conjunto formado por la máquina CMM, el ordenador y el programa utilizado, no es posible programar al mismo tiempo que se mide. Por tanto, mientras se está midiendo la pieza, existe un intervalo de tiempo que muchas veces el metrólogo no aprovecha y a la larga esto se traduce en una cantidad de tiempo importante.

Debido a que los metrólogos se encargan de la gestión y mantenimiento de las galgas, cuando surge un imprevisto con alguna, han de acudir a ver que ocurre. Si esto no ocurre durante la hora en la que ambos metrólogos coinciden, lo que es habitual, significa que la máquina CMM se queda sola y sin utilizarse, provocando un improductivo muy grande.

Por último, la máquina CMM es una máquina donde el factor humano tiene mucha importancia y debido a ello es más difícil estimar tiempos de medición y programación.

4.6 CONCLUSIÓN

Debido a esta serie de problemas se decide realizar un análisis más profundo de la situación para tratar de localizar las causas raíz y de determinar e implementar acciones correctivas, con el objetivo principal de reducir el número de retrasos y de solicitudes postpuestas.

Para lograr realizar un análisis completo y preciso se considera necesaria la aplicación de una serie de medidas que ayuden a tomar datos sobre los retrasos. Se modificará el formato de órdenes de trabajo para poder reunir más información y se creará una hoja de seguimiento en Excel para poder almacenarla.

Posteriormente, se aplicará la metodología de resolución de problemas G8D .

5. SOLUCIÓN PROPUESTA

5.1 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS

Antes de comenzar a aplicar la metodología G8D, se debe de disponer de datos y medidas reales, pues sin estas no se podrá llegar a ninguna conclusión válida.

Para poder obtener medidas sobre los tiempos, retrasos e incidencias es necesario disponer de un formato o documento donde sea posible plasmar toda esta información.

Se determina además, que las solicitudes de medición se pueden aprovechar mejor añadiendo algunos campos.

A continuación se explican con mayor detalle las medidas aplicadas para obtener datos reales.

5.1.1 ACTUALIZACIÓN ÓRDENES DE TRABAJO

Se decide actualizar el formato de orden de trabajo actual con el que trabaja Kemmerich Ibérica.

Se añaden algunos campos y se quitan otros que se consideran irrelevantes.

La actualización consta de:

1. **AÑADIR NÚMERO DE PETICIÓN:** Para poder tener una buena organización y control de las solicitudes es necesario que éstas estén enumeradas. Se añade un recuadro en la esquina superior derecha donde el metrólogo comienza a enumerar las solicitudes desde el momento en el que este nuevo formato se pone en funcionamiento. El número de solicitud se reseteará y comenzará a contar de nuevo desde el número 1 al comienzo de cada año. Al quedar las solicitudes enumeradas, son más fáciles de gestionar y de identificar.
2. **AÑADIR CAMPO CLIENTE:** En Kemmerich Ibérica se trabaja con piezas de diversos clientes. Las carpetas donde se encuentran los planos, CAD's y fotos de las piezas que posteriormente el metrólogo utilizará están ordenadas por clientes. Teniendo un campo donde el cliente esté indicado le facilitará el trabajo de búsqueda, consiguiendo así que su trabajo sea más sistemático.
3. **AÑADIR CAMPO NOMBRE DE PIEZA:** Este campo se añade para que el metrólogo tenga más información sobre la pieza que ha de medir. Una pieza puede ser referida por su número de matriz, referencia de cliente o nombre, por lo que si en la solicitud aparecen todos los datos la tarea de búsqueda en las carpetas será más sencilla. Los campos número de matriz y referencia de cliente ya aparecen en el formato anterior y por tanto no es necesario añadirlos.

4. AÑADIR CAMPO MOTIVO DE MEDICIÓN: Hasta ahora las solicitudes de medición tan solo contaban con un campo de “Descripción del trabajo a realizar”. Este campo es vital, pero si el metrólogo dispone además de un campo en el que se explique el porqué de la medición, podrá saber que significado tiene el trabajo que está realizando. Podrá asimismo planificar las órdenes de trabajo, pues es más prioritaria una medición de pieza en la que se verifique que la estampación puede continuar a una de verificación para guardar como PSW.
5. AÑADIR CAMPO CAVIDAD: Con este campo el metrólogo sabrá que cavidad o cavidades son las que ha de medir en caso de que exista más de una. Si tan solo tuviera una cavidad habría que escribir un “No Aplica (NA)” en este campo. Para indicar las manos a medir, no existe campo, se indica en el campo Nº de piezas. Si han de medirse por ejemplo una pieza de cada mano se indicaría como 1+1.
6. AÑADIR CAMPOS DE TIEMPOS: Esta es la mayor modificación en el formato y la que tendrá mas utilidad. A diferencia del resto de campos, los tiempos los ha de cumplimentar el metrólogo y no el solicitante. Se remarcan con un fondo de color gris para que no se produzcan confusiones. Se añaden varios campos, empezando por “Tiempo estimado” donde el metrólogo escribirá el tiempo que a priori se necesita para la medición, en función de la tabla de tiempos estimados. Esta tabla recordamos, debe de ser actualizada pero todavía no se tienen datos reales. Se añaden también los campos “Hora de inicio” y “Hora de fin”, para poder cumplimentar una vez terminado el trabajo el campo “Tiempo total”. Además, se considera interesante incluir dos campos en los que se mida el tiempo utilizado por la máquina CMM y el tiempo empleado en realizar el reporte. De esta manera se comenzará a tener un registro de tiempos reales que podrán ser utilizados para crear una tabla de tiempos estimados con una base real. Además se podrán calcular las horas totales trabajadas por días o semanas, y comparándolas con las horas disponibles se podrá calcular la eficiencia.
7. AÑADIR CAMPO OBSERVACIONES: En el caso en el que se produzca alguna incidencia que provoque algún retraso, este campo se utilizará para indicarla. Es muy importante tener constancia de los motivos que generan los retrasos, pues solo así se podrá llegar a las causas raíz del problema.
8. AÑADIR CAMPO MEDIDO POR: De esta manera se podrá tener un registro de que métrólogo ha realizado cada trabajo.
9. SUPRIMIR CAMPO Nº DE LOTE: En el formato que estaba siendo utilizado encontramos este campo. Se decide que es irrelevante para el metrólogo y como no aporta información útil es conveniente suprimirlo.
10. SUPRIMIR CAMPO PRIORIDAD: Se cuenta con un campo en el que se indica la prioridad del trabajo, del 1 al 3. Se suprime por dos motivos. El primer motivo se debe a que el solicitante no debe de establecer la prioridad del trabajo, pues la gran mayoría de los solicitantes quieren que su petición sea realizada lo antes posible. Además, como se ha añadido el campo “Motivo de la medición”, pto. 4, el metrólogo puede decidir la importancia del trabajo en función de un dato real, por lo que el campo prioridad deja de tener funcionalidad.

Estas son todas las actualizaciones aplicadas al formato de orden de trabajo. A continuación se muestra el resultado.


		SOLICITUD DE MEDICIÓN		Cerrado:
CLIENTE		PROTOTIPOS		A RELLENAR POR CALIDAD
NOMBRE PIEZA:	N° MATRIZ	PRE-SERIES		
REFERENCIA:	CANTIDAD:	PSW		
RELEASE:	N° PIEZAS:	PZA. DE SERIE		
OBSERVACIONES:		ÚTILES/VARIOS		
FECHA SOLICITUD	FECHA REQUERIDA MEDICIÓN	SOLICITADO POR:		
SI NO ESTAN COMPLETOS TODOS LOS CAMPOS ANTERIORES, NO SE PODRÁ IDENTIFICAR EL INFORME				
A REALIZAR POR:				
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL TRABAJO:				
MOTIVO DE LA MEDICIÓN:				
OTROS	EMITIR EL INFORME CON COPIA A:			
	UNA VEZ MEDIDA Y REPORTADO EL INFORME - LA PIEZA:		CHATARRA	PSW
MEDIDO POR:	FECHA MEDICIÓN:	FECHA REPORTE:		
Cálculo de tiempos				
HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TIEMPO MAQUINA		TIEMPO TOTAL
TIEMPO ESTIMADO				
COMENTARIOS				
FOSSIM605	Sit. de Revisión: J			Emitido/Aprobado: V.López/JL Saura

Figura 17: Formato de solicitud de medición actualizado. Elaboración propia.

5.1.2 CREACIÓN DE HOJA DE SEGUIMIENTO DE SOLICITUDES CERRADAS

Con el nuevo formato de órdenes de trabajo ya es posible medir tiempos reales, ahora es necesario crear un archivo donde estos queden reflejados.

En este archivo se podrán comparar los tiempos estimados con los reales para poder actualizar la tabla de tiempos actual y convertirla en una tabla más fiable y perfeccionada.

La idea principal es crear un archivo donde se puedan trasladar todos los datos de las hojas de solicitud una vez estas han sido cerradas y también contar con un apartado donde se muestre la diferencia entre el tiempo utilizado y el estimado. Esta diferencia de tiempos ha de mostrarse individualmente para cada solicitud y para la suma de todas ellas.

Dadas las características requeridas del archivo, se decide que sin duda el mejor formato para realizarlo es Excel.

Las columnas que formarán el Excel serán datos obtenidos directamente de la orden de trabajo.

Siendo estos:

<i>-Nº de petición</i>	<i>-Fecha requerida</i>	<i>-Tiempo reporte (MIN.)</i>
<i>-Nº de matriz</i>	<i>-Medición realizada por</i>	<i>-Tiempo total (MIN.)</i>
<i>-Referencia de la pieza</i>	<i>-Tiempo estimado (Min.)</i>	<i>-Diferencia Tiempo Estimado vs. Tiempo Real</i>
<i>-Cantidad de piezas</i>	<i>-Tiempo máquina (Min.)</i>	
<i>-Fecha de reporte</i>	<i>-Descripción detallada</i>	
<i>-Clasificación tarea</i>		
<i>-Fecha medición</i>		

Además la última columna “Diferencia Tiempo Estimado vs. Tiempo Real” contará con un código de colores. La celda se pondrá de color verde si el tiempo real ha sido inferior al estimado, amarilla si el tiempo real y el estimado han sido el mismo y por último en roja si el tiempo real ha superado al tiempo estimado.

A continuación se muestra un fragmento con datos reales del archivo Excel creado para anotar los tiempos.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

KEMMERICH METAL ENGINEERING		SEGUIMIENTO TRABAJO METROLOGÍA												
N° DE PETICIÓN	N° MATRIZ	REFERENCIA	CANTIDAD AD PIEZAS	CLASIFICACIÓN TAREA	FECHA MEDICIÓN	FECHA REQUERIDA	MEDIDO POR:	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL TRABAJO:	FECHA REPORTE	TIEMPO ESTIMADO (MIN)	TIEMPO MÁQUINA (MIN)	TIEMPO REPORTE (MIN)	TIEMPO TOTAL (MIN)	TIEMPO ESTIMADO - TIEMPO TOTAL
32	8844	6F0805495	1	1	21/03/2016	21/03/2016	JULIO	MEDIR PIEZA OK. ANÁLISIS ESTATUS MATRIZ	21/03/2016	60	30	15	45	15,00
35	8700	5F0919909	6	2	21/03/2016	23/03/2016	VERONICA	OK	21/03/2016	180	150	30	180	0,00
47	8474	1347906766	2	3	22/03/2016	21/03/2016	VERONICA	PRG ESTAMPADA Y CONTROL RPS	22/03/2016	300	480	120	600	-300,00
24	9037	6F0.821.432H	2	2	22/03/2016	21/03/2016	JULIO	PRG PIEZA ACABADA	22/03/2016	240	240	30	270	-30,00
18	8279	D693-F109A732-AB	6	2	23/03/2016	21/03/2016	JULIO	PIEZAS PSW HOMOLOGACIÓN	30/03/2016	180	180	45	225	-45,00
49	7745	A213815131	5	2	31/03/2016	04/04/2016	JULIO	HOMOLOGACIÓN	31/03/2016	300	210	90	300	0,00
23	9028	6F0.821.167J8	2	2	31/03/2016	31/03/2016	VERONICA	CREACIÓN PROGRAMA	31/03/2016	720	600	60	660	60,00
41	8810	13480744	1	2	31/03/2016	11/04/2016	VERONICA	MEDIR GALGA	31/03/2016	60	50	10	60	0,00
45	8959	2Q08053134	10	2	31/03/2016	23/03/2016	JULIO	HOMOLOGACIÓN NOTA 3	31/03/2016	360	300	60	360	0,00
59	8386	1346754516	10	2	04/04/2016	05/04/2016	VERONICA/JULIO	HOMOLOGACION	06/04/2016	600	500	200	700	-100,00
40	8386	1346754516	1	3	05/04/2016	05/04/2016	VERONICA/JULIO	HOMOLOGACION	06/04/2016	700	650	60	710	-10,00
59	8386	1346754516	10	2	06/04/2016	06/04/2016	VERONICA/JULIO	HOMOLOGACION	06/04/2016	600	400	80	480	120,00
41	8388	1346767649/50	1	2	07/04/2016	07/04/2016	VERONICA	CREACIÓN PROGRAMA GALGA	07/04/2016	720	480	0	480	240,00
N.A	8959	2Q0.805.314H3	10	2	07/04/2016	07/04/2016	JULIO	MEDICIÓN OK	07/04/2016	600	500	130	630	-30,00
73	8703	575.919.309	2	3	13/04/2016	13/04/2016	VERONICA	PSW	13/04/2016	90	60	30	90	0,00
64	8007	C36964-101	4	2	13/04/2016	13/04/2016	VERONICA/JULIO	CORRESPONDENCIA GALGA Y 3D	13/04/2016	120	80	20	100	20,00
13	6918	N.A	1	2	12/04/2016	12/04/2016	VERONICA	COMPROBACIÓN DISTANCIA	12/04/2016	60	30	20	50	10,00
72	8703	575.919.309	3	2	12/04/2016	12/04/2016	JULIO	EMPB	12/04/2016	110	80	20	100	10,00
71	8700	5F0919909	3	2	11/04/2016	11/04/2016	VERONICA/JULIO	EMPB	11/04/2016	120	90	20	110	10,00
78	8706	5F3.919.309	1	2	15/04/2016	15/04/2016	VERONICA	PROTOTIPOS 01 S	15/04/2016	120	45	15	60	60,00
75	8852	6F2805327	1	1	18/04/2016	18/04/2016	VERONICA	PIEZAS DE TROKEL	18/04/2016	340	120	90	210	130,00
74	8835	6F1805327	3	1	18/04/2016	18/04/2016	VERONICA	PIEZAS DE TROKEL	18/04/2016	300	120	120	240	60,00
59	8386	1346754516	10	2	04/04/2016	04/04/2016	VERONICA	HOMOLOGACION	10/04/2016	600	600	60	660	-60,00
68	8007	1.010012.01	1	3	14/04/2016	14/04/2016	VERONICA	MEDIR PARA VER DESVIACIONES	14/04/2016	120	90	30	120	0,00
51	8557	2.011079180	2	3	05/04/2016	07/04/2016	VERONICA	VERIFICACION ESTAMPACIÓN OK	07/04/2016	210	180	30	210	0,00
78	8706	5F3919909	1	1	14/04/2016	14/04/2016	JULIO	01S	14/04/2016	90	60	15	75	15,00
84	8503	1348077415	2	3	19/04/2016	19/04/2016	VERONICA/JULIO/MARIO	PRG PRESERIES IVER	19/04/2016	840	750	70	820	20,00
70	8838	1.011816117	2	2	18/04/2016	18/04/2016	VERONICA	PRG PIEZA SOLDADA	18/04/2016	330	300	20	320	10,00
86	8706	5F3.919.309	2	1	25/04/2016	25/04/2016	VERONICA	CAMBIO INGENIERIA	25/04/2016	60	40	10	50	10,00
80	9047	A 176 636 10 16	10	3	25/04/2016	22/04/2016	VERONICA/JULIO	ENVIO ALEMANIA	25/04/2016	900	800	250	1050	-150,00
525	7561	A 274 141 15 40	1	2	25/04/2016	25/04/2016	JULIO	PSW ESTAMPADA	25/04/2016	60	45	10	55	5,00
94	8844	6F0805495	5	1	25/04/2016	25/04/2016	JULIO	NOTA 3	25/04/2016	180	150	10	160	20,00
N.A	11346	P.11346	2	2	25/04/2016	25/04/2016	JULIO	PSW MATORFE	25/04/2016	60	40	10	50	10,00
102	8848	6F1.971.503	1	3	02/05/2016	29/04/2016	VERONICA/MARIO	CREACIÓN PRG	29/04/2016	840	1300	0	1320	-480,00
103	8850	6F2.971.503	1	3	02/05/2016	29/04/2016	JULIO/MARIO	CREACIÓN PRG	29/04/2016	840	800	0	800	40,00
105	8959	2Q0.805.314/3	10	2	29/04/2016	28/04/2016	JULIO	NOTA 3	28/04/2016	480	400	60	460	20,00
101	8770	13478976	1	2	02/05/2016	02/05/2016	MARIO	CREACION PRG	02/05/2016	480	360	40	400	80,00
21	8838	6F0.809.611/2	2	2	06/05/2016	06/05/2016	VERONICA	CREACIÓN PRG	06/05/2016	840	840	30	870	-30,00
93	8838	6F0.809.611/2	10	2	09/05/2016	06/09/2016	JULIO	MEDICIÓN NOTA 3	09/05/2016	300	270	60	330	-30,00
110	8835	6F1.805.327	10	1	03/05/2016	03/05/2016	JULIO	MEDICION NOTA 3	04/05/2016	480	400	50	450	30,00
112	8840	6F08104534	10	2	05/05/2016	05/05/2016	JULIO	MEDICION NOTA 3	05/05/2016	360	300	80	380	-20,00

Figura 18: Captura del archivo Excel "Seguimiento Tareas Metrología". Elaboración propia.

5.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA G8D

Se procede a aplicar la metodología G8D para tratar de hallar la o las causas raíz que generan la gran cantidad de retrasos observada en el área de metrología del departamento de calidad, para posteriormente resolverlas mediante la implementación de acciones.

Se seguirán los pasos establecidos por esta metodología, ya descritos en el capítulo número 3.

5.2.1 PREPARACIÓN AL PROCESO G8D (D0)

En este paso se determinará la necesidad o no de la utilización del proceso G8D para resolver el problema que se presenta.

Para ello, se han creado unos gráficos indicadores que proporcionarán información visual de cuál es el estado actual del área de metrología.

Se crean dos tipos diferentes de gráficos, que están relacionados entre ellos.

El primer indicador elaborado muestra el porcentaje de solicitudes postpuestas sobre las programadas. Es decir, compara el número total de solicitudes postpuestas a final de semana con el número total de solicitudes programadas para esa semana.

El segundo, el de solicitudes cerradas a tiempo, desglosa el total de las solicitudes cerradas en cerradas a tiempo según la fecha requerida y en cerradas más tarde de la fecha requerida.

Con la hoja de seguimiento de tareas de metrología, se toman datos de las semanas 17, 18 y 19 y posteriormente se crean los correspondientes indicadores. Se comienza a medir en la semana 17 porque es la primera semana en la que se dispone de la hoja de seguimiento.

En las siguientes páginas se muestra el resultado de las 3 semanas mencionadas por separado y en conjunto.

SEMANA 17

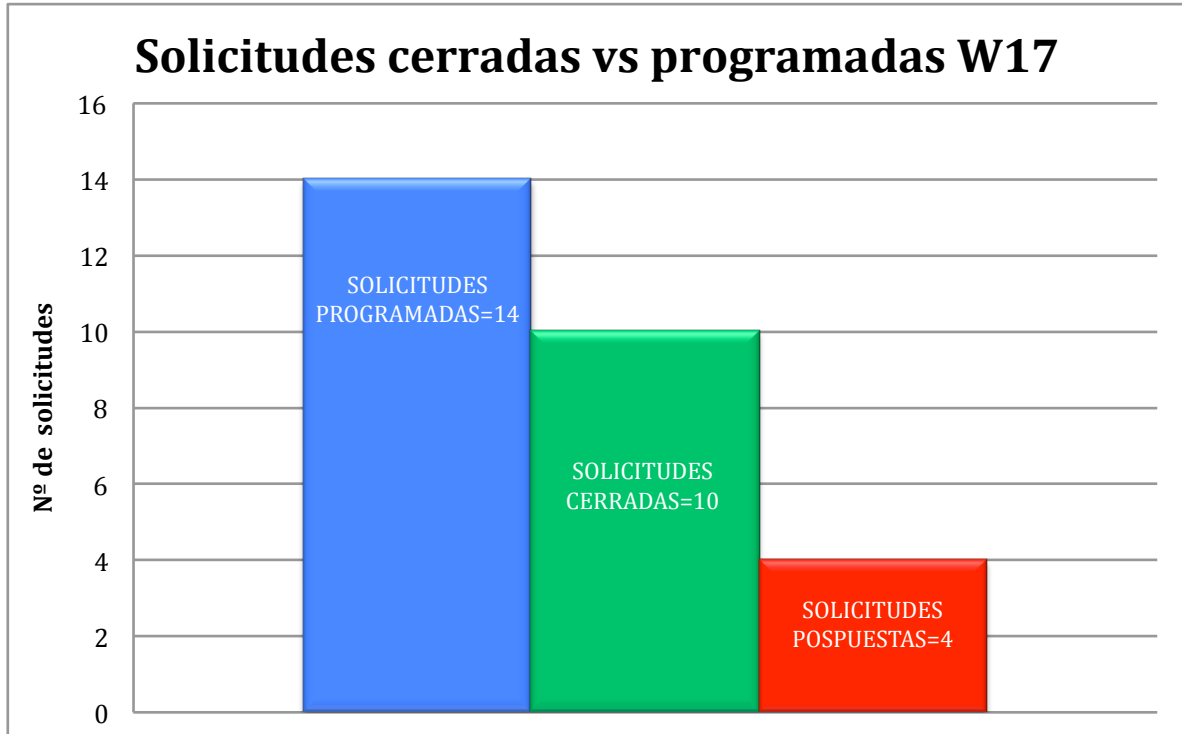


Figura 19: Indicador Solicitudes cerradas vs. programadas W17. Elaboración propia.

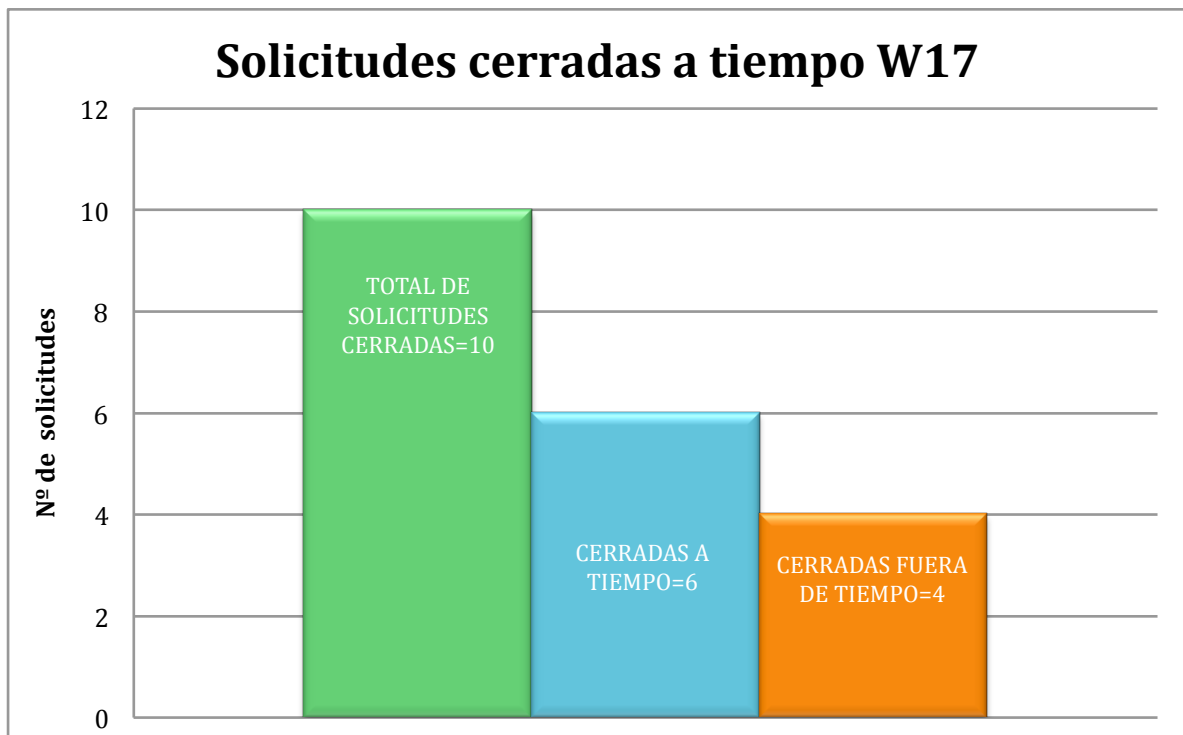


Figura 20: Indicador Solicitudes cerradas a tiempo W17. Elaboración propia.

SEMANA 18

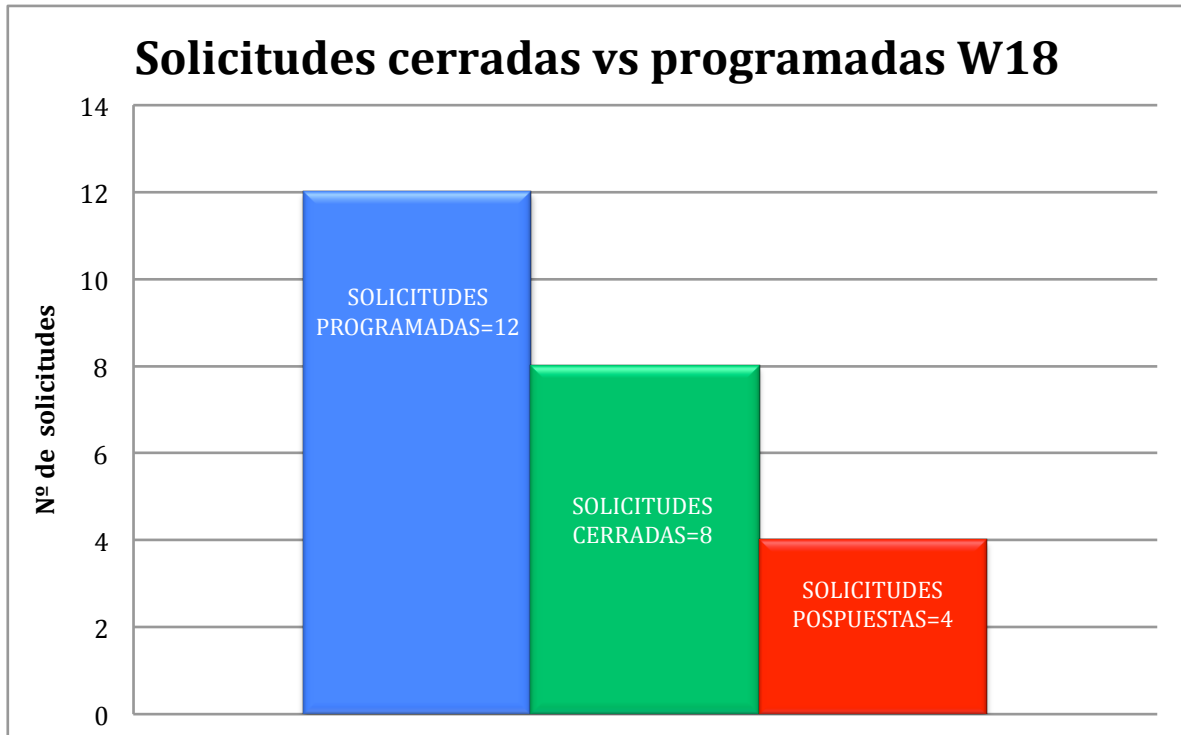


Figura 21: Indicador Solicitudes cerradas vs. programadas W18. Elaboración propia.

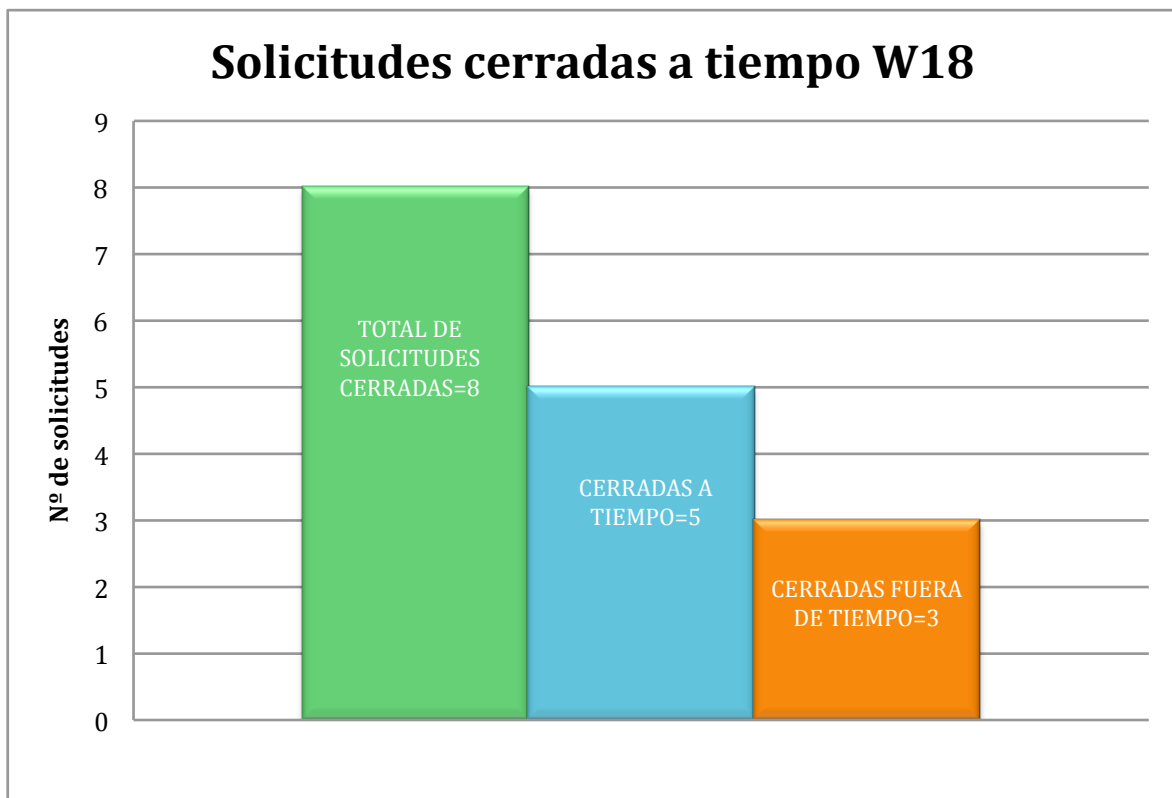


Figura 22: Indicador Solicitudes cerradas a tiempo W18. Elaboración propia.

SEMANA 19

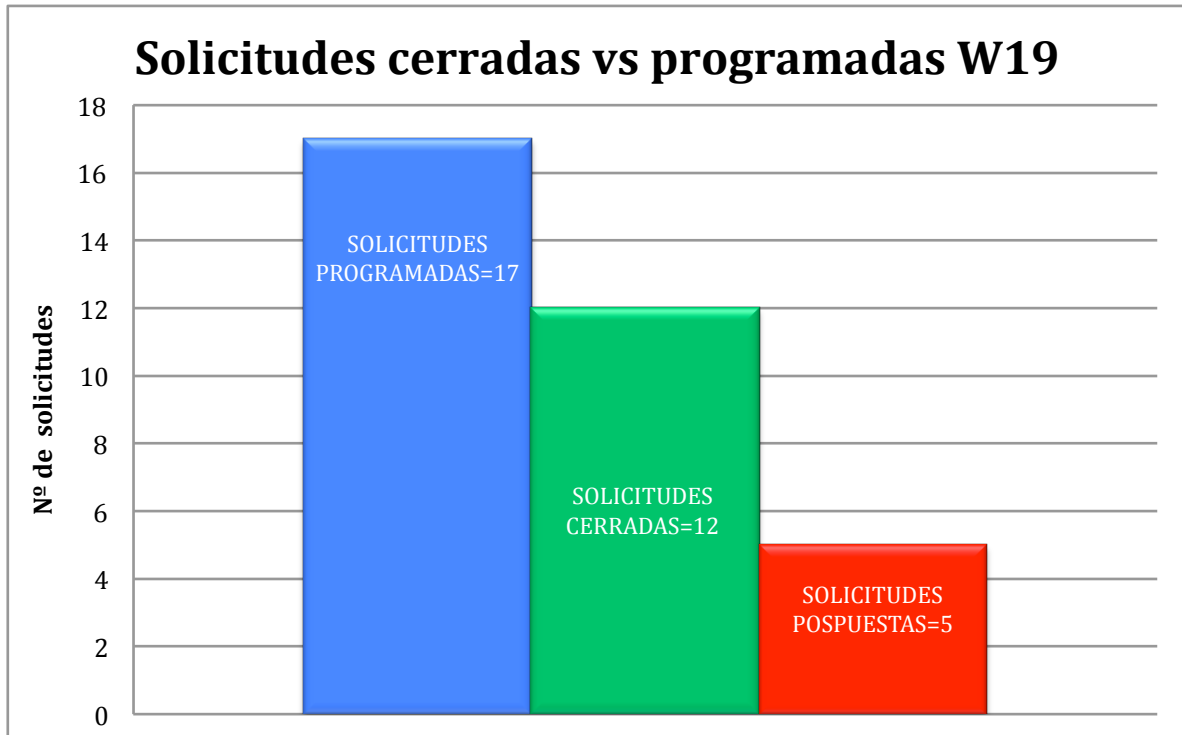


Figura 23: Indicador Solicitudes cerradas vs. programadas W19. Elaboración propia.

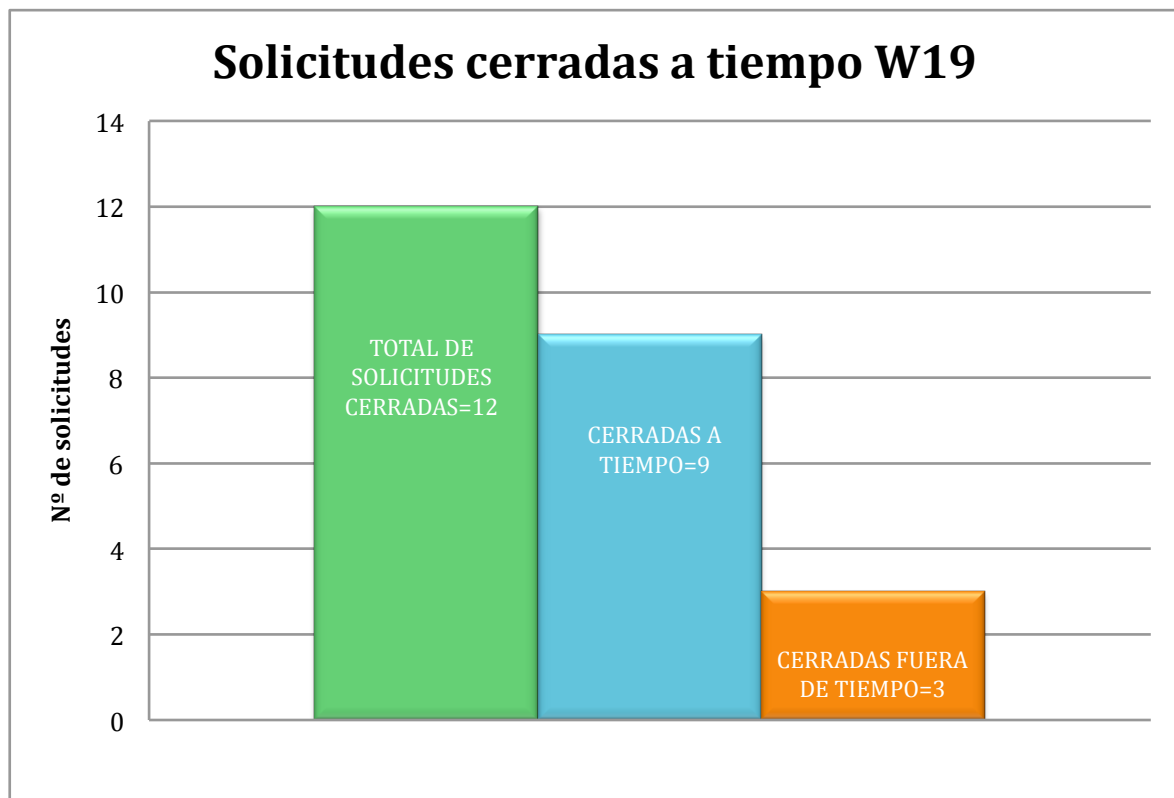


Figura 24: Indicador Solicitudes cerradas a tiempo W19. Elaboración propia.

SEMANAS 17,18 Y 19 EN CONJUNTO

Ambos indicadores cuentan con una línea porcentual para poder observar la tendencia. En el primer indicador se muestra el porcentaje de solicitudes postpuestas frente a las programadas y en el segundo se muestra el porcentaje de las solicitudes cerradas a tiempos frente al total de cerradas.

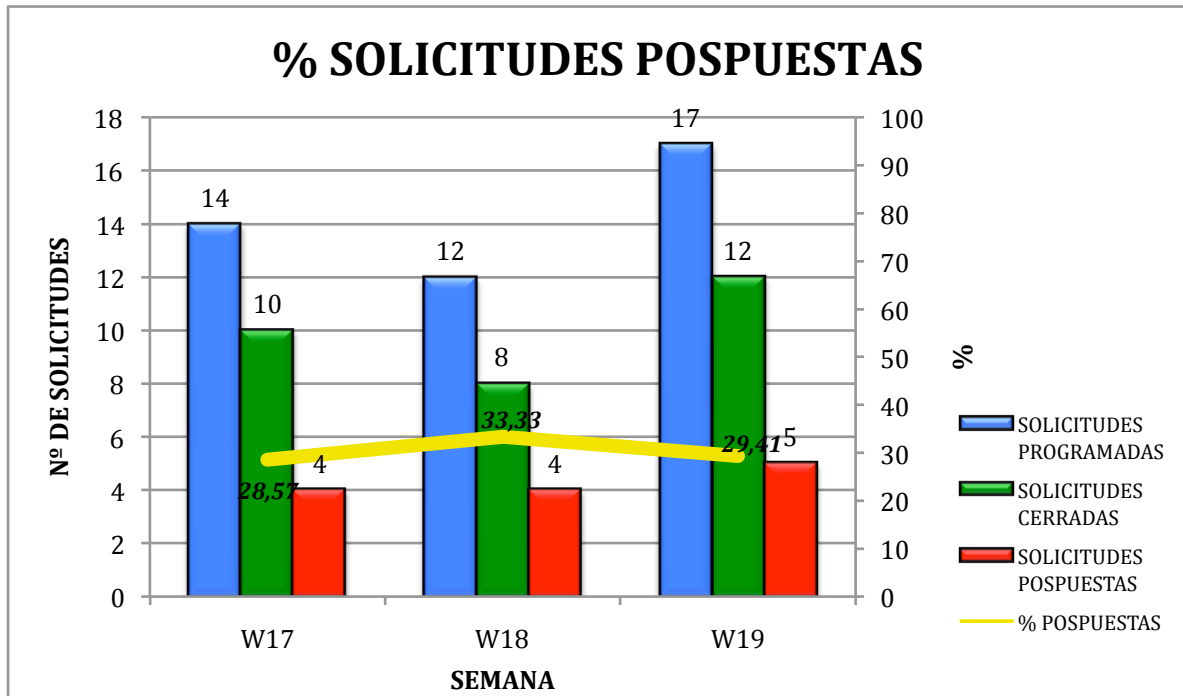


Figura 25: Indicador de % de solicitudes postpuestas en semanas 17-18-19. Elaboración propia.

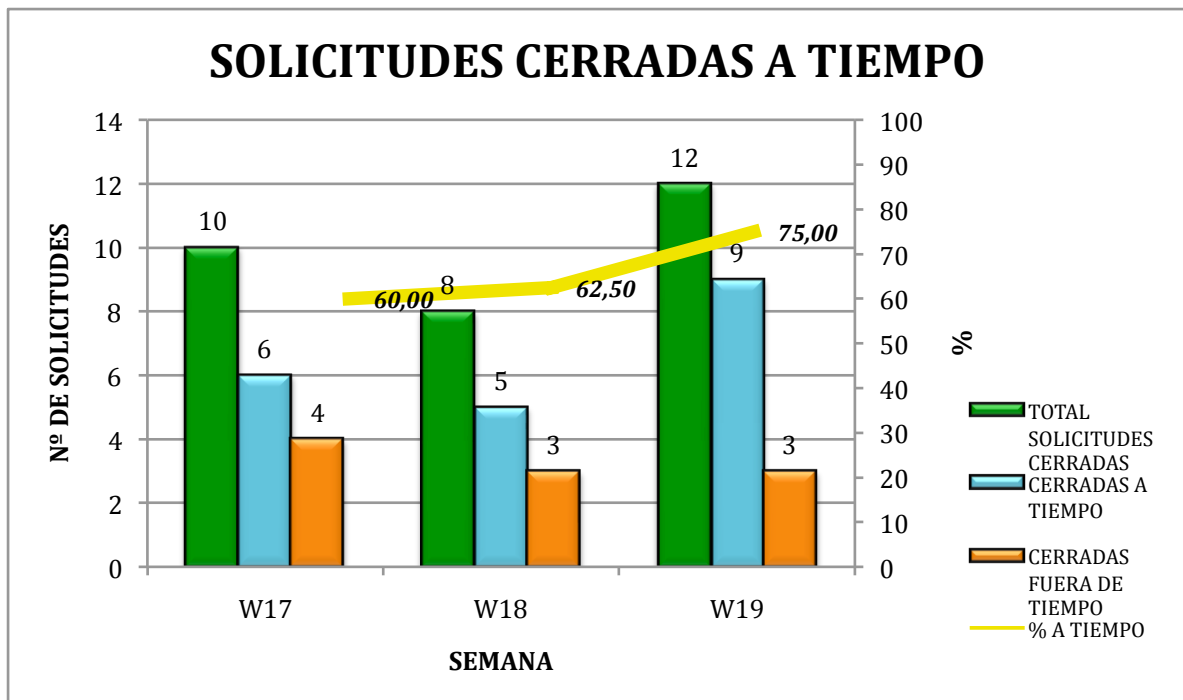


Figura 26: Indicador de % solicitudes cerradas a tiempo en semanas 17-18-19. Elaboración propia.

En el indicador mostrado en la Figura 25, se observa que el porcentaje de solicitudes que se pospone es muy elevado. Prácticamente 1 de cada 3 solicitudes que se está realizando acaba posponiéndose lo que es un improductivo muy grande.

En el indicador mostrado en la Figura 26, se indica el número de solicitudes que se han cerrado dentro de la fecha requerida y las que no. El porcentaje de los trabajos terminados en fecha requerida respecto al total de trabajos terminados varía entre el 60% y el 75%. Son porcentajes muy mejorables, pues el objetivo es que todas las solicitudes recibidas sean realizadas dentro de la fecha requerida. Se observa una ligera tendencia positiva pero debido a que todavía no se han tomado medidas correctivas, y que son datos de tan solo 3 semanas, no se puede considerar como algo relevante.

Con estos resultados se determina que realmente existe un problema de retrasos importante por lo que será necesario proceder a la aplicación de la metodología G8D con el objetivo principal de reducirlos.

5.2.2 ESTABLECER UN GRUPO PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA (D1)

Se trata del primer paso, en el que se debe de formar un equipo en el cual todos los miembros pongan de su parte para tratar de subsanar el problema.

Para el problema que se presenta, se decide que la ayuda de los metrologos es vital pues nadie mejor que ellos conoce el proceso de trabajo que se sigue en el área de metrología.

El director de calidad también participa dando su opinión sobre las medidas que se toman, proponiendo alternativas en el caso que piense que sea necesario.

El autor de este proyecto asume la función de impulsor del equipo y se apoyará y preguntará todo lo que estime oportuno al resto de miembros. Además les mantendrá informados en todo momento de nuevos progresos en cualquiera de los pasos de este método.

5.2.3 DESCRIBIR EL PROBLEMA (D2)

En este paso se describirá el problema principal de una forma detallada.

Para ello, se utilizan una serie de herramientas de gran utilidad.

Primero se ha realizado una Tabla ES/NO ES para describir algunos problemas con una mayor precisión, analizando el porqué del problema, la frecuencia, el culpable y la tendencia.

A continuación de la tabla, se aplica el método de los 5 porqués a los problemas con tendencias en aumento.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

TABLA ES/NO ES. RETRASOS EN EL ÁREA DE METROLOGÍA		
PROBLEMA: RETRASOS DEBIDOS A UN ERROR DE PLANIFICACIÓN POR PARTE DEL SOLICITANTE		
	ES	NO ES
QUÉ? (Defecto)	-La pieza no está disponible cuando se va a medir -Se planifica para un día en el que no es posible	-La pieza está deformada -Solicitante se niega a entregarle la pieza a metrología
FRECUENCIA	-Alta	-Baja
QUIÉN? (Culpable)	-Solicitante	-Metrólogo
TENDENCIA	-Estable	-Aumentando -Disminuyendo
PROBLEMA: RETRASOS DEBIDOS A IMPREVISTOS CON EL CAD		
	ES	NO ES
QUÉ? (Defecto)	-El CAD no se encuentra en la carpeta -Hay mas de un CAD disponible	-Formato CAD erróneo -CAD con datos incorrectos
FRECUENCIA	-Alta	-Baja
QUIÉN? (Culpable)	-Ingeniero de Calidad	-Metrólogo
TENDENCIA	-Aumentando	-Estable -Disminuyendo
PROBLEMA: RETRASOS DEBIDOS A CAMBIOS CONSTANTES EN LA PLANIFICACIÓN		
	ES	NO ES
QUÉ? (Defecto)	-Se hacen solicitudes muy urgentes, “de hoy para hoy”	-Cambio de planificación por preferencias del metrólogo
FRECUENCIA	-Alta	-Baja
QUIÉN? (Culpable)	-Solicitante	-Metrólogo
TENDENCIA	-Aumentando	-Estable -Disminuyendo
PROBLEMA: RETRASOS DEBIDOS A QUE LA PIEZA NO PUEDE COLOCARSE CORRECTAMENTE EN LA MÁQUINA CMM		
	ES	NO ES
QUÉ? (Defecto)	-Falta de útil correcto -Falta de comunicación entre metrólogos	-Fallo pieza -Máquina CMM averiada
FRECUENCIA	-Baja	-Alta
QUIÉN? (Culpable)	-Metrólogo	-Solicitante
TENDENCIA	-Estable	-Aumentando -Disminuyendo
PROBLEMA: RETRASOS DEBIDOS A ESTIMACIÓN DE TIEMPOS INCORRECTA		
	ES	NO ES
QUÉ? (Defecto)	-Tabla estimación de tiempos utilizada NOK	-Ausencia de estimación de tiempos
FRECUENCIA	-Alta	-Baja
QUIÉN? (Culpable)	-Metrólogo	-Solicitante
TENDENCIA	-Aumentando	-Estable -Disminuyendo

Figura 27: Tabla ES/NO ES sobre los retrasos en metrología. Elaboración propia.

Analizando la tabla de la Figura 27, se observa que en los retrasos debidos a imprevistos con el CAD, a cambios constantes en la planificación y a estimación de tiempos incorrecta se tiene una tendencia en aumento. Esto significa que cada vez ocurre más veces y por tanto se producirán todavía más retrasos. A partir de aquí el análisis se centra en esos problemas pues son los que necesitan con más urgencia ser resueltos.

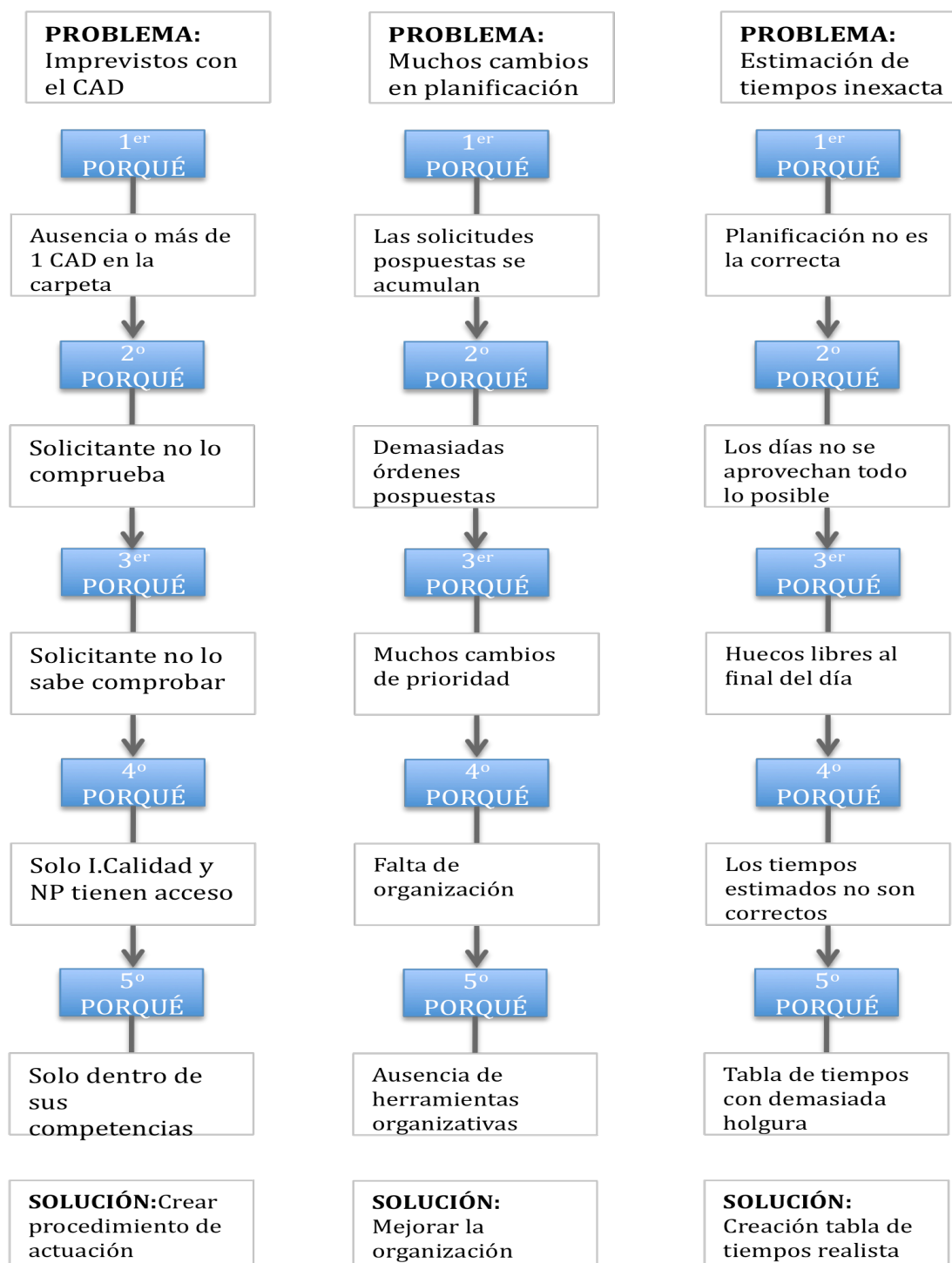


Figura 28: Aplicación técnica 5 PORQUÉS a la situación dada. Elaboración propia.

El paso D3, en el que se ha de implementar una acción provisional, se obvia en este proyecto pues no se considera que el problema sea de una magnitud lo suficientemente elevada como para que sea necesario.

5.2.4 IDENTIFICAR LA CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA (D4)

Los principales problemas que causan retrasos en el área de metrología ya han sido descritos en el paso D2.

En este paso, se tratará de identificar la causa o causas raíz del problema.

Para lograrlo, se ha elaborado un diagrama de Pareto que contabiliza los retrasos debidos a las diferentes causas.

El número de retrasos se ha ido contabilizando durante el tiempo en el que se ha medido, desde la semana 17 hasta la semana 24. El formato de solicitud de medición actualizado contiene un apartado destinado a observaciones, donde los metrólogos apuntan el motivo por el que hay retraso cuando este existe.

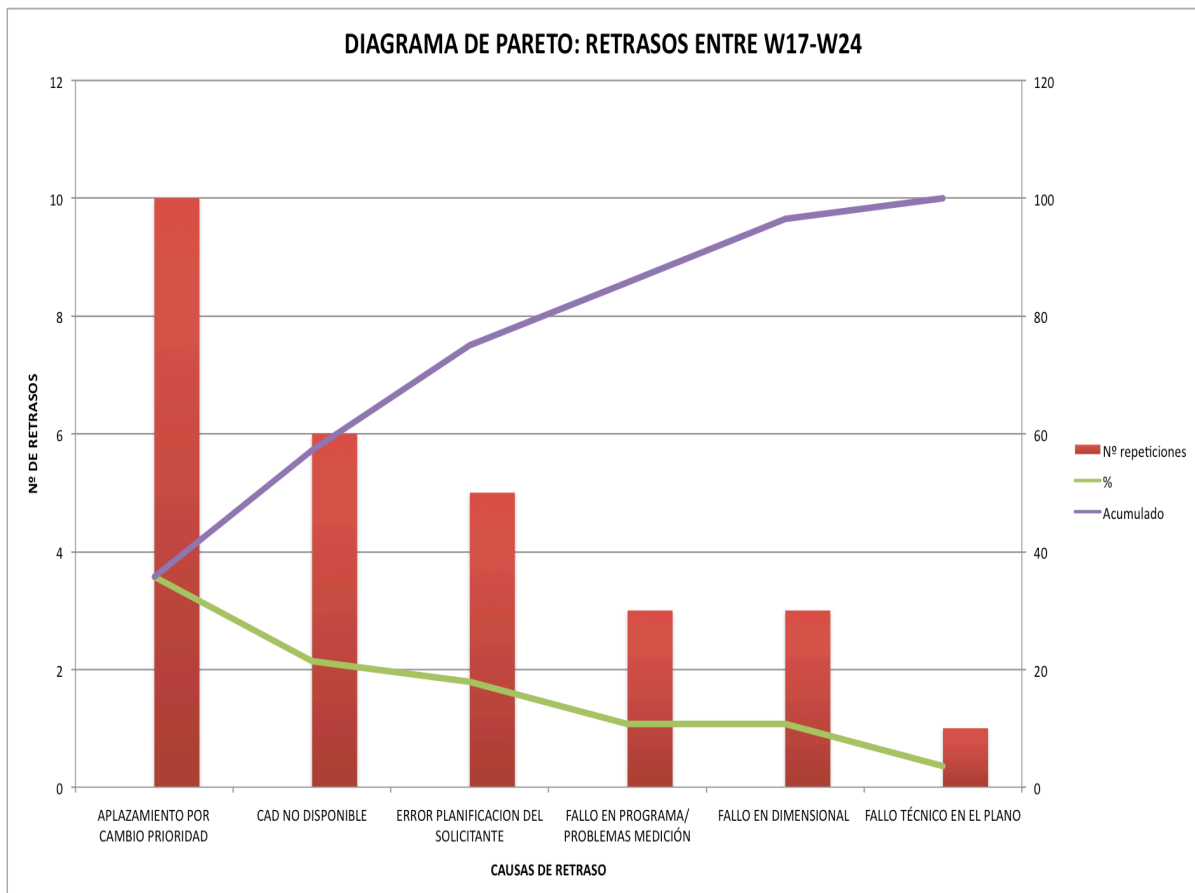


Figura 29: Diagrama de Pareto sobre retrasos en metrología. Elaboración propia.

Analizando el diagrama Pareto se llega a la conclusión de que hay 3 causas principales por las que se producen retrasos.

En primer lugar y más destacado están los retrasos debidos a aplazamientos por cambios de prioridad. Son debidos en su gran mayoría a mediciones de piezas producidas en una PTR, que de no medirse inmediatamente se producirá un retraso en la prensa pues se necesita una verificación para seguir produciendo. Las urgencias son difíciles de prevenir pero existen diversas soluciones para reducir su impacto. Una posible solución es dejar un espacio libre en la planificación del día destinado a estas. Otra posible solución sería revisar la planificación de prensas al comienzo de la semana y ver cuantas PTR's hay programadas. Con estas propuestas el metrólogo podría organizarse para poder asumir una gran parte de las urgencias sin tener que causar retrasos en el resto de la planificación.

La segunda causa principal que genera retrasos es la debida a CAD no disponible. El principal problema se debe a que el metrólogo se dirige a la carpeta donde se encuentra el CAD de la pieza que va a medir, y se encuentra con que la carpeta está vacía o que contiene más de un CAD. Sin CAD el metrólogo no puede continuar pues es fundamental, y si existe más de un CAD el metrólogo no sabe cual es el correcto pues muchas veces los cambios entre uno y otro son mínimos pero determinantes. Ingeniería de Calidad es la responsable de que el CAD correcto se encuentre en la carpeta correspondiente pero no siempre cumple.

Otra causa que se debe considerar, aunque no tenga tanta importancia como las dos mencionadas anteriormente, es el error de planificación del solicitante. A veces ocurre que el metrólogo se dispone a realizar un trabajo y se encuentra con que la pieza no se encuentra en el área de metrología, siendo el solicitante el encargado de llevar la pieza. Otras veces, el solicitante pone una fecha como requerida pero es posible que ya esté completa de solicitudes planificadas. No existe ninguna agenda donde el solicitante tenga acceso y pueda ver los huecos disponibles por días.

En resumen, estas 3 causas son las que provocan la gran mayoría de los retrasos, el 80% prácticamente, y por tanto se procede a determinar acciones para corregirlas.

5.2.5 DETERMINAR ACCIONES CORRECTIVAS (D5)

Se trabaja con los metrologos y con el jefe del departamento de calidad para determinar las acciones que ayuden a reducir los retrasos. Estas acciones se centran en las causas de retraso principales identificadas en el paso D4.

A continuación se exponen y describen las acciones determinadas.

-CREACIÓN DE UNA TABLA DE TIEMPOS REALES

Con los datos obtenidos en la hoja de seguimiento de solicitudes cerradas se ha realizado una tabla de tiempos reales aproximados. Esta tabla sustituye a la tabla de estimación de tiempos que se utilizaba hasta ahora.

Para facilitar la explicación se divide la tabla en función del trabajo a realizar.

<u>TIEMPOS APROXIMADOS DE LOS TRABAJOS DE METROLOGÍA</u>	
PROGRAMACIÓN (RH/LH)	
Pieza Nivel 1 ->	$3H (RH) + 1H (LH) = 4H$
Pieza Nivel 2 ->	$6H (RH) + 3H (LH) = 9H$
Pieza Nivel 3 ->	$10H (RH) + 4H (LH) = 14H$

**Figura 30: Tabla de tiempos para creación de programa en función de la complejidad de la pieza.
Elaboración propia.**

Los tiempos que se estimaban hasta ahora tenían demasiada holgura. En las piezas de un nivel de complejidad alto, nivel 3, la estimación de los tiempos era la correcta pero no era así en el resto de piezas. En las piezas de nivel de dificultad 1 se reduce 1 hora el tiempo requerido y en las piezas de nivel 2 se reduce 3 horas.

<u>TIEMPOS APROXIMADOS DE LOS TRABAJOS DE METROLOGÍA</u>	
PROGRAMA VALIDACIÓN DE GALGA (RH/LH)	
Galga Nivel 1 ->	$3H (RH) + 1H (LH) = 4H$
Galga Nivel 2 ->	$6H (RH) + 3H (LH) = 9H$
Galga Nivel 3 ->	$10H (RH) + 4H (LH) = 14H$

Figura 31: Tabla de tiempos para creación de programa de galgas en función de la complejidad de la galga. Elaboración propia.

El procedimiento para crear el programa de una galga es idéntico al de creación de programa de una pieza. Por tanto, los tiempos necesarios para realizar un programa son los mismos independientemente de si se trata de una pieza o de una galga.

<u>TIEMPOS APROXIMADOS DE LOS TRABAJOS DE METROLOGÍA</u>	
MEDICIÓN (RH/LH)	
Pieza Nivel 1 ->	$\frac{1}{2} H (RH) + \frac{1}{2} H (LH) = 1H$
Pieza Nivel 2 ->	$1H (RH) + 1H (LH) = 2H$
Pieza Nivel 3 ->	$1 \frac{3}{4} H (RH) + 1 \frac{3}{4} H (LH) = 3 \frac{1}{2} H$

Figura 32: Tabla de tiempos para medición de piezas en función de la complejidad de la pieza. Elaboración propia.

Los tiempos estimados hasta ahora para la medición de piezas eran muy similares a los que se han obtenido a partir de los datos reales. La única variación que se ha obtenido ha sido para las piezas de nivel de complejidad 3, donde se aumenta en media hora el tiempo necesario para realizar este trabajo.

Con estas nuevas tablas basadas en datos reales se espera reducir los huecos libres al final de cada día debidos a una estimación incorrecta de los tiempos.

-CREACIÓN DE UNA AGENDA EN FORMATO EXCEL

La creación de esta agenda tiene como principal objetivo tener una mejor planificación de los trabajos.

Es un método más ordenado que el de la agenda física y las gavetas, y es más fácil plasmar los cambios de una tarea de un día para otro. También es posible programar las auditorías de producto y las calibraciones de galga pues hasta ahora no se llevaba una planificación de ellas. La agenda se debe poner en un espacio compartido para que toda la empresa pueda tener acceso y ver los huecos disponibles de cada día.

En el Excel creado aparecen todas las semanas del año, cada una en una hoja. En ellas aparece un horario de lunes a viernes con las horas en las que el departamento de metrología está activo, desde las 6h de la mañana hasta las 21h de la noche. Los espacios en los que no se puede planificar ningún trabajo se encuentran indicados. Espacios como descanso de turno, reunión del departamento de calidad o limpieza y mantenimiento de la máquina CMM.

El procedimiento para programar una solicitud es el siguiente. En la primera hoja existe un formato similar a un "Post it", con diferentes campos a rellenar. Se rellenan los datos indicados y posteriormente se mueve al día y a la hora en el que se desea tener listo el trabajo, siempre que esté disponible. Los "Post it" han de ocupar el espacio equivalente al tiempo requerido para su realización, obtenido de la tabla de tiempos.

Se establece un código de colores y de letras para poder saber el estado de una solicitud; si no se ha pospuesto, si se ha pospuesto una vez, si se ha pospuesto más de una vez o si la solicitud ya está cerrada. El código de colores es el siguiente:

- Sin Posponer – "Post it" de color verde y letra A
- Pospuesto 1 vez – "Post it" de color amarillo y letra B
- Pospuesto más de una vez – "Post it" de color rojo y letra C
- Cerrado – "Post it" de color azul y letra que tenía en el momento de cerrarse

Las baldas de la gaveta que antes se utilizaban para dejar las solicitudes programadas de lunes a viernes se dejan de utilizar. En su lugar se etiqueta una balda con el título "programadas" en la que se colocarán las solicitudes que ya se han planificado en la agenda.

A continuación se muestra una captura de la semana 22 de la agenda en formato Excel. La captura corresponde al cierre de turno del jueves. Se observan las solicitudes cerradas de lunes a jueves y las programadas para el viernes. Tan solo se muestran las primeras horas de cada día debido a las dimensiones del Excel.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

SEMANA 22					
	30	31	1	2	3
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
6:00	CALIBRACIÓN MÁQUINA	CALIBRACIÓN MÁQUINA	CALIBRACIÓN MÁQUINA	CALIBRACIÓN MÁQUINA	CALIBRACIÓN MÁQUINA
6:30	PREPARACION DE TRABAJO	PREPARACION DE TRABAJO	PREPARACION DE TRABAJO	PREPARACION DE TRABAJO	PREPARACION DE TRABAJO
7:00	Program/Medicion: P+M Nº Peticion: 158 Nº Matriz: 8390	Program/Medicion: M Nº Peticion: 162 Nº Matriz: 8835	Program/Medicion: M Nº Peticion: 169 Nº Matriz: 7561	Program/Medicion: P+M Nº Peticion: 159 Nº Matriz: 8810	Program/Medicion: P+M Nº Peticion: 151 Nº Matriz: 8959
7:30	Medida por: JULIO Tarea: Programa tras cambio ing. + copia espejo + (1+1), para preserie	Program/Medicion: M Nº Peticion: 163 Nº Matriz: 8852	Medida por: Julio Fecha solicitud: 20-04-2016 Tarea: PASADOR Y CALADOS Fecha Requerida: 03-06-2016 Fecha Cierre:	Medida por: JULIO/ VERONICA Tarea: Programa pieza acabada + dimensional preseries	Medida por: VERONICA Tarea: Modificar programa y medir 1+1
8:00	Fecha Requerida: 30/05/2016 Fecha Cierre: 30/05/2016	Program/Medicion: M Nº Peticion: 160 /161 Nº Matriz: 3766	Fecha Cierre: T.estimado: 90 MIN T.reporte: 10 MIN T.3D: MIN	Fecha Requerida: 03/06/2016 Fecha Cierre: 02/06/2016	Fecha Requerida: 01/06/2016 Fecha Cierre: Fecha solicitud: 24/05/2016
8:30	Fecha solicitud: 26/05/2016	Medida por: Julio Tarea: Medición para liberar	Cod.Post: A		T.estimado: 5H
9:00	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD
9:30	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD	REUNIÓN CALIDAD
10:00	Program/Medicion: M Nº Peticion: 156 Nº Matriz: 8341	Program/Medicion: M Nº Peticion: 164 Nº Matriz: 8710	Program/Medicion: M Nº Peticion: 193 Nº Matriz: 8386	Program/Medicion: P+M Nº Peticion: 159 Nº Matriz: 8810	Program/Medicion: P+M Nº Peticion: 151 Nº Matriz: 8959
10:30	Medida por: JULIO Tarea: MEDIR 2+2 PARA DSM	Medida por: JULIO	Medida por: JULIO Tarea: VERIFICACIÓN ET	Medida por: JULIO/ VERONICA	Medida por: VERONICA

Figura 33: Captura de la agenda en formato Excel, semana 22. Elaboración propia.

-INSTALACIÓN PANEL VISUAL

Como herramienta de seguimiento se propone instalar un panel visual en el área de metrología para la planificación de las solicitudes. El objetivo principal de la gestión visual es mostrar de una manera sencilla y evidente el estado de la planificación diaria en el área en cualquier momento.

El panel se compone de 2 tiras metálicas adhesivas donde se fijaran las solicitudes con ayuda de imanes. Cada tira se corresponde con un día pues en este panel tan solo se muestran las órdenes programadas para el día actual, etiquetado como hoy, y el día siguiente, etiquetado como mañana. Todas las horas están indicadas, así como los intervalos de tiempo que no están disponibles porque son destinados a tareas diarias.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Los imanes son de colores y utilizan el mismo código que se utiliza en la agenda en formato Excel. Se cuenta también con unos imanes más grandes etiquetados con “Auditoría producto” y con “Calibración galgas” para poder planificar estas actividades en el panel visual.

Los metrólogos son los encargados de gestionar el panel visual. Al finalizar la jornada, estos se encargan de intercambiar los carteles de “hoy” y “mañana” de las tiras, para evitar mover todas las solicitudes. Posteriormente colocan en la tira “mañana” las solicitudes pertinentes, siguiendo el proceso que se explica a continuación.

El metrólogo mira en la agenda Excel el día que se desea trasladar al panel visual. Se dirige a la balda de la gaveta etiquetada como “programadas” y busca las solicitudes correspondientes. Acto seguido las coloca en el panel visual en las horas a las que se han programado en la agenda e indicando, mediante el color de los imanes, el estado de cada una.

Cuando se va a comenzar a trabajar en una orden, el metrólogo la coge del panel pero deja el imán puesto. Cuando termina el trabajo, vuelve a colocar la solicitud en la tira y coge la siguiente. De esta forma los metrólogos, o cualquier persona que entre en el área, puede observar el progreso diario al instante, viendo el número de solicitudes cerradas y las pendientes.

El panel funciona correctamente, pues se logra mostrar el progreso diario del área de una manera sencilla y fácil de interpretar, y en el caso de tener que realizar cualquier cambio en la planificación diaria es posible hacerlo rápidamente.

A continuación se muestra una imagen del panel visual como ejemplo con ambos días programados.

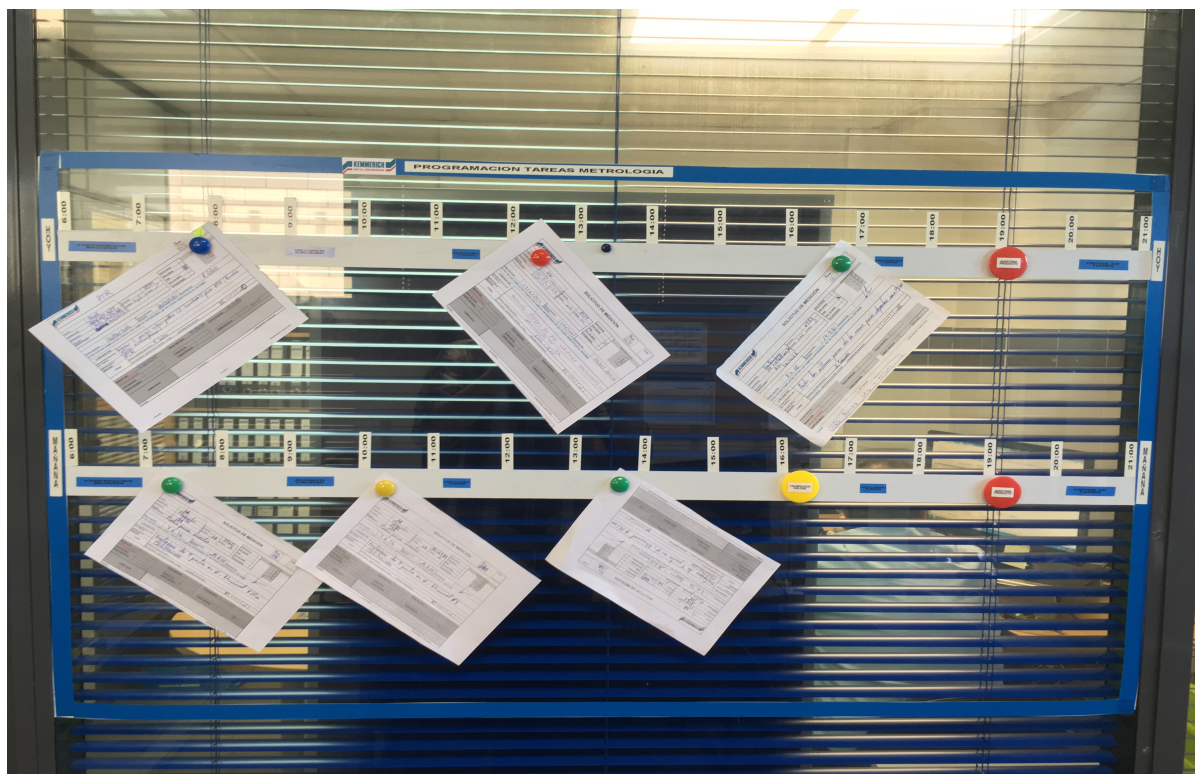


Figura 34: Panel visual instalado en el área de metrología. Fotografía de elaboración propia.

-PLANIFICAR CALIBRACIÓN DE GALGAS MEDIANTE HERRAMIENTA CAQ

La herramienta informática CAQ se comenzó a utilizar en Kemmerich Ibérica a finales del año 2015. Esta herramienta cuenta con un apartado destinado a la gestión de las galgas, pero no se aprovecha debidamente pues este no se utiliza para planificar en el calendario cuando ha de calibrarse cada galga.

Por tanto, como se necesita comenzar a planificar la calibración de las galgas, se decide empezar a utilizar el CAQ con este fin.

Para planificar la calibración de las galgas el procedimiento que se va a seguir es el siguiente:

Al comienzo de cada mes, los metrologos se reunirán para planificar la calibración de las galgas de ese mes. Para ello, iniciarán la herramienta CAQ y pulsarán el botón “Gage Management”. Entonces, se desplegará una lista con todas las galgas pendientes de calibración en ese mes y los metrologos las planificarán en la agenda para asegurar que todas se calibran.

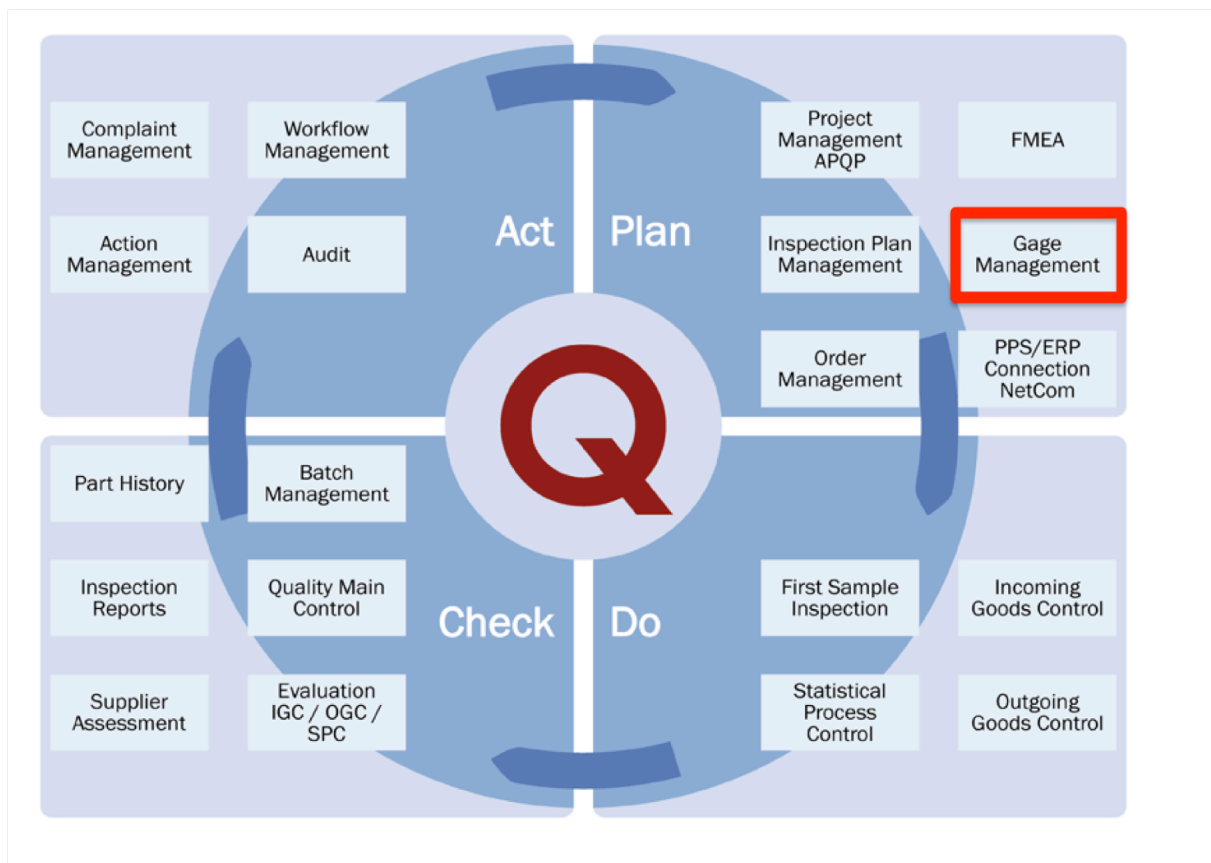


Figura 35: Captura de la herramienta CAQ utilizada en Kemmerich Ibérica.

Cuando llegue el día en el que el metrologo haya de calibrar una galga, este volverá a repetir el procedimiento de abrir el CAQ y pulsar el botón “Gage Management”, buscará en la lista la galga planificada y pulsará sobre ella, despegándose una check-list con todas las acciones a realizar sobre ella. Irá realizando las tareas y marcándolas como realizadas en el CAQ hasta terminar.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Insp_step	Charact.no.	Charact.descr.	Charact.type	Normal no.
1	ATT_430-1	dimensional proveedor	ATT	
2	ATT_430-2	RPS, GAP, MPs...	ATT	
3	ATT_430-3	Puntos control identificados	ATT	
4	ATT_430-4	Incorporables unidos e ident.	ATT	
5	ATT_430-10	Elementos específicos galga	ATT	
6	ATT_430-5	Color galga cliente	ATT	
7	ATT_430-6	Etiqueta actualizada	ATT	
8	ATT_430-7	Patas y asas OK	ATT	
9	ATT_430-8	Limpieza general	ATT	
10	ATT_430-9	Reloj específico para galga	ATT	
11	ATT_430-11	Pieza montabe/desmontable	ATT	
12	ATT_430-12	Clampas OK	ATT	
13	ATT_430-13	Desgaste de galga	ATT	
14	ATT_430-14	Libre de golpes/defectos	ATT	
15	ATT_430-15	P/NP según IC	ATT	
16	ATT_430-16	Dimensional	ATT	
17	ATT_430-17	Pegatina calibración OK	ATT	

Figura 36: Captura de la check-list de calibración de una galga en CAQ.

-ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA BÚSQUEDA DEL CAD

Los retrasos debidos a imprevistos con el CAD son elevados y por tanto determinar una acción que ayude a reducirlos es muy importante. Se decide que los metrólogos comiencen a seguir un procedimiento cada vez que tengan que utilizar un CAD.

Para que este procedimiento se lleve a cabo se cumplen dos requisitos principales.

El primer requisito es que Ingeniería de Calidad se compromete a colocar el CAD correcto, de la pieza de la que se solicita el trabajo, en la carpeta de calidad. De este modo cada vez que sea Ingeniería de Calidad la solicitante de un trabajo se tendrá el CAD correcto en su carpeta.

El segundo requisito consiste en otorgar a los metrólogos un acceso al software PDM. Se les instruye para que sepan utilizarlo y así poder coger por su cuenta los CAD's en el caso de que no se encuentren en la carpeta. Si existiese más de un CAD en el PDM, el metrólogo debe de preguntar al solicitante cuál es el CAD correcto.

A continuación se muestra un diagrama de flujo con el procedimiento de actuación mencionado.

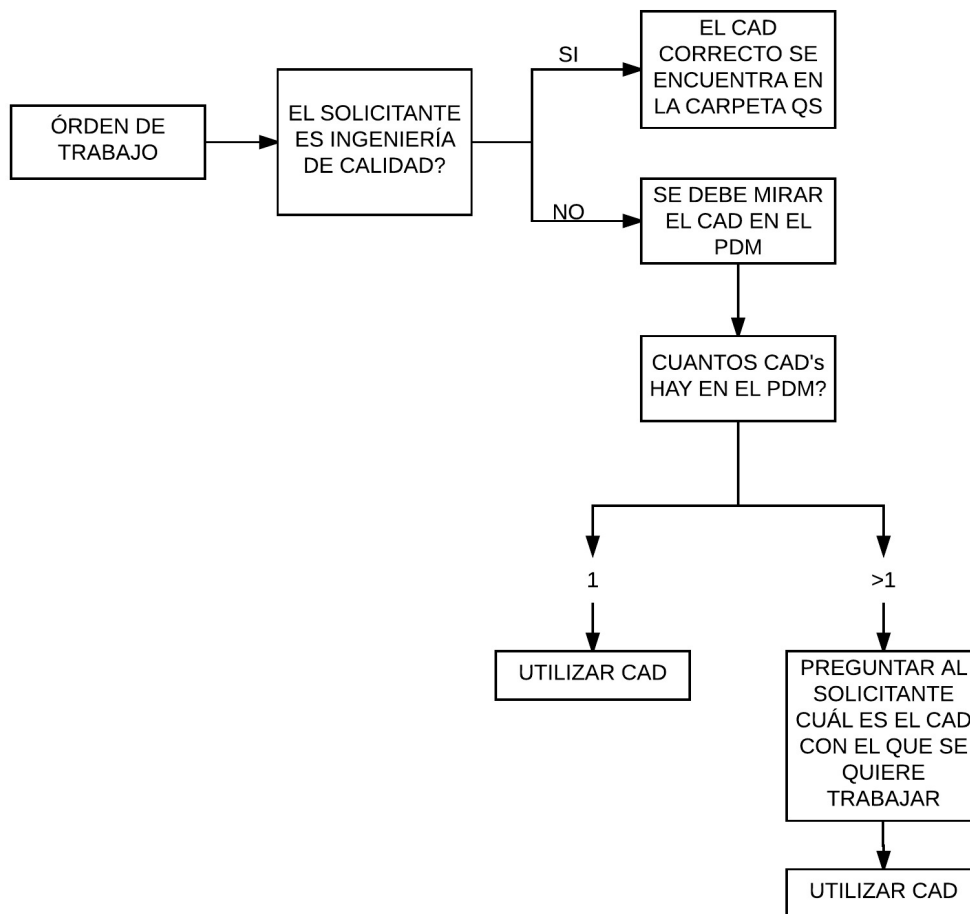


Figura 37: Diagrama de Flujo: Procedimiento de búsqueda de CAD. Elaboración propia.

-ELABORACIÓN DE UNA CHECK-LIST DE TAREAS DIARIAS

Como herramienta operativa para tratar de cumplir las 5S se elabora una tabla con las tareas diarias a realizar por parte de metrología. Dentro de estas tareas se encuentran las relacionadas con el orden y la limpieza, con un correcto ambiente para la máquina CMM o con la actualización de listados. De esta manera se crea un hábito de orden, limpieza y trabajo.

El métrólogo que realice la tarea debe de firmar para poder llevar un control del grado de cumplimiento. Dependiendo de la tarea se realizará en ambos turnos o tan solo en uno. La tabla cuenta además con un apartado de observaciones para anotar posibles incidencias.

La tabla elaborada se muestra a continuación.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL


	TAREAS DIARIAS METROLOGÍA													SEMANA: _____
	DÍA DE LA SEMANA		L		M		X		J		V		OBSERVACIONES	
	TURNO		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T		
	Tarea a Realizar		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	1.-Limpieza 3D.Limpieza de la bancada con agua y jabón, limpieza de las guías con alcohol.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	2.-Revisar presión del aire.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	3.-Asegurar una correcta T _a (entre 18°C y 22°C) y humedad.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	4.-Calibración palpador 3D. Se calibrarán sólo los ángulos del programa a utilizar.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	5.-CAQ, revisión y actualización del listado de calibración de galgas.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	6.-Auditorías de producto. Revisión y actualización del listado de auditorías de producto.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	7.-Galgas, revisión y actualización del listado de galgas en reparación.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
	8.-Planificar trabajo día siguiente en panel visual.		Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:	Fdo. Por:		
*Todas las tareas deben realizarse el día y turno que el color indica , en caso contrario anotar en observaciones los motivos. Se debe de firmar cada vez que se realice una tarea														

Figura 38: Tabla de tareas diarias como herramienta operativa. Elaboración propia.

-INCORPORACIÓN DE UNA 2ª PANTALLA EN EL ORDENADOR DE METROLOGÍA

Ante el problema de tiempo desperdiciado por el metrólogo mientras se está midiendo la pieza se opta por incorporar una segunda pantalla al ordenador de metrología. Esta segunda pantalla permite al metrólogo seguir utilizando el ordenador mientras la máquina CMM está realizando una medición.

Sigue sin ser posible crear un programa mientras se está midiendo, pues esto requiere de un ordenador muy potente y de una 2ª licencia del programa PC-DMIS, pero si que se pueden elaborar o modificar informes dimensionales sin que la medición en marcha se interrumpa.

5.2.6 IMPLEMENTAR ACCIONES CORRECTIVAS (D6)

Las acciones determinadas en el paso D5 han de ser implementadas y verificadas después de un período de tiempo. Se sigue trabajando con el Excel de seguimiento de tareas de metrología para obtener nuevos indicadores después de unas semanas con las acciones ya implementadas.

Las acciones se implementan a lo largo de la semana 20 y desde entonces hasta la semana 24 se realizan mediciones y se obtienen los gráficos de porcentaje de solicitudes postpuestas y el de porcentaje de solicitudes cerradas a tiempo, ya vistos en el paso D0.

En las siguientes páginas se muestran los gráficos desde la semana 17 hasta la semana 24, para poder contrastar la tendencia que se tenía antes de implementar ningún tipo de acción con la tendencia cuando las acciones ya se han implementado .

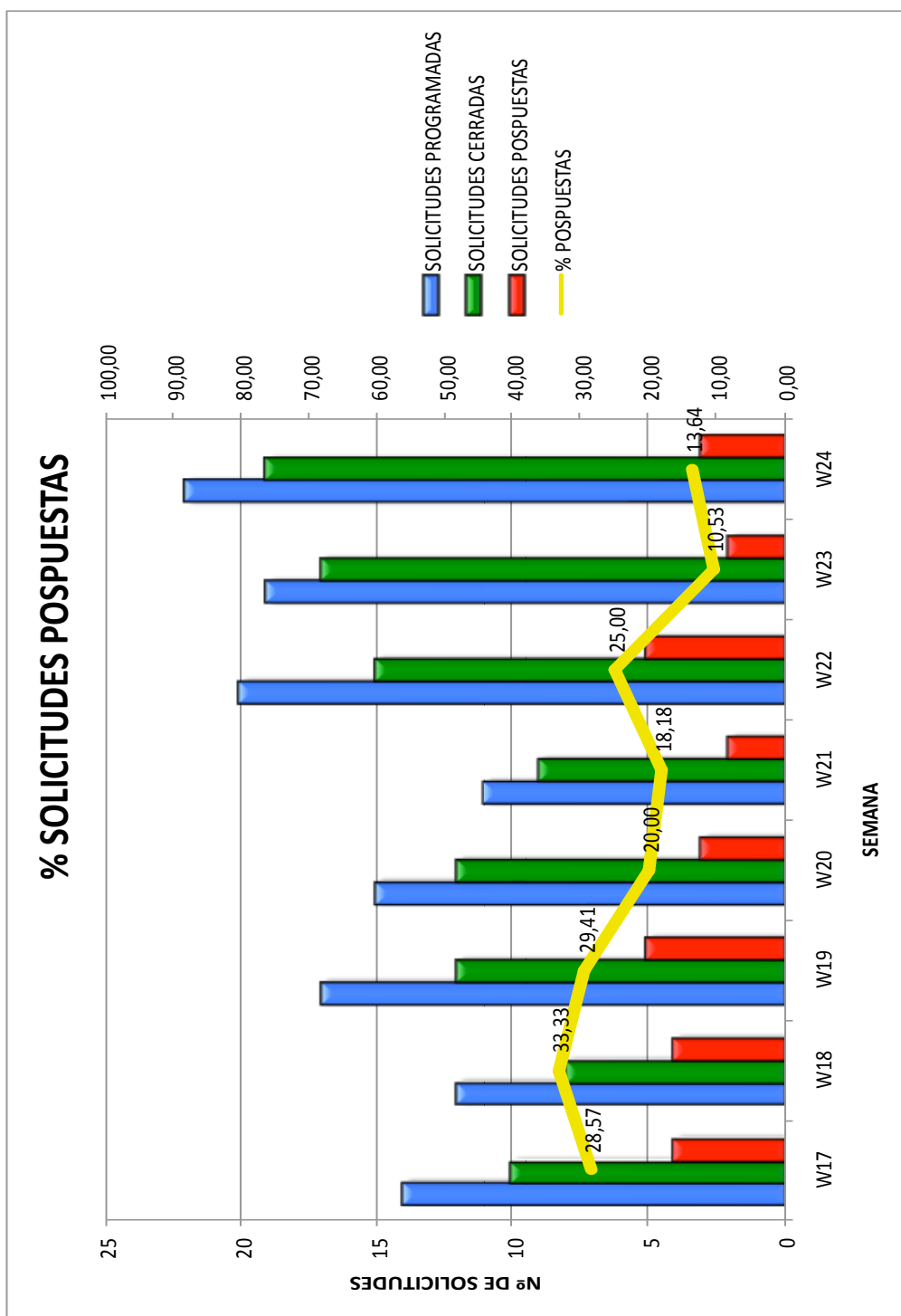


Figura 39: Indicador de % de solicitudes pospuestas desde semana 17 hasta semana 24.
Elaboración propia.

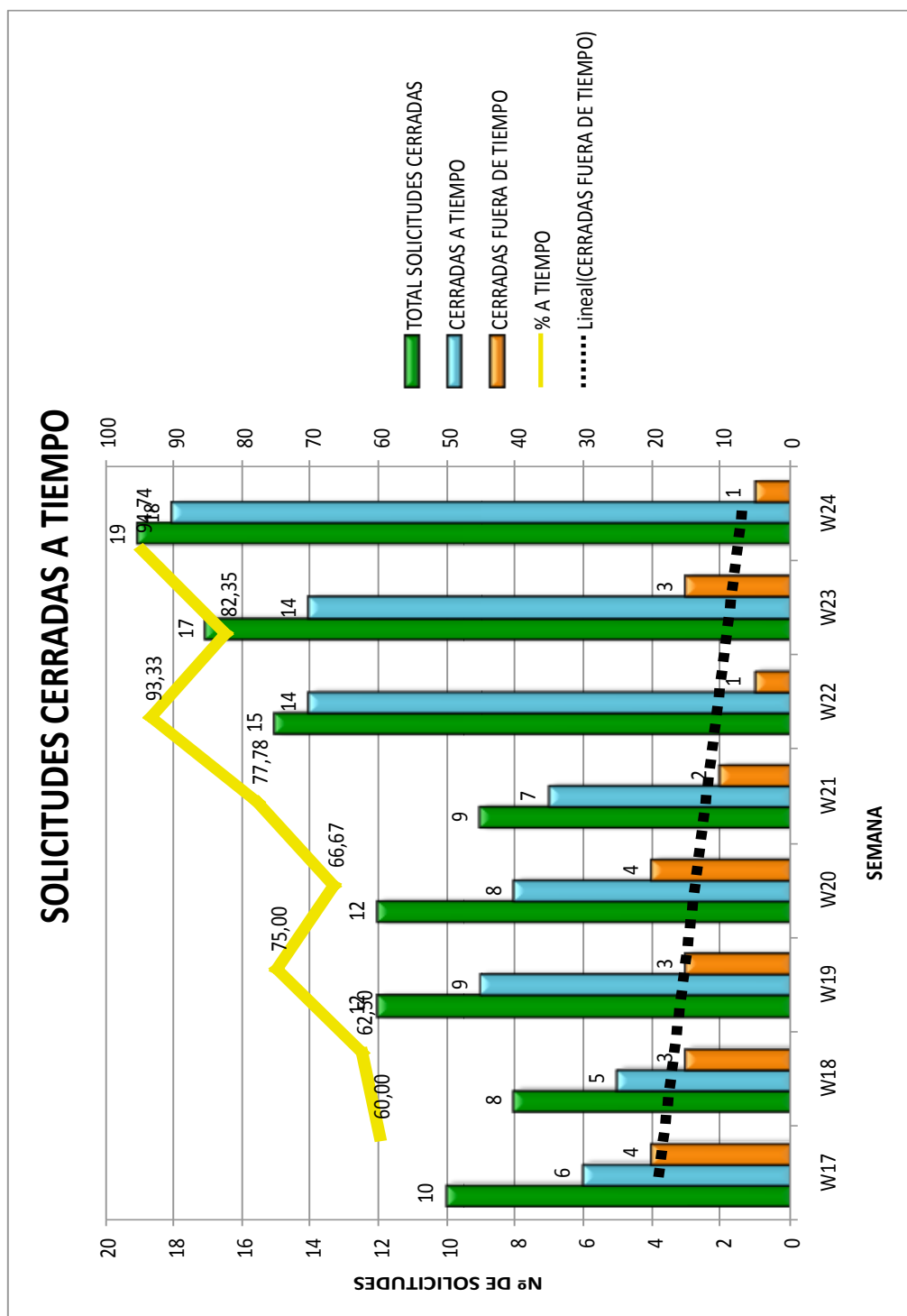


Figura 40: Indicador de % solicitudes cerradas a tiempo desde semana 17 hasta semana 24.
Elaboración propia.

Antes de proceder a analizar los indicadores se cree conveniente señalar que durante la semana 21 la máquina CMM sufrió una avería que la mantuvo parada un día y medio, reduciendo así el número de solicitudes en esta semana.

Analizando la Figura 39 observamos un ligero descenso en el porcentaje de solicitudes postpuestas a partir de la semana 20, la semana en la que se comienzan a implementar las acciones determinadas. Es notable señalar el aumento de solicitudes programadas, debido principalmente a una mejor planificación en parte por la utilización de una tabla de tiempos más ajustada a la realidad.

En la figura 40 se muestra una tendencia positiva de las solicitudes cerradas a tiempo, es decir, con el paso de las semanas los retrasos van disminuyendo. El número de solicitudes que se cierran fuera de plazo disminuye pese a que el total de solicitudes cerradas aumente, lo que se traduce en un signo favorable.

Con las medidas implementadas durante 5 semanas se observa una mejoría que confirma que las acciones determinadas son acertadas y el objetivo de reducir el número de retrasos se cumple.

5.2.7 PREVENIR LA RECURRENCIA (D7)

Debido a que las acciones implementadas han sido apropiadas y se ha logrado descender el número de retrasos es importante asegurar que siga de esta manera.

Por ello la tabla de tiempos elaborada se establece como método estándar de estimación de la duración de los trabajos.

La tabla de tareas de metrología se establecerá como un formato y el procedimiento de búsqueda de CAD será seguido rigurosamente por los metrologos, sin decidir ellos nunca cuál hay que escoger. En el caso en el que el metrologo pregunte al solicitante cuál es el CAD correcto y este último no conteste, la orden de trabajo se anulará y se seguirá trabajando con la siguiente. Es una medida preventiva para que la persona que solicite un trabajo se preocupe de revisar el CAD antes de realizar la solicitud.

El panel visual ha contribuido a una mejora de la planificación debido a la forma clara y concisa con la que muestra el avance del trabajo. Por tanto se decide seguir utilizándolo.

La 2ª pantalla ha permitido al metrologo aprovechar el tiempo que se perdía antes mientras la máquina CMM medía, por lo que ha resultado ser un elemento de gran ayuda para reducir los improductivos.

La planificación de la calibración de galgas mediante CAQ ha resultado ser muy sencillo y rápido de utilizar según los metrologos, y de esta manera se cree oportuno seguir utilizando este método para evitar la existencia de galgas sin calibrar en el futuro.

La agenda en formato Excel ha sido un gran cambio con respecto a la agenda física. Ha sido de mucha utilidad para planificar los trabajos en las distintas semanas y su efecto ha sido positivo. De todas formas se ha observado que cada vez que había que mover una orden de un día para otro esto resultaba un poco incómodo. Para solucionar este inconveniente se piensa en un programa informático con el mismo formato pero que cambie automáticamente de día las solicitudes que

deban de ser aplazadas. Para ello se pide un presupuesto a un grupo de informáticos, pero para cuando esté listo, aprobado y el programa creado, el autor de este proyecto ya ha terminado su período de prácticas en Kemmerich Ibérica. Hasta que se tenga este programa se seguirá trabajando con la agenda en formato Excel.

5.2.8 RECONOCER LOS ESFUERZOS AL EQUIPO (D8)

Se le agradece personalmente a los metrólogos y al jefe del departamento de calidad su participación y gran ayuda en el desarrollo de este G8D. También se les da las gracias por acceder a implementar todas las acciones propuestas.

5.2.9 RESUMEN DEL G8D EN FORMATO INTERNO

Kemmerich Ibérica cuenta con un formato interno para la elaboración de G8D's internos. Este formato se utiliza para resolver problemas que surgen con las piezas y es por esto que está orientado a este tipo de defectos.

A continuación se muestra el G8D resumido en el formato Kemmerich, con los campos que aplican a este proyecto debidamente cumplimentados.

ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE PIEZAS EN UN
PROVEEDOR DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL


	<h2 style="margin: 0;">G8D INTERNO</h2>	<input type="checkbox"/> M.Ambient <input checked="" type="checkbox"/> Interno
Cliente: NA	Fecha Reclamación: 22/04/2016	N° Rec Kl: NA
0) DATOS INICIALES		
N° Pieza/Part N°/Ref Producto: NA		NMATRIZ: NA
Denominación: NA		
CANTIDAD AFECTADA: NA	LOTE: NA	Fase elaboración: NA
1) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA/EQUIPO		
Sintoma/Detección del defecto: SOLICITUDES DE TRABAJO POSPUESTAS INCREMENTANDO		
Descripción de Equipo G8D		Descripción del Problema
Name	Dept	Phone
-ANDRÉS POVEDA	-QS	
-JOSÉ LUIS SAURA	-QS	
-VERÓNICA LÓPEZ	-QS/METROLOGÍA	
-JULIO GADEA	-QS/METROLOGÍA	
-EXCESO DE RETRASOS Y APLAZAMIENTOS EN LOS TRABAJOS REALIZADOS POR LA MÁQUINA CMM. ESTOS RETRASOS CAUSAN RETARDOS EN OTROS DEPARTAMENTOS POR LO QUE URGE REDUCIRLOS LO MÁXIMO POSIBLE		
2) Acción(es) de Contingencia:		Resp: NA F. Cierre: NA
3) Causa(s) Raíz:		Validado: MEDIANTE DIAGRAMA PARETO Fecha: 13/05/2016
-APLAZAMIENTOS POR CAMBIOS DE PRIORIDAD -CAD NO DISPONIBLE -ERROR DE PLANIFICACIÓN DEL SOLICITANTE		
4) Acción(es) Correctiva(s):		Resp: A.POVEDA F. Prevista: 16/05/2016
-CREACIÓN TABLA DE TIEMPOS REALES -CREACIÓN AGENDA EN FORMATO EXCEL -INSTALACIÓN PANEL VISUAL -PLANIFICACIÓN CALIBRACIÓN GALGAS MEDIANTE CAQ -ELABORACIÓN PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA DE CAD -ELABORACIÓN CHECK-LIST TAREAS DIARIAS -INCORPORACIÓN 2ª PANTALLA DE ORDENADOR		
5) Acción(es) Correctivas(es) Implantada(s):		Resp: A.POVEDA F. Realizado: 16/05/2016-20/05/2016
-CREACIÓN TABLA DE TIEMPOS REALES -CREACIÓN AGENDA EN FORMATO EXCEL -INSTALACIÓN PANEL VISUAL -PLANIFICACIÓN CALIBRACIÓN GALGAS MEDIANTE CAQ -ELABORACIÓN PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA DE CAD -ELABORACIÓN CHECK-LIST TAREAS DIARIAS -INCORPORACIÓN 2ª PANTALLA DE ORDENADOR		
Validación:		F. Validado: 24/06/2016 Eficiencia: 100%
-MEDIANTE LA OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES SE CONFIRMA UN DESCENSO DE LOS RETRASOS PRODUCIDOS DESDE QUE SE IMPLEMENTAN LAS ACCIONES CORRECTORAS		
6) Acción(es) para prevenir recurrencia:		Resp: A.POVEDA Fecha: 24/06/2016
-TABLA DE TIEMPOS REALES SE ESTABLECE COMO METODO ESTÁNDAR DE ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LOS TRABAJOS -SE ANULAN LAS ÓRDENES DE TRABAJO EN LAS QUE EL SOLICITANTE NO CONFIRMA EL CAD A UTILIZAR		
7) Acción(es) Sistema prevención:		Resp: NA Fecha: NA
NA		
Revisión FMEA: NA		
8) Reconocimiento:		Responsable Cierre: A.POVEDA
Plan Manager Approval: A.POVEDA DA LAS GRACIAS PERSONALMENTE AL RESTO DE MIEMBROS DEL EQUIPO		Fecha Cierre: 28/06/2016
FQ8DR804	Sit. de Revisión: F	Emitido/Aprobado: J.L.Saura/J.García

Figura 41: G8D del proyecto resumido en formato Kemmerich Ibérica.

5.3 CONCLUSIÓN

Los recursos disponibles durante la realización de este G8D han sido limitados y prácticamente ninguna de las acciones implementadas ha requerido de un gasto económico, salvo la incorporación de la 2ª pantalla, siendo este pequeño.

Los retrasos se han visto reducidos a partir de la implementación de las acciones determinadas y globalmente se ha visto una mejoría en la organización del día a día del departamento de metrología.

Dados los resultados obtenidos, incluso teniendo una disponibilidad limitada de recursos, se concluye que el resultado del G8D realizado ha sido positivo.

Aun así es importante recalcar que los retrasos en esta área se podrían reducir todavía más con un presupuesto mayor. Una medida que podría ser de utilidad es la creación de un programa informático para la planificación automática de las solicitudes, cuyo presupuesto fue pedido pero todavía no se ha recibido. Además, se podría comprar un ordenador más potente y una segunda licencia del programa PC-DMIS para poder programar al mismo tiempo que se mide, pero estos gastos son demasiado elevados para el presupuesto que tiene destinado la empresa al área de metrología.

Resaltar que todas las propuestas e ideas presentadas han sido aceptadas sin ningún tipo de objeción por parte de Kemmerich Ibérica, mostrando así una mentalidad abierta y con predisposición al cambio y a la mejora continua.

Por último, señalar que además de tener una buena base teórica y de tener ingenio, es indispensable saber tratar con el resto de trabajadores de la empresa y tener su opinión en cuenta a la hora de implementar nuevas mejoras.

6. BIBLIOGRAFÍA

-**LEAN MANUFACTURING: Conceptos, técnicas e implementación** (J.Carlos Hernández Matías; Antonio Vizán Idoipe, Escuela de organización industrial UPM, 2013)

-**GLOBAL 8D: Guía del Participante** (Ford Technical Education Program)

-**BASE DE DATOS ISO:** www.iso.org

-**LEAN MANUFACTURING: 5S** (Apuntes de asignatura del master de ingeniería industrial, Prof. J.J. GARCÍA SABATER)

-**DEFINICIONES DE TÉRMINOS DE METROLOGÍA:** www.measurecontrol.com/glosario/

-**DESCRIPCIÓN OCHO DISCIPLINAS, 8D:** www.leansolutions.co/conceptos/8d

-**GEMBA KAIZEN: UN ENFOQUE DE SENTIDO COMÚN PARA UNA ESTRATEGIA DE MEJORA CONTINUA** (Masaaki Imai, McGraw-Hill, 2014)

DOCUMENTO II:

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTOS PARCIALES	75
1.1 PRESUPUESTO PARCIAL DE MANO DE OBRA	75
1.2 PRESUPUESTO PARCIAL DE AMORTIZACIÓN DE EQUIPOS	76
1.3 PRESUPUESTO PARCIAL DE RECURSOS MATERIALES	77
2. PRESUPUESTO TOTAL	78

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRESUPUESTO PARCIAL DE MANO DE OBRA	75
TABLA 2: PRESUPUESTO PARCIAL DE AMORTIZACIÓN DE EQUIPO	76
TABLA 3: PRESUPUESTO PARCIAL DE RECURSOS MATERIALES	77
TABLA 4: PRESUPUESTO TOTAL	78

1.PRESUPUESTOS PARCIALES

A continuación se detalla una estimación del presupuesto requerido para la implementación del presente proyecto en Kemmerich Ibérica. Se calculan 3 presupuestos parciales, siendo estos: Presupuesto parcial de mano de obra, presupuesto parcial de amortización de equipos y presupuesto parcial de recursos materiales.

1.1 PRESUPUESTO PARCIAL DE MANO DE OBRA

Se calcula el coste inherente de todo el personal que se ha visto implicado en el proyecto, ya sea en su totalidad o tan solo en una parte de él.

Para calcular la cantidad de horas de implicación de los metrólogos se debe de multiplicar por 2, estimando que cada uno ha estado implicado 50h.

Se utilizan los salarios como base para calcular el coste de mano de obra.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO (€/h)	CANTIDAD (h)	TOTAL (€)
Becario de prácticas UPV (Autor proyecto)	4,2	300	1260
Ingeniero Industrial UPV (Tutor Proyecto)	30	20	600
Director de Calidad	25	20	500
Metrólogos	9	(50x2)=100	900
TOTAL			3260

Tabla 1: Presupuesto parcial de mano de obra

1.2 PRESUPUESTO PARCIAL DE AMORTIZACIÓN DE EQUIPOS

En este presupuesto se incluye el coste de la amortización de los equipos o programas utilizados durante la realización del proyecto.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO(€/ud)	CANTIDAD (unidad)	Período de Amortización (años)	Período de utilización (años)	TOTAL (€)
Licencia Microsoft Office	135	1	5	0,25	6,75
Licencia PC-DMIS	11.000	1	10	0,25	275
Ordenador de sobremesa HP	729	1	5	0,25	36,45
Impresora Kyocera Ecosys	359	1	5	0,25	17,95
TOTAL					336,15

Tabla 2: Presupuesto parcial de amortización de equipo

1.3 PRESUPUESTO PARCIAL DE RECURSOS MATERIALES

Por último se calcula un presupuesto parcial con los bienes materiales utilizados. Se incluyen tanto los recursos utilizados para imprimir todos los formatos (folios y tóner) como los recursos empleados en el G8D.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO (€/unidad)	CANTIDAD (unidad)	TOTAL (€)
Monitor ordenador HP	99	1	99
Cinta metálica adhesiva – 3m	12,69	1	12,69
Pack de imanes de colores	1,25	5	6,25
Paquete de folios A4	4,25	1	4,25
Tóner negro Kyocera	101,64	1	101,64
TOTAL			223,83

Tabla 3: Presupuesto parcial de recursos materiales

2.PRESUPUESTO TOTAL

El presupuesto total se calcula a partir del presupuesto de ejecución material, que consta de la suma de los presupuestos parciales.

Una vez se obtiene el presupuesto de ejecución material, se le suman los gastos generales, estimados en un 12%, y el beneficio industrial, estimado en un 6%, y con esto se calcula el presupuesto total de ejecución.

Finalmente se le suma el IVA, 21%, y así se habrá calculado el presupuesto base de licitación.

CONCEPTO	COSTE (€)
Presupuesto parcial de mano de obra	3260
Presupuesto parcial de amortización de equipos	336,15
Presupuesto parcial de recursos materiales	223,83
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	3819,98
Gastos Generales (12%)	458,40
Beneficio Industrial (6%)	229,20
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN	4507,58
IVA (21%)	946,59
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	5454,17

Tabla 4: Presupuesto Total

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de:

CINCO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS.