



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Colaboración en la aplicación de herramientas de Mejora Continua en una planta del sector automoción y su influencia en el sistema de fabricación

Autor:

Juan Pablo López Marín

Director:

Miguel Tomás Cebollada

Ponente:

Jorge Santolaria Mazo

Grado en Ingeniería mecánica, EINA

2023



ÍNDICE

1. Resumen y objetivo.....	pág. 4
2. Introducción.....	pág. 5
• 2.1. Sector Automoción en Aragón.....	pág. 5
• 2.2. Magna International.....	pág. 7
• 2.3. Grupo Cosma y área de Mejora Continua.....	pág. 9
• 2.4. Lean Manufacturing.....	pág. 12
3. Formación adquirida.....	pág. 13
• 3.1. Sistema estandarizado en una planta del sector automoción.....	pág. 13
• 3.2. MAFACT.....	pág. 14
• 3.3. Herramientas de Lean Manufacturing.....	pág. 18
4. Trabajo desarrollado.....	pág. 19
4.1. Conceptos clave de trabajo desarrollado.....	pág. 19
• Estandarización.....	pág. 19
• Las 5S.....	pág. 22
• Kaizen.....	pág. 24
• Sistema de ideas.....	pág. 25
• AMR y AGV	pág. 26
4.2. Proyectos realizados.....	pág. 27

• Proyecto de implantación de un AMR en una zona de la planta	
.....	pág. 27
• Proyecto de implantación de las 5S en toda la	
planta.....	pág. 43
5. Conclusiones.....	pág. 59
6. Bibliografía.....	pág. 60
7. Anexos.....	pág. 62
• Anexo 1. Procesos técnicos que se realizan en la	
planta.....	pág. 62
○ Estampación en caliente.....	pág. 62
○ Corte por láser.....	pág. 64
○ Soldadura MIG/MAG.....	pág. 65
• Anexo 2. Conceptos de gran importancia.....	pág. 65
○ OEE.....	pág. 65
○ Poka-Yoke.....	pág. 66
○ Red Rabbit.....	pág. 67
○ TPM.....	pág. 68
• Anexo 3. Otras tareas en las que he colaborado y	
desarrollado.....	pág. 69
○ Gap Plan.....	pág. 69
○ Nuevo sistema de ideas digital.....	pág. 70
○ Ejemplo de Kaizen realizado.....	pág. 72

1. RESUMEN Y OBJETIVO

Durante seis meses he realizado las prácticas en Magna International. He podido formarme y desarrollarme como Ingeniero en el área de Mejora Continua.

En este trabajo se va a mostrar la forma de trabajar que tiene una empresa multinacional del sector automoción (Magna International).

También se explicará cómo se organizan sus departamentos bajo un mismo sistema estandarizado (MAFACT), de forma que se intenta que todas sus plantas trabajen de la misma forma.

Cuanto mayor sea el grado de adherencia de la planta a este sistema estandarizado, indicará que hay una mayor madurez de los procesos de la planta y reflejará que se puede confiar en que la planta trabaja de acuerdo con los estándares de Magna, estando así más cerca de obtener la excelencia operativa.

El objetivo final y que se quiere mostrar en el trabajo es el cómo he podido colaborar durante estos seis meses en mejorar el nivel de adherencia de nuestra planta de Magna al sistema estandarizado, mediante la realización de tareas y proyectos que han tenido un impacto directo en el sistema y aplicando principalmente las herramientas de la Mejora Continua (herramientas de Lean Manufacturing).

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Sector Automoción en Aragón

El sector de la automoción en Aragón es un sector estratégico, ya que supone, de manera directa, un 6% del Producto interior bruto (PIB) de la región, el 30,4% del empleo industrial, y el 35% de las exportaciones de la Comunidad Autónoma, siendo este sector el de mayor peso en la exportación regional (Clúster de automoción y movilidad de Aragón, 2022). Cuenta con un tejido empresarial que incluye, desde grandes empresas, tanto multinacionales como españolas cuyos productos van dirigidos al consumidor final, hasta microempresas de carácter casi artesanal que proveen de bienes a los siguientes escalones de la cadena de valor del sector (Molina, 2011).

Según esta cadena de valor, se identifican los siguientes agentes:

- Fabricantes de turismos y vehículos industriales (OEM).
- Fabricantes de piezas y componentes (dentro de estos se encuentra Magna).
- Concesionarios y otros puntos de venta.
- Talleres y distribuidoras de recambios.
- Gestoras de residuos.

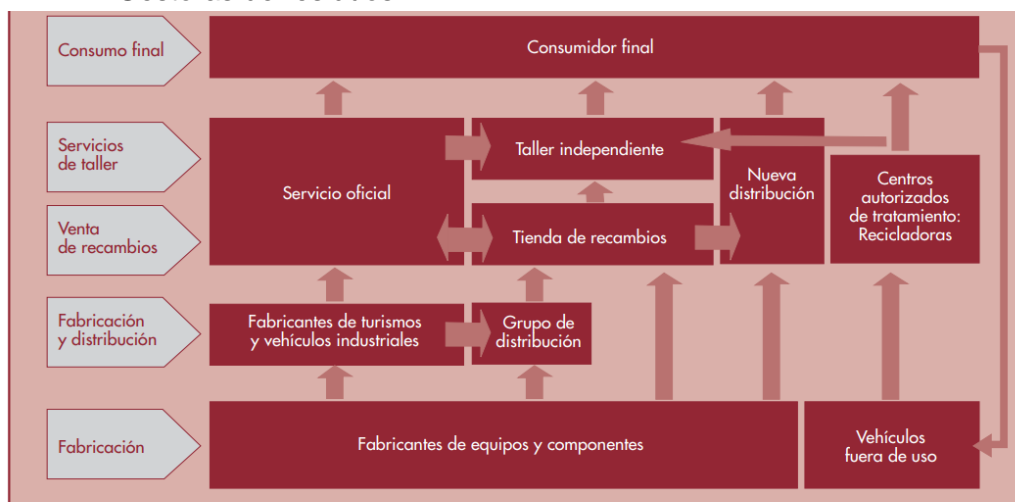


Figura 1. Cadena de valor del sector automoción

Fuente: PricewaterhouseCoopers; Termómetro del Sector de Automoción en Aragón, CAAR y Consejo Aragonés de Cámaras.

A su vez, los fabricantes de piezas y componentes se dividen en tres niveles:

- Fabricantes de primer nivel (TIER 1): fabricantes de sistemas, subsistemas y componentes que, por lo general, están completamente terminados. Disponen de alta tecnología y suministran directamente al fabricante de vehículos.
- Fabricantes de segundo nivel (TIER 2): fabricantes de sistemas, subsistemas y componentes con alta tecnología para su montaje en sistemas o subsistemas de los TIER 1.
- Fabricantes de tercer nivel (TIER 3): fabricantes de productos semielaborados o materias primas con suministro a otros fabricantes de componentes.

Aragón cuenta con una empresa constructora (OEM) situada en Figueruelas (planta de Stellantis) con más de 5.000 empleados directos y una capacidad de producción de medio millón de coches al año. Hay ubicadas también en la región empresas TIER 1, TIER 2 y otros suministradores de componentes de menor nivel, estando muchas de ellas asociadas al CAAR o Clúster de Automoción de Aragón (Estrategia sectorial de automoción de Aragón, 2022).

Todo esto, unido a la gran cantidad de datos favorables en los últimos años, colocan a Aragón en el top 5 de las comunidades autónomas españolas en las que el sector tiene un gran peso específico, junto con Castilla León, Cataluña, Galicia y Comunidad Valenciana.

Además, España es el segundo mayor productor de vehículos en Europa y el noveno en el mundo, siendo Aragón muy importante en el sector, ya que el 80 % de la producción española se sitúa a menos de 350 Km de la Comunidad Autónoma y más del 50% de la producción de automóviles de España se distribuye a través de ella (Estrategia sectorial de automoción de Aragón, 2022).

Dentro del sector automoción y situada en Aragón se encuentra Magna, empresa dedicada a la fabricación de piezas de vehículos y en la cual he realizado este trabajo.

2.2. Magna International

Magna International es una empresa canadiense dedicada a la fabricación de componentes de automóviles y actualmente cuenta con 170.000 empleados.

Es una de las principales compañías globales de fabricación de partes del automóvil y proveedora de soluciones tecnológicas para la industria automotriz. La empresa se dedica a diseñar, desarrollar y fabricar una amplia gama de componentes y sistemas para vehículos de pasajeros y vehículos comerciales.

Se especializa en áreas clave como la carrocería, chasis, sistemas de propulsión, electrónica, interiores, exteriores y tecnologías avanzadas de conducción. Su experiencia abarca desde la fabricación de piezas individuales hasta la integración de sistemas completos, brindando soluciones innovadoras y personalizadas para los principales fabricantes de automóviles en todo el mundo.

Magna se distingue por su enfoque en la calidad, la innovación y la colaboración con sus clientes. Trabajando en estrecha colaboración con los fabricantes de automóviles, la empresa busca anticiparse a las necesidades del mercado y proporcionar soluciones avanzadas que mejoren la experiencia de conducción, la seguridad y la eficiencia de los vehículos (Magna International, 2023).

Dentro de MAGNA International se distinguen varios grupos que son los siguientes:

- **COSMA:** proporciona una extensa gama de soluciones de carrocería, chasis e ingeniería a los clientes globales.
- **MAGNA Exteriors:** aspectos del exterior del vehículo, desde el desarrollo de materiales y diseño de los componentes, hasta su manufactura y ensamble.
- **MAGNA Powertrain:** es una unidad de negocio de Magna International y uno de los principales proveedores de la industria automovilística mundial, con

amplia experiencia en el diseño, desarrollo, prueba y fabricación de sistemas de propulsión.

- **MAGNA Electronics:** proporciona tecnologías punteras para la conducción automática para asegurar la conectividad y la electrificación del vehículo.
- **MAGNA Closures:** es uno de los proveedores punteros del mundo en sistemas de cierre, incluye creación de productos, diseño, ingeniería, pruebas y validación de módulos y mecanismos de cierre.
- **MAGNA Mirrors:** producción de sistemas completos de espejos.
- **MAGNA Lighting:** desarrollo y fabricación de sistemas de iluminación de alta calidad, con experiencia en faros delanteros, faros traseros y luces pequeñas.
- **MAGNA Seating:** desarrollo y fabricación de asientos.
- **MAGNA Steyr:** desarrollo de vehículos, desde sistemas y módulos hasta ingeniería de vehículos completos.

2.3. Grupo Cosma y área de mejora continua

Dentro de todos los grupos en los que se divide Magna, he realizado este trabajo en la planta de Magna de Pedrola perteneciente al grupo **Cosma**, dedicada a fabricar piezas del chasis de vehículos.

En esta planta, se realizan principalmente las siguientes piezas:

- Pilar A de vehículos:

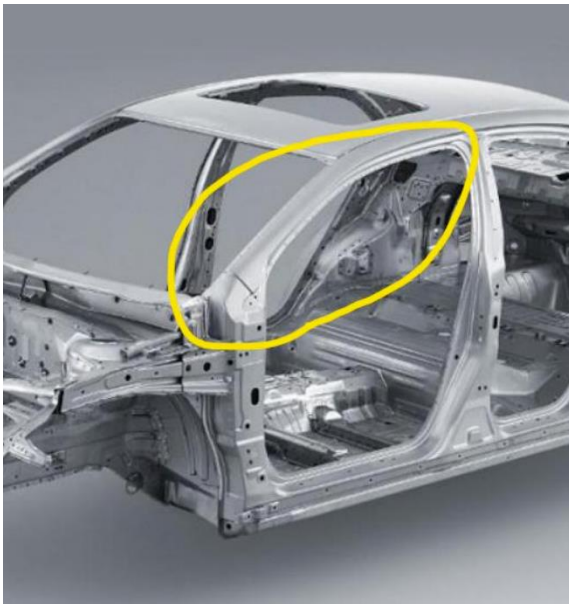


Figura 3. Ejemplo de pilar A de chasis de coche



Figura 4. Ejemplo de pilar A en Magna

- Pilar B de vehículos:



Figura 5. Ejemplo de pilar B de chasis de coche



Figura 6. Ejemplo de pilar B en Magna

- IP Beam de vehículos:

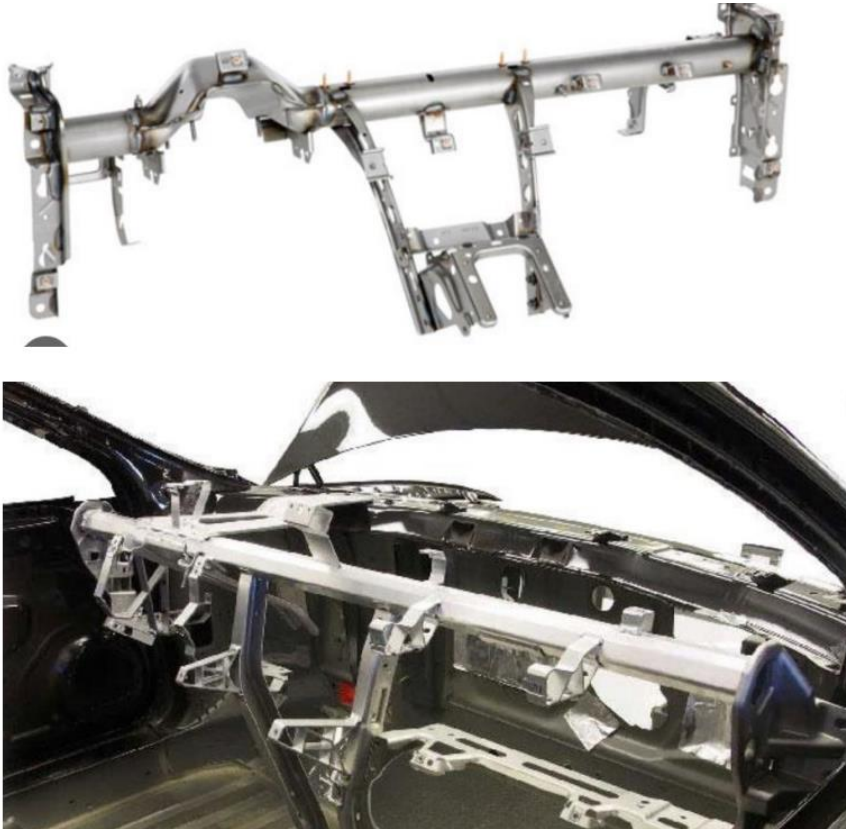


Figura 7. Ejemplo de IP Beam de chasis de vehículo

Para conseguir estos productos finales se realizan una serie de procesos, que transforman la materia prima en los productos finales. Principalmente, la planta se divide en tres áreas productivas, una primera de estampación en caliente, una segunda de corte por láser y finalmente una tercera de ensamblaje con soldadura MIG/MAG, que se explican en detalle en el **Anexo 1**.

Como he indicado en la introducción, he desarrollado mis funciones en el departamento de Mejora Continua.

El departamento de Mejora Continua es una parte fundamental de la estructura organizativa de una empresa. Su principal objetivo es identificar, implementar y mantener mejoras en los procesos, productos o servicios de la empresa. Este departamento se enfoca

en buscar constantemente maneras de mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad en todas las áreas de la organización (Izquierdo, 2015).

Algunas de las funciones que lleva a cabo este departamento son:

- **Búsqueda e identificación de oportunidades de mejora:** se está constantemente buscando oportunidades para mejorar los procesos de la planta.
- **Aplicación de métodos y herramientas:** para conseguir mejoras en los procesos, se utilizan distintos métodos o herramientas según el problema o fallo que se analice. Estas herramientas conforman el modelo de gestión conocido como Lean Manufacturing, que engloba varios métodos con los que he podido trabajar. Un buen ingeniero de Mejora Continua debe saber qué herramienta utilizar ante el proceso que deba tratar de optimizar. Un método que tiene una gran importancia dentro de la Mejora Continua es el llamado Kaizen, que se explicará en detalle más adelante.
- **Equipos de mejora:** para llevar a cabo proyectos de mejora, el departamento puede formar equipos multidisciplinarios compuestos por empleados de diferentes áreas de la empresa. Estos equipos trabajan juntos para abordar los desafíos y generar soluciones colaborativas.
- **Implementación y seguimiento de mejoras:** una vez identificadas las oportunidades de mejora y desarrolladas las soluciones, el departamento se asegura de que se implementen adecuadamente y en plazo. Esto puede implicar cambios en los procesos, tecnología, capacitación de empleados o cualquier otra modificación necesaria. Además, una vez que se han implementado las mejoras, también se encarga de realizar el seguimiento y análisis de las mejoras implantadas para estudiar su impacto y asegurarse de que se estén logrando los resultados deseados. La principal herramienta que se utiliza en este caso es el PDCA o Plan de Acción.

2.4. Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing es un sistema de organización del trabajo cuyo objetivo es la mejora del sistema de producción. Para esto se basa en la eliminación de aquellas actividades que no aportan valor al proceso ni al cliente. Estas se denominan despilfarros o desperdicios, y son aquellas tareas que implican la sobreproducción, altos tiempos de espera o desperfectos en los productos (Andreu, 2023).

La filosofía de este método es la siguiente:

- **1. Hacerlo bien a la primera:** esto implica conseguir cero defectos. Para ello hay que detectar el problema y solucionarlo desde el origen.
- **2. Excluir actividades que no añaden valor:** todo aquello que suponga un desperdicio y que no agrega valor añadido a la experiencia de cliente se elimina.
- **3. Mejora continua:** se mantiene la calidad del producto tratando de reducir costes y aumentar la productividad.
- **4. Procesos pull:** la producción se realiza según demanda, ya que la clave es evitar stocks.
- **5. Flexibilidad:** ser capaces de producir diferentes tipos de productos y ajustarse con exactitud a las cantidades.
- **6. Colaborar con los proveedores:** construir relaciones con los proveedores basándose en el largo plazo, con acuerdos donde compartir riesgo y costes.
- **7. Cambio de enfoque de venta:** desde el punto de vista Lean Manufacturing, al cliente se le aporta una solución y no un producto o servicio. Esta filosofía tiene que ser única para toda la organización.

Me he centrado en formarme en este método mediante la utilización de sus herramientas (herramientas de Lean Manufacturing).

3. Formación adquirida

Dentro de este apartado se explicará la formación que ha sido necesaria adquirir para poder desarrollar las tareas y proyectos realizados.

Principalmente me he formado en:

- Entender cómo funciona una multinacional del sector automoción y cómo se organizan todos los departamentos dentro de ella, para que todas sus plantas repartidas por el mundo trabajen y se organicen de una manera similar. A esto se le llama sistema estandarizado.
- Comprender el sistema estandarizado de Magna (MAFACT), cómo se dividen los distintos departamentos de la empresa, de qué se ocupa cada uno de ellos y qué se le exige a cada uno para ser Benchmark y, por lo tanto, cumplir los requerimientos de MAFACT.
- Una vez entendido lo anterior, he tenido que utilizar estas herramientas al nivel que demanda Magna, para lo que he contado con mi tutor como formador y los materiales de formación de Magna como apoyo.

3.1. Sistema estandarizado en una planta del sector automoción

Una empresa multinacional del sector automoción tiene plantas distribuidas por distintos países de todo el mundo.

Para poder controlar todas ellas de una manera más sencilla y poder evaluar y comparar todas de la misma forma, se crea lo que se llama un sistema estandarizado, que es distinto para cada empresa.

En él se definen todos los departamentos que forman la planta y se establecen cuáles son los requisitos que deben de cumplir cada uno de ellos, de esta forma se consigue que todas las plantas de los distintos países trabajen de forma similar.

Además, para controlar el nivel de cumplimiento de cada planta con respecto a este sistema estandarizado, se realizan cada varios meses auditorías. En estas auditorías (suelen durar 3 o 4 días) se evalúa y se revisa cada uno de los apartados de aplicación a cada uno de los departamentos, para finalmente obtener una puntuación que medirá el grado de adherencia de la planta al sistema.

3.2. MAFACT

Dentro de Magna a este sistema estandarizado se le llama MAFACT. Este nombre viene de **MAgna **FActory **ConcepT**** (Concepto de fábrica de Magna) y es: “la forma que tiene MAGNA de entender como ha de funcionar una fábrica de cara a convertirse en un ejemplo de excelencia en fabricación”.**

Pero ¿qué quiere decir eso? Ha habido diversas revoluciones industriales a lo largo de la historia que han cambiado la forma de entender la producción. En 1970 un japonés, Taiichi Ohno, sentó las bases del “Lean Manufacturing” al integrar la forma de trabajo de los supermercados americanos en Toyota. Este sistema “Lean” es un modelo de gestión cuyo objetivo es la reducción de desperdicio (todo lo que hacemos pero que el cliente no nos paga por ello) mientras maximizamos la creación de valor (aquello por lo que sí que nos paga el cliente) aplicando diversas herramientas que combaten este desperdicio.

Estas herramientas y conceptos pueden verse en la siguiente imagen:

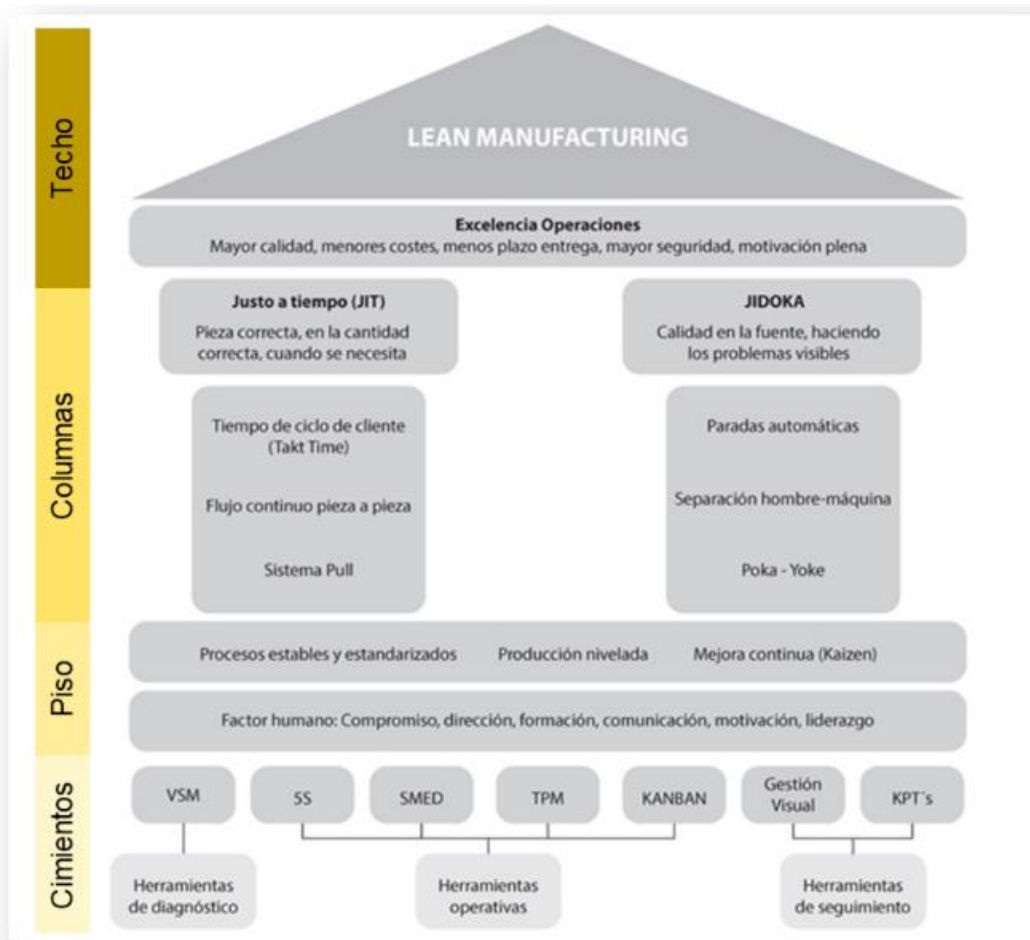


Figura 8. Imagen que describe la estructura del Lean Manufacturing

En ella se intenta describir el Lean Manufacturing como si fuera una casa. Si no asentamos bien las bases, por mucho que tratemos de aplicar herramientas más complejas y sofisticadas, el modelo puede acabar cediendo. Pero, si se consigue construir esta casa de forma robusta, estaríamos alcanzando la excelencia (entregas a tiempo, cero defectos...).

Ya que Mafact se apoya en la aplicación de estas herramientas a nuestros procesos, podríamos interpretarlo como una “guía para conseguir la excelencia”. Esta “guía” se compone de ocho módulos, cada uno de ellos está formado por diversos apartados en los que se recoge la totalidad de los aspectos que conforman una planta de Magna.

El hecho de que Mafact sea igual para todas las plantas permite que podamos realizar una comparación objetiva entre ellas, aunque los procesos, ubicaciones, etc. sean diferentes. Esto se audita dos veces al año y cada vez se incrementa el objetivo, como indica la filosofía de la Mejora Continua.

Como podemos imaginar, una mejor puntuación en Mafact indica una mayor madurez de nuestros procesos y refleja que se puede confiar en que la planta trabaja de acuerdo con los estándares de Magna y está más cerca de obtener la excelencia operativa.

Todos los trabajadores forman parte de MAFACT y todo lo que hacen tiene un impacto en la puntuación de Mafact:

- Si una pieza genera una reclamación en cliente, la puntuación del bloque de calidad correspondiente al defecto se reducirá.
- El estado en el que tengo el puesto de trabajo, que se revisa mediante las auditorías de 5S que se realizan, contribuye a una puntuación de 5S de la planta de la que depende el bloque de 5S.
- Cumplir con las normas de seguridad (llevando los EPIs (Equipos de Protección Individual), cumpliendo las indicaciones de EHS (departamento de seguridad), etc.) impacta directamente en la puntuación del bloque de seguridad.
- Seguir las instrucciones de trabajo contribuye en el bloque de trabajo estandarizado.

El área de mejora continua es el encargado de controlar este sistema dentro de Magna. Se encarga de realizar reuniones y seguimiento con todos los departamentos para comprobar que estos vayan cumpliendo con los distintos apartados e ir haciendo una estimación aproximada de la puntuación para la próxima auditoría.

Por ello he estado implicado directamente en colaborar con todos los departamentos, me he formado sobre todo ellos y además he realizado tareas que han ayudado a mejorar la puntuación del sistema.

A continuación, se puede ver una tabla con los ocho módulos de MAFACT, y el tanto por ciento del contenido de mi trabajo en cada uno de ellos.

MAFACT, herramientas de Mejora Continua empleadas (Lean Manufacturing)		
	Realización (partes en que he participado)	Formación (partes en que me he formado)
1. Environmental, Health and Safety (Seguridad y Ergonomía) (2%)	- Gemba Walk: Evaluación de la ergonomía en planta - 5S en exteriores: Almacenamiento GRG y residuos	- Evaluaciones de ergonomía (ERAS) - EPIS en planta, KPIs seguridad
2. Quality (Calidad) (5%)	- 8D Problem Solving (5 Whys): acciones correctivas a realizar para solucionar problemas en planta - Gemba Walk: Comprobación de realización de acciones 8D - LPA (auditorías para revisar zonas de máquinas): allí se identifican acciones a realizar	- LPA, 8D(mentalidad analítica) - Conceptos de calidad(Poka-Yoke, Red Rabbit...) - IATF (Auditoría externa de calidad): control procedimientos de 5S, IDEM, CI, paneles
3. Manufacturing Excellence (Fabricación) (45%)	- Realización de Workshops 5S - Seguimiento planes de acción 5S - Gestión y asignación de auditorías 5S - Cierre de acciones de auditorías 5S - Elaboración de Downtime Gap Plan para todas las líneas (Plan de actuación ante parada de línea) - Formaciones a Team Leaders sobre 5S y GAP Plan - Team Leader Concept: participación en nueva forma de cambio de turno y su estandarizado - Kaizen realizados en varias zonas de la planta	- Qué son las 5S y como se controlan - Conceptos de producción como OEE y DEL - Conocimientos sobre TPM (mantenimientos de líneas) - Conocimientos sobre como funcionan las líneas de la planta con sus respectivos procesos - Formación sobre Kaizen y como se realizan
4. Material Control y Supply Chain Management (Logística) (35%)	- Proyecto de implantación de AGV en una zona de la planta - Definición de Layouts en planta	- Que es un AGV y como funciona KPIs de logística
5. Engineering y advanced quality planning (Proyectos) (2%)		- Formación CPMP sobre las fases de los proyectos - Lecciones aprendidas
6. Management (Gestión) (7%)	- Sistema de ideas de empleados (IDEM) - Actualización y elaboración de paneles de documentación y KPIs - Escalación de información desde nivel 0 (operario) a nivel 4(General Manager)	- Organigrama de una empresa de automoción con los departamentos que la conforman
7. Cost (Finanzas) (2%)		- Conceptos de Finanzas: EBIT, Inventory Turns, Cost Savings...
8. Human Resources (Recursos humanos) (2%)	- Formaciones Solape Team Leaders y Shift Leaders	

Tabla 1. Formaciones y tareas realizadas en cada apartado de MAFACT

Dentro de estos ocho apartados he realizado sobre todo tareas en los módulos 3 (Manufacturing Excellence) y 4 (Material control and Supply chain Management) dentro de los cuales se encuentra el grueso de los 2 proyectos de este trabajo: **proyecto de**

implantación de las 5S en toda la planta (módulo 3) y proyecto de implantación de un AMR (módulo 4).

3.3. Herramientas de Lean Manufacturing

Las herramientas o métodos aprendidos del Lean Manufacturing son las siguientes (Andreu, 2023):

- **Kaizen:** son mejoras que se realizan sobre un estándar, ya sean grandes o pequeñas. Es el sistema que asegura la Mejora Continua y sobre el que se entrará en detalle más adelante.
- **SMED (Single-Minute Exchange of Die):** tiene como finalidad reducir el tiempo de cambio de referencia en el utillaje de máquinas de entornos productivos.
- **Value Stream Mapping (Mapeo de Flujo de Valor):** se basa en un diagrama que permite visualizar, analizar y mejorar el flujo de la producción y de la información, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente.
- **KPI:** indicador clave para medir el nivel del desempeño de un proceso.
- **Kanban:** sistema de información en los puestos de trabajo para definir, gestionar y mejorar servicios.
- **JIT (Just in time o justo a tiempo):** respetar este sistema será producir solo a demanda.
- **TQM (Total Quality Management):** gestión de la calidad total aumentando la eficiencia de la producción y optimizando plazos de entrega.
- **TOC (Teoría de las restricciones o de las limitaciones):** se basa en encontrar el cuello de botella para marcar el ritmo productivo de la cadena.
- **Andon:** sistema de gestión visual que permite conocer a operarios y directivos el avance de las mejoras y su estado de aplicación.

- **Heijunka:** técnica lean que reduce las desigualdades en un proceso de producción y minimiza las posibilidades de sobrecarga.
- **Reingeniería de procesos:** persigue la mejora a gran escala trabajando sobre la redundancia de procesos.

Todas estas herramientas las debe de conocer un ingeniero de Mejora Continua y sobre todo debe saber cuál debe aplicar en cada momento según cual sea el problema que solucionar.

4. Trabajo desarrollado

4.1. Conceptos clave para el trabajo desarrollado

Estandarización



Figura 9. Navaja suiza como semejanza a herramientas del Lean Manufacturing

Para entender este concepto, se podría decir que la Mejora Continua se asemeja a una navaja suiza, ya que esta dispone de muchas herramientas en un mismo cuerpo. Cada una de ellas se utiliza en una situación concreta: es absurdo usar el sacacorchos para cortar una rama. Esto mismo pasa con las técnicas de Mejora Continua. Sin embargo, hay una que da su nombre al objeto y que puede utilizarse para prácticamente todo: la navaja.

Pues, en nuestro caso, la Estandarización es la navaja de la Mejora Continua.

Prácticamente toda mejora que se lleva a cabo termina necesariamente estandarizándose si pretendemos que se mantenga en el tiempo.

En la imagen de la derecha se puede ver cómo se representa gráficamente:



Figura 10. Ciclo de Deming

Se puede ver el ciclo de Deming cuyas siglas son PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) y que representan los pasos de las mejoras que se realizan:

- 1) En primer lugar, se planifican las actividades que sean necesarias para obtener un resultado.
- 2) A continuación, se realizan los cambios necesarios para implementar la mejora.
- 3) Pasado un tiempo, se revisa que los resultados de la mejora hayan sido los deseados y observamos si se dan nuevas circunstancias que no se daban antes del cambio.
- 4) A partir de los resultados observados en las fases anteriores, se recopila lo aprendido y se establece la mejora.

Todo este esfuerzo se representa subiendo esta “colina”. En la imagen habla de una mejora en la calidad, pero podría ser una mejora de cualquier otro tipo (productividad, ergonomía...). Pero ¿qué pasa si no establecemos la nueva situación como la forma en la que se debe trabajar de ahí en adelante? Muy posiblemente acabemos volviendo a la forma de trabajo anterior, a la que estamos acostumbrados.

Por lo general, salvo que la mejora sea muy evidente, vamos a preferir hacer las cosas de la forma que mejor conocemos, ya que requiere de un menor esfuerzo mental (memoria muscular).

Siguiendo con el ejemplo de la imagen, en esa situación, nuestro ciclo de Deming caería por la ladera a la posición inicial. ¿Qué se hace entonces para apuntalar esta mejora? Estandarizar.

Este es el motivo por el que se invierte tanto tiempo y esfuerzo en generar estándares. Cuando una actualización en la forma de trabajar ha demostrado que es mejor, debemos estandarizar para que todo el mundo trabaje de igual forma.

Vamos a explicar este concepto con un ejemplo:

Pongamos que el estándar indica que debo colocar las piezas en un contenedor de uno en uno, pero veo que si los cargara de dos en dos me ahorraría un viaje ¿no sería esta una forma más productiva de trabajo? La respuesta es que seguramente sí, pero desde el punto de vista ergonómico no podríamos trabajar así durante mucho tiempo sin lesionarnos, o no todo el mundo podría trabajar de esta manera.

¿Significa esto que una vez que un trabajo se establezca como el mejor y se estandarice ya no va a cambiarse? Al contrario, el ciclo de la Mejora Continua es infinito. Puede que un trabajo se haya estandarizado porque con la información y propuestas que se tenían en ese momento fuera el mejor, pero siempre pueden surgir ideas, mejoras tecnológicas, herramientas de ayuda... que permitan mejorarlo más aun, estableciendo un nuevo estándar.

¿Existen vías entonces para mejorar los estándares en Magna? Sí, existen numerosas vías por las que se observan los estándares establecidos y se piensas formas nuevas de trabajo:

- **“Best Practices” y “Benchmarking”:** los procesos de nuestra planta tienen similitudes con los de otras plantas del grupo Magna y las mejoras que se implantan en otras plantas se comparten con nosotros para que las estudiemos.
- **Observaciones de puesto:** los Team Leader (jefes de equipo), como parte de su trabajo estandarizado, observan los puestos de trabajo y proponen mejoras.
- **Sistema de ideas de los empleados:** si un empleado tiene una idea para mejorar un proceso o puesto, se puede hacer llegar presentando una idea que pasará a estudiarse.

Las 5S

El método de las 5S es una técnica de gestión que viene de Japón y que se basa en cinco principios para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más limpios, más ordenados y, en definitiva, más productivos.

Las «5S» son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen el método.

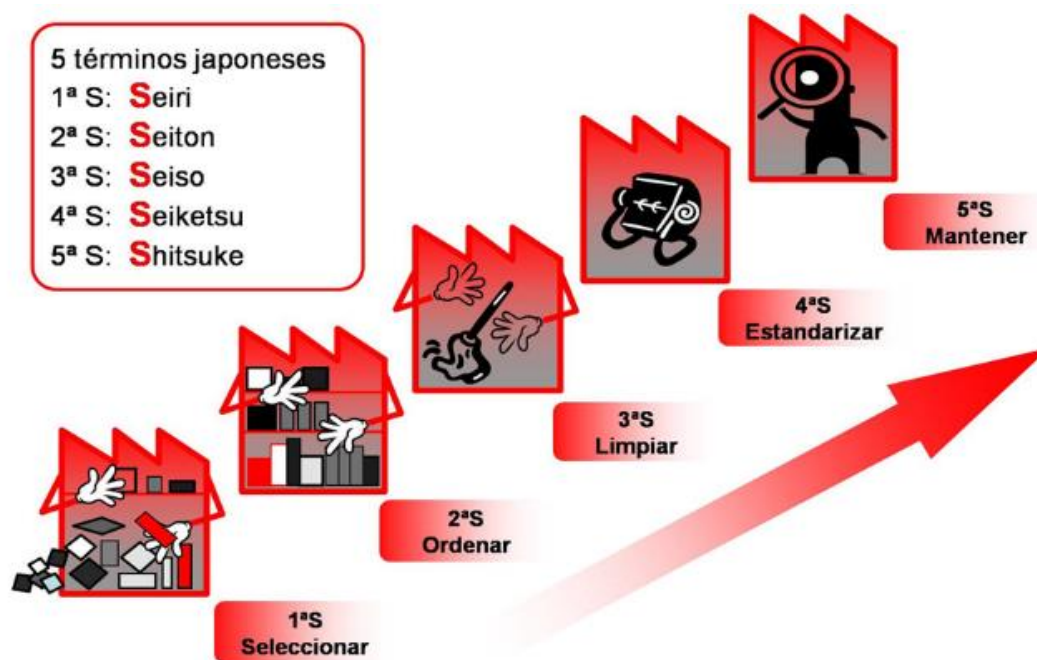


Figura 11. Representación gráfica de las 5S

Se van a explicar las cinco etapas o “S”, lo que se pretende en cada una y el beneficio que conseguimos al completar cada una de ellas. Como técnica de Mejora Continua que es, vamos a conseguir mejoras graduales al ir terminando cada etapa, sin tener que esperar a completar las cinco:

- 1) **Seiri–“Sort”** – Seleccionar o Separar. Retirar lo que no se use de manera habitual. ¿Para qué sirve esta herramienta que está en mi puesto de trabajo y que no he usado más que una vez en el último año? ¿Por qué está “esto” aquí si no hemos tenido que volver a usarlo desde que se hizo “aquel” cambio? Estas

preguntas son normalmente indicativos de que algo sobra en el puesto de trabajo.

Por eliminar no siempre queremos decir que haya que tirarlo a la basura, pero si llenamos de “por si acaso” los puestos de trabajo, no tendremos hueco para lo que realmente es importante. Por eso, es importante buscar una ubicación para todas las cosas que se vayan a utilizar muy de vez en cuando y tratar de tener en el lugar de trabajo sólo lo imprescindible.

- 2) **Seiton–“Set in Order”** – Ordenar. Ahora debemos definir un lugar concreto para cada elemento que hayamos definido como necesario. Esto es importante porque, si cada vez que se va a utilizar algo, no está en un sitio, se pierde bastante tiempo en reordenar el puesto. Como en la mayor parte de empresas, la mayor parte de los puestos de trabajo son compartidos y, si cada uno deja las cosas de forma distinta, esto conduce a pérdidas de tiempo e incluso a posibles errores.
- 3) **Seiso–“Shine”** – Limpiar. Ahora que todo está en su sitio es el momento de limpiar. Pero no nos referimos únicamente a barrer, tirar las piezas que estén por el suelo y dejar todo impecable. Las máquinas nos pueden mostrar posibles averías a través de fugas. Si no limpiamos las fugas anteriores, no podremos identificar las fuentes de error, por lo que es necesario tener en buen estado el puesto y los equipos.
- 4) **Seiketsu–“Standardize”** – Estandarizar. Este punto está muy relacionado con el punto 2 pero va un paso más allá. No se trata sólo de que todo esté en su lugar, si no que debemos identificar el lugar en el que va cada cosa para que, cuando algo falte o algo no esté en su sitio, seamos capaces de identificarlo y corregirlo. Esta etapa ayuda especialmente a gente que lleva poco tiempo en un puesto, ya que sin experiencia es capaz de ver si algo está mal o si le falta alguno de los elementos que necesita para trabajar.

- 5) **Shitsuke**—“**Sustain**” – Mantener. La última de las 5S hace referencia, básicamente, al mantenimiento de las 4S anteriores. Si una vez que logramos que el estado del lugar de trabajo sea el idóneo no nos esforzamos por mantenerlo, acaba degradándose y volviendo al estado inicial.

Uno de los dos grandes proyectos que abarcan este trabajo es la implantación de las 5S en todas las zonas de la planta y se explicará detalladamente en el apartado 4.2.

Kaizen

La palabra japonesa Kaizen es la lectura de los caracteres 改善, cuyo significado se puede descomponer así:

- 改 (kai en japonés) significa ‘cambio’ o ‘la acción de enmendar’.
- 善 (zen en japonés) significa ‘bueno’ o ‘beneficioso’.

Un Kaizen, de forma resumida, es cualquier cambio a mejor que realicemos de nuestro estándar de trabajo. Esta definición es importante porque no se trata de una actividad para resolver problemas o desviaciones que nos encontremos debido a mal funcionamiento de máquinas, cambios en la planificación o desviaciones con respecto a cómo se ha definido que se debería trabajar. Con el Kaizen buscamos generar algo nuevo que mejore la situación actual.

Para llevar un Kaizen a cabo, normalmente se organizan talleres de trabajo que tienen la mayor parte de las veces las siguientes características:

- Hay un estudio previo por parte de un equipo, normalmente con perfil técnico, del estándar del trabajo. Se revisa si ha habido algún cambio y si se está siguiendo paso por paso, actualizando el tiempo de proceso si procede.

- Se plantean unos objetivos. Esto es esencial porque simplemente acercarse a ver cómo funciona el puesto de trabajo se acaba convirtiendo, la mayor cantidad de las veces, en una actividad de resolución de problemas.
- El equipo debe ser multidisciplinar y debe siempre involucrar al usuario del proceso, que es la persona más experimentada y de quien viene la mayor parte de las propuestas de mejora. Los demás podemos tener una idea, pero esta persona es quien “siente” los cambios.
- Un último punto para tener en cuenta es que, en aquellos talleres en los que queramos mejorar la eficiencia de un proceso, nunca debemos hacerlo a costa de incrementar el ritmo de trabajo por encima del establecido. Debemos centrarnos en eliminar las tareas que no nos aporten ningún valor (desplazamientos, esperas, dobles manipulaciones).

Durante estos seis meses he podido realizar un taller de Kaizen. Este se explica en el ***apartado 3.3 del Anexo 3.***

Sistema de Ideas

Los Kaizen son grandes mejoras que suelen llevar bastante tiempo, se llevan a cabo con un estudio previo y en los cuales se van realizando talleres en los que se hacen pruebas para ver si lo estudiado es realmente posible.

Sin embargo, también existe un sistema de ideas, en los que los empleados proponen sus ideas y estas son estudiadas por los managers de cada área, decidiendo si implantarlas o no. La gran diferencia es que estas son pequeñas mejoras que ayudan al operario a hacer su trabajo mucho más fácil, pero no tienen detrás un gran estudio previo, ni suelen traer grandes mejoras que mejoren los procesos de fabricación, como si suelen ser los Kaizen.

Este sistema funcionaba con formatos en papel en los que los operarios rellenaban su idea y la introducían en un buzón para posteriormente ser registrada en un SharePoint por el responsable del sistema de ideas.

Durante este tiempo he podido colaborar en la creación de un nuevo sistema digital de ideas para empleados. La creación y mejora de este sistema se puede ver detalladamente en el ***apartado 3.2 del Anexo 3***.

AGV y AMR

Un AGV o Vehículo de guiado automático (Automated Guided Vehicle) es un equipo que forma parte de la solución de automatización de transporte de materiales en fábrica. Se trata de un sistema que se puede utilizar para aumentar la eficiencia y optimizar los flujos de materiales en intralogística. Una carretilla elevadora automatizada realiza básicamente las mismas tareas que la carretilla elevadora manual, pero sin la necesidad de ser operada por un conductor (Sander, 2022).

Por otro lado, un robot AMR (Autonomous Mobile Robots) es un dispositivo de transporte totalmente autónomo e inteligente que sirve para automatizar las tareas de transporte en áreas de producción y logística. Se podría decir que es un AGV, pero con capacidad de elegir la ruta optima ante un obstáculo. Incorporan tecnología superior en software y hardware, dotándolos de inteligencia pudiendo tomar decisiones en su recorrido.

Estos robots móviles realizan un escaneo de la planta, generando un mapa de las instalaciones. Sobre este mapa de navegación se le incluyen puntos de parada donde se realiza la operativa de recogida o descarga.

Además, mediante sensores como escáneres láser o cámaras y su software, el robot es capaz de procesar obstáculos modificando su ruta de avance y llegar al punto deseado sin parar (Movicontrol, 2023).

4.2. Proyectos realizados

Proyecto de Implantación de un AMR en una zona de la planta

He podido colaborar con el mánager de Mejora Continua (tutor de este trabajo) y un equipo de trabajo, en el proyecto de implantación de un AMR en una zona de la planta.

Objetivo

El objetivo de este proyecto es automatizar los movimientos internos de tres líneas de ensamblaje mediante la implantación de un AMR. La zona en la que se va a implantar se encuentra en Focus Factory 3 (área de ensamblaje). Actualmente este trabajo se realiza mediante carretilla. La idea es que el nuevo AMR sustituya a la carretilla de esa zona, alimentando cada línea con contenedores vacíos y retirando los contenedores de piezas ya terminadas.

Layout y recorrido de la zona en la que se va a implantar

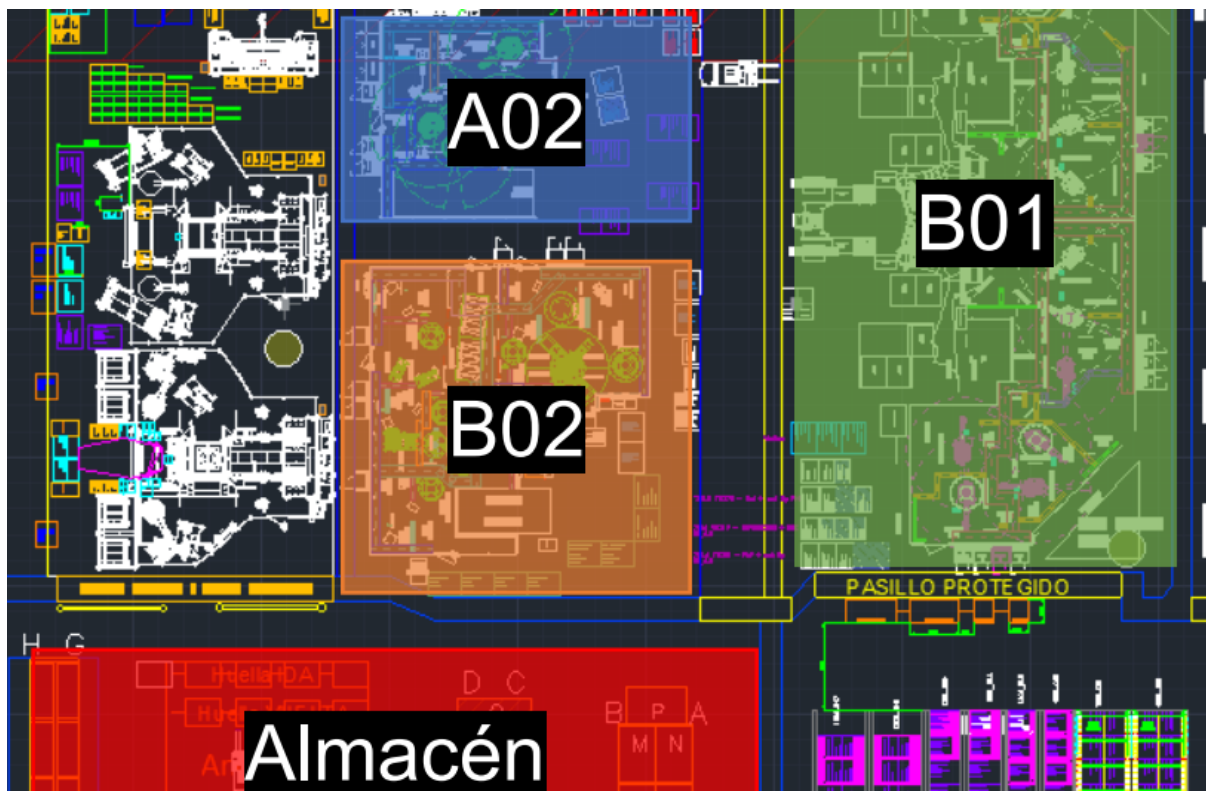


Figura 12. Layout de zona con líneas a las que alimentará el AMR

En el mapa se pueden ver las 3 líneas de producción que se alimentarán: B01, A02, B02.

Recorrido a realizar:

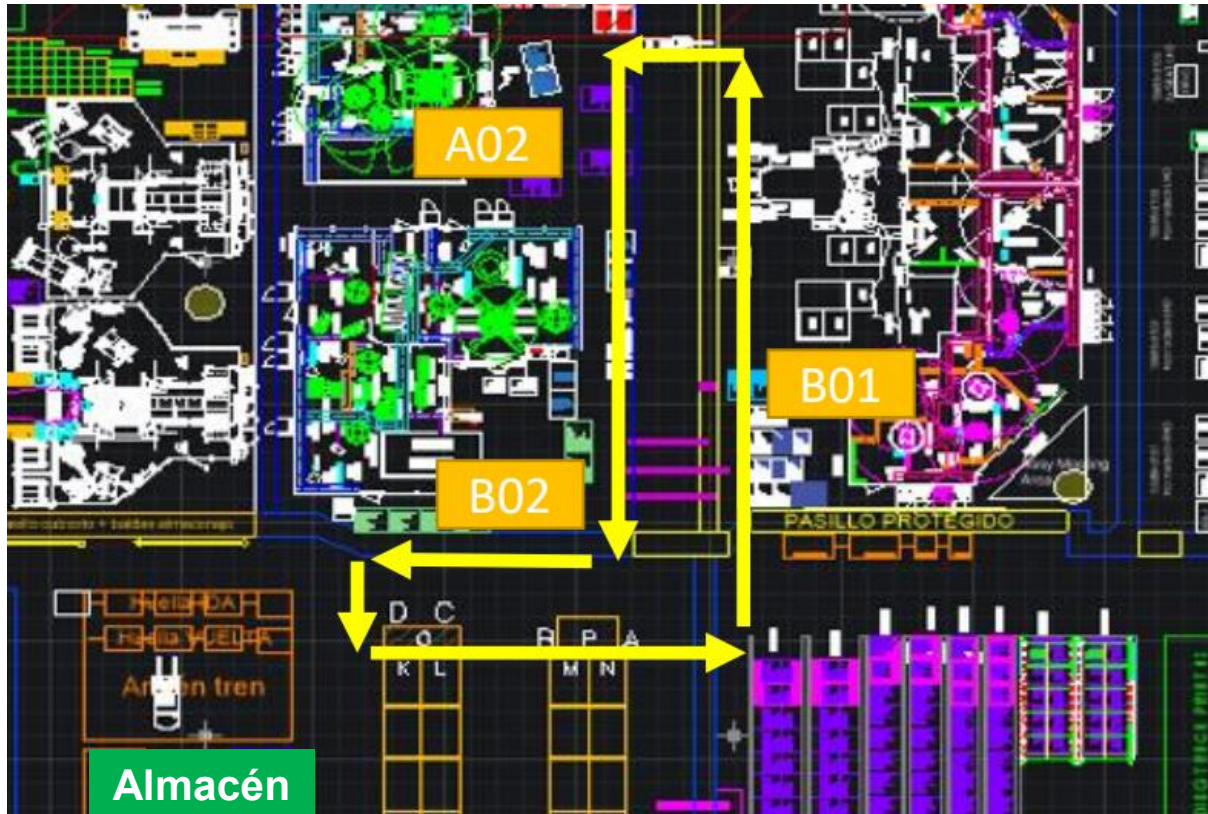


Figura 13. Ciclo de recorrido del AMR

En el almacén se encuentra una posición para contenedores vacíos y otra para material terminado de cada línea.

Las líneas B01 y B02 son líneas en las que se producen pilares B mientras que en A02 se producen pilares A.

El ciclo propuesto de trabajo es el siguiente:

- 1. El robot parte del almacén cuando recibe la señal de que el contenedor de B01 está lleno de piezas terminadas. Se dirige a la posición, recoge el contenedor y lo transporta hasta almacén.
- 2. Una vez colocado este en almacén, carga el contenedor de B01 vacío y lo lleva de nuevo a la línea hasta colocarlo en su posición.

- 3. A continuación, carga en A02 el contenedor de piezas terminadas cuando recibe la señal de que este está lleno y lo lleva hasta su posición en almacén.
- 4. Después, carga el contenedor de A02 vacío que está en almacén y lo lleva a la línea hasta colocarlo en su posición.
- 5. Recoge en B02 el contenedor lleno de piezas terminadas cuando recibe la señal de que está lleno y lo lleva hasta almacén para colocarlo en su posición.
- 6. Luego, carga el contenedor de B02 vacío que está en almacén y lo lleva a la línea hasta colocarlo en su posición.
- 7. Finalmente vuelve a su posición hasta volver a recibir la señal de contenedor lleno de B01, momento en que volvería a comenzar el ciclo.

Tipo de contenedores que debe poder cargar el AMR

Contenedor de A02:



Figura 14. Ejemplo de contenedor de A02

- Peso máximo incluyendo carga: 560 Kg.
- Longitud máxima: 2400 mm.
- Ancho máximo: 1200 mm.
- Altura máxima: 1500 mm.

Contenedor de B01:



- Peso máximo con carga: 550 Kg.
- Longitud máxima: 1400 mm.
- Ancho máximo: 1200 mm.
- Altura máxima: 1500 mm.

Figura 15. Ejemplo de contenedor de B01

Contenedor de B02:



- Peso máximo con carga: 560 Kg.
- Longitud máxima: 1600 mm.
- Ancho máximo: 1200 mm.
- Altura máxima: 1500 mm.

Figura 16. Ejemplo de contenedor de B02

Una vez tenemos claro el recorrido y los contenedores que serán necesarios transportar, el siguiente paso es evaluar los distintos tipos de AGV/ AMR que podríamos utilizar para ello.

Reuniones con proveedores

Lo siguiente que hicimos fue ponernos en contacto con cinco proveedores distintos para presentarles el proyecto (recorrido a realizar, tipos de contenedores, carga máxima, turnos por día, horas de trabajo, etc.).

Tras varias reuniones con ellos, nos presentaron 4 tipos diferentes: tres AMR y un AGV.

Tipos de AGV/ AMR

- AMR tipo mouse



Figura 17. Ejemplo de AMR tipo mouse

Este tipo de robot son pequeños, como se puede ver en la imagen.

Tienen cuatro ruedas en la parte inferior que les permiten girar sobre sí mismo 360° y puede levantar un peso máximo de 600 Kg.

Como gran ventaja tiene que, si los contenedores están a una determinada altura sobre el suelo, el AMR se introduce debajo y lo carga para luego poder transportarlo. Además,

al ser un AMR, no tiene una ruta fija para llegar a su destino, sino que, si algún elemento se interpone en su camino, el mismo busca otra posible ruta para llegar al destino.

El problema se presenta cuando la carga no está elevada, ya que, si esto es así, se debe de colocar algún elemento que eleve la carga, como podrían ser por ejemplo unos elevadores neumáticos o eléctricos.

- **AMR tipo arrastre**



Figura 18. Ejemplo de AMR tipo arrastre

Este tipo de AMR es similar al anterior, pero posee un gancho de agarre para después poder arrastrar los contenedores, sin la necesidad de tener que levantarlos.

Puede arrastrar un peso máximo de 500 Kg, por lo que automáticamente se descartó, además de que sería necesario modificar los contenedores para poder engancharlos.

- **AMR tipo elevador**



Figura 19. Ejemplo de AMR tipo elevador

Este tipo de AMR es como los 2 anteriores, pero posee un tipo de plataforma que permitiría coger los contenedores por el lateral y levantarlos. Esto también implica que el AMR tenga un tamaño bastante mayor y sea más pesado, por tanto, más lento.

Además, su coste es bastante superior a los dos anteriores, por tanto, este también se descartó.

- **AGV apilador**



Este último caso es un AGV, no un AMR, por tanto, a este se le debería de programar una ruta fija y si algún elemento le obstaculiza, quedaría bloqueado hasta que desapareciera.

La ventaja de este tipo de robot es que es similar a una carretilla, pero automática, lo que nos permitiría que además de cargar contenedores, se pudiera apilar en estanterías. Además, se puede colocar en modo manual y simplemente funcionaría una carretilla normal.

Figura 20. Ejemplo de AGV apilador

Ante estos 4 casos, se descartan dos de ellos y nos quedamos finalmente entre un AMR mouse y un AGV apilador.

A continuación, se solicitaron a los proveedores la realización de pruebas con estos dos tipos de robots en nuestra planta.

Pruebas realizadas en nuestra planta

Prueba 1: AGV apilador

Se realizó una prueba con un AGV apilador de uno de los proveedores en nuestra planta. El objetivo de la prueba era simular el recorrido estudiado, pero únicamente con una línea, para comprobar que podía cargar los contenedores y moverlos, además de comprobar el sistema de mapeado.

El AGV con el que se probó es el siguiente:



Figura 21. AGV tipo apilador probado en Magna

Es un vehículo que puede trabajar tanto de forma automática como en modo manual.

Para el modo automático, funcionando como un AGV, cuenta con un láser en la parte superior, a unos dos metros de altura, el cual va detectando todo lo ve por la parte superior, como puede ser: estanterías, columnas, etc. En caso de ser necesario, para detectar mejor algunas zonas más complicadas, se colocan reflectores que ayudan a ello.

Carga máxima: 1600 Kg

Aquí se puede ver el scanner laser de la parte superior:



Figura 22. Laser de seguridad superior

En la parte inferior se pueden ver 2 láser de seguridad:



Estos 2 cubren toda la zona que rodea el AGV y en caso de ver riesgo de choque, el AGV se frenaría.

Figura 23. Scanner de seguridad inferiores

Se realiza finalmente la prueba de forma similar a lo que será el proyecto final, pero con menos paradas para cargar y dejar contenedores, con un mapeado que se realiza mucho más rápido y por lo tanto con un ajuste de parámetros con menor precisión.

La secuencia de movimientos en la prueba es la siguiente:

1. El AGV comienza su movimiento y se dirige hacia los contenedores cargados ya de piezas terminadas.
2. Se acerca, entran las uñas en el contenedor y lo levanta.
3. Se retira hacia atrás con el contenedor cargado y realiza el recorrido hasta almacén, donde dejará el contenedor cargado.
4. Una vez que ha dejado en posición el contenedor de piezas terminadas, sale hacia atrás y lo siguiente que realiza es cargar el contenedor vacío que se encuentra al lado.

5. Carga el contenedor vacío y realiza el recorrido de vuelta hasta llegar a la zona donde se había llevado el primer contenedor cargado, reponiendo así nuevo contenedor vacío hasta que se llene de nuevo y se repita el ciclo.

Esta es la secuencia para la prueba, después en el proyecto final, se haría esto mismo, pero con más líneas, por tanto, más posiciones de carga y descarga.

Una vez teníamos claro la secuencia que se iba a realizar para la prueba, se realiza el mapeado.

El AGV se conecta al ordenador mediante programa informático. Se va realizando de forma manual el recorrido que se va a realizar para que vaya detectando todo y referenciando columnas, estanterías, paredes, etc. Cuando ya se ha detectado todo lo que hay alrededor de él, mediante el programa de ordenador se le define la ruta, dibujando líneas y los giros, indicando radios de giro. Esto lo realizan durante un tiempo y se van realizando pruebas y ajustes hasta encontrar los correctos. Se pueden modificar parámetros como: altura a la que levanta el contenedor, radios de giro, longitud de rectas del recorrido, definición de nodos para luego mandar ordenes, centrado de las uñas mediante coordenadas, etc.

Una vez se ha hecho todo esto y ya se ha hecho el recorrido y mapeado. Mediante Programación PLC se le envían la secuencia de órdenes y movimientos que debe realizar.

Una vez programado todo, se realiza la prueba y se comprueba que sí que lo puede realizar correctamente.



Figura 24. Prueba realizada con apilador en planta de Magna

Prueba 2. AMR mouse

También se realizó una prueba con un AMR mouse de prueba que nos trajo un proveedor a la planta.

El AMR es más inteligente que el AGV y por tanto el sistema de mapeado es mucho más rápido.

Cuenta con varios scanner que detectan todo lo que tiene a su alrededor y directamente aparece en el ordenador. Una vez escaneado, el programador le diseña una ruta en el ordenador y le define las posiciones donde debe colocar y recoger los contenedores.

En este caso el AMR de prueba es de menor tamaño, como máximo levanta 100 Kg, por tanto, no se puede simular de forma real la carga de elementos, pero sí que se comprueba

que mapea todo y se mueve por toda la planta de manera ágil, además buscando nuevas rutas si un obstáculo se interpone en su camino.



Figura 25. Prueba con AMR mouse en planta de Magna



Figura 26. AMR mouse de prueba

Tras la realización de ambas pruebas se toma la decisión de implantar el AMR de tipo mouse. Se evaluaron ambas opciones y se eligió el AMR ya que su sistema de mapeado es

mucho más rápido y su conexión a nuestro sistema informático más sencillo. Además, es una opción más económica que el apilador.

¿Por qué AMR y no AGV?

- No necesitan elementos externos para su implementación en planta ni necesidad de hacer obras: sin antenas laser, sin filoguiados, sin balizas, sin códigos QR.
- Gracias a sus scanners, su sensórica y su cámara 3D le permite mapear la zona de trabajo e interactuar con personal alrededor, ya que tiene una visión 360º que le permite realizar una navegación eficiente evitando colisiones y sorteando posibles obstáculos.
- Al ser un robot tipo mousse le permite maniobrar en el mínimo espacio.
- Ventana abierta a la conectividad: Tablets, PLC, MESS, etc.

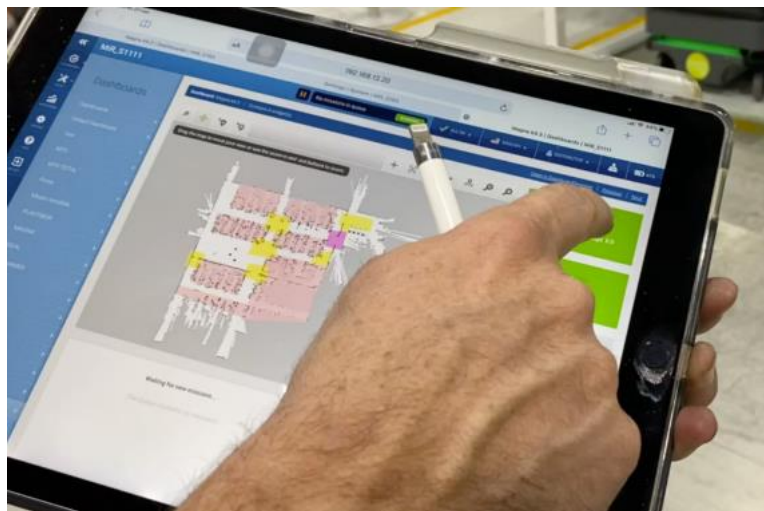


Figura 27. Ejemplo de mapeado de un AMR

Ahora tras tener claro el tipo de robot que se va a implantar, se pasa a realizar el estudio para ver si serán necesarios uno o dos AMR.

Estudio y cálculos realizados

ROBOT	TOP MODUL	
Velocidad	1,0	m/s
Tiempo carga / descarga	30	s
Desviaciones	1,3	%

Tabla 2. Características de AMR Mousse

Viajes				
Recorrido	Origen	Destino	Distancia[m]	Viajes/h
A02 RH	Almacén	L1	58	1,43
A02 LH	Almacén	L2	58	1,43
B01 RH	Almacén	L3	44	3,23
B01 LH	Almacén	L4	60	3,23
B02 RH	Almacén	L5	35	1,61
B02 LH	Almacén	L6	35	1,61

Tabla 3. Viajes por hora a cada línea

Tiempo de ciclo		
Recorrido	Tiempo [s]	Tiempo[mm:ss]
A02 RH	307	05:07
A02 LH	307	05:07
B01 RH	270	04:30
B01 LH	312	05:12
B02 RH	247	04:07
B02 LH	247	04:07

Tabla 4. Tiempo de recorrido a cada línea

Ocupación de la flota		
Número de robots necesarios	1	
Tiempo de trabajo total en 1h	0:59:12	h:mm:ss
Tiempo trabajo individual en 1h	0:59:12	h:mm:ss
% Disponibilidad	1,33	%
% Ocupación	98,67	%

Tabla 5. Ocupación del AMR

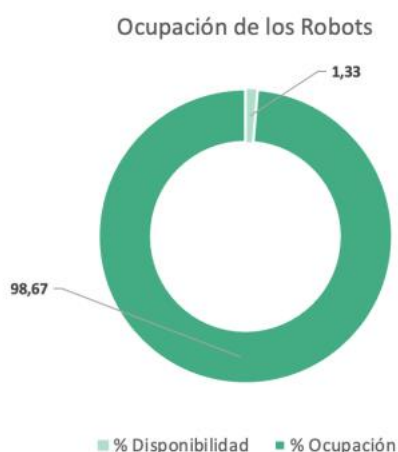


Figura 28. Ocupación del AMR

Como se puede observar, con un AMR sería suficiente (98,67 % de ocupación).

Podría parecer que está demasiado saturado, pero estos cálculos realmente se han realizado con un OEE del 100 % (el concepto de OEE se explica en el **Anexo 2**), y la realidad es que las líneas operan en torno al 85%.

Por tanto, si hacemos el cálculo: $98,67 \cdot 0,85 = 83,87 \%$

Realmente la ocupación sería de un 83,87 % por lo que con un único AMR nos sería suficiente para alimentar a todas las líneas.

Por último, ya para finalizar el proyecto, se elabora un documento llamado ROI en el que se calcula el retorno de inversión, con todos los datos del presupuesto final recibido.

Este es un documento de Magna en el que se introducen todos los costes que tiene el proyecto del AMR (con los datos del presupuesto final). En él se evalúan estos costes frente a la reducción de personal de logística, ya que, con la implantación de este AMR, evitamos la contratación de un empleado más.

Scaling	FKL dr/AGV
Total Investment new situation	\$ [REDACTED]
AVG yearly cash flow	\$ [REDACTED]
Global Program payback	3.75

Figura 29. Resultados tras realizar documento de retorno de inversión (ROI)

Tras realizarlo, el resultado es 3,75 años. Esto quiere decir que antes de los 4 años habremos recuperado la inversión, lo que nos indica que es una buena inversión ya que la compra de estos robots se suele amortizar con una media de 5 años.

Se realiza reunión final con Gerencia, Compras y Finanzas y se aprueba el proyecto, lanzándose la orden de compra y quedando a la espera de su instalación final en Octubre.

Proyecto de implantación de las 5S en toda la planta de Magna

A mi llegada a Magna se me encargó un proyecto cuya finalidad es conseguir implantar las 5S en todas las áreas de la planta y generar unos estándares.

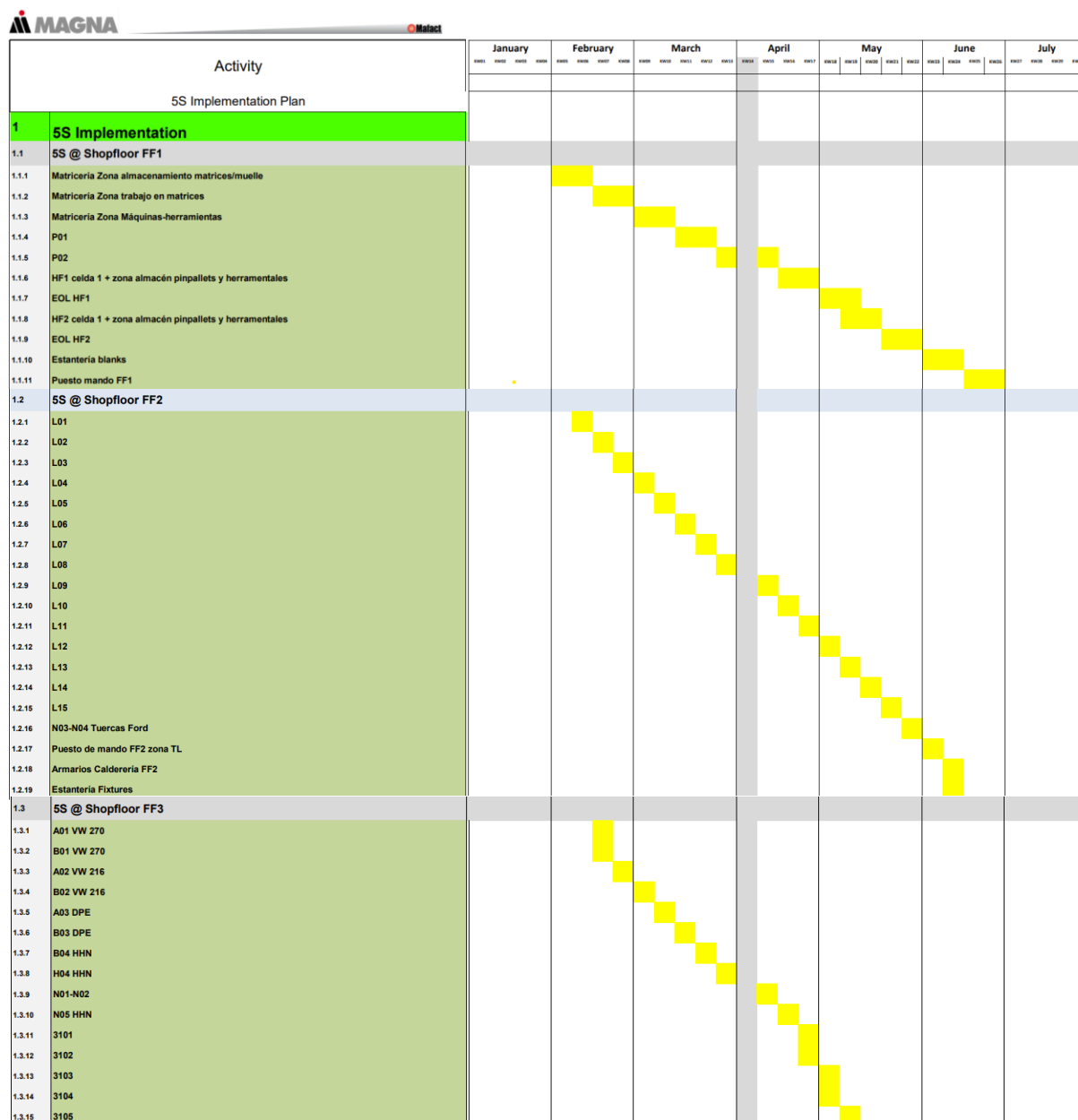
Al ser una planta bastante nueva (desde 2017), todavía no se han implantado las 5S en todas las secciones.

Para llevar a cabo este proyecto, lo primero que hice fue elaborar, mediante un diagrama de Gantt en Excel, un plan para llevar a cabo durante todo el año la implantación de las 5S en las distintas áreas.

Lo primero fue dividir la planta en las distintas áreas:

- **Focus Factory 1:** área de prensas con estampación en caliente.
- **Focus Factory 2:** área de corte por láser.
- **Focus Factory 3:** área de ensamblaje por soldadura.
- **Almacén de Logística.**
- **Áreas de Mantenimiento.**
- **Áreas de Calidad.**
- **Zonas exteriores.**
- **Oficinas.**

A su vez, cada una de estas áreas las he dividido en varias zonas, y a continuación se realizan los workshops 5S zona por zona. Se puede ver a continuación el diagrama de Gantt:



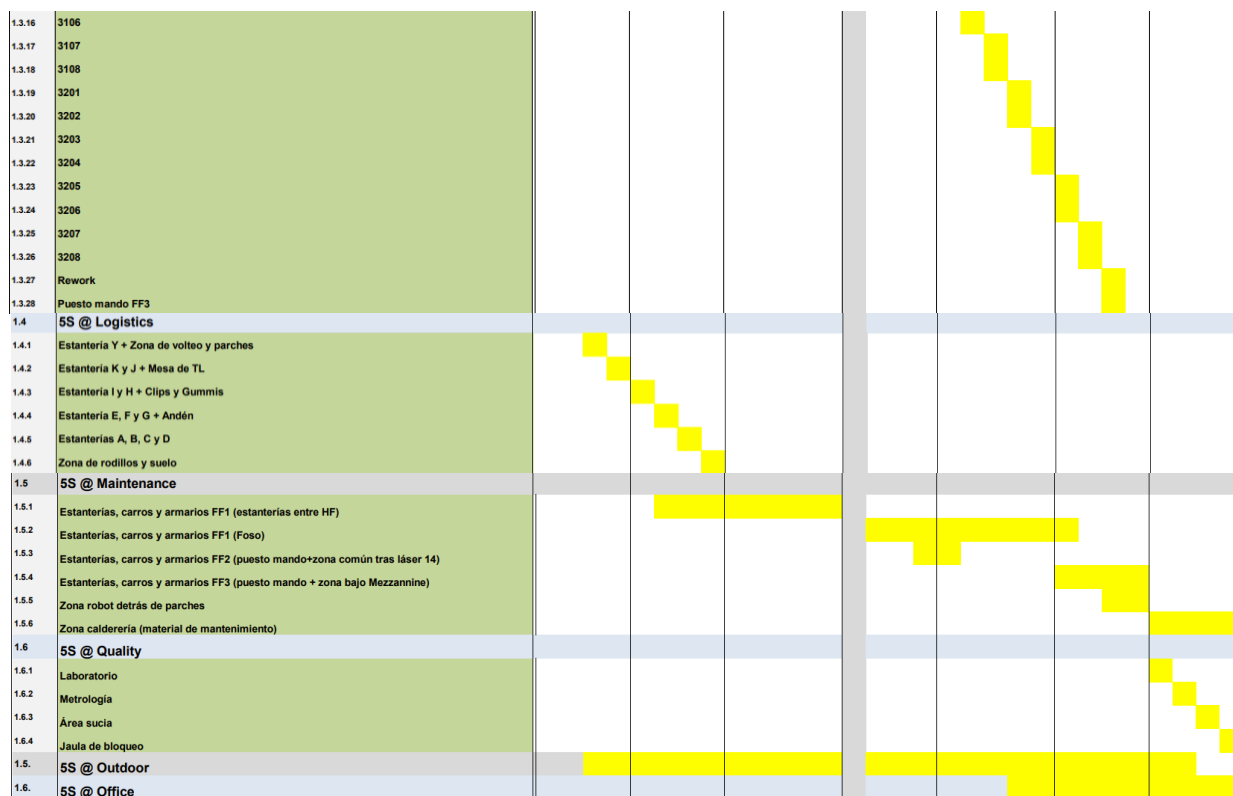


Figura 30. Diagrama de Gantt para planificación de workshops 5S

En la parte superior se pueden ver las semanas y meses del año hasta Julio.

En la parte izquierda podemos observar las distintas áreas de la planta divididas por zonas.

Las casillas pintadas en amarillo indican que en esa semana toca realizar workshop 5S en dicha zona.

De esta forma se establece un plan, en el que semana a semana realizamos workshops 5S en cada zona hasta completarlas. Se puede ver cómo según este plan los workshops están terminados para la última semana de Julio.

Realización de Workshops 5S

Una vez hecha la planificación, se van realizando los workshops 5S siguiendo la planificación establecida en el diagrama.

Los workshops 5S consisten en:

- Se planifica una hora junto con el manager del área y un Team Leader para realizarlo.
- Se recogen las acciones a realizar en la zona: eliminar, identificar, marcar ubicación, etc. Una vez anotadas, se recogerán todas ellas en un plan de acción de la zona.
- A continuación, se anotan todas aquellas acciones que sean de eliminar todo lo que se considere que no es necesario. Por eso es importante que esté siempre presente un Team Leader para que nos indique lo que es necesario o no en el puesto.
- Una vez eso, para lo que sí que se considera que es necesario tener allí, se le debe de marcar una ubicación, mediante marcaje en el suelo (pintura o pegatinas esquineras especiales para ello).
- También se deben identificar con etiquetas correctamente todos los elementos, para facilitar al operario donde tiene cada elemento a la hora de trabajar (estandarización).
- Si además de todo esto, se considera que hay algún elemento que se puede mejorar, fabricando un elemento nuevo, por ejemplo, también se anota como acción.

En el workshop 5S se recogen todas estas acciones y después se plasman en un plan de acción.

Plan de Acción

Una vez anotadas todas las acciones, se recogen en un plan de acción. Habrá entonces un plan de acción para cada área que recogerá todas las acciones de las zonas de ella.

Este plan de acción contiene:

- Tarea para realizar.
- Imágenes.
- Responsable de realizar la tarea.
- Estado de la tarea. Una vez se completa la tarea se cambia su estado a completado.

El objetivo es completar todas las tareas, dando así por completado el plan de acción y por tanto las 5S, a falta de estandarizar y mantener mediante auditorías.

Ejemplos de los planes de acción realizados por mi:

Plan de acción 5S FF1:

PLAN DE ACCIÓN IMPLANTACIÓN 5S FF1					
Tarea	Imágenes	Zona	Comentarios	Responsable	Estado
Eliminar metacrilato y buscar ubicación a nevera		PAD1		Alberto Mateo	completado
Eliminar, no se utiliza		PAD1		Alberto Mateo	pendiente
Marcar con esquinas negras la escalera		PAD1		David Redondo	completado
Eliminar televisión sin uso		PAD1		mantenimiento/IT	pendiente
Limpieza del armario. Además se va a sustituir por nuevo soporte (prohival)		PAD1	Se puede sustituir por nuevos soportes que ya han llegado de FF3 (se pidió uno para parches 1)	Alberto Mateo	en marcha
Limpiar suciedad de la zona y recoger piezas		PAD1		Alberto Mateo	completado

Figura 31. Plan de acción 5S de FF1

Plan de acción 5S FF2:


PLAN DE ACCIÓN IMPLANTACIÓN 5S LASER				
Tarea	Imágenes	Zona	Responsable	Estado
colocar basuras nuevas		Laser 1	Roberto Plazas	Completado
Eliminar imanes y cuadro del material que queda. Se va a colocar una instrucción de como actuar cuando se quedan sin material en este armario		Laser 1	Roberto Plazas	Completado
Identificar cada estante del armario de limpieza		Laser 1	Roberto Plazas	
Marcar el suelo con esquineras negras		Laser 1	Roberto Plazas	Completado

Figura 32. Plan de acción 5S de FF2

Plan de acción 5S FF3:







PLAN DE ACCIÓN IMPLANTACIÓN 5S FF3					
Tarea	Imágenes	Comentarios	Zona	Responsable	Estado
crear soporte para las escobas y el recogedor y que no caigan al suelo		Pendiente de que proinval lo haga para todas las líneas (deben quedar todos los kit de limpieza como el de PA05)	A01	calderería	Completado
crear ubicación para el cepillo			A01	calderería	Completado
colocar la pistola en su soporte anclada			A01	calderería	Completado
colocar soporte tal cual se ha comentado en la anterior foto			A01	calderería	Completado
Reponer separador de sábanas.		Hasta que se instalen los nuevos paneles TPM	B01	calderería	Completado
Eliminar ganchos que sobran de panel.			B02	Calderería	Completado

Figura 33. Plan de acción 5S de FF3

Plan de acción 5S Logística:

PLAN DE ACCIÓN IMPLANTACIÓN 5S LOGÍSTICA					
Tarea	Imágenes	Zona	Responsable	ESTADO	comentarios
Cambio armario Incoming/dejar sitio para palets volteadora y marcar ubicación a palets volteadora		A	Ángel/Bruno	COMPLETADO	
Fijar soportes al suelo		A	Miguel Tomas/Jorge Pablo	COMPLETADO	
Quitar kits vacíos, no pueden estar ahí por el acceso a B01 y colocar como para evitar que se vuelvan a colocar en esta posición		B	BRUNO	COMPLETADO	
colocar portatiquetas para todas las referencias		B	BRUNO	COMPLETADO	

Figura 34. Plan de acción 5S de almacén de logística

Plan de acción 5S mantenimiento:

PLAN DE ACCIÓN IMPLANTACIÓN 5S MANTENIMIENTO				
Tarea	Imágenes	Zona	Responsable	estado
Hacer inventario y dejar allí únicamente solo lo que se utilice y después eliminar lo que no se considere necesario tener allí		FF1 Zona 1		completado
Una vez eliminado lo no necesario, ordenar lo que se ha dejado y marcar con posits lo que habrá en cada gaveta/KLT		FF1 Zona 1		completado
Una vez hecho esto, realizar las etiquetas y marcar cada gaveta/KLT identificando los elementos correctamente		FF1 Zona 1		completado
Hacer inventario y dejar allí únicamente solo lo que se utilice y después eliminar lo que no se considere necesario tener allí		FF1 Zona 2		completado

Figura 35. Plan de acción 5S de las áreas de mantenimiento

Como se puede ver, se han hecho los planes de acción de cada zona. Una vez hechos, el siguiente paso es realizar seguimiento cada semana para ir comprobando que se van cerrando las acciones semana a semana.

Finalmente, en agosto se pudieron completar todos los planes de acción.

Estado de planes de acción 5S			Actualizado el: 28/08/2023		
	Nombre archivo	Nº acciones	Nº acciones completadas	Nº Acciones pendientes	% zona completada
Plan de acción FF1	Plan de acción 5S FF1	185	185	0	100%
Plan de acción FF2	Plan de acción 5S FF2	138	138	0	100%
Plan de acción FF3	Plan de acción 5S FF3	389	389	0	100%
Plan de acción Logística	Plan de acción 5S_LOGÍSTICA_	93	93	0	100%
Plan de acción Mantenimiento	Plan de acción 5S_Mantenimiento	42	42	0	100%

Figura 36. Estado de los planes de acción a 22/08/2023

A continuación, se va a poner un ejemplo del antes y después de cada zona.

Focus Factory 1:

Antes



Figura 37 y 38. Área de Tooling antes de aplicar 5S

Después



Figura 39. Área de Tooling después de aplicar 5S

Focus Factory 2:

Antes



Figura 40. Área de FF2 antes de aplicar 5S



Figura 41. Área de FF2 antes de aplicar 5S

Después



Figura 42. Área de FF2 después de aplicar 5S

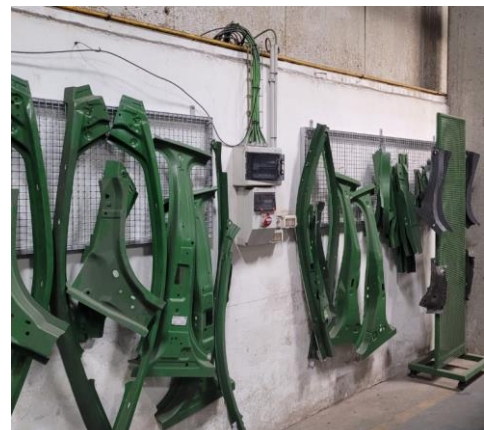


Figura 43. Área de FF2 después de aplicar 5S



Figura 44. Área de FF2 después de aplicar 5S

Focus Factory 3:

Antes



Figura 45. Área de FF3 antes de aplicar 5S

Después



Figura 46 y 47. Área de FF3 después de aplicar 5S

Almacén Logística:

Antes



Figura 48. Almacén de logística antes de aplicar 5S

Después



Figura 49 y 50. Almacén de logística después de aplicar 5S

Áreas de Mantenimiento:

Antes



Figura 51. Áreas de mantenimiento antes de aplicar 5S

Después



Figura 52. Áreas de mantenimiento después de aplicar 5S

Antes



Figura 53. Áreas de mantenimiento antes de aplicar 5S

Después



Figura 54. Áreas de mantenimiento después de aplicar 5S

Área de Tooling (forma parte de Focus Factory 1)

Antes



Figura 55. Taller de Tooling antes de aplicar 5S

Después



Figura 56 y 57. Taller de Tooling después de aplicar 5S



Una vez que todos los planes de acción se han completado, el siguiente paso es estandarizar cada zona, como ya se explicó en el apartado 4.1, ya que, si no estandarizamos, es probable que todo vuelva a la situación anterior y el trabajo no haya servido para nada.

Una vez que las áreas de trabajo a auditar hayan sido definidas, cada una de estas áreas deberá definir y establecer un estándar (4S) con el nivel de organización, orden y limpieza (primeras 3S) que se quiere alcanzar para conseguir una mayor eficiencia.

Este estándar debe visualizarse en soporte fotográfico (tantas ayudas visuales del área de trabajo como sean necesarias para visualizar completamente el área) y estará expuesto en las correspondientes áreas de trabajo que vayan a ser auditadas.

Los estándares deben revisarse y actualizarse para mantener (5S) las condiciones de las primeras 4S.

Ejemplo de estándar 5S generado en el área de logística:




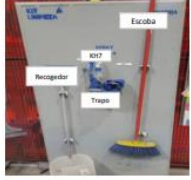








ALMACÉN		ZONA: A		ESTÁNDAR 5S's	
LAYOUT LÍNEA Y ELEMENTOS 5S's:		1. MARCAJE SUELOS		2. PANEL TIER 2	
 <ul style="list-style-type: none"> 1- Marcaje suelos 2 - Panel tier 2 3 - Kit de limpieza 4 - Pallets de la volteadora 5 - Segregación de residuos 6 - Scrap Parches 1 7 - Ventiladores 8 - Zona Calidad 9 - Rincón Armarios Logística 10 - Cajetines entrada/salida para documentación 11 - Portarrollos 		 <p>Todos aquellos elementos de la zona que se puedan mover, pero tienen su ubicación, se deben marcar con cantoneras en forma de "L" e "I" según los colores estándar de Mafact.</p>		 <p>Panel de comunicación tier 2 en el que debe de estar actualizada toda la documentación</p>	
3. KIT DE LIMPIEZA		4. PALLETES DE LA VOLTEADORA		5. SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	
 <p>Deben de estar todos los elementos presentes y correctamente identificados</p>		 <p>Ubicados siempre en la ubicación definida, tal y como se ve en la imagen.</p>		 <p>Marcado con cantoneras de color rojo en forma de "L"</p>	
6. SCRAP PARCHES 1		7. VENTILADORES		8. ZONA CALIDAD	
 <p>Todo el scrap de parches 1 recogido dentro de KLT rojo</p>		 <p>Siempre que no se estén utilizando, deben estar en la zona marcada con etiquetas</p>		 <p>La zona inferior debe estar despejada y todo el material de calidad dentro de la jaula.</p>	
9. RINCÓN ARMARIOS LOGÍSTICA		10. CAJETINES ENTRADA/SALIDA PARA DOCUMENTACIÓN		11. PORTARROLLOS	
 <p>Debe estar siempre despejado, sin acumulación de material para no dificultar el acceso</p>		 <p>Situados al lado de puerta de entrada de camioneros. No acumular objetos bajo la mesa de documentación</p>		 <p>Ubicados en lugares estratégicos para su uso. Deben estar siempre con el rollo repuesto.</p>	
Realizado por: Juan Pablo López		Revisado por: Miguel Tomás		Fecha de actualización: 22/08/2023	

Figura 58. Estándar 5S zona A del almacén de Logística

En él se puede ver cómo debe quedar cada zona. Además, está representado el Layout (mapa) de la zona en la parte superior izquierda con los números de identificación de donde se encuentra cada elemento.

Finalmente, tras haber generado todos los estándares 5S, se programan mediante un programa informático unas auditorías 5S para controlar que estas se mantienen.

La comprobación y cumplimiento de los estándares definidos y establecidos en el punto anterior se llevarán a cabo mediante estas auditoría 5S en plataforma informática cada una para su área de trabajo.

Junto con mi tutor, generamos un cuestionario con todas las preguntas que hemos considerado necesarias dentro de las auditorías para comprobar el estado total de las 5S.

2S. SEITON - Orden: CADA COSA EN SU LUGAR 75% (9/12) | Calificación promedio: 3 | 3/3

#1 LAYOUT

3

Pregunta

Las máquinas, los medios de control, el mobiliario y los materiales están dispuestos de forma lógica y se encuentran delimitados. Las marcas del suelo indican pasillos, zonas de trabajo, ubicaciones de almacenamiento y áreas de peligro. Si existen zonas de carga de carretillas en el área, tienen ubicaciones definidas y delimitadas para ello.

Las ubicaciones están marcadas de acuerdo con los estándares de MAFAC: - BLANCO: armarios, terminales CAPTOR, máquinas y estanterías. - NEGRO: galgas y poka-yokes. - NARANJA: elementos relacionados con la logística (cargadores de baterías, zonas de espera de transpaletas, etc.). - AMARILLO: material de WIP (en láser no tenemos más que la zona que nos viene de prensa, la delimitaremos con pintores una vez esté definida), áreas de trabajo y delimitación pasillos. - ROJO: contenedores de scrap, contenedores de residuos y contenedor de 24h-5S's. - AZUL: contenedores vacíos. - VERDE: material en proceso (todo lo que tenemos en línea que está procesándose). - AMARILLO-NEGRO: zonas de peligro.

Razón

0 → Muy mal/aplicación inexistente.
1 → Mal/necesidades de mejora muy aparentes.
2 → Regular/es mejorable.
3 → Bien/aplicación correcta.
4 → Muy bien/mejora destacable.

#2 ELEMENTOS DE TRABAJO

3

Pregunta

Todas las herramientas y elementos que deban estar presentes para trabajar correctamente tienen su propia ubicación, están limpios y no tienen daños. Los operarios tienen fácil acceso a ellos. Los equipos están instalados correctamente, sin cables sueltos ni riesgos a observar. Esto incluye no sólo herramientas de fabricación si no también pizarras,

Figura 59. Ejemplo de preguntas en auditorías 5S con programa informático

#2 EXPOSITORES DE DOCUMENTACIÓN

2

Pregunta

La documentación presente concuerda con la etiqueta (JES, SW, ITs empacado e ITs, TPM...). La documentación disponible está limpia y sin romper (incluida su identificación).

Razón

0 → Muy mal/aplicación inexistente.
1 → Mal/necesidades de mejora muy aparentes.
2 → Regular/es mejorable.
3 → Bien/aplicación correcta.
4 → Muy bien/mejora destacable.

Plan de reacción

1) Notificar al operario de la incidencia detectada. 2) Notificar al Team Leader de las desviaciones a corregir.

Comentarios

Faltan hojas de liberación de tuercas

Archivo(s) de respuesta

photo-fdf7776b-ae8c-4d94-85ee-22fbd29409f8.jpeg

Mitigación #1

Urgencia

Acción inmediata

Parte responsable

Víctor Cobo

Comentarios de cierre del hallazgo

Se reponen hojas de liberación de tuercas

Ver mitigación →

Figura 60. Ejemplo de mitigación que se genera en auditoría 5S cuando hay discrepancias

Ejemplo de asignación de auditorías en programa informático:

FF2_5S Audit - Magna Automotive Spain...	B2	2	2	2				
FF3_5S Audit - Magna Automotive Spain...	2	3	3	3				

Figura 61. Asignación de auditorías 5S en programa informático

Los resultados de las auditorías se guardan en la plataforma.

Las no conformidades identificadas se registran como “mitigaciones”.

El responsable de la mitigación debe realizar una acción para cerrar la mitigación y de este modo solucionar las disconformidades de las auditorías 5S para mantener la zona de trabajo según el estándar definido.

Estas auditorías las realizan los Team Leader y se deben realizar cada mes dos veces en cada línea y para ello he creado el siguiente calendario en el cual se establece la planificación de auditorías.

Calendario Auditorías 5S's		FF3		Realización: 86%	Requisitos: 90%	ACTUALIZADO A: 09/05/2023		Mafact		SEMANA
2023	Abril									
Lunes 1-5-2023	Martes 2-5-2023	Miércoles 3-5-2023	Jueves 4-5-2023	Viernes 5-5-2023						18
SIN PLANIFICACIÓN	RASOBARES, Francisco Jav A03 83,00%	GIMENEZ, Miguel B04 71,00%	DINCA, DANIEL B01 63,00%	CLARIANA, Alejandro N01-N02 69,00%						
	MIGUEL, Isaac A02 75,00%	BETANCOR, Roberto B02 73,00%	MORENO, Daniel H04 73,00%	DINCA, DANIEL N05						
	AGUILAR, Iván A01 81,00%	SISAMON, Daniel B03 77,00%		QUEROL, Javier 3101						
8-5-2023	9-5-2023	10-5-2023	11-5-2023	12-5-2023						19
GIMENEZ, Miguel 3102 73,00%	MIGUEL, Isaac 3105	LAVIA, Rubén 3107	CLARIANA, Alejandro 3202	GIMENEZ, Miguel 3205						
AGUILAR, Iván 3103 77,00%	DINCA, DANIEL 3106	SISAMON, Daniel 3108	DINCA, DANIEL 3203	AGUILAR, Iván 3206						
RASOBARES, Francisco Javi 3104 73,00%		MORENO, Daniel 3201	QUEROL, Javier 3204	RASOBARES, Francisco Javi 3207						
15-5-2023	16-5-2023	17-5-2023	18-5-2023	19-5-2023						20
22-5-2023	23-5-2023	24-5-2023	25-5-2023	26-5-2023						21

Figura 62. Calendario de planificación de auditorías 5S por meses

Por último, también se realiza diariamente un reporte de realización de auditorías 5S para controlar que se realizan las auditorías planificadas. Este reporte se envía a todos los trabajadores de la planta, de forma que pueden verlo las personas encargadas de realizar las auditorías.

SEGUIMIENTO AUDITORÍAS 5s

Lopez, Juan Pablo (Partner)
Para ZAR_DG_AllUsers
Directiva de retención: Sent 120 Days (4 meses)
Internal
 20230505 Calendario.pdf
208 KB

Expira 02/09/2023

Responder Responder a todos Reenviar

vi. 05/05/2023 9:0

AUDITORÍAS 5'S - MAYO 2023 FF3				
Realización:		78%		FECHA: 05/05/2023
Requerimientos:		90%		
REALIZADAS		NO REALIZADAS (Retraso máx: 10 días laborales)		Días retraso
BETANCOR, Roberto	B02	GINENZ, Miguel	B04	2
TRASOBARES, Francisco Javier	A03	DINCA, DANIEL	B01	1
SISAMON, Daniel	B03			
MORENO, Daniel	H04			
MIGUEL, Isaac	A02			
CLARIANA, Alejandro	N01-N02			
AGUILAR, Iván	A01			

AUDITORÍAS 5'S - MAYO 2023 FF3	
FECHA: 05/05/2023	
AUDITORIAS VENCIDAS Y NO RECUPERABLES	

AUDITORÍAS 5'S - MAYO 2023 FF2				
Realización:		67%		FECHA: 05/05/2023
Requerimientos:		90%		
REALIZADAS		NO REALIZADAS (Retraso máx: 10 días laborales)		Días retraso
DE LA CRUZ, Silvia	L03	GARCIA, Francisco Javier	L01	3
COBO, Victor	L05	ZOCHOWSKI, Bartosz	L04	1
PEREIRA, Leandro	L02			
QUINTANA, Mª Carmen	L06			

AUDITORÍAS 5'S - MAYO 2023 FF2	
FECHA: 05/05/2023	
AUDITORIAS VENCIDAS Y NO RECUPERABLES	

Figura 63. Ejemplo de reporte de realización de auditorías

Con esto, se daría por completado el proyecto de implantación de las 5S en toda la planta. En resumen: se planifican y realizan workshops 5S, se establecen planes de acción hasta completarlos enteros, se estandariza cada zona y finalmente se controla mediante auditorías que las 5S se mantienen en cada zona.

5. Conclusiones

Como conclusiones de este trabajo realizado puedo decir que:

- Me he formado y desarrollado como ingeniero de Mejora Continua sobre muchos conceptos, formas de trabajar, gestionar y solucionar problemas.
- He adquirido experiencia en la aplicación de un sistema estandarizado de mejora.
- Tras la finalización de la implantación de las 5S, el aspecto de la planta ha mejorado notablemente. Además, gracias a la implantación de las 5S y los resultados de las consiguientes auditorías, se ha conseguido aumentar la puntuación en el apartado 5S del módulo 3 del MAFACT.
- Con la finalización del proyecto de implantación de un AMR (el cual aún no está implantado, pero sí que se ha lanzado la orden de compra y se espera que antes de final de año este instalado) se da un gran paso en nuestra planta en el nivel de automatización y después de este pueden venir más proyectos para aumentar la flota.
- Con el nuevo formato del sistema de ideas digital (**Anexo 3**) se consigue mucha más rapidez a la hora de dar respuesta las propuestas, requisito exigido por MAFACT en uno de sus módulos.
- Añadiendo a las líneas el nuevo plan de actuación ante paradas de línea (Downtime Gap Plan en **Anexo 3**) se consigue que la planta incremente su nivel con respecto a la formación de los trabajadores y mejorando el estado de sus líneas, lo que a su vez impacta en la mejora del sistema estandarizado.

Por tanto, se puede concluir que además de formarme y aprender, he realizado tareas que han tenido impacto directo en el incremento de puntuación del sistema MAFACT, mejorando así el nivel de adherencia de nuestra planta a este sistema y aumentando la calidad de sus procesos.

6. Bibliografía

Referencias

- **Andreu, I. (2023).** *Apd.* Obtenido de: [Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios? | APD](#)
- **Clúster de automoción y movilidad de Aragón. (2022).** Obtenido de: [CAAR - CAAR \(caaragon.com\)](#)
- **Edsrobotics. (2021).** Obtenido de: [▷ AGV vs AMR ¿Cuál es mejor? Diferencias principales \(edsrobotics.com\)](#)
- **Ehu. (2021).** Obtenido de: [Biografía \(ehu.eus\)](#)
- **Esan. (2018).** Obtenido de: [Poka-Yoke: ¿en qué consiste y cómo se aplica este método en el sector salud? | Conexión ESAN](#)
- **Estrategia sectorial de automoción de Aragón. (2022).** Obtenido de: [Estrategia-sectorial-de-Automocin-de-Aragn.pdf \(camarazaragoza.com\)](#)
- **Eurofins. (2023).** Obtenido de: [¿En qué consiste el método de las 5? \(eurofins-environment.es\)](#)
- **Fracttal. (2023).** Obtenido de: [Qué es el mantenimiento productivo Total \(TPM\) y cómo implementarlo \(fracttal.com\)](#)
- **Fronius. (2023).** Obtenido de: [¿Qué es la soldadura MIG/MAG? \(fronius.com\)](#)
- **Ibermática industria. (2020).** Obtenido de: [► ¿Qué es el OEE? Cómo Calcular y Optimizar | Guía DEFINITVA 2023 \(ibermaticaindustria.com\)](#)

- **Izquierdo, C. F. (2015).** *Ingeniería de Automoción*. Obtenido de: [La Mejora Continua – Kaizen | Ingeniería de Automoción \(wordpress.com\)](#)
- **Magna International. (2023).** Obtenido de: [Magna International - Forward. For all.](#)
- **Molina, D. R. (2011).** El sector de la automoción en Aragón. Situación y perspectivas. Obtenido de: [untitled \(cortesaragon.es\)](#)
- **Movicontrol. (2023).** Obtenido de: [Robots móviles autónomos inteligentes- AMR - Movicontrol](#)
- **Robotnik. (2023).** Obtenido de: [¿Qué es un robot móvil autónomo \(AMR\)? Definición \(robotnik.eu\)](#)
- **Sander, A. (2022).** *Toyota-forklifts*. Obtenido de: [Vehículos de guiado automático o AGV: qué son y cómo funcionan \(toyota-forklifts.es\)](#)
- **Trumpf. (2023).** Obtenido de: [Corte por láser | TRUMPF](#)
- **1library. (2023).** Obtenido de: [RED-RABBIT - Análisis e implementación 8 básicos de calidad en la producción de asientos VW270 \(1library.co\)](#)

7. Anexos

Anexo 1. Procesos técnicos que se realizan en la planta

Estampación en caliente

La estampación en caliente es un proceso por el cual se somete a una chapa a una carga entre dos troqueles, siendo la temperatura de entrada de la chapa mayor a la temperatura de austenización. Este proceso aprovecha la alta ductilidad de la pieza debido a su elevada temperatura inicial (se calienta los blanks de acero en un horno) y a continuación, se procede a un enfriamiento rápido para lograr el endurecimiento martensítico de la pieza (Ehu, 2021), este último punto es de gran importancia ya que gracias a ese enfriamiento rápido (templado) el acero adquiere gran dureza.

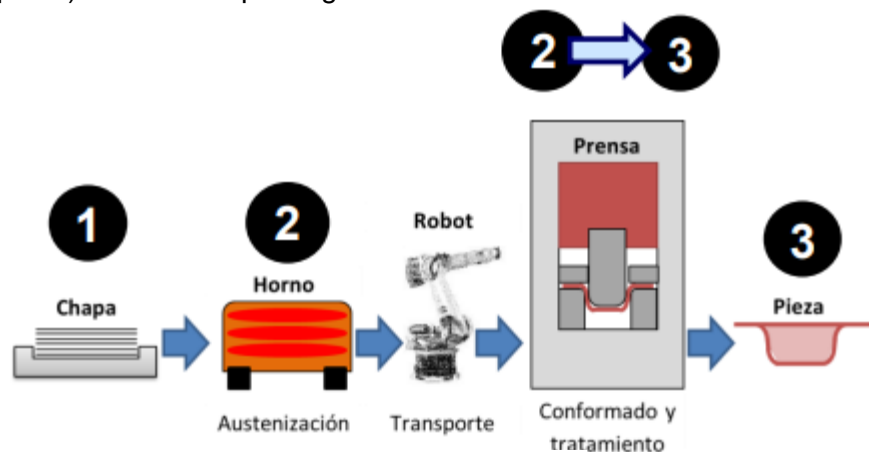


Figura 64. Proceso de estampación en caliente



Figura 65. Ejemplo de Prensa para estampación en caliente en Magna

Corte por láser

El corte por láser se refiere a un procedimiento de separación con el que se pueden cortar materiales metálicos y no metálicos de distintos espesores.

Se basa en un rayo láser que se guía, se conforma y se concentra. Cuando este incide en la pieza, el material se calienta tanto que se funde o se evapora. Toda la potencia del láser se concentra en un punto cuyo diámetro suele ser menor de medio milímetro. Si en este punto se concentra más calor del que se puede evacuar mediante la conducción de calor, el rayo láser atraviesa el material completamente, así comienza el proceso de corte (Trumpf, 2023).

Ventajas con respecto a otros procesos de corte:

- Alta precisión: permite realizar cortes de distintas formas geométricas ya sean irregulares, finas o con contornos complejos.
- Versatilidad: se puede emplear para la separación de distintos materiales orgánicos e inorgánicos, entre ellos chapas metálicas o materiales que permitan construir piezas de distintas geometrías de láminas de acero, acero inoxidable o aluminio.
- Eficiencia: tras el uso del láser no es necesario realizar un procesamiento posterior de la pieza como el sellado o lijado, por lo que supone un ahorro de tiempo en el proceso de fabricación.



Figura 66. Proceso de corte por láser



Figura 67. Ejemplo de máquina de corte por láser en Magna

Soldadura MIG/MAG

La soldadura MIG/MAG se conoce también como GMAW o soldadura de hilo. Es un soldeo por fusión por arco que utiliza un alambre electrodo macizo, en el cual el arco y el baño de soldadura se protegen de la atmósfera por medio de gas suministrado por una fuente externa. Está dividido en dos tipos: MIG (el gas protector es inerte) y MAG (el gas protector es activo). Actualmente, es el proceso más utilizado debido a su alta productividad, permitiendo obtener una velocidad de soldadura muy alta (Fronius, 2023).

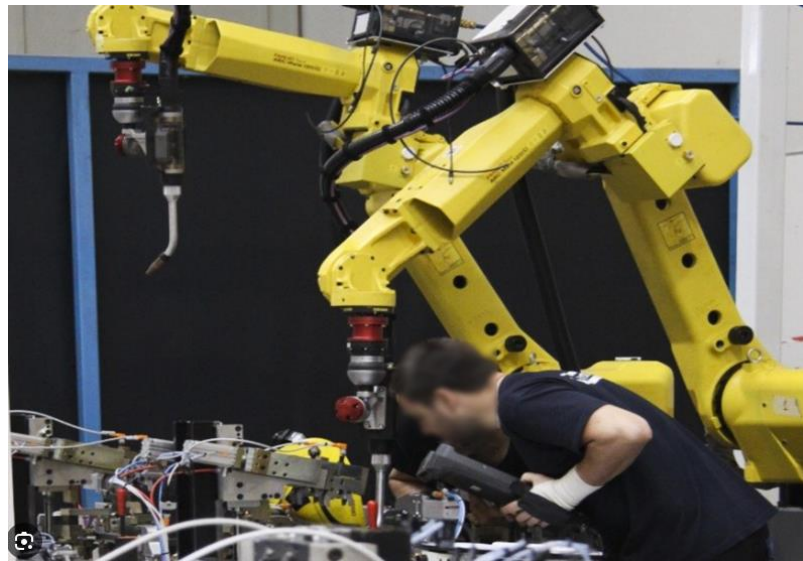


Figura 68. Proceso de soldadura en líneas de ensamblaje automatizada mediante robots

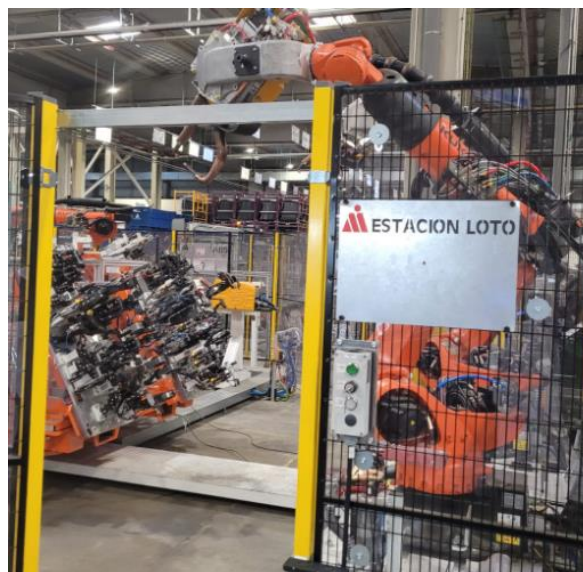


Figura 69. Ejemplo de línea de ensamblaje automatizada en Magna

Anexo 2. Conceptos de gran importancia

En este anexo, se explicarán varios conceptos los cuales es muy importante entender en el mundo de la automoción.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la Mejora Continua.

Es el indicador más común que mide la eficiencia y la productividad en planta. Identifica el % de tiempo de producción planificada que es realmente productivo. Un OEE del 100% representa una producción perfecta: se fabrican únicamente piezas de buena calidad, de la manera más rápida posible y sin pérdidas paradas. Esta herramienta nos ayuda a identificar, mediante un porcentaje, la eficacia real de cualquier proceso productivo de nuestra planta y poder identificar así posibles ineficiencias que se originan durante el proceso de fabricación (Ibermática industria, 2020).

Es un factor muy importante dentro de empresas muy automatizadas como en este caso, ya que cuanto más alto sea el OEE quiere decir que mayor rendimiento le estamos sacando a nuestras máquinas.

Una de las funciones del departamento de mejora continua en las que he podido participar, es estudiar posibles mejoras para intentar subir el OEE y así conseguir sacar el máximo rendimiento de las líneas y por tanto, mayor producción por hora.

Se calcula teniendo en cuenta tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad.

- La disponibilidad incluye todas las paradas, las circunstancias que hacen que el sistema no esté en funcionamiento como pueden ser averías, falta de material o información, ajustes y puestas en marcha.

- El rendimiento compara la diferencia entre los tiempos teóricos y los reales.
- La calidad nos permite saber del tiempo de producción cuanto tiempo hemos estado produciendo con defectos.

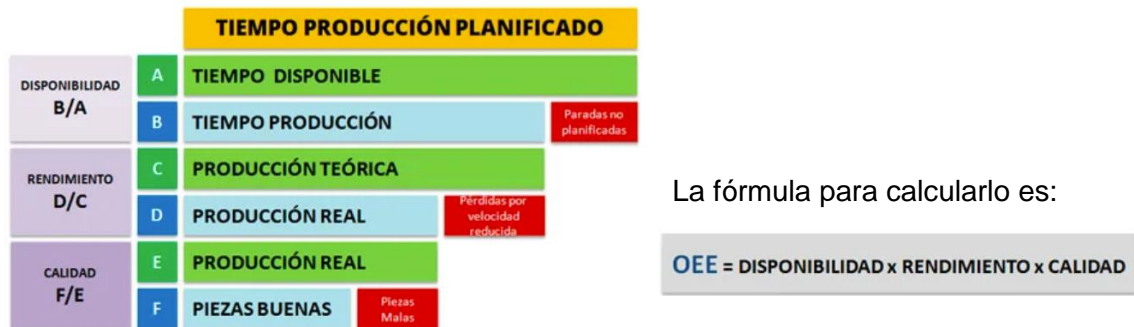


Figura 70. Explicación del OEE. Fuente: Ibermática Industria

Poka-Yoke

Poka-Yoke en japonés significa "a prueba de errores". Es un método que se implementa en las empresas con el objetivo de prevenir y disminuir los errores en los procesos para generar productos o servicios (Esan, 2018). Dentro de la visión lean Manufacturing es considerada como una herramienta de calidad que busca aumentar la calidad de los productos elaborados e incrementar su nivel de eficiencia.

El objetivo de los sistemas Poka-Yoke es eliminar los defectos de un producto o proceso realizando acciones de prevención o corrigiéndolos lo antes posible.

La mayor parte de los errores que se cometen en las cadenas de producción son debidos a errores humanos, sobre todo cuando las personas realizan tareas repetitivas que causan una disminución de la atención.

Los sistemas Poka-Yoke consisten en encontrar fórmulas para que las personas no puedan cometer errores, o si los cometen sean avisadas inmediatamente.



Figura 71. Ejemplo de Poka-Yoke para láser

Una vez la pieza sale del láser, se introduce en el poka-yoke para comprobar que todas las medidas de la pieza son correctas.

Si alguna pieza no fuera correcta, el poka-yoke lo detectaría y eliminaríamos la pieza, de forma que evitamos el envío de piezas defectuosas a cliente.

Red Rabbit

Algunos Poka-Yoke disponen de una pieza NOK para su comprobación, denominada Red Rabbit. Todas las piezas Red-Rabbit están pintadas de color rojo para que nadie las introduzca por error a la línea. Esta herramienta se usa cuando no se puede hacer una comprobación manual del Poka-Yoke por su complejidad, y por lo tanto se necesita introducir una pieza errónea para comprobar que salta la alarma (1library, 2023).

En todas las líneas de ensamblaje de Magna se dispone de Red Rabbit.

Al comienzo de cada turno es cuando se realizan las comprobaciones de estos, de esta forma si todas las comprobaciones de red rabbit son correctas, nos aseguramos de empezar a producir sin fallos.

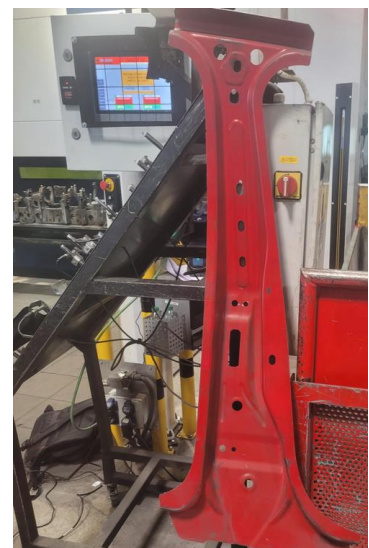


Figura 72. Ejemplo de Red Rabbit para laser

TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de Mejora Continua basado en un concepto de origen japonés, que se centra en el mantenimiento y funcionamiento de los equipos (Fracttal, 2023).

Se basa en la idea de que todos los empleados deben participar en el mantenimiento de su propio entorno de trabajo. Esto significa que los miembros de los equipos individuales de todos los niveles de gestión deben participar en las inspecciones periódicas, el mantenimiento preventivo y los sistemas de revisión de cualquier máquina o equipo utilizado en el trabajo (Fracttal, 2023).

También requiere la aplicación de nuevos métodos para detectar posibles problemas, como el mantenimiento predictivo, mediante el estudio de las tendencias operativas o el análisis de los datos de las máquinas para adoptar medidas preventivas.

En Magna también he aprendido sobre TPM, me he formado sobre como se realizan (en cada línea es diferente, según los robots) y he podido colaborar en la planificación de ellos.

Además, he podido analizar todos los indicadores (KPIS) de TPM de mantenimiento preventivos realizados, ya que el departamento de Mejora Continua se encarga de recoger estos datos.

Anexo 3. Otras tareas en las que he colaborado y desarrollado

Downtime Gap Plan

Una tarea que he realizado es la creación de un documento en el que se plasman los pasos que deben de seguir tanto el Team Leader como el operario cuando se produce una parada de línea.

Este documento recibe el nombre de Downtime Gap Plan, ya que se van planificando una serie de acciones según va aumentando el tiempo de la parada de línea.

Mafact		Downtime Activity / GAP Plan		MAGNA	
Area	FF3	Line	B03_LH	Last updated	29/05/2023
<p>LAYOUT B03_LH</p>	5 min GAP	Operario - Limpieza de zonas exteriores de la celda [5 min] Limpiar armarios y controladores de robot de las zonas exteriores, zonas en Layout: A1 A2 A3 A4 A5 Limpiar con trapo y KH7 como se ve en imágenes			Team Leader - Primera intervención en avería
	10 min GAP	Operario - Adelantar TPM fin de turno [5 min] B1: Comprobar que quedan caps. Si no hay, avisar al Team Leader B2: Soplar las mesas de carga B3: Limpieza de pantallas B4: Barrer exterior de la celda B5: Vaciar papetera			- Dar la orden a operario de que haga TPM - Supervisar TPM operario - Supervisar otras líneas
	30 min GAP	Operario - Limpieza de proyecciones de utilajes de carga y de soldadura y revisar paneles (avisar a Team Leader si falta algo) [20 min] C1: Limpieza de proyecciones de los utilajes de carga C2: Limpieza de la mesa de soldadura C3: Revisar si falta material en panel de limpieza C4: Comprobar que están todas las herramientas en panel TPM Soplando con pistola de aire y después usando el martillo para retirar las proyecciones que queden			- Supervisar a operario - Supervisar otras áreas
	60 min GAP	Team Leader - Reasignación del operario a otra línea - Comprobar lectura correcta de componentes en Funnel Cloud y etiquetado de F.G. - Comprobación de paradas en F.C.			

Figura 73. Documento Downtime Gap Plan realizado en una línea de ensamble

Se puede ver en el:

- Layout de la línea en parte izquierda.
- Tiempo de parada de línea, desde 5 minutos hasta 1 hora.
- Tareas a realizar por parte del operario, con imágenes de ejemplo.
- Funciones que debe realizar el Team Leader.

Nuevo Sistema de ideas digital

Otra tarea en la que he podido colaborar ha sido en la digitalización del sistema de ideas. Hasta ahora este sistema funcionaba con formatos en papel en los que se rellenaba la idea, se introducían en un buzón y finalmente el responsable del sistema los registraba.

Sistema antiguo:

Procedimiento:

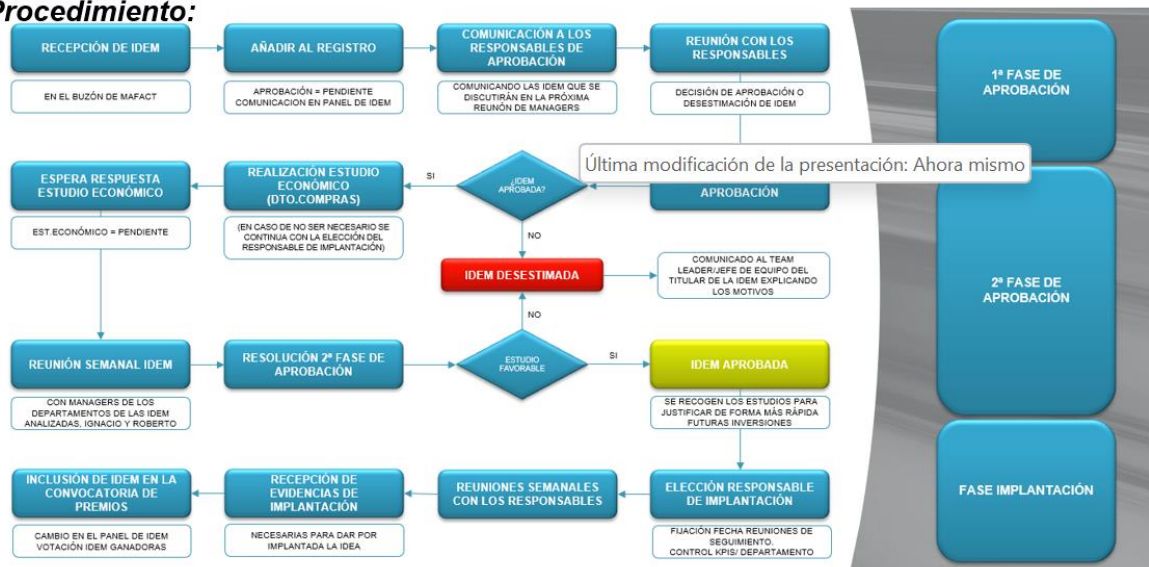


Figura 74. Procedimiento del sistema antiguo al presentar una idea

Con este sistema se presentaban los siguientes problemas:

- Tiempo de respuesta: la idea una vez presentada en formato papel debía transcribirse al SharePoint, después explicarse en una reunión, estudiarse para dar una respuesta, tomar una decisión en las reuniones de revisión quincenales y después comunicar la decisión al empleado. Todo esto hacía que se tardara más de 15 días en dar respuesta, que es uno de los apartados que exige MAFACT.
- Respuesta a turno de noche: para dar o pedir explicaciones a gente en el turno de noche se debía esperar a que se cambiara de turno (3 semanas) o pedir una explicación a través de un tercero, correos, etc.

- Nombres duplicados: al recogerse por nombre, podía figurar varias veces la misma persona con distintos nombres por errores ortográficos, tildes, poner más o menos apellidos.

Ante estos problemas, se ha desarrollado el nuevo sistema digital cuyo funcionamiento se explica en la siguiente imagen:

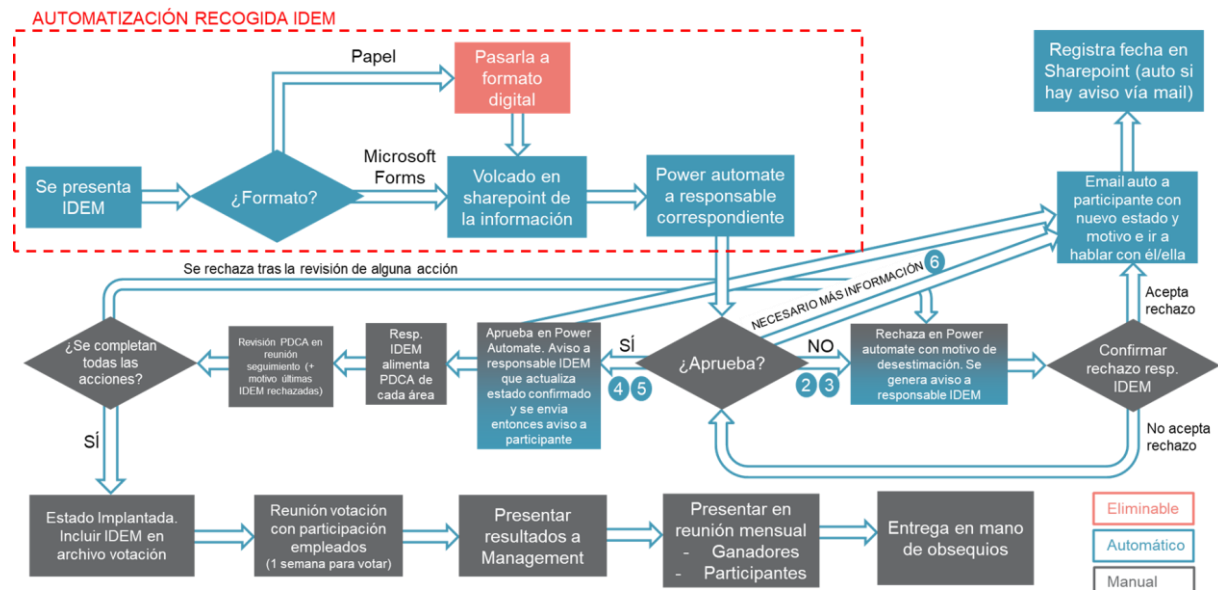


Figura 75. Procedimiento del nuevo sistema al presentar una idea

Este nuevo sistema funciona con un código QR colocado por toda la planta, el cual los empleados escanean y rellenan un formulario con la idea. Después se generan una serie de correos automáticos que se envían a los responsables de cada área dependiendo de la idea. Una vez se le da respuesta a la idea, también se genera correo automático que le llega a la persona que ha presentado la idea. De esta forma sí que se consigue dar respuesta en un tiempo menor a 15 segundos, lo que conlleva a una subida de puntuación en el módulo correspondiente de MAFAC.

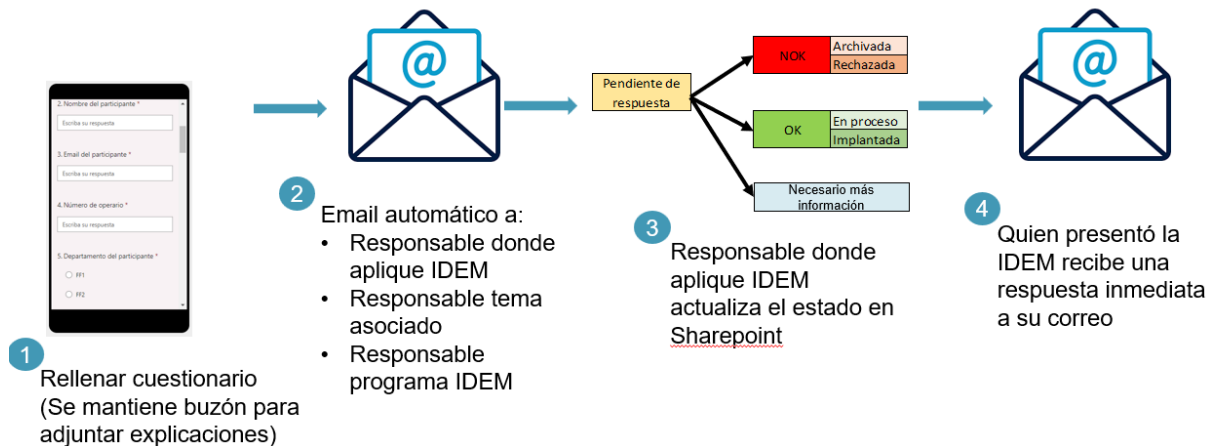


Figura 76. Funcionamiento del nuevo sistema de ideas digital

Kaizen

Se va a explicar un taller de Kaizen en el que he podido colaborar.

Llevamos recientemente a cabo una actividad Kaizen en una máquina de tuercas para tratar de aumentar la eficiencia del proceso, simulando una situación en la que trabajamos a flujo de B01 (línea de ensamblaje).

El desafío era introducir un proceso adicional (soldadura de tuerca) manteniendo el tiempo de ciclo de la línea de ensamblaje. En un primer momento no fue posible, pero tras las propuestas del equipo, realizamos hasta cinco pruebas modificando distintas ubicaciones de material y movimientos del operario. Así tras las pruebas logramos simular una situación en la que era posible introducir esta máquina de tuercas en el flujo de la línea de ensamblaje (B01), cambiando este nuevo proceso por operaciones que no nos aportaban valor.



Figura 77. Taller de Kaizen realizado.


MAGNA		KAIZEN REPORT		Nº KAIZEN _ _		Mafact																																																																																									
TÍTULO MEJORA PROCESO:	DPTO./ÁREA DE APLICACIÓN:	EQUIPO DESARROLLO:	MGR DPTO.:	Fecha inicio:	Fecha objetivo:	Champion:																																																																																									
TUERCAS N1 A FLUJO	FF3/Logística	Miguel Tomás, Juan Pablo López, Jorge Fortes, Daniel Dinca, Daisy, Lorena	Roberto Villar/Guillermo Garcia	may-23	sep-23	Miguel Tomás																																																																																									
<p>A. Antecedentes / Descripción (¿Cuál es el problema?): Se trabaja en las máquinas de tuercas N01 y N02 que abastecen B01 y B02 de forma aliada, generando WIP de tuercas que ha de gestionarse</p> <p>B. Definir objetivos de mejora (Metas y objetivos): <ul style="list-style-type: none"> Ubicar N01A a flujo de láser tratando de no empeorar el TC Ubicar N01B a flujo de B01 tratando de no empeorar el TC Ubicar N02 a flujo de parches P03 hasta que se revise la posible automatización de P03 Reducir el WIP de tuercas Reducir las operaciones logísticas relacionadas con N01 y N02 </p> <p>C. Estado actual (Descripción detallada, análisis datos, fechas, hechos, Pareto): N01A coloca una tuerca y abastece a N01B de material para B01 y a B02 directamente (sólo lleva una tuerca) N01B coloca otras dos tuercas y abastece a B01 N02 coloca las tuercas en las galvanizadas (referencia que viene de proveedor) y abastece a B01 y B02. Actualmente se coloca un operario en cada una de estas máquinas de tuercas en diferentes cantidades de turnos en función de los pedidos. El TC del operario en promedio en B01 es de 49 s. El TC en láser es de XXXX s. </p>		<p>D. Situación objetivo y desarrollo de la implementación: Se analiza y organiza una prueba en B01 el 12/05/2023 para realizar pruebas colocando N01B a flujo de B01. Para simularlo, se suelta un lote de refuerzos con tuerca en N01A y se realizan las siguientes pruebas: 1) Se retira el contenedor de WIP de tuerca, se coloca a flujo el proceso de N01B, se cambian las gafas de posición y se cambia la chapita de posición. TC medido: XXXX 2) Se simula una nueva ubicación de alambres y se desvuelve las gafas a su posición original. TC medido: XXXX 3) Se modifica el layout para acercar el contenedor de cliente además de simular la nueva ubicación de alambres y se cambian las gafas a la posición de la prueba 1. TC medido: XXXX 4) Misma prueba que la 3 pero introduciendo las gafas y las chapas dentro de B01. TC medido: XXXX El siguiente proceso que se analiza es la colocación de N01A a flujo del láser </p>  <p>E. Obstáculos afrontados: Necesidad de reubicar las máquinas N01A, N01B y N02 </p> <p>F. Plan de implementación y estado:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Leyenda:</th> <th colspan="6">Fecha vencimiento - Año:</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Mes</th> <th>Mes</th> <th>Mes</th> <th>Mes</th> <th>Mes</th> <th>Mes</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>may-23</th> <th>jun-23</th> <th>jul-23</th> <th>ago-23</th> <th>sep-23</th> <th>oct-23</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>% Completado</td> <td>Descripción acción propuesta</td> <td colspan="6">Responsable</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Análisis de N01B y B01 y propuesta de prueba</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Realización de Kaizen Workshop en B01 y análisis de resultados</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>Consultar a mantenimiento la introducción de referencias en B01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>Análisis de N01A y Láser y propuesta de prueba</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>Realización de Kaizen Workshop en Láser y análisis de resultados</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Consultar coste y timing para la reubicación de máquinas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Actualización de SW y confirmación de PIP</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>G. Estandarización <input type="checkbox"/> AMFE <input type="checkbox"/> Reporte CRR </p> <p>Aprobado por: Roberto Villar Fecha aprobación: Ignacio Pipó Fecha revisión: Revisado por: Aurora G. Aprobado por: Roberto V.</p>						Leyenda:		Fecha vencimiento - Año:								Mes	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes			may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	% Completado	Descripción acción propuesta	Responsable						20	Análisis de N01B y B01 y propuesta de prueba							40	Realización de Kaizen Workshop en B01 y análisis de resultados							60	Consultar a mantenimiento la introducción de referencias en B01							80	Análisis de N01A y Láser y propuesta de prueba							100	Realización de Kaizen Workshop en Láser y análisis de resultados								Consultar coste y timing para la reubicación de máquinas								Actualización de SW y confirmación de PIP						
Leyenda:		Fecha vencimiento - Año:																																																																																													
		Mes	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes																																																																																								
		may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23																																																																																								
% Completado	Descripción acción propuesta	Responsable																																																																																													
20	Análisis de N01B y B01 y propuesta de prueba																																																																																														
40	Realización de Kaizen Workshop en B01 y análisis de resultados																																																																																														
60	Consultar a mantenimiento la introducción de referencias en B01																																																																																														
80	Análisis de N01A y Láser y propuesta de prueba																																																																																														
100	Realización de Kaizen Workshop en Láser y análisis de resultados																																																																																														
	Consultar coste y timing para la reubicación de máquinas																																																																																														
	Actualización de SW y confirmación de PIP																																																																																														

Figura 78. Documento en el que se explica el taller Kaizen realizado