



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería de Organización Industrial**

# **Optimización del proceso productivo de los motores prototipos de Renault España.**

**Autora: Jiménez Miranda, Cristina**

**Tutor:**

**Gento Municio, Ángel Manuel  
Organización de empresas y CIM**

**Valladolid, julio 2017**



## Agradecimientos

*Dedico este trabajo a mi familia y amigos, quienes me han apoyado en todo momento y han depositado su confianza en mí.*

*Agradezco la colaboración a D. José Manuel González Soto, jefe de la unidad de montaje e instrumentación de prototipos, y a todo el equipo del CRPM quienes me han ayudado y me han proporcionado en todo momento la información y el material necesario para la elaboración de este proyecto.*

*También agradezco a mi tutor D. Ángel Manuel Gento Municio la ayuda prestada y el tiempo dedicado.*



## INDICE:

<b>Capítulo 1: Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivación .....	3
1.2 Objetivos del proyecto.....	3
1.3 Alcance del proyecto .....	3
1.4 Etapas del proyecto .....	4
<b>Capítulo 2: ¿Qué es Renault? .....</b>	<b>5</b>
2.1 Historia de Renault.....	7
2.2 Renault en la actualidad.....	7
2.2.1 Introducción .....	7
2.2.2 Misión actual .....	8
2.2.3 Renault a nivel mundial.....	8
2.2.4 Marcas del grupo Renault .....	8
2.2.5 Alianzas.....	9
2.2.6 Empresas del grupo Renault en España .....	11
2.2.7 Factorías de Renault en España .....	12
2.3 Centro I+D+i de Renault España.....	13
2.3.1 SMEV (Soporte y Medios de Ensayo de Vehículos).....	14
2.4 UET CRPM. (Centro de realización de prototipos mecánicos) .....	16
2.4.1 Metodología .....	16
2.4.2 Gestión de problemas .....	18
2.4.3 Clientes .....	18
2.4.4 Relación con los demás CRPM .....	19
<b>Capítulo 3: Lean Manufacturing.....</b>	<b>21</b>
3.1 Lean Manufacturing.....	23
3.1.1 Objetivos del Lean .....	23
3.1.2 Despilfarros.....	23
3.1.3 El valor .....	25
3.1.4 Identificar el flujo de valor .....	25
3.1.5 Flujo .....	26
3.1.6 Beneficios del Lean .....	26
3.2 Técnicas del Lean.....	27
3.2.1 5' S.....	29
3.2.2 TPM.....	30

3.2.3 Kaizen .....	32
3.2.4 Reducción de tiempos de preparación (SMEV).....	33
3.2.5 Kanban.....	34
3.2.6 Poka Yoke.....	35
3.3 Just In Time (JIT) .....	36
<b>Capítulo 4. Situación actual de la empresa .....</b>	<b>39</b>
4.1 Descripción del taller de montaje y almacén logístico.....	41
4.1.1 Taller de montaje.....	41
4.1.2 Almacén.....	43
4.1.3 Metrología .....	44
4.1.4 Banco de rodaje.....	44
4.1.6 Organigrama .....	46
4.2 Value Stream Mapping (VSM).....	48
4.2.1 Tratamiento de la mercancía en Cléon .....	55
4.2.2 Recepción de colecciones en Valladolid .....	57
4.2.3 Montaje de motores en Valladolid .....	58
4.2.4 Control de calidad y expedición.....	62
4.2.5 Colecciones Instrumentadas.....	63
4.3 Conceptos para tener en cuenta .....	65
4.4 Conclusiones.....	66
<b>Capítulo 5. Aplicación del Lean .....</b>	<b>69</b>
5.1 Introducción .....	71
5.2 Implantación Sistema de kanban virtual.....	71
5.2.1 Modo de funcionamiento .....	71
5.2.2 Gestión de las colecciones disponibles para montar .....	74
5.2.3 Gestión de motores montados .....	74
5.2.4 Gestión de motores rodados .....	75
5.2.5 Gestión del control de calidad .....	75
5.2.6 Diagrama de funcionamiento del kanban virtual.....	75
5.2.7 Tiempo de montaje.....	76
5.3 Sistema de kanban tradicional.....	78
5.3.1 Diagrama de funcionamiento del kanban tradicional .....	80
5.3.2 Diseño y formato de los kanban .....	80
5.4 Etapas de implantación .....	82

5.5 Ventajas .....	83
5.6 Inconvenientes .....	84
5.7 Cero papeles.....	85
5.7.1 Situación actual.....	85
5.7.2 Automatización de la documentación .....	86
5.8 Value Stream Mapping .....	90
5.8.2 Análisis del Value Stream Mapping.....	90
5.8.3 Tiempo de ciclo.....	94
<b>Capítulo 6: Análisis económico .....</b>	<b>95</b>
6.1 Introducción .....	97
6.1.1 Jerarquía del proyecto.....	97
6.2 Fases de desarrollo.....	98
6.3 Análisis económico.....	99
6.3.1 Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal.....	100
6.3.2 Calculo de las amortizaciones para el equipo informático utilizado.....	100
6.3.3 Coste del material consumible.....	101
6.3.4 Costes indirectos .....	101
6.3.5 Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto .....	101
6.4 Costes asignados a cada fase del proyecto .....	102
6.4.1 Fase 1: Necesidad y decisión de elaboración del proyecto.....	102
6.4.2 Fase 2: Presentación y difusión.....	102
6.4.3 Fase 3: Recopilación de información.....	103
6.4.4 Fase 4: Análisis, búsqueda y selección .....	103
6.4.5 Fase 5: Escritura, difusión e implantación.....	104
6.5 Cálculo del coste total.....	105
6.6 Estudio económico .....	106
<b>Capítulo 7: Conclusiones y líneas futuras.....</b>	<b>107</b>
7.1 Conclusiones.....	109
7.2 Líneas futuras .....	110
<b>Bibliografía .....</b>	<b>111</b>



# Capítulo 1: Introducción





## 1.1 Motivación

La elaboración del proyecto “Optimización del proceso de los motores prototipos de Renault España” está motivada por el descubrimiento del funcionamiento de la unidad de montaje e instrumentación de los motores prototipos de Renault después de una estancia de 9 meses realizando un trabajo de colaboración y acorde con el lema de la empresa “La movilidad sostenible al alcance de todos”.

Así como a la relación existente entre la relevancia del Lean Manufacturing en las empresas de la actualidad y la posible aplicación de estos conceptos de mejora continua al proceso de fabricación del taller de montaje de los motores prototipos.

## 1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es implantar un sistema de funcionamiento basado en el uso de las herramientas que nos aporta la filosofía del Lean Manufacturing para reducir al máximo posible los despilfarros optimizando de este modo todo el proceso productivo.

Las herramientas Lean utilizadas irán enfocadas a tres áreas:

- **Metodología de los procesos como un valor añadido.**

A través de un VSM se va a conseguir un conocimiento integral de cada uno de los procesos que intervienen en la cadena de valor. Esto permitirá identificar los puntos en los que el proceso necesita ser mejorado.

- **Incrementar el valor del servicio**

En una cadena de valor a medida que avanzamos agregamos más valor. Por tanto, uno de los cometidos de una empresa es determinar la eficiencia de cada una de las tareas que realiza y buscar la mejora de ellas para así incrementar el valor al cliente.

- **La coordinación y el valor como fuentes de valor.**

La manera de organizarse y de coordinarse entre los diferentes departamentos es de vital importancia para alcanzar el éxito y cumplir las metas fijadas.

## 1.3 Alcance del proyecto

El presente proyecto supone una modificación respecto a la comunicación y la organización de la unidad de montaje e instrumentación de motores prototipos.

Los puntos más relevantes donde se producirán estos cambios serán:



- **Gestión de la documentación:** aplicando los principios del “Just in Time” referentes al “Cero papeles” se intentará eliminar burocracia innecesaria y agilizar de esta forma el proceso productivo.
- **Comunicación entre los diferentes intervinientes del proceso productivo:** en el proceso productivo están implicados diferentes departamentos, por tanto, para que el proceso sea eficiente y eficaz es muy importante que haya una buena conexión entre los implicados.

#### 1.4 Etapas del proyecto

Dentro del proyecto “Optimización del proceso productivo de los motores prototipos de Renault” encontramos las siguientes etapas.

##### 1. Estudio del entorno de la empresa Renault España.

Para poder entender, analizar y mejorar la situación de la unidad de montaje e instrumentación es necesario conocer su entorno y las diferentes actividades a las que se dedica la empresa.

##### 2. Recopilación de información sobre la metodología del Lean Manufacturing.

Búsqueda de información sobre metodología Lean y análisis de ella para estudiar su posible implantación en nuestro proceso.

##### 3. Estudio y análisis de la situación actual de la unidad de montaje e instrumentación de motores prototipos.

En esta etapa nos centraremos en el análisis del funcionamiento de la unidad de montaje e instrumentación de motores prototipos. Para así identificar los despilfarros para su posterior eliminación o reducción.

##### 4. Aplicación de los principios del Lean para optimización del proceso.

Una vez identificados los procesos que se deben mejorar, se procederá a la propuesta de soluciones mediante el uso de las herramientas Lean.



## Capítulo 2: ¿Qué es Renault?



## 2.1 Historia de Renault

La industria Renault fue fundada por Louis Renault en 1898.

En 1905 se adopta la producción en línea para hacer frente a un pedido de 250 taxis; poco después empieza una nueva etapa para Renault al convertirse en los pioneros franceses al adoptar el taylorismo, con objetivo de aumentar la productividad y garantizar la diversificación.

Con Europa envuelta en la Primera Guerra Mundial, Renault se ve obligado a fabricar camiones, camillas e incluso carros FT17. Es en esta época cuando su fundador se convierte en el primer industrial privado de Francia.

Más adelante, Renault ve aumentado su número de ventas gracias a la exportación impulsada por Pierre Dreyfus. El modelo Renault 5 se convierte en el coche más vendido.

Este crecimiento se ve frenado, en los años 80, por los costes tan elevados de exportación, lo que lleva a la empresa a sufrir un déficit.

Debido a las pérdidas Renault impone una política drástica de reducción de costes e invierte sus recursos en la renovación de la gama, obteniendo buenos resultados.

Esto le permite iniciar la revolución de la “calidad total” y adoptar medidas ecológicas en la fabricación.

A partir de 1999 Renault da un giro, gracias a la alianza con Nissan y las recompras de Samsung Motors y de Dacia. Su objetivo se convierte en construir con Nissan un grupo binacional con vocación mundial y vender 4 millones de vehículos en el horizonte del año 2010 bajo las marcas de Renault, Dacia y Renault Samsung.

## 2.2 Renault en la actualidad

### 2.2.1 Introducción

EL grupo Renault forma parte de la industria del sector automovilístico.

Renault bajo el nombre de “Renault 2016-Drive the Change” persigue el lema de “La movilidad sostenible al alcance de todos.”

El plan estratégico de Renault tiene un doble objetivo: asegurarse el crecimiento del grupo y crear Free Cash Flow.

Para ello propone actuar en siete ejes principales:

- Política de innovación
- Plan producto sólido
- Reforzar la imagen de la marca Renault
- La excelencia de la relación cliente por parte de la red.
- Optimización de los gastos en I+D e inversiones

- La reducción de costes
- El mantenimiento de las posiciones de Europa y la expansión en los mercados internacionales.

### 2.2.2 Misión actual

Crecer en la realización sostenible para la empresa apoyándose en la motivación de los equipos, por la puesta en ejecución de Renault Management Way:

- Ajustar las acciones de los miembros del equipo sobre la estrategia de empresa.
- Desarrollar la realización de los miembros del equipo y acompañarlos consagrándoseles todas las responsabilidades necesarias.
- Guiar a los miembros del equipo en la conducta del cambio y de la innovación necesarias para el progreso de la empresa.

### 2.2.3 Renault a nivel mundial

El grupo Renault se encuentra presente en Europa, Asia, África y América del sur, teniendo fábricas en 33 países.

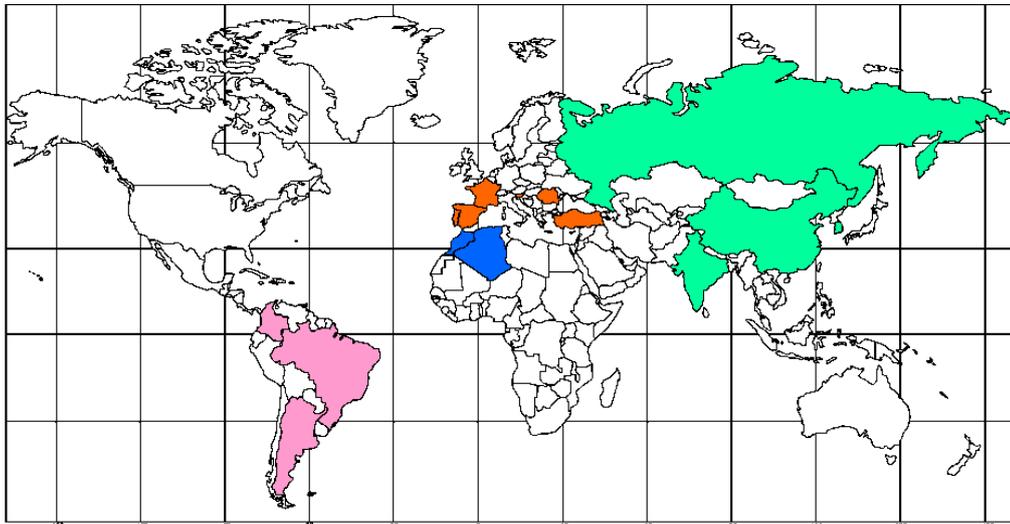


Figura 2.2.3 Mapa mundial de las empresas de Renault

### 2.2.4 Marcas del grupo Renault

El grupo Renault cuenta con tres marcas Renault, Dacia y Renault Samsung Motores.

Con sus posiciones complementarias y estrategias geográficas, las tres marcas cada vez atraen a un mayor número de clientes.



- **Renault**

Es la marca más internacional del grupo. Destaca por su gran compromiso con la innovación, tanto en tecnologías como en el diseño. Con el objetivo de optimizar su funcionamiento cumpliendo con los requisitos de calidad, y su preocupación por la movilidad sostenible. Este hecho lo podemos apreciar en su proyecto de coches eléctricos, lo que supone un gran trabajo de investigación y desarrollo.

Está presente en 125 países con 30 modelos diferentes y su crecimiento se ve favorecido por las diferentes alianzas que ha establecido y está fortaleciendo; como su alianza con el grupo automovilístico Nissan.

Su estrategia se fundamenta en ofrecer al cliente una conducción más sencilla y cómoda basándose en pilares como la simplicidad y atractivo del diseño, sin olvidarse de la calidad.

- **Dacia**

Dacia es la marca regional del grupo cuyo nacimiento tiene orígenes rumanos. Fue más adelante cuando Renault adquirió el 51 % del capital del capital.

Su éxito gira en torno a tres ejes principales: generosidad, simplicidad y fiabilidad.

Dacia es vendido en 44 países en Europa, África del norte y los países mediterráneos. Destaca por los precios económicos de sus vehículos. Su modelo más destacado es el “Logan”, fruto de la colaboración de Dacia con la ingeniería del tecno centro francés.

- **Samsung Motores**

RSM (Renault Samsung Motores) es la marca local. Su comercialización está centrada en Corea del Sur.

En el año 2000 se convirtió en una filial del grupo Renault.

Actualmente ofrece una gama de 6 vehículos que cubren tanto las prestaciones más básicas como prestaciones más sofisticadas, así como modelos deportivos. Es una marca famosa por su calidad de servicio.

## 2.2.5 Alianzas

### 2.2.5.1 Alianza con Nissan

Es la alianza más importante del grupo Renault. Fue creada en 1999, uniendo de este modo a dos de los principales fabricantes de la industria de la automoción.

Esta Alianza se ha convertido en el cuarto líder mundial fabricante de automóviles, contribuyendo al éxito de ambas compañías y destacada por su modelo integrado de negocio.

Se propusieron como objetivo aumentar su número de ventas a 10 millones en el 2016.

La estructura de esta alianza es la siguiente: Renault tiene un 43.4 % de Nissan mientras que este último tiene un 15% de interés. Este acuerdo asegura a ambas compañías los mismos intereses y fomenta adoptar estrategias beneficiosas.

La empresa que se encarga de la dirección estratégica es la empresa holandesa Renault-Nissan BV evidentemente supervisado por el Consejo de Alianza, formado por miembros de los comités ejecutivos de cada empresa de la propiedad de Renault SA y la Compañía Nissan De motor.

#### *2.2.5.2 Daimler*

Daimler AG es una empresa alemana que trabaja para Mercedes. En el 2010, la alianza Renault-Nissan firmó un acuerdo con Daimler por el que pasó a tener un 3% del capital de Daimler, así como Daimler pasó a poseer el 3% tanto de Renault como de Nissan.

Uno de los proyectos destacados de esta alianza, es el desarrollo del Citan, un vehículo ligero comercial basado en la tecnología de Renault y producido para Benz de Mercedes.

Así como la producción de motores, tanto de gasolina como diésel, en la fábrica de motores de Valladolid. De hecho, Mercedes invirtió en el acondicionamiento y mejora de uno de los bancos de rodaje de dicha fábrica para el exclusivo rodaje de sus motores.

#### *2.2.5.3 AVTOVAZ*

Avtovaz es uno de los grandes fabricantes rusos de la industria de la automoción.

La Alianza Renault-Nissan firmó un acuerdo con Avtovaz, con el objetivo de alcanzar una cuota total de mercado del 40 %.

Una de las empresas poseedores de Avtovaz es Rostec, la cual posee aproximadamente el 75 % de Avtovaz. Esta empresa mantiene una alianza con otras empresas llamada "Alianza Rostec Automática BV". En el año 2012, Renault adquirió una parte mayoritaria en esta alianza.

La Alianza de Renault-Nissan y AVTOVAZ tienen cuatro plantas en Rusia: Togliatti, Moscú, San Petersburgo y Izhevsk.

Más adelante, AVTOVAZ-RENAULT-NISSAN formalizan la compra de la Organización (ARNPO). Dicha sociedad es puesta para hacerse la entidad adquisitiva más grande

en la industria del automotor de Rusia, consolidando la integración global de AVTOVAZ en este sector.

#### 2.2.5.4 Mitsubishi

Por otro lado, la Alianza de Renault-Nissan y Motores Mitsubishi ha creado las fundaciones oportunas para la cooperación extensa internacional, ampliar la cobertura geográfica y explotar las capacidades de producción de sus plantas. Otro de sus proyectos, engloba las últimas tecnologías como el vehículo eléctrico.

#### 2.2.5.5 Dongfeng

Dongfeng es una de las grandes empresas del automotor de China. La Corporación de motor (DFM) es una de las principales empresas públicas, revisada por la Supervisión de Activo Pública y la Comisión de Administración del Consejo Estatal.

#### 2.2.6 Empresas del grupo Renault en España

- **Renault España S.A.**

España cuenta con cuatro factorías de Renault; dos de Carrocería y montaje (Valladolid y Palencia), una de Motores (Valladolid) y una de cajas de velocidades (Sevilla).

También se encuentran la Dirección de Ingeniería de Renault, así como el Corporate.

En Madrid está ubicada la sede central de la empresa en España.

- **Renault España Comercial S.A. (RECSA)**

Su misión es crear y mantener las relaciones comerciales con distribuidores, reparadores, puntos y agentes de Renault. Además de encargarse de la comercialización de vehículos y piezas de recambio.

- **Renault Retail Group (RRG)**

Es la filial encargada de comercializar las marcas Renault y Dacia, tanto en vehículos nuevos de ocasión, particulares, comerciales y eléctricos.

Es el segundo distribuidor de automóviles en Europa debido a los numerosos centros con los que cuenta.



- **Sodicam**

La función de esta sociedad es la comercialización de piezas recambio, accesorios y todo lo necesario para el equipamiento de un taller de reparación de automóviles, con clientes en España y Portugal.

No obstante, también comercializa productos y servicios de alto valor añadido, adaptados a las nuevas tecnologías y las necesidades puntuales de los clientes.

- **Renault Consulting**

Su misión es formar y asesorar a cualquier empresa independientemente de su tamaño o sector, fundamentalmente con temas de Calidad, contribuyendo a la mejora de sus procesos y sus resultados.

- **RCI Banque España**

Se encarga de ofrecer soluciones financieras, adaptadas a la necesidad de cada empresa, relacionadas con el mundo del automóvil

#### 2.2.7 Factorías de Renault en España

- **Valladolid**

- **Carrocería Montaje**

Es la primera planta construida en España por el grupo Renault.

Se encarga de la producción de vehículos en línea, con una producción diaria de 1.350 vehículos aproximadamente; así como de la fabricación de ciertas partes o piezas para otras plantas del grupo Renault. Durante su vida ha fabricado 17 modelos diferentes.

Actualmente se encarga de la fabricación del “Captur” y el “Twizy”, un biplaza eléctrico que desempeña un papel clave en la estrategia de movilidad sostenible de Renault

- **Motores**

La factoría de motores cuenta con tres plantas de fabricación.

Motores 1 y motores 2 encargadas del proceso de mecanizado de piezas motor y motores 3 destinada a la fabricación de motores en línea.

- **Palencia**

- **Carrocería Montaje**

Es la encargada de fabricar la gama Mégane y Kadjar. Para ello, cuenta con numerosas innovaciones en todas las áreas que aseguran la calidad del producto de acuerdo con las normas de calidad y medioambiente.

- **Sevilla**

En sus orígenes esta fábrica fue fundada bajo el nombre de ISA (Industrias Subsidiarias de Aviación), cuya misión era la fabricación de piezas de recambio para aviones.

En los años 60, Renault compró la factoría especializándola en el sector del motor. Aunque ya antes de la compra había dejado a un lado las piezas para aviones centrándose en la producción de cajas de cambio.

De hecho, en la actualidad se sigue dedicando a la fabricación de cajas de cambio con una producción de casi un millón de cajas por año para diferentes modelos de vehículos.

### 2.3 Centro I+D+i de Renault España

El centro de I+D+i de Renault España está situado en Valladolid, el cual comprende toda la ingeniería de España.

Para que una fábrica progrese y no se quede estancada es necesario estar constantemente renovándose. Por ello, es necesaria la existencia de centros de investigación desarrollo e innovación. De esta forma nos aseguramos un buen funcionamiento, adaptación de las nuevas tecnologías y avances a nuestros medios de fabricación. También es una manera de mejorar la calidad y la competitividad.

Actualmente en este centro de investigación se llevan a cabo más de 104 proyectos de puesta a punto. Además de ello, se estudian todos los procesos que se están llevando a cabo con el objetivo de introducir todas las mejoras posibles.

Para llevar a cabo esta labor de mejora continua y contribuir al desarrollo e industrialización de los proyectos, el centro cuenta con 33 medios de ensayos de última tecnología, lo que permite la realización de diferentes pruebas y estudios tanto a motores como a vehículos.

El funcionamiento de esta zona de ensayos, en líneas generales, es el siguiente:

Una vez que tenemos el motor o el vehículo fabricado, se realizan simulaciones para predecir su comportamiento en funcionamiento. Si estas simulaciones aportan buenos resultados, y el objeto del estudio cumple con otra serie de requisitos, entonces se procederá a llevarlo a la práctica.

Para realizar los ensayos oportunos, contamos con bancos de última generación y alta dinámica dotados de fiabilidad.

Una vez que el motor ha sido sometido a los ensayos oportunos se obtienen los resultados y se comparan con los que habíamos predicho de las simulaciones, para así poder estudiar las desviaciones, si las ha habido.

Muchas veces, es necesario someter un motor o un vehículo a condiciones más extremas de temperatura u otras dificultades que un vehículo se puede encontrar a lo largo de la carretera, o simplemente antes de someterle a ciertas pruebas es necesario estabilizarlo a una cierta temperatura, ya que es un factor que va a influir en los resultados.

Para ello el centro cuenta con los bancos de rodillo, para poner el vehículo en situaciones extremas; algunos de estos bancos están totalmente automatizados al ser manipulados por robots mientras que otros están pilotados por personas. Uno de estos bancos es Aero climático. Es decir, está adaptado para que el vehículo trabaje entre -30 grados y a más de 45 grados.

En otras ocasiones se hace necesario transportar los vehículos que son objeto de estudio a lugares como Granada o Suecia dado a que la diferencia de latitud de estos lugares los hace idóneos para comprobar diferentes características.

Un elemento importante, que el centro posee para el estudio de vehículos, es la pista de rodaje.

La pista de rodaje es un circuito que presenta muchas de las dificultades u obstáculos que nos podemos encontrar por la carretera conduciendo.

El objetivo de probar un vehículo en esta pista es comprobar características como la adherencia, el comportamiento frente a rampas, circuitos de ciudad, frenos, posibles ruidos extraños y resistencia entre otros.

Todos estos pequeños circuitos están rodeados por óvalos (de carretera) donde un coche puede alcanzar los 130 kilómetros, es decir, intenta simular en parte lo que sería circular por una autovía o autopista.

Muchos de estos vehículos tienen un alto grado de confidencialidad, debido a que la mayoría de ellos son prototipos y no pueden ser vistos por cualquiera, por ello este tipo de vehículos deben ir camuflados con pegatinas para circular por el complejo.

### 2.3.1 SMEV (Soporte y Medios de Ensayo de Vehículos)

El SMEV es uno de los servicios que da soporte al centro de I+D+i de Renault España.

Algunos de los otros servicios que forman parte del centro de I+D+i son MAP (Puesta a punto) dedicada a la programación de calculadores para el estudio de diversas características de los motores, DIPM (Dirección de Ingeniería de producción) perteneciente a la Ingeniería proceso, RSIE (Renault Sistemas de Información España), BE (Estudios) dedicados al diseño de piezas motor.

La misión del SMEV es el estudio de motores y vehículos prototipos, tanto fabricados en sus talleres como procedentes de Francia.

Para cumplir con su objetivo tiene a su servicio varias UETS (departamentos).

#### 2.3.1.1 UET APSE. Adaptación preparación soportes de ensayo

APSE cuenta con tres talleres; taller de carros, taller de vehículos y taller de electrónica y electricidad.

Entre las funciones del taller de carros se encuentran el montaje de motores en carros para después ser rodados en los bancos, así como de exponer las piezas que componen los motores para su posterior estudio y análisis del comportamiento que han tenido durante el rodaje del motor.

En el taller de vehículos se encargan de la puesta a punto de los coches prototipos para después ser probados en pista y así obtener la información necesaria para el estudio y análisis del vehículo.

También entra dentro de sus competencias la realineación de piezas e instrumentación de los motores, es decir, colocar los medidores de temperatura y presión oportunos.

En el taller de electrónica y electricidad realizan estudios de simulación sobre el comportamiento de diferentes piezas.

Actualmente también se encargan de diferentes estudios de la batería y otros componentes del coche eléctrico “Twizy”.

Además de estos talleres, APSE cuenta con un banco llamado “banco ¼ hora” donde se ruedan los motores procedentes del propio taller de APSE y del taller del CRPM.

El objeto principal de esta prueba es probar que el motor arranca sin problemas y detectar posibles errores que podrían detener las siguientes pruebas.

#### *2.3.1.2 UET ENSAYOS MAP MECA*

Su misión es la de comprobar la resistencia de los motores inmóviles para la ingeniería de nuevos proyectos y la validación del producto (es decir la calidad del cliente y la capacidad de la planta).

#### *2.3.1.3 UET M&M (MANTENIMIENTO Y EQUIPO DE MEDIDA)*

Se propone como objetivo tener el mejor funcionamiento de banco de prueba e Instalaciones de la Ingeniería (vehículo, motor, transmisión, caja de cambios) y productos Mecánicos de la Ingeniería, de acuerdo con las normas nacionales e internacionales de medidas en los Bancos de Prueba.

Así como de realizar la calibración y medidas de prueba, para asegurar su precisión e incertidumbre de acuerdo con la legislación vigente.

#### *2.3.1.4 UET MAP (PUESTA A PUNTO) ENERGÉTICA*

Su función es probar servicios, dar soporte técnico y un equipo para dar respuesta a nuevos desafíos y desarrollar nuevos proyectos sobre la combustión del motor.

#### 2.3.1.5 UET P3ML (3M)

Su objetivo es desarrollar una trama de instalaciones de prueba (vehículo, motor, transmisión) relacionado con la estrategia y productos mecánicos de la ingeniería respetando la calidad y de acuerdo con la ley vigente.

### 2.4 UET CRPM. (Centro de realización de prototipos mecánicos)

Esta UET es la encargada de la fabricación e instrumentación de motores prototipo.

Puede fabricar motores, instrumentar piezas de motores o realinear motores.

Para llevar a cabo su función, cuenta con otra UET, que es la UET de logística y metrología.

#### 2.4.1 Metodología

El procedimiento que sigue para llevar a cabo su función es el siguiente:  
Las colecciones de motores llegan a la zona de logística. Una vez recibida la mercancía, se realizan varias funciones:

- **Colectar**
  - Comprobar que las cajas contienen lo que la documentación adjunta sostiene.
  - Desembalar las piezas y clasificarlas en troncos. Un tronco es un conjunto de piezas que forman parte del motor. Cada motor consta de 12 troncos que se van montando sucesivamente.
  - Una vez preparado el carro con los diferentes troncos, entregárselo al preparador de prototipos para comenzar con el montaje.
  - Realizar un examen de calidad visual en ciertas piezas para detectar piezas defectuosas.
  - Documentar tanto la llegada de colecciones, la conformidad de la mercancía recibida y los problemas que hayan podido surgir.
- **Montar**



Puede haber dos tipos de colecciones; colecciones que son para instrumentar y colecciones que son para montar un motor.

#### **Colecciones de instrumentación:**

- El instrumentador recibe la colección y comprueba que el material recibido corresponde con la documentación además de asegurarse que las piezas están en buen estado.
- Realiza la instrumentación y comprueba que el acabado cumple con la calidad requerida, es decir, verifica que las piezas no tienen fugas.
- Documenta la conformidad de las piezas instrumentadas y las devuelve a logística.

#### **Colecciones de motores:**

- El preparador de prototipos recibe el carro con los troncos, así como la documentación.
- Comprobar que la documentación corresponde con el material recibido.
- Si el motor tiene metrología o instrumentación fotografía las piezas afectadas.
- Si la documentación no coincide con el material recibido, dicho motor es devuelto a logística.
- Si la documentación es correcta, el preparador de prototipos comienza el montaje del motor.
- Cuando el motor está terminado se avisa al preparador de carros para que dicho motor lo monte en el carro y poder así transportar el motor al banco para que pueda ser rodado.

#### **• Rodaje en banco**

- El preparador de carros, una vez que ha montado el motor en el carro, lo lleva a la UET de APSE, que son los encargados de rodar el motor en su banco  $\frac{1}{4}$  de hora.
- Una vez rodado, el motor es devuelto al CRPM.

#### **• Ajustes del motor**

- El motor recibido de APSE es desmontado del carro y entregado al preparador de prototipos para realizar unos últimos ajustes.

#### **• Control de calidad**

- El motor pasa a la zona de calidad donde se realiza el control de calidad.
  - Si todo es correcto, tanto el montaje del motor como la documentación asociada, se emite el certificado de conformidad y el motor queda listo para expedir.
- **Expedición del motor**
    - La logística se encarga de recoger el motor de la zona de calidad, trasladarlo al almacén y embalarlo para que pueda ser transportado.

#### 2.4.2 Gestión de problemas

Durante el proceso productivo se pueden dar varios tipos de problemas. Cuando la logística recibe las piezas o cuando el preparador de prototipos está montando un motor a menudo se detecta que el número de piezas no coincide con las que indica la documentación, o que son necesarias piezas que no constan en la documentación, en definitiva, problemas de que la documentación no concuerda con la realidad. Cuando esto sucede es necesario realizar una ficha constato. Una ficha constato es un documento donde hay que describir detalladamente el problema que ha surgido incluyendo foto de la pieza o documentación afectada.

Todas las fichas de constato se tienen que compartir y difundir entre los demás CRPM que se dedican a lo mismo.

Otro documento importante es la derogación.

Una derogación es un documento que se utiliza cuando en un motor tenemos que introducir algún cambio, ya sea de pieza o documentación, para solucionar algún problema que se nos ha presentado.

Esto tiene que quedar reflejado y documentado adecuadamente en el documento llamado derogación.

Las derogaciones tienen que ir firmadas y aprobadas por el cliente.

#### 2.4.3 Clientes

Los motores fabricados en la UET de CRPM tienen como clientes a Nissan, Mercedes y la propia empresa Renault.

El destino de los motores montados para Renault suele ser el taller de APSE. Allí se encargan de montar el motor en carros (diferentes a los carros que se utilizan en CRPM) para que los motores puedan ser rodados en bancos. Estos bancos son diferentes al banco  $\frac{1}{4}$  de hora que se utiliza después de montar el motor para comprobar su funcionamiento.

Las pruebas que se realizan en estos bancos son pruebas para estudiar diferentes propiedades y características del motor.

Los motores que son para Nissan tienen la peculiaridad que deben ser rodados dos veces en el banco  $\frac{1}{4}$  de hora ya que el cliente lo requiere de esta forma.

Sin embargo, los motores que son para Mercedes a la hora de fabricarlos y de elaborar su documentación son tratados igual que los motores que son para Renault.

#### 2.4.4 Relación con los demás CRPM

Es muy importante que entre todos los centros de CRPM del grupo Renault, haya una buena comunicación, para poder compartir dudas y resolución de problemas. Por eso, tanto las derogaciones como las fichas constato son compartidas y difundidas, con la finalidad de ayudarse y aprender unos de otros.

#### **Renault diseño. Tecno centro Guyancourt**

El tecno centro, está situado en Guyancourt, un pueblo cercano a la ciudad de París.

Para el grupo Renault es una planta clave, ya que es el modelo a seguir por las demás fábricas del grupo. Por ello, su estrategia y forma de trabajar debe ser impecable. Su objetivo es reunir en un único sitio todas las tecnologías, competencias, ingeniería, comercio y marketing asociados a los vehículos de la gama Renault.

Por esta razón, en el tecno centro se llevan a cabo todas las etapas de un proyecto. Desde que se empieza a diseñar y se realizan toda clase de estudios de viabilidad hasta que se fabrica el último prototipo.

Este es la forma que tiene para desarrollar nuevos proyectos y llevar a cabo labores de investigación e innovación contribuyendo así a la mejora de los procesos y de la calidad.

#### **Cléon**

La fábrica de Cléon fabrica al servicio de la Alianza Renault-Nissan.

El 46 % de su actividad es dedicado a Renault, el resto a otras marcas. Entre las principales funciones de esta fábrica destacan la fundición de piezas, la fabricación y el ensamblaje de motores y cárteres de cajas; así como de programar la actividad de los talleres de fabricación y ensamblaje, la recepción y expedición, abastecimiento y gestión de existencias.

Realizan labores de mantenimiento para garantizar la fiabilidad y la optimización de los medios de fabricación, así como la aplicación de las reglas medioambientales.

Su actividad se centra en 5 familias de motores y 2 familias de cajas de cambio.

La actividad de Cléon para el CRPM de Valladolid es clave, ya que Cléon es el encargado de las relaciones con los proveedores de las piezas que componen las colecciones de los motores; tanto las colecciones para instrumentar como las de



montaje. Estas colecciones son las que se enviarán al CRPM de Valladolid para su posterior montaje.

## **Rumanía**

La planta de Rumania fue fundada en 1966 bajo el nombre de Dacia.

La fábrica produce vehículos y piezas de recambio para Dacia, fabricando alrededor de 255.000 vehículos por año. Algunos de los modelos que fabrica son Sandero y Logan.

También la planta fabrica componentes para vehículos fabricados en otras plantas, produce dos tipos de caja de cambios y bastidores.

Además de todo ello, cuenta con un centro de CRPM donde se dedican a lo mismo que el CRPM de Valladolid, es decir, a la fabricación de motores prototipos.



# Capítulo 3: Lean Manufacturing



### 3.1 Lean Manufacturing

Es una metodología de producción dirigida hacia la consecución de la creación de un flujo equilibrado de cadenas, utilizando los recursos necesarios sin que se produzcan derroches ni desequilibrios.

#### 3.1.1 Objetivos del Lean

El Lean se centra en aumentar la productividad y la eficiencia reduciendo los costes sin sacrificar la calidad.

Para reducir los costes se centra en la eliminación de todo tipo de despilfarros a lo largo del proceso de fabricación, contribuyendo así a mejorar los procesos productivos haciéndolos más competitivos y eficaces.

#### 3.1.2 Despilfarros

Los despilfarros o derroches generan costes y falta de productividad a una empresa. Por ello, hay que evitarlos en la medida de lo posible.

Los principales desperdicios que pueden producirse en una producción vienen caracterizados por las palabras japonesas mura, muri y muda.

##### 3.1.2.1 Mura

Hace referencia a cualquier irregularidad, inconsistencia, incumplimiento o variación no planificada que provoca una alteración del sistema afectando a la estabilidad del proceso y la variabilidad del flujo de trabajo.

Este tipo de irregularidades y de imprevistos podemos evitarlos a través de los principios del Just in time.

##### 3.1.2.2 Muri

Denota exceso, sobrecarga o carga pesada, en definitiva, actividades que se realizan pero que en realidad no son necesarias ya que no aportan ningún valor al producto o servicio y por tanto son actividades innecesarias que se pueden eliminar. La realización de actividades superfluas a menudo provoca cuellos de botella.

Para evitar este tipo de actividades se deben tomar acciones como la estandarización de los procesos, con un diseño de planta adecuado, aplicación de técnicas SMED para reducir los tiempos de preparación de utillaje, mantenimiento productivo total (TPM) entre otras.

##### 3.1.2.3 Muda

El “muda” es una palabra japonesa que significa despilfarro, hace referencia a todo aquello que consume recursos y no aporta valor al producto o servicio final.

---

En la actualidad podemos hablar principalmente de 8 tipos de muda.

- **Sobreproducción**

Producir más de lo que la demanda reclama, o antes de que el cliente lo necesite, implica almacenamiento, ocupación de más personal y costes de transporte por causa del exceso de inventarios. Además de la posibilidad de que un producto se quede obsoleto antes de que se consuma todo el inventario de dicho producto.

- **Esperas**

Trabajadores o maquinas parados debido a tener que esperar a que otra máquina o persona termine una actividad o no tener nada que hacer por culpa de altos stocks, atraso del proceso de lotes, equipos apagados o cuellos de botella.

Lo que se traduce en un mayor tiempo de ciclo, lo que implica un mayor coste.

- **Transportes**

Tener procesos separados por largas distancias implica mover el material en curso lo que supone pérdidas de tiempo, creando ineficiencia en el transporte o movimiento de materiales, piezas o producto terminado almacenado o sin almacenar o entre los procesos, además de aumentar la posibilidad de errores.

- **Sobre procesos**

Pasos innecesarios o procesamiento ineficiente debido a malas herramientas o mal diseño del producto causando movimientos innecesarios y produciendo fallas.

Así como dotar al producto o servicio de especificaciones que el cliente no valora, aumentando así su coste y por tanto su precio. Es decir, al final obtenemos productos de una calidad superior a la requerida por el cliente.

- **Inventarios**

Exceso de materias primas o productos terminados supone elevar los costes, ya que estos objetos necesitan seguros y espacio de almacenaje.

También los inventarios altos pueden esconder problemas como producción no balanceada, liberación tardía de los proveedores, defectos, equipos apagados y largo tiempo de arranque.

- **Movimientos**

Es evidente que en una producción tiene que haber muchos movimientos, pero en este caso nos estamos refiriendo a aquellos que se pueden suprimir teniendo una distribución en planta adecuada y un orden correcto de los materiales y herramientas evitando así las pérdidas de tiempo por búsqueda de materiales.

- **Defectos Operaciones sin calidad**

Producción de piezas defectuosas o correcciones. Reparar material dañado, reemplaza producción, e inspección significan desperdicio de tiempo. Por lo que vale la pena hacer las cosas invertir cierto tiempo en realizar un buen estándar.

- **Creatividad del trabajador sin usar (talento)**

Es importante conocer todas y cada una de las habilidades de todos los empleados para poder aprovecharlos, dar la oportunidad a todos los empleados de ser escuchados y tomados en cuenta colaborando de esta forma a la creación de un buen habiente de trabajo.

### 3.1.3 El valor

Para realizar una producción adecuada y definir su proceso de fabricación es necesario definir e identificar las características que deben tener el producto o servicio final para adaptar el proceso de producción a esas características. La definición e identificación de esos requisitos es la definición del valor de un producto.

Un producto tiene valor si cumple con cada uno de los requisitos del cliente, por ello, el valor es el cliente quien lo define, pero es el productor quien lo crea.

Todo aquello que el producto posee, pero el cliente no está dispuesto a pagar por ello se considera un despilfarro.

El valor es el productor quien lo crea, y solo es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico, es decir, un producto debe satisfacer las necesidades del cliente a un precio adecuado en el momento y lugar oportunos.

### 3.1.4 Identificar el flujo de valor

Cuando el valor ya está definido hay que analizar cómo conseguir dicho valor. Por tanto, el flujo de valor es el conjunto de todas las actividades y acciones requeridas para transformar un producto en un producto dotado de valor.

Para aplicar herramientas lean a un proceso productivo debemos tener en cuenta si se trata de un nuevo producto del que no hay establecido un proceso de producción o si se trata de mejorar un proceso ya establecido.

En este caso se trata de mejorar un proceso productivo ya instaurado.

Por lo que una vez definido el valor hay que proceder a la identificación del flujo de valor, es decir, el proceso productivo óptimo.

Dado que ya hay determinado un proceso se debe analizar y estudiar dicho proceso para identificar cada una de las irregularidades, es decir, los mudas y trabajar sobre ellas para que desaparezcan por completo o se minimicen.

El principal objetivo de la aplicación de las herramientas Lean es la creación de una empresa completamente con las características del Lean. Esto además de los correspondientes análisis y estudios exige una nueva mentalidad y la adopción de ciertos comportamientos sencillos que regulen el comportamiento de los procesos, así como de clarificar los ejecutores de cada una de las tareas del proceso productivo. Esto también ayuda a que cada participante pueda verificar que los demás cumplen con los principios acordados.

### 3.1.5 Flujo

Después de identificar el flujo de valor, es necesario que las etapas que crean valor fluyan de manera acorde a los estudios realizados con anterioridad. Esto suele requerir una reorganización completa de la arquitectura mental y una profunda concienciación.

Es decir, hay que buscar la organización óptima que favorezca el flujo para todas las etapas del proceso.

La organización más común de organización de una empresa es la estructura por departamentos, pero esto no quiere decir que sea la mejor opción. Ya que esto quiere decir que los empleados están especializados en una determinada tarea y no siempre es del todo beneficioso dado que impide mantener a empleados polivalentes y versátiles, que puedan cambiar de puesto fácilmente.

Un problema muy común es que realizar las mismas tareas durante un largo periodo de tiempo puede causar desmotivación del empleado.

Por tanto, para pasar de una organización departamental a una alternativa Lean, se hace necesario redefinir la operativa de funciones, departamentos y mover el enfoque desde las categorías organizacionales a los procesos creadores de valor, de tal modo que el interés de hacer que el valor fluya nazca de los propios empleados.

### 3.1.6 Beneficios del Lean

Para ver mejor los beneficios que conlleva esta nueva filosofía de trabajo, haremos una comparación del método tradicional con el método Lean.

#### **Método tradicional**

Se centra en identificar las eficiencias locales, ir al equipo, hacer el ciclo más rápido, mejorar el tiempo o reemplazar a la persona por un equipo automatizado.

El resultado debería ser un significativo porcentaje de mejora en los procesos individuales, pero tiene un impacto muy limitado a lo largo del proceso, esto es



debido a que en la mayoría de los procesos hay muy pocos subprocesos que agreguen valor.

## Método lean

Este método propone la eliminación de todos aquellos pasos que no agregan valor al proceso. Además, los pasos que agregan valor también se reducen. El último objetivo de la manufactura Lean es la aplicación ideal del “flujo de una sola pieza” para todas las operaciones de negocio, desde el diseño del producto hasta el lanzamiento, toma de pedidos y producción física.

### 3.2 Técnicas del Lean

Para conseguir sus objetivos el Lean Manufacturing necesita diversas herramientas que lo sustenten. Las más habituales son:

- **Las 5'S**

Cada una de las S hace referencia a una palabra en japonés que designa cada una de las etapas.  
Son técnicas de gestión de la calidad.

- **Heijunka**

Es una palabra japonesa que significa “nivelación”. Trata de nivelar la producción controlando el volumen y el mix de productos fabricados durante un tiempo dado.

La mayor ventaja que nos proporciona esta técnica es compensar las variaciones de demanda ya que en una misma línea de producción se fabrican modelos diferentes.

Para llevar a cabo este procedimiento debemos encontrar la secuencia óptima de los modelos a producir.

- **Reducción de tiempos de preparación (SMED)**

Esta herramienta dirige sus esfuerzos a minimizar el tiempo de cambio de utillaje, considerando el tiempo de preparación como el plazo que pasa desde que sale la última pieza de un lote hasta que se fabrica la primera pieza buena del lote siguiente.

- **Adaptación a la demanda con flexibilidad de los trabajadores (Shojinka)**

Literalmente significa “disminución o aumento”. Hace referencia al ámbito de recursos humanos, ya que se refiere a disminuir o aumentar la plantilla de trabajadores según sea la demanda.



Para facilitar esta técnica hace falta una distribución de planta adecuada y contar con trabajadores polivalentes.

- **Estandarización de las operaciones**

Con la estandarización de operaciones conseguimos que se establezca una única forma de realizar una operación, la cual debe ser la óptima. Esto es beneficioso ya que disminuye la probabilidad de cometer errores.

- **Control autónomo de defectos (Jidoka)**

El Jidoka es un término japonés que significa "con un toque humano". Se fundamenta en la eliminación de controles de calidad de tal forma que la calidad se produzca en el propio proceso y no haya necesidad de controlarla. Algunos de los elementos que utiliza el Jidoka son las paradas automáticas, es decir, otorgar al operario de autoridad para parar el proceso si se producen errores además de la colocación de dispositivos y sensores que ayuden a detectar problemas.

Otros de los dispositivos muy utilizados en esta técnica son los sistemas poka yoke.

- **Recogida y aprovechamiento de ideas (Soikufu)**

Los mejores conocedores de los problemas y del proceso de producción son los trabajadores, por tanto, hay que tenerlos en cuenta.

El Soikufu se basa en el aprovechamiento de las ideas y sugerencias de los trabajadores.

- **Mantenimiento productivo total (TPM)**

Hace referencia a la inclusión del trabajador en las tareas de prevención, detección y corrección de las anomalías que puedan presentar las máquinas.

- **Relaciones con los proveedores**

Es habitual no incluir a los proveedores dentro del proceso productivo, lo cual es una equivocación. El proveedor debe ser considerado como el inicio del proceso productivo.

Es conveniente tener un número reducido de proveedores a largo plazo para aprovechar las economías de escala. De esta forma también, es más fácil establecer relaciones de confianza que hagan las entregas más seguras.

Otro de los factores relevante es la cercanía de estos a la empresa. Ya que si se quiere trabajar justo a tiempo las entregas serán muy frecuentes y esto también hace que disminuyan los costes.



- **Los 5 ¿Por qué?**

La técnica de los 5 Por qué fue una técnica iniciada por Toyota, que sirve para identificar la causa raíz de un problema concreto.

Su metodología consiste en preguntar ¿Por qué? Tantas veces como sea necesario, usando como base la respuesta de la pregunta anterior, hasta que se llega a la causa que ha provocado el problema inicial.

Una vez identificada la causa raíz hay que proceder a eliminarla, de esta forma se resuelve el problema primordial a la vez que se solucionan otros posibles problemas derivados del inicial, ganando tiempo y energía en resolver los problemas derivados uno a uno.

### 3.2.1 5' S

Son herramientas Lean, muy presentes en la actualidad, que sirven para mejorar la calidad, la eliminación de tiempos muertos y la reducción de costes; pero no solo la calidad del producto o servicio sino también del entorno de trabajo.

Las 5 S hacen referencia a 5 programas que comprenden una serie de actividades para eliminar la basura y los desperdicios generados de la producción que contribuyen a cometer errores y defectos.

- **Seiri (clasificación y descarte):** significa clasificar los materiales y herramientas según sean necesarias o innecesarias. Eliminadas estas últimas. De esta forma reducimos las necesidades de espacio y almacenamiento, evitamos la compra de materiales innecesarios.
- **Seiton (Organización):** hace referencia a que cada objeto debe tener un único sitio concreto debidamente señalado, debiendo estar disponible cuando se necesite y después de utilizarlo depositarlo en el mismo sitio. Además, cada objeto debe estar en la cantidad justa, en la calidad requerida en el lugar y momento oportunos, así como un nombre concreto que debe ser conocido por todos. Esto nos facilitará el control de la producción y almacén, la realización de las tareas ya que eliminamos los tiempos de búsqueda de materiales y herramientas, así como una mejor racionalización del trabajo.
- **Seiso (Limpieza):** hace referencia a que cada trabajador debe ser responsable y consciente de mantener su puesto de trabajo limpio. Para ello, se hace necesario que cada trabajador tenga asignada una zona para desarrollar su trabajo. Con una buena limpieza de cada puesto de trabajo conseguiremos una mayor productividad, una mejor imagen tanto interna como externa, además de un mejor mantenimiento de los productos.



- **Seitketsu (Estandarización):** hace referencia a establecer procedimientos y normas estándares sencillos y conocidos por todos que indiquen la manera de actuar en caso de que se produzcan anomalías o irregularidades. Con esto ayudamos a facilitar el trabajo de los empleados, ya que sabrán cómo deben actuar ante problemas o situaciones de incertidumbre.
- **Shitshuke (Disciplina y Compromiso):** este último concepto hace alusión al compromiso y la voluntad de hacer las cosas de una manera adecuada. El objetivo de esto es crear un entorno de trabajo en base a unos buenos hábitos. Podemos decir que se trata de la mejora alcanzada con la aplicación del resto de las 4 S. es el crecimiento a nivel personal de autodisciplina y autosatisfacción.

La adopción de las 5 S es un proceso continuo que mejora el ambiente y las condiciones de trabajo.

Requieren el compromiso personal y duradero por parte de la empresa, para que verdaderamente sea un sistema eficaz, así como la formación de los empleados para así concienciarlos de la importancia de esta herramienta.

Las 5S también pueden utilizarse como un instrumento para ayudar a solucionar los problemas visibles, e incluso usado de un modo sofisticado, puede ser la parte del proceso de control visual de un sistema.

### Beneficios

Con la implantación de las 5 S en nuestro sistema productivo conseguimos las siguientes ventajas:

- Dado que la implantación de las 5 S involucra a todos los trabajadores, conseguimos que los trabajadores se comprometan con la causa y por lo tanto que se sientan valorados.
- Se consigue una mayor productividad lo que significa una disminución de productos defectuosos, movimientos inútiles, accidentes e incluso disminución del tiempo de cambio de utillaje.
- Mejores condiciones del lugar de trabajo ya que conseguiremos un mayor espacio al tener todo lo necesario ordenado y haber eliminado lo innecesario. Además de una mejor imagen, una mayor cooperación y responsabilidad en las tareas, así como un mejor conocimiento del puesto.

### 3.2.2 TPM

El mantenimiento productivo total es una metodología de mantenimiento que permite asegurar la disponibilidad de las operaciones y equipos, mediante la

aplicación de conceptos de: prevención, los cinco ceros y participación total de las personas.



Figura 3.2.2 Casa del TPM

La participación total de las personas hace referencia a que las actividades de mantenimiento de equipos no solo son tarea de las personas encargadas del mantenimiento sino también por parte del personal de producción.

Actualmente este sistema de trabajo se representa mediante una casa.

Se compara con una casa porque al igual que una casa esta metodología es un sistema estructural. Para que una casa se sostenga se debe empezar a construir por la base y los pilares y estos deben ser fuertes para poder sostener el techo. Si alguno de los elementos de la estructura no es correcto hará que todo el sistema se desestabilice.

En la aplicación del TPM lo primero que tenemos que establecer son los objetivos, es decir, definir lo que queremos conseguir con dicha aplicación.

Normalmente, lo que se quiere conseguir con la implantación de un sistema TPM es mejorar la calidad y minimizar los costes y el tiempo.

En el centro de todo sistema están las personas. Y a su alrededor todos los demás elementos necesarios para realizar su trabajo.

En la base esta la “filosofía”, es decir, la necesidad de formar y concienciar a las personas de la implantación de un sistema de estas características.

Si seguimos escalando niveles vemos que es necesario establecer procesos estables y estandarizados, así como mantener programas nivelados de inventario y producción a través de método con el “Heijunka”.

Como pilares tenemos la filosofía del Just in Time, que intenta reducir al máximo los stocks de seguridad sustituyéndolos por pequeños buffers y el Jidoka, que sostienen el tejado donde se encuentran los objetivos.

Cada uno de los elementos de esta estructura son relevantes y necesarios pero lo más importante es su forma de relacionarse entre sí y de cómo se refuerzan unos a otros.

En definitiva, el TPM es un sistema sofisticado de producción en el que todas las partes contribuyen a que las personas, que son el centro de nuestro sistema, contribuyan a una mejora continua del lugar donde trabajan.

### 3.2.3 Kaizen

El Kaizen es una técnica de mejoramiento continuo para la gestión de la Calidad Total.

Kaizen es una palabra japonesa que hace referencia a la acción del cambio e incorpora la idea del mejoramiento continuo y ordenado.

La adopción del kaizen implica asumir una nueva cultura de mejoramiento continuo centrada en la eliminación de desperdicios de los sistemas productivos.

El sentido de esta filosofía queda reflejado en la siguiente frase “Todo proceso de cambio debe comenzar con una decisión y debe ser progresivo en el tiempo”.

Actualmente, el kaizen ha tenido un gran auge y gran aceptación por parte de las empresas provenientes de sus deseos de mejorar los estándares, costes, productividad y tiempos de espera.

Uno de los factores claves y estratégicos es el tiempo. Es uno de los recursos más críticos, ya que es un activo irrecuperable, y muchas de las mejoras que se introducen en las fábricas están destinadas a un mejor aprovechamiento de él.

Han de tenerse en cuenta una serie de principios para la implantación del kaizen:

- **Optimización de recursos:** analizar los recursos existentes, ver cuáles son necesarios y cuales innecesarios, suprimiendo estos últimos y dotándose de nuevos que sean necesarios. Estudiando su grado de utilización e intentar maximizar su aprovechamiento.
- **Rapidez para la implementación de soluciones:** eliminar procesos burocráticos que solo retrasan soluciones más que ayudar a implantarlas. Si se trata de un problema complejo, esta filosofía nos propone dividir el problema en partes de sencilla solución.
- **Bajo coste:** si el coste de una mejora va a ser superior a los resultados obtenidos no es viable. Las alternativas de inversión que propone se centran en la creación de mecanismos de participación y estímulo del personal.
- **Participación del operario:** El operario es el mejor conocedor de los problemas que se pueden dar en una producción, por ello, es fundamental incluir al operario en todas las etapas de mejora.

Una de las herramientas más comunes en el kaizen es el ciclo PDCA también llamado círculo de Deming.

Esta herramienta de calidad fue ideada por Williams Edwards Deming. Este círculo se basa en una estrategia de mejora continua de calidad en cuatro pasos. Las siglas PDCA son el acrónimo de las palabras inglesas plan, do, check, act.



Figura 3.2.3 Ciclo PDCA

- **Planificar (plan):** en primer lugar, hay que establecer los objetivos y resultados que se quieren obtener para poder si los procesos adecuados.
- **Hacer (do):** ejecutar los procesos previamente establecidos.
- **Verificar (Check):** comprobar las repercusiones que han tenido las acciones implementadas, analizar los datos y comparar con las predicciones. Sacar conclusiones.
- **Actuar (Act):** hacer las modificaciones oportunas para corregir las posibles desviaciones de los objetivos iniciales.

En resumen, el método kaizen debe contemplar una visión sistémica de la empresa que participe activamente en los procesos productivos, comerciales y financieros. Esto implica diversas estrategias de ingeniería donde la gestión estadística y el uso de herramientas informáticas permiten aumentar y dar flexibilidad a la capacidad productiva.

#### 3.2.4 Reducción de tiempos de preparación (SMEV)

El objetivo de las técnicas SMEV es reducir al máximo el tiempo de cambio de utillaje. Se considera tiempo de utillaje el tiempo que transcurre desde que se fabrica la última pieza correcta de un determinado lote hasta que se obtiene la primera pieza buena del siguiente lote.

Ese tiempo normalmente se utiliza para la puesta a punto de los equipos o realizar cambios de turnos entre los trabajadores.

Eliminar o reducir estos tiempos, los cuales son un despilfarro, ya que no añaden ningún valor al producto supone reducir los costes, ya que estaremos ganando tiempo.

Antes de aplicar técnicas SMEV debe quedar muy claro que es lo queremos conseguir con ello.

Reduciendo estos tiempos, en la mayoría de los casos, indirectamente se incrementa la disponibilidad de maquinaria y trabajadores, se reduce el despilfarro del material en ajustes, la dependencia de las personas encargadas de preparar dichos cambios y se mejora la seguridad.

Una de las técnicas más habituales para reducir este tiempo es clasificar las operaciones como internas y externas y convertir las internas en externas.

Se consideran operaciones internas aquellas que se realizan con la máquina parada, mientras que las externas son aquellas que se realizan con la máquina operando.

Transformando las operaciones en externas ganamos el tiempo que se perdía realizando esa operación con la máquina en pausa.

Una vez que se han convertido el número máximo de operaciones externas en internas se han de mejorar todas ellas. Para ello, hay que estandarizar la operación de preparación, mecanizar los procesos en la medida de lo posible eliminando ajustes y utilizar sistemas de preparación en paralelo.

Para que las acciones propuestas tengan efecto se debe realizar un seguimiento de los nuevos resultados obtenidos para compararlos con los anteriores y comprobar así si los métodos aplicados han tenido algún efecto sobre el proceso. Rectificando y corrigiendo las desviaciones.

### 3.2.5 Kanban

El Kanban es un sistema de información basado en tarjetas que controla la fabricación de los productos necesarios en cantidad y tiempo, tanto entre los procesos que tienen lugar en el interior de una fábrica como entre distintas empresas. El funcionamiento de un sistema Kanban es el siguiente:

Cada puesto de trabajo cuenta con sus correspondientes contenedores para depositar las piezas acabadas y para tener los componentes necesarios para la realización de su trabajo. Cada uno de estos contenedores cuenta con una tarjeta (Kanban) donde se indican varios datos, pero el más relevante es el número de piezas que debe haber en el contenedor. Cuando las piezas se acaban el kanban se deposita en los buzones establecidos para ello. Estos buzones deben ser supervisados con regularidad para que en el momento en que haya un kanban sea recogido y el contenedor de dicho kanban pueda ser repuesto o transportado, dependiendo del puesto en que estemos. Una vez que el contenedor ha sido repuesto se vuelve a pegar en su contenedor correspondiente.

Los principales tipos de kanban son:

- **Kanban de transporte:** transmiten de un centro de trabajo a su predecesor las necesidades de material.
- **Kanban de proveedores:** relacionan el centro de recepción de materia prima con el centro de fabricación.
- **Kanban urgente o de emergencia:** en caso de escasez o necesidad urgente de materiales para hacer frente a unidades defectuosas o averías.

Para poder implantar un sistema Kanban en una fábrica hay que tener en cuenta ciertas consideraciones:

- Cada elemento que circula por la fábrica debe tener un único camino definido.
- Todo puesto de trabajo debe tener una zona donde depositar sus productos finales y otra donde tener los materiales que utiliza. Si utiliza materiales diferentes o tiene varios productos, cada uno de ellos deberá tener su correspondiente zona.
- En los puestos de ensamblaje es necesaria la instalación de buzones para depositar los kanban.
- Las piezas defectuosas no deben pasar al siguiente proceso.
- El proceso posterior recogerá del anterior los productos necesarios, en las cantidades necesarias, del lugar y en el momento oportuno.
- Las piezas no deben ser producidas o transportadas sin su correspondiente señal Kanban.
- Las tarjetas kanban deben estar colocadas adecuadamente en su contenedor y la cantidad que señala dicha tarjeta debe ser igual a la que verdaderamente existe.

Con un sistema de estas características conseguimos un mejor entendimiento y un mejor flujo de la información entre los puestos de trabajo, así como la integración de metodologías ágiles y flexibles que permiten cambios de última hora sin alterar el sistema.

### 3.2.6 Poka Yoke

Fueron introducidos por Toyota en la década de los años sesenta. Un Poka Yoke es una palabra japonesa que significa “a prueba de errores”.

Un poka yoke es un dispositivo que hace casi imposible que un operario o una máquina cometa un error.

El objetivo de estos dispositivos es evitar un error de montaje o selección a través de diseños que impidan cometer dichos errores.

Hay dos tipos principales:

- **De prevención:** están diseñados de tal forma que sea imposible cometer el error.  
Lo más habitual, es la utilización de formas o colores que diferencien como deben realizarse los procesos.



- **De detección:** en este caso no impedimos que el error se produzca, pero lo resaltamos de forma que sea obvio que se ha cometido advirtiendo de esta forma al operario.

Algunas de las ventajas que obtenemos utilizando este tipo de dispositivos son:

- Eliminar o reducir en un porcentaje alto el riesgo de cometer errores en tareas repetitivas.
- Suprimir ciertos controles de verificación ya que si hubiera habido algún error los poka yoke nos hubieran ayudado a detectarlo, además de aumentar la calidad desde el origen.
- Soluciones simples y económicas.

### 3.3 Just In Time (JIT)

Comenzó en Japón en los años ochenta con el fabricante automovilístico Toyota.

Más que un sistema de gestión de la producción es una filosofía de trabajo. Literalmente significa “Justo a tiempo”. Esto quiere decir que se debe fabricar según la demanda, manteniendo los niveles de inventario al mínimo y teniendo solo lo estrictamente necesario, organizados de la manera adecuada para evitar fallos o retrasos por falta de componentes o suministros para completar el proceso productivo y con la calidad requerida sin desperdiciar los recursos del sistema.

Es importante que no se produzcan fallos en ningún punto del proceso productivo, y si se producen que se actúe rápidamente para solventar el problema, ya que si no se resuelve con la debida rapidez se producirá el efecto domino sobre las demás etapas del proceso. Algo muy presente en esta cultura son los cinco ceros.

Los 5 ceros son un conjunto de características que se quieren minimizar. Estas son:

- **Cero stocks:** intentar minimizar al máximo los inventarios, dado que estos, como se ha explicado anteriormente suponen un despilfarro, debido a que ocupan espacio, requieren vigilancia y reducen la rentabilidad.
- **Cero defectos:** los defectos se traducen en costes. Estos costes son debidos a la necesaria rectificación de maquinaria, asistencia a los clientes insatisfechos, devoluciones a proveedores entre otros.  
Para evitar que se produzcan defectos hay que intentar en la medida de lo posible hacer las cosas bien a la primera. Para ello, mantenimiento preventivo y programas participativos de mejoras.
- **Cero averías:** las averías en las máquinas provocan pausas en la producción y generan stocks. Para disminuir estas averías es necesario programas de



mantenimiento productivo total e implicación de los propios operarios en las tareas de mantenimiento.

- **Cero plazos:** cumplir con los plazos establecidos entre el cliente y la empresa es vital para dar un servicio adecuado. Además de aumentar la flexibilidad para adaptarse a la demanda y disminuir tiempos de espera y preparaciones.
- **Cero papeles:** intentar suprimir el papel, la duplicidad de datos, así como los trámites administrativos que lo único que hacen es ralentizar la toma de decisiones.

Una forma de suprimir el papel es utilizar los medios informáticos para captar y distribuir la información.

### Ventajas

Las principales ventajas del Just in time son:

- Reduce al mínimo los inventarios a lo largo del todo el proceso productivo, y, en consecuencia, disminuye los costes que esto supone.
- Eliminación de todo tipo de desperdicios.
- Aumenta la flexibilidad del sistema lo que permite cambios más rápidos.

### Desventajas

- Posibles atrasos por falta de piezas o piezas defectuosas.
- Renuncia a las economías de escala, ya que mantener los inventarios al mínimo supone realizar compras de poco volumen.





# Capítulo 4. Situación actual de la empresa



## 4.1 Descripción del taller de montaje y almacén logístico.

Para desarrollar su cometido, es decir, fabricar motores prototipos la UET del CRPM cuenta con las siguientes instalaciones.

Su zona se divide en taller, almacén y metrología. Pero además cuenta con una sala de soldadura y el banco de rodaje de uso compartido con el taller de la UET de APSE.

### 4.1.1 Taller de montaje

El taller a su vez le podemos dividir en tres grandes áreas, aunque no existe separación física entre ellas:

- **Zona de montaje**

Esta zona está comunicada con el almacén a través de una puerta con acceso restringido (sólo tiene acceso el personal de logística, los preparadores de prototipos no) y por una ventana. Por medio de la cual el personal de logística se puede comunicar con el personal del taller de manera oral. Esta manera de comunicación no es útil cuando tiene que quedar constancia de dicha comunicación.

En las fotos siguientes se pueden ver algunos de los puestos de montaje.



Figura 4.1.1.A Preparador de prototipos.



Figura 4.1.1.B. Puesto de trabajo de un preparador de prototipos.

- **Zona de instrumentación**

Esta es la zona donde se realizan las instrumentaciones. Está equipada con estanterías, algunas de ellas son para almacenar las herramientas y otras para guardar las piezas instrumentadas a la espera de ser recogidas por logística. Cuenta con dos puestos de trabajo.



Figura 4.1.1.C. Puesto de trabajo de un instrumentador.



Figura 4.1.1.D. Instrumentador trabajando.

- **Zona de preparación de carros**

Este es el espacio reservado para que el preparador de carros prepare el motor en el carro. Esta zona está dotada de estanterías para las herramientas y materiales necesarios para la preparación del motor en el carro. En la figura 4.1.1.E podemos ver los carros donde se montan los motores.



Figura 4.1.1.E. Carros para rodar un motor.

#### 4.1.2 Almacén

Es el espacio donde se almacenan las piezas, los motores desencadenados (son aquellos en los que se ha detenido su montaje por falta de piezas o porque ha surgido algún problema que impide que se continúe, y por lo tanto hay que guardarlos

hasta que las piezas son proporcionadas por Cléon o hasta que se resuelve el problema que ha detenido su montaje), los motores pendientes de expedición y el stock de seguridad (este stock está compuesto por las piezas serie que se utilizan para el montaje de los motores).

Para almacenar los motores cuenta con numerosas estanterías de varias alturas, diferenciando estanterías para motores a la espera de expedición, motores desencadenados, colecciones de piezas de motores a la espera de ser montadas.

Para colocar los motores en las diferentes alturas de las estanterías se cuenta con carretillas que hacen posible la colocación de dichos motores

Para el stock de seguridad y para las futuras piezas de los proveedores cuentan con armarios inteligentes. Estos armarios proporcionan una búsqueda rápida de las piezas.

Además de contar con una zona para guardar útiles y herramientas.

#### 4.1.3 Metrología

La sala de metrología está comunicada con el taller y con el almacén. Esta sala está dotada con tecnología puntera para la realización de las mediciones oportunas a las piezas que lo precisen.



Figura 4.1.3. Sala de metrología.

#### 4.1.4 Banco de rodaje

El banco es una de las instalaciones perteneciente a la UET de APSE. Pero su uso es compartido por APSE y el CRPM, lo que en parte es un problema ya que la

coordinación de ambos talleres y el establecimiento de prioridades son complicados, ya que para ambos sus respectivos talleres y motores para rodar son prioritarios. Es un espacio cerrado equipado con última tecnología donde se dan las condiciones necesarias para poner en marcha el motor y comprobar así si el motor funciona y justificar de esta forma que su montaje es correcto.

Al ser una instalación perteneciente a la UET de APSE no se encuentra en el taller del CRPM sino una zona perteneciente al taller de APSE.



Figura 4.1.5.A Sala de soldadura.



Figura 4.1.5.B Cabina de aspiración.

### 3.1.5 Sala de soldadura

Esta sala está dotada de máquinas como esmeriles, taladros, una prensa y diferentes útiles para llevar a cabo las tareas de soldar (ver figuras 4.1.5.A y 4.1.5.B). El uso de esta instalación es compartido con el taller de APSE. Las personas del CRPM que lo utilizan son los instrumentadores. Normalmente para taladrar o soldar las piezas que necesitan.

### 4.1.6 Organigrama

En este apartado se va a describir la situación jerárquica de la UET del CRPM.

#### 4.1.6.1 Taller de montaje

En la figura 4.1.6.1 tenemos un organigrama sobre las jerarquías existentes en el taller.

En la cabecera del organigrama, se encuentra el jefe de unidad, el cual debe estar informado de todos los acontecimientos. Es decir, de los problemas que van surgiendo en el montaje de los motores, de la fase en la que se encuentra cada motor, así como de su expedición, ya que para que un motor se ha enviado a cliente es necesaria la firma del jefe de unidad. También es el encargado de las relaciones con las fábricas francesas de Cléon y el tecno centro y de transmitírselo al jefe de taller para poder coordinar el trabajo y realizar las operaciones oportunas a cada motor.

Al mismo nivel que el jefe de unidad se encuentra la responsable de calidad. Su cometido consiste en realizar el control de calidad a los motores una vez montado y emitir el certificado de conformidad. Dicho documento para que tenga validez debe ir firmado tanto por el jefe de unidad como por la responsable de calidad. Jerárquicamente, su jefe no es el jefe de unidad, sino que depende de los responsables de calidad del tecno centro.

Por debajo del jefe de unidad se encuentra el jefe de taller, encargado de asignar el trabajo tanto a los preparadores de prototipos como a los instrumentadores, además de ser el responsable de realizar una parte de la documentación de todos los motores. También se encarga de que las máquinas y el utillaje de todo el taller estén en buenas condiciones para poder ser utilizado.

Por debajo del jefe de taller se encuentran los preparadores de prototipos encargados del montaje del motor a partir de sus piezas, los preparadores de carros, encargados de montar el motor en el carro, y por último los instrumentadores, tanto el supervisor de la instrumentación encargado de revisar todas las instrumentaciones, tanto las realizadas por el mismo como las realizadas por otros instrumentadores.

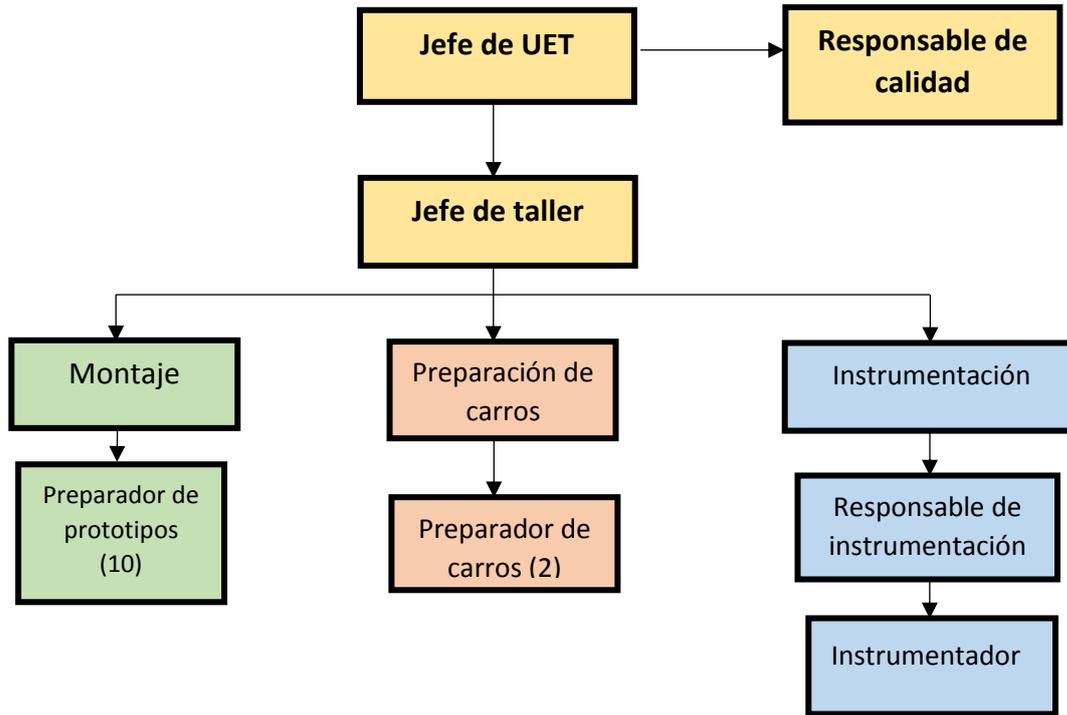


Figura 4.1.6.1. Organigrama del taller de montaje.

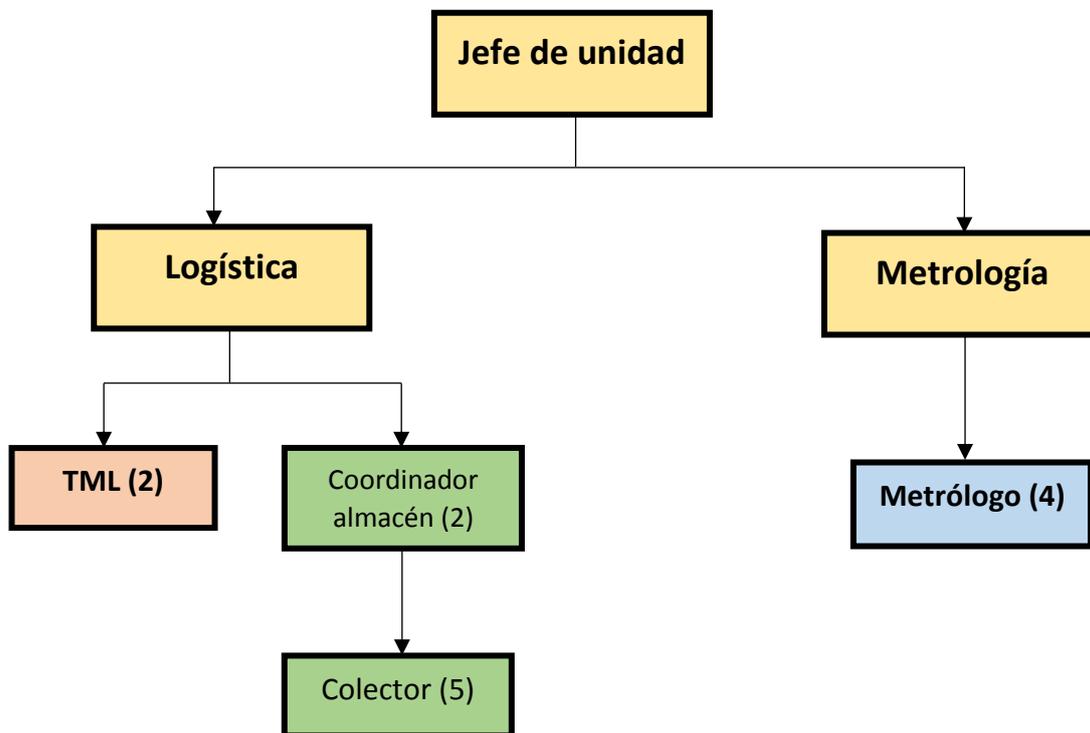


Figura 4.1.6.2 Organigrama del almacén y metrología.

#### 4.1.6.2 Almacén y metrología

En la cabecera tenemos al jefe de unidad, encargado de las relaciones con los centros franceses y al igual que en el taller debe estar informado de todas las operaciones logísticas (ver figura 4.1.6.2).

Dentro de la logística tenemos 2 TML (técnico en medición logística) cuya función es pedir las piezas faltantes a Francia y la realización de cierta burocracia logística.

Al mismo nivel se encuentran dos coordinadores de almacén encargados de las expediciones y de las recepciones de mercancía, entre otras tareas.

Por debajo de ellos, se encuentran 5 colectores, cuya tarea es verificar las colecciones y clasificarlas, además de transportarlas al taller de montaje.

Por otro lado, en la sección de metrología se encuentran 4 metrólogos encargados de la medición de las piezas correspondientes.

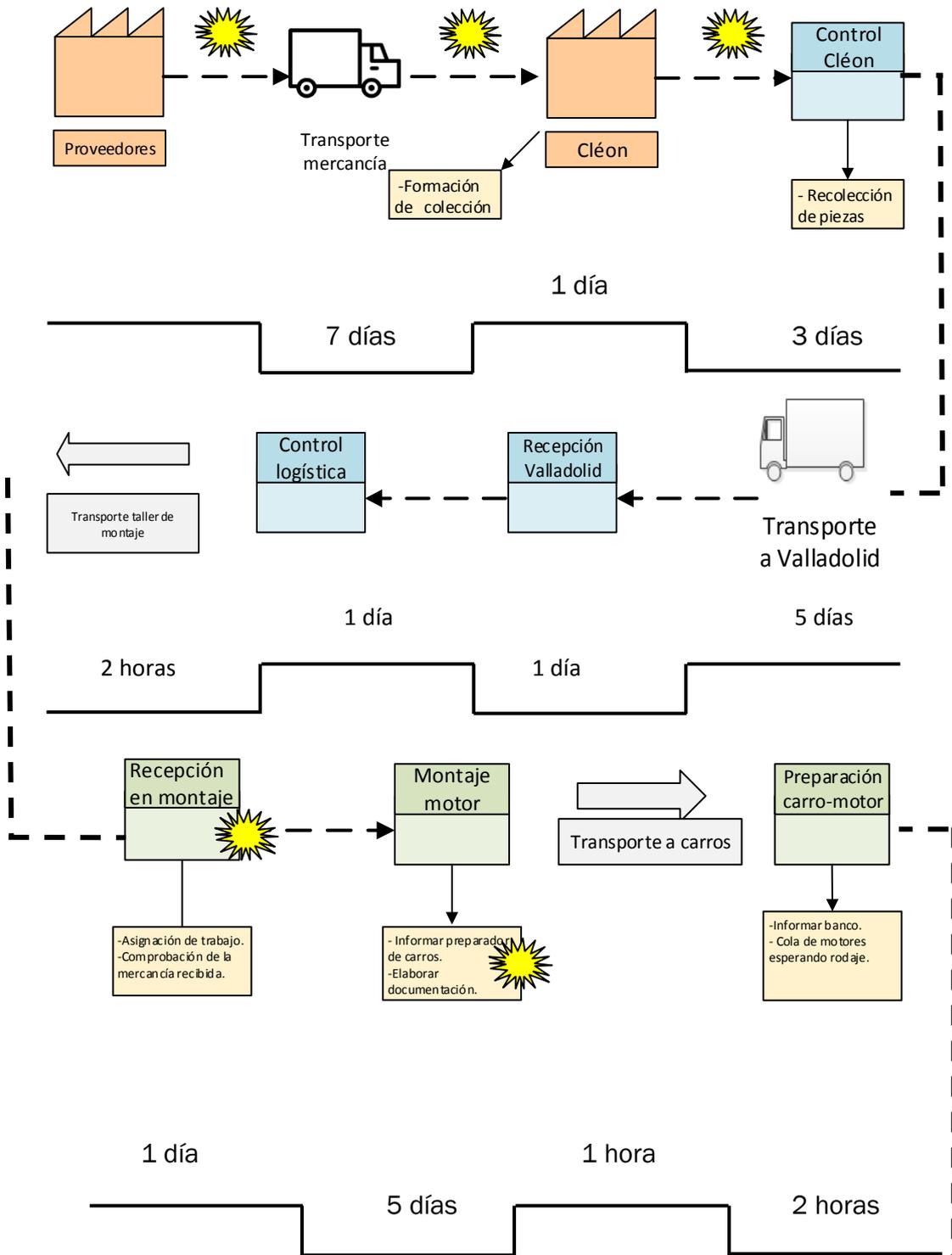
#### 4.2 Value Stream Mapping (VSM)

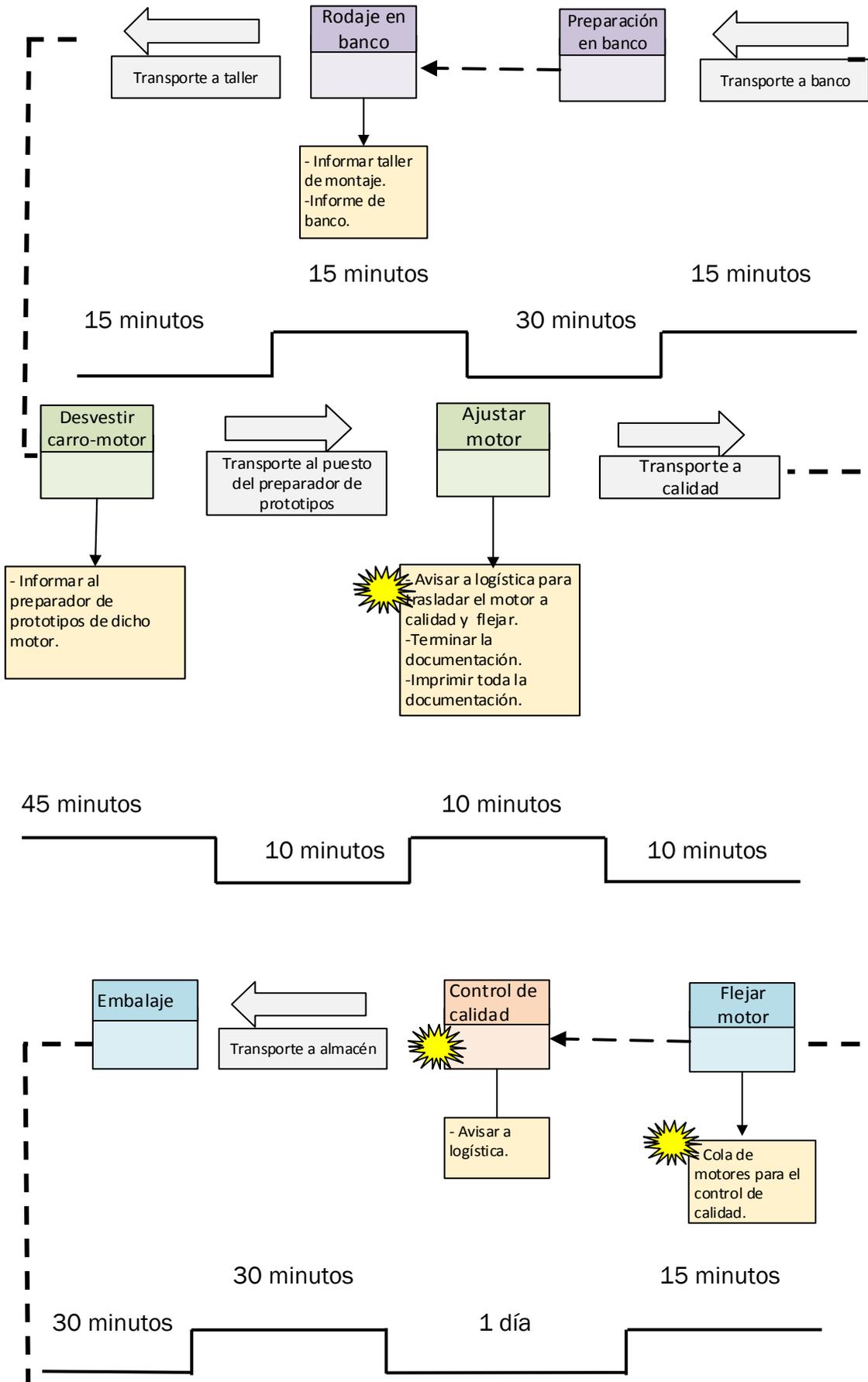
Para poder aplicar la mejora continua hay que tener un conocimiento profundo del proceso. Aunque en el capítulo 2 se ha explicado en líneas generales el proceso productivo, en este capítulo lo explicaremos con más precisión y detalle. De esta forma podremos identificar todos y cada uno de los despilfarros, para su posterior eliminación o reducción, considerando como despilfarro todas las tareas realizadas que no aportan valor al producto.

Un Value Stream Mapping o mapeo de la cadena de valor es una herramienta Lean que permite relacionar todas las actividades que agregan valor en la creación de un producto.

Esta relación queda plasmada en un diagrama de flujo con todos los pasos detallados con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre todo el proceso. Debe ser un método de visualización para generar el plan futuro.

El VSM nos ayuda a ver las actividades que agregan valor, las que no agregan valor y son innecesarias y además las que no agregan valor, pero son necesarias.





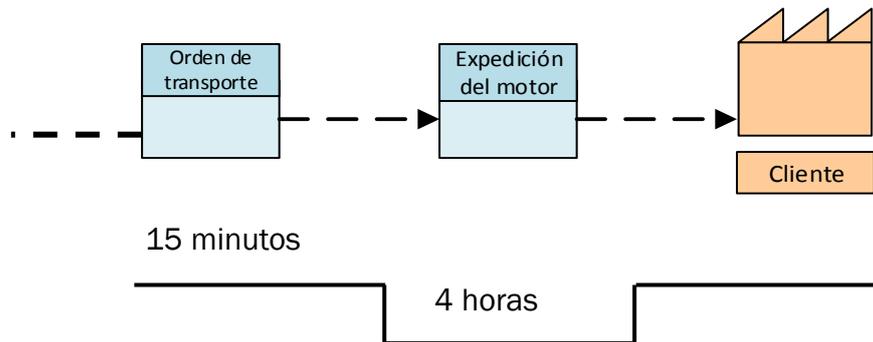


Figura 4.2.A VSM

Esta herramienta se fundamenta en dos diagramas de flujo, uno presente y otro futuro, que harán posible documentar y visualizar el estado actual y real del proceso que se va a mejorar, y el estado ideal o que se quiere alcanzar una vez que se hayan realizado las actividades de mejoramiento.

Principalmente se describen dos tipos de flujo. Por un lado, el flujo de la información, que comprende las actividades realizadas desde que el cliente realiza la orden hasta que una orden de fabricación es generada.

El otro tipo de flujo es el de materiales, en el que se tienen en cuenta todos los procesos necesarios para fabricar el producto hasta que es entregado al cliente.

Para llevar un seguimiento sobre el estado del proceso en cada una de las operaciones o procesos se le asignan indicadores que permitan conocer y visualizar el estado actual del proceso. Algunas de las características del proceso que más interesan conocer son el tiempo de ciclo, número de trabajadores por máquina, disponibilidad del equipo, tiempos de espera y eficiencia.

Una vez analizado el VSM y analizados los datos que arrojan los indicadores hay que proceder a identificar las oportunidades de mejoramiento.

Abordando primero aquellas que tengan una reducción de coste mayor, un aumento de la flexibilidad y mejoramiento de la productividad y la calidad.

Después de ejecutar las oportunidades encontradas es cuando se dibujará el mapa futuro y así poder visualizar el resultado del proceso final.

Dentro de las actividades a detallar dentro del VSM podemos distinguir tres tipos:

- **Decisiones:** actividades necesarias para crear el producto.
- **Información:** actividades de planeación, demanda y órdenes.
- **Transformación:** actividades relacionadas desde la materia prima hasta el producto final.

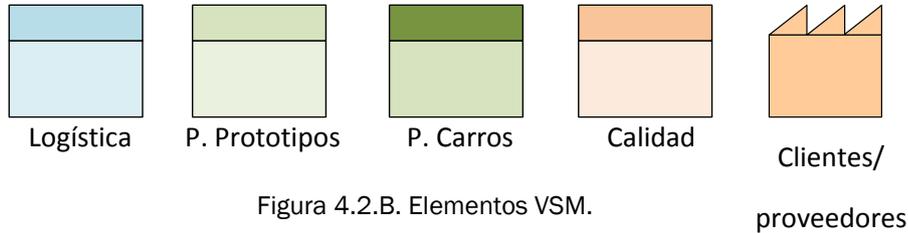
Para entender mejor el proceso, vamos a representarlo de una manera gráfica con la ayuda de la herramienta Value Stream Mapping (ver figura 3.2.A).

Hay que analizar si todas las actividades son realmente necesarias y si aportan valor al producto.

Los elementos utilizados en el VSM son:

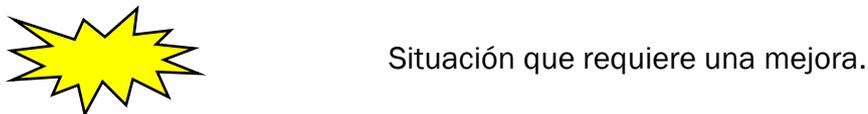
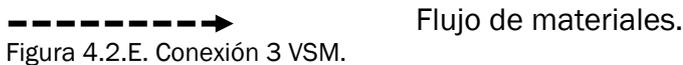
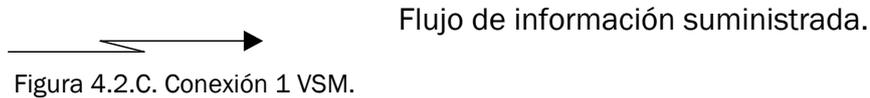
- **Procesos**

Las siguientes figuras representan procesos. Dependiendo del ejecutor de ese proceso tendrán un color u otro.



- **Conexiones**

Las siguientes figuras unen los diferentes procesos:



## Calculo del tiempo de ciclo

El VSM nos ofrece el tiempo que se tarda en realizar cada tarea. El tiempo es una de las variables que más interesan en un proceso, aunque también hay que tener en cuenta que no estamos hablando de una producción en línea y que los tiempos de producción no están tan ajustados, es decir, que tenemos más margen de tiempo.

Evidentemente cuanto más minimicemos el tiempo de ciclo y disminuyamos el takt time más aumentaremos la producción al tener más tiempo disponible y tardar menos en la fabricación.

A la hora de describir cada una de las actividades del proceso hemos hecho hincapié en la problemática de que ciertas actividades además de no aportar nada al producto aumenta considerablemente el tiempo de producción.

En la tabla 4.2.A tenemos un resumen de las actividades del VSM con su correspondiente tiempo de ejecución, para comprobar después que los cambios o mejoras propuestas tienen un efecto positivo en el tiempo de ciclo que es uno de los factores de gran interés.

<b>Operación</b>	<b>Tiempo (días)*</b>
Envío de piezas a Cléon por parte de los proveedores	3360 minutos (7 días)
Recepción en Cléon	480 minutos (1 días)
Control de piezas en Cléon	480 (1 día)
Formación de colecciones de motores	960 minutos (2 días)
Transporte de colecciones a Valladolid	2400 minutos (5 días)
Recepción, control de colecciones en Valladolid y formación de troncos	960 minutos (2 días)
Transporte taller de montaje	120 minutos
Recepción y verificación de colección por parte del preparador de prototipos	480 minutos (1 día)
Montaje del motor	2400 minutos (5 días)
Transporte a carros	60 minutos
Preparación carro-motor	120 minutos
Documentación motor	480 minutos (1 día)
Transporte a banco	15 minutos
Preparación del banco y conexión del motor	30 minutos
Rodar el motor	15 minutos
Transporte a taller	15 minutos
Desmontar el motor del carro	45 minutos
Transporte al puesto del preparador de prototipos	10 minutos
Ajustar motor	10 minutos
Transporte calidad	10 minutos
Flejar el motor	15 minutos
Realizar el control de calidad	480 minutos (1 día)
Transportar el motor al almacén	30 minutos
Embalar al motor	30 minutos
Orden de transporte	15 minutos
Expedir el motor (espera del transportista)	240 minutos (4 horas)

\*Considerando un día como 8 horas.

Tabla 4.2.A Tiempos y tareas.

En la tabla 4.2.A vemos que cada tarea tiene un color. Las tareas que de color verde son aquellas que aportan valor al producto, las tareas en amarillo aquellas que no aportan valor pero que son necesarias para la elaboración del producto y, por último, en color rojo son aquellas que no aportan valor al producto.

Por tanto, habrá que intentar suprimir las actividades en rojo y reducir el tiempo de las amarillas.

En la tabla 4.2.B tenemos la suma de los tiempos de los tres tipos de actividades, así como la suma total de tiempos.

Tipo de actividad	Minutos	Horas	Días
Actividades con valor	7705	128,42	16,05
Actividades sin valor	2400	40	5
Actividades sin valor pero necesarias	3155	52,58	6,57
<b>TOTAL</b>	<b>13260</b>	<b>221</b>	<b>27,625</b>

Tabla 4.2.B. Tiempo de trabajo.

Aproximadamente podemos decir que desde que las piezas son enviadas desde el proveedor hasta que el motor se expide transcurren unos 27 días laborables. Este tiempo, es orientativo, ya que estamos suponiendo el caso óptimo. Es decir, que todas las piezas sean correctas y que no surjan problemas durante el montaje.

No debemos olvidar que estamos tratando con motores prototipo y por ello es muy importante llevar un seguimiento sobre las piezas que al montar se han roto, dado que si sucede puntualmente en algún motor puede deberse a un fallo o descuido del montador, pero si se repite en varios motores puede deberse a un fallo en el diseño o a que el montar cierta pieza es demasiado complicado, lo cual si sucede hay que replantearse el rediseñar dicha pieza.

La facilidad a la hora de montar el motor también es un factor a tener en cuenta debido a que cuando el motor esté suficiente probado y tengamos la fiabilidad y seguridad de que puede funcionar correctamente será fabricado en la fábrica de motores en una producción en línea.

Por lo tanto, no solo se estudia que el motor funcione, sino que en un futuro sea factible su fabricación en línea, y para ello cada una de las operaciones que conlleva su montaje debe ser lo más sencilla posible, de esta forma se evitarán posibles fallos y se disminuirá el tiempo de montaje al simplificar al máximo cada operación.

El VSM nos ofrece una visión de todo el proceso, pero para poder analizar de una manera más concreta y específica vamos a dividir todo el proceso en 5 grandes subprocesos

- Tratamiento de la mercancía en Cléon
- Recepción de piezas en Valladolid
- Montaje de motores en Valladolid
- Control de calidad y expedición
- Colecciones Instrumentadas

#### 4.2.1 Tratamiento de la mercancía en Cléon

En la figura 4.2.1 tenemos un diagrama de flujo sobre el funcionamiento en líneas generales del CRPM de Cléon.

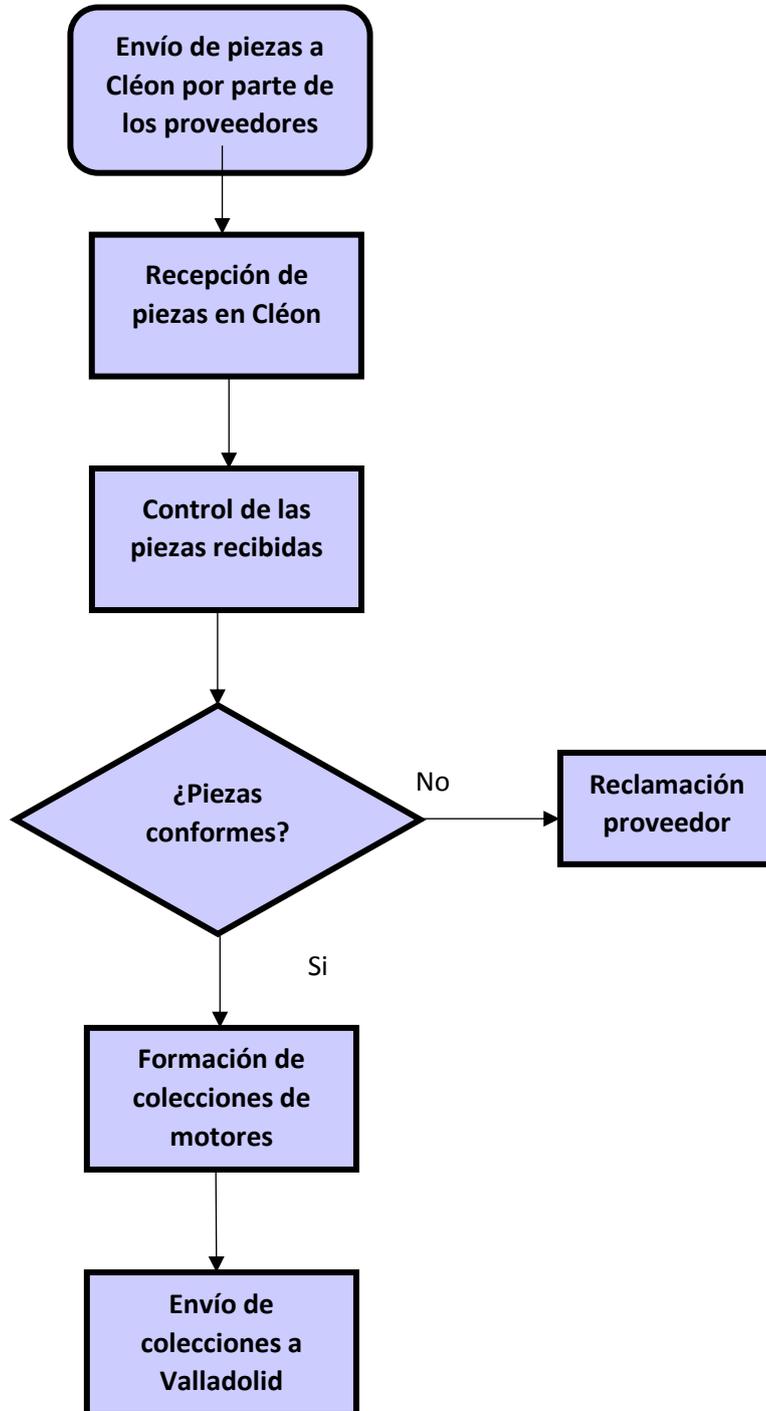


Figura 4.2.1. Diagrama actividad de Cléon.

## Descripción

Aunque las actividades que comprende este proceso no son realizadas ni gestionadas por el CRPM de Valladolid sí que las vamos a incluir en el proceso productivo, ya que es el origen de la materia prima.

En Cléon reciben las piezas de los proveedores y se encargan de seleccionar que piezas son necesarias para montar cada motor. Estas piezas seleccionadas forman lo que llamaremos en adelante una colección.

Antes de formar las colecciones, estas piezas deben pasar por los controles de calidad oportunos. Si no cumplen con las características esperadas se iniciarán los procedimientos pertinentes para las reclamaciones al proveedor. Si pasan el control de calidad son almacenadas en el lugar destinado para ello.

Las piezas correctas serán las que formarán las colecciones que posteriormente se enviarán a Valladolid.

Que las piezas sean recibidas en Cléon para formar las colecciones allí supone un despilfarro de transporte y de esperas, ya que enviar después estas colecciones a Valladolid supone un doble coste además de incrementar el tiempo del proceso.

Para eliminar dicho derroche, lo ideal sería que las piezas directamente desde el proveedor vayan a Valladolid. Esto requerirá una reorganización logística del almacén y una nueva forma de trabajar.

El motivo por el que las piezas son recibidas primero en Cléon y después se envían a Valladolid es porque al principio el CRPM de Valladolid iba a ser una antena para Cléon. Es decir, un pequeño centro de trabajo para ocuparse de la sobrecarga de trabajo tanto de Cléon como del tecno centro; pero a última hora se decidió que no solo sería para aliviar la sobrecarga de trabajo de los centros franceses si no que funcionaría de la manera que funcionan ellos, es decir, esto también implica que su carga de trabajo sería igual a la de ellos.

## Solución

Evidentemente esta situación es necesaria mejorarla. Para ello, la mejor forma de hacerlo es eliminar la intervención del centro de Cléon. Es decir, los proveedores enviarán directamente las piezas a Valladolid.

Esto supone que las tareas que realizaba Cléon las realizará Valladolid. Lo que implica, por una parte, nuevas tareas y funciones, pero también por otra la eliminación de otras.

El control de calidad de las colecciones queda eliminado al no recibir colecciones sino piezas.

Algunas de estas piezas utilizadas en la fabricación de los prototipos son fabricadas en la fábrica de motores en Valladolid, por lo que no es rentable enviar piezas, que ya se encuentran en Valladolid, a Cléon y después otra vez a Valladolid.

Aunque eliminamos el control de las colecciones llegadas de Cléon debemos mantener un control para las piezas enviadas desde proveedor, para llevar un seguimiento y tener constancia de lo que disponemos en el almacén.

#### 4.2.2 Recepción de colecciones en Valladolid

En la figura 4.2.2 tenemos un diagrama de flujo sobre las tareas que realiza la logística en el almacén a la hora de la llegada de piezas.

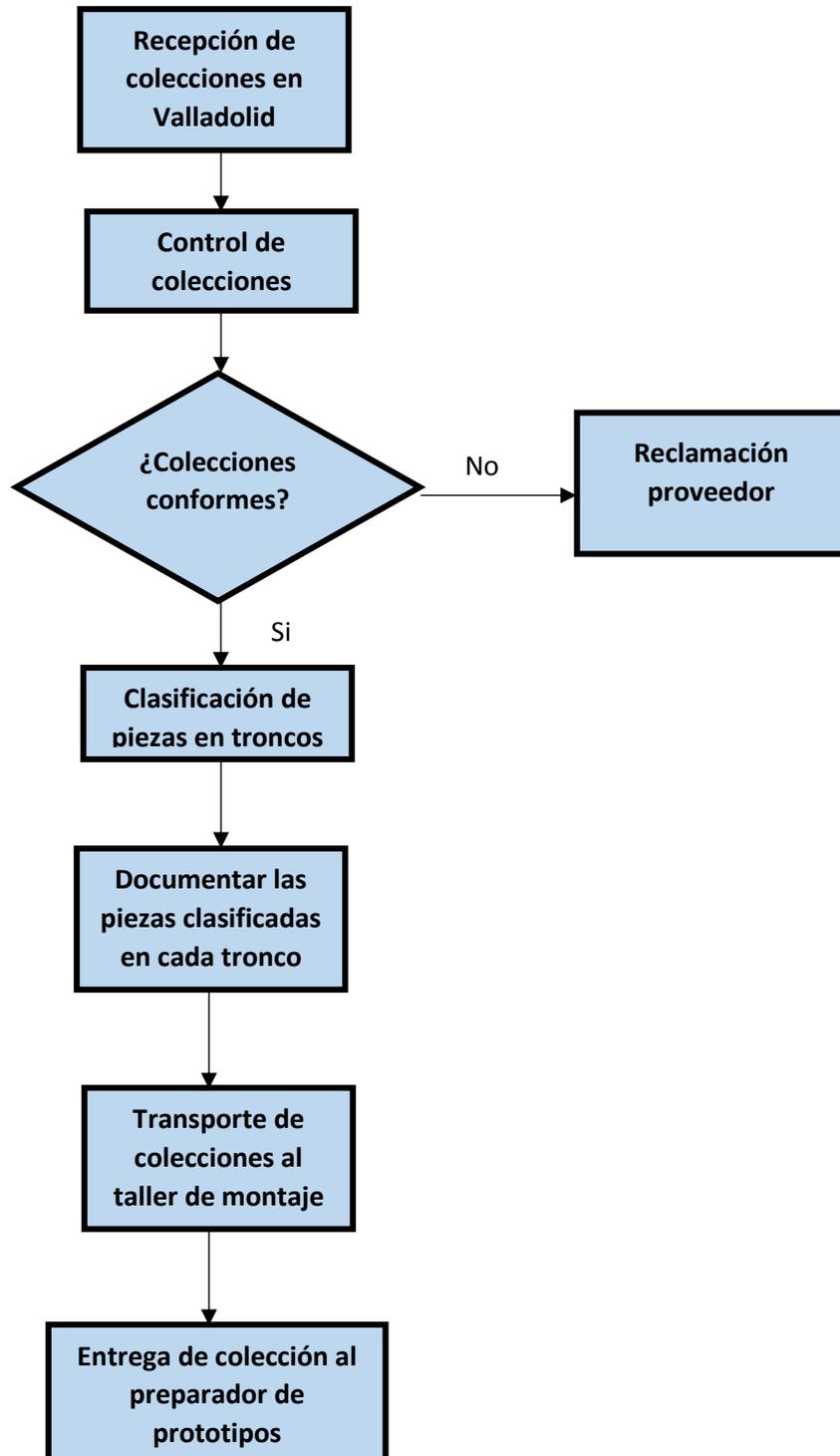


Figura 4.2.2 Diagrama recepciones en Valladolid.

## Descripción

Una vez que se ha recibido la colección en el almacén, la logística se encarga de la verificación de todas y cada una de las piezas. Este control se realiza para anotar las piezas recibidas, a su vez se clasifican para facilitar el posterior montaje. La clasificación de las piezas de la colección depende de su tronco. Es decir, una colección de un motor se divide en troncos, concretamente en 12 troncos.

Las piezas están ordenadas según su orden de montaje. Es decir, las piezas que se montan primero irán en el tronco 1 y las últimas en el tronco 12.

Esto es otro despilfarro, ya que se pierde bastante tiempo en realizar estas comprobaciones, aproximadamente unos 2 días. Además, este no es un control de calidad, es decir, si alguna de las piezas viene dañada o alguna de las piezas no corresponde con la referencia indicada no se detecta. Ya que lo único que se hace es apuntar las referencias recibidas y clasificarlas.

Una vez que la colección está preparada para pasar al taller de montaje es necesario avisar al jefe de taller de montaje para que asigne la colección a un preparador de prototipos y la logística sepa el puesto de trabajo al que debe trasladar la colección. Esta asignación se realiza de una manera aleatoria. Es decir, no se cuenta con ninguna herramienta o software informático para distribuir la carga de trabajo. Simplemente se asigna un nuevo motor al preparador de prototipos que esté disponible o que le quede menos para acabar su motor en curso.

El jefe de taller para saber cuál es el puesto libre o con menos carga de trabajo lo hace preguntándose al propio preparador de prototipos de una manera oral y en base a sus respuestas realiza la asignación.

Esta colección verificada por la logística pasa al taller de montaje en un carro el cual contiene 12 cajas, cada una de esas 12 cajas corresponde con un tronco.

### 4.2.3 Montaje de motores en Valladolid

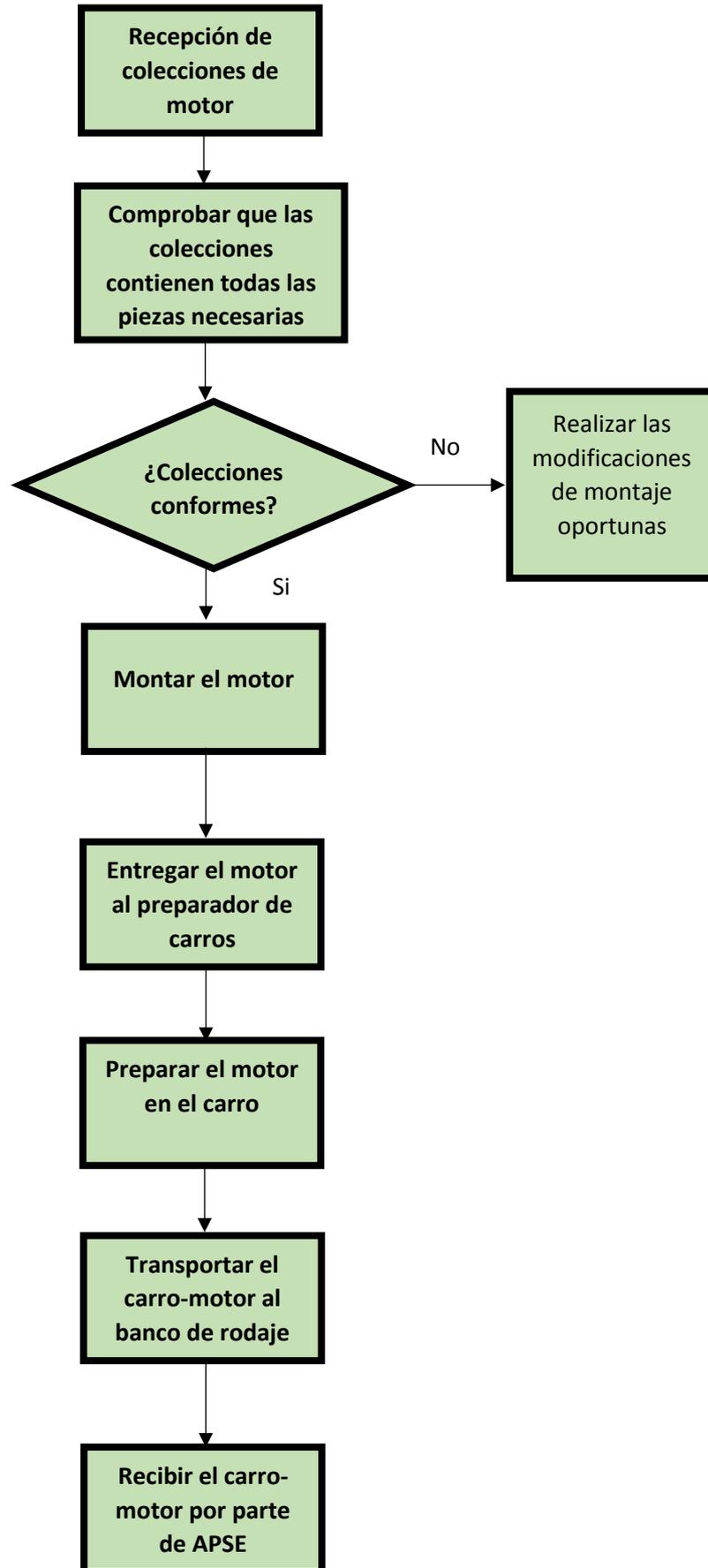
En la siguiente figura 4.2.3 podemos ver un diagrama de flujo del funcionamiento del taller de montaje.

## Descripción

El montador recibe la colección junto con las instrucciones correspondientes para montar el motor. Dentro de este proceso una de las primeras operaciones que encontramos es un control de verificación para comprobar que están todas las piezas necesarias para el montaje.

Esta actividad no aporta ningún valor al producto, es más, no es demasiado coherente realizar un control varias veces sobre las mismas piezas. Ya que este control lo ha realizado anteriormente la logística de Valladolid. Por tanto, si ya hemos realizado un control, dicho control debe ser lo suficientemente bueno para poder confiar en él y no tener la necesidad de repetirlo.

Si la colección es conforme se procede a montar el motor.



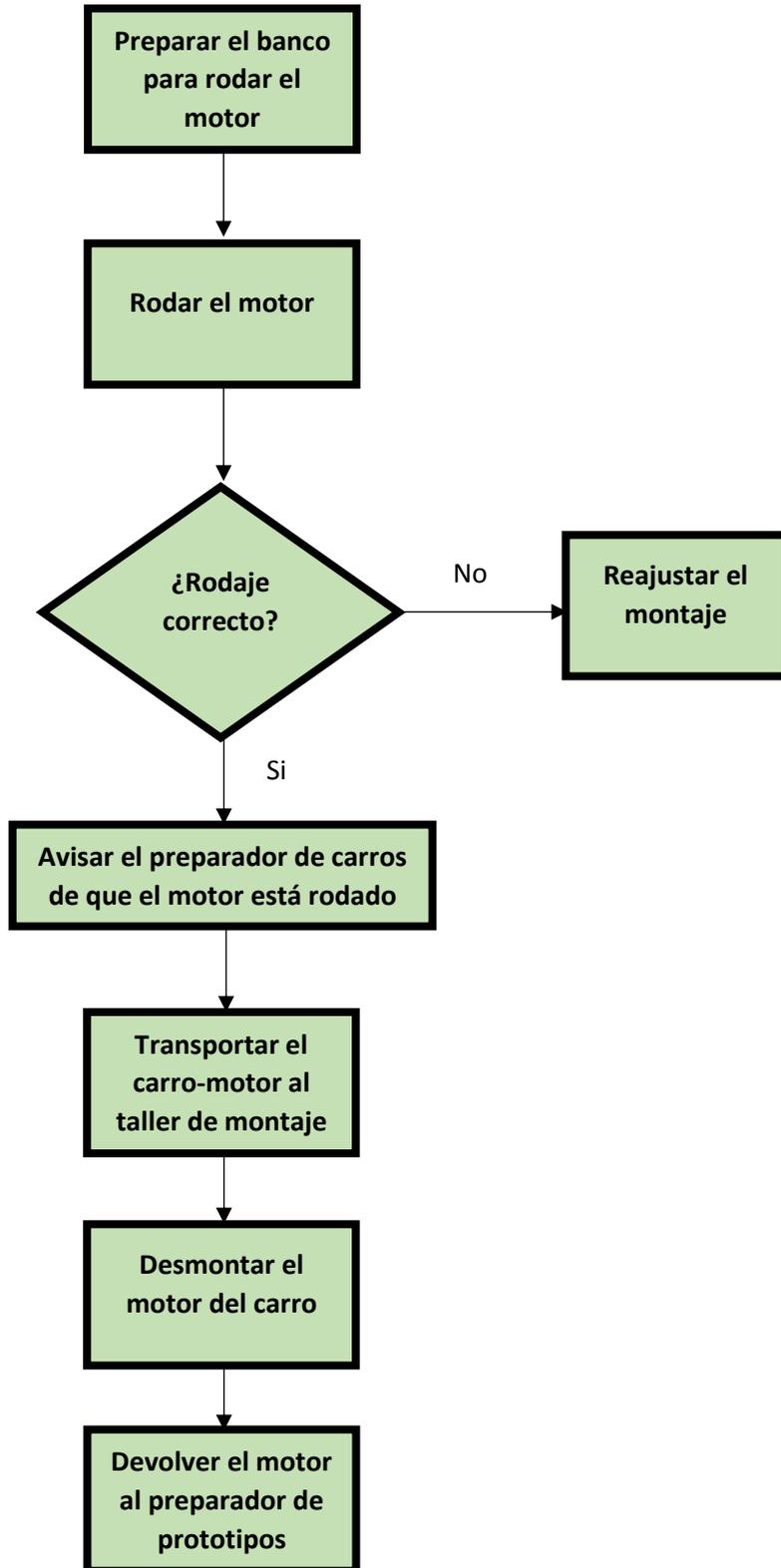


Figura 4.2.3 Diagrama montaje motores

Cuando el motor está terminado hay que comprobar que funciona, para ello se rueda el motor. Es decir, se pone en funcionamiento el motor para comprobar que realmente funciona. En otras palabras, es un control de calidad y evidentemente no podemos suprimirlo, porque es una forma de justificar a nuestro cliente que el producto funciona correctamente.

Una vez que se ha terminado de montar el motor, dicho motor es entregado al preparador de carros. La misión del preparador de carros es poner el motor en un carro habilitado para transportarle al banco de rodaje. Una vez que el preparador de carros ha montado en el motor todos los accesorios necesarios le entrega al responsable del banco, perteneciente al taller de APSE. El motor se conecta, a través de sondas, a los equipos del banco, que permiten la medición de ciertas características.

En estas condiciones el motor estará en funcionamiento durante 15 minutos, tiempo suficiente para comprobar que el motor funciona correctamente, que no tiene fugas y el por tanto el montaje es correcto. El problema en este punto del proceso es que solo hay un banco para el rodaje, lo que ocasiona una cola de motores montados esperando su rodaje, esto supone una gran restricción para el montaje, ya que por muchos motores que se monten si estos motores se quedan esperando en cola no sirve de mucho. En definitiva, aquí nos encontramos con un cuello de botella. Lo que se traduce en un despilfarro, dado a que estamos incrementando el tiempo de fabricación de un motor por esperas.

Una vez que el motor ha sido sometido a los ciclos correspondientes, ya que dependiendo de los requerimientos del cliente el motor puede necesitar uno o dos rodajes; el motor es devuelto al taller de montaje. Quien se encarga del transporte del carro-motor es el preparador de carros.

Una vez en el taller de montaje, el preparador de carros procede a desmontar el motor del carro y a trasladarlo al puesto del preparador de prototipos que realizó su montaje para que realice las últimas operaciones de montaje del motor.

Cuando el motor está definitivamente acabado, esto implica no solo que esté correctamente montado, sino que toda la documentación asociada a él esté correctamente cumplimentada e impresa, con todos los informes correspondientes adjuntados para que el responsable de calidad pueda revisarlos.

El hecho de tener que imprimir la documentación implica más tiempo y más trabajo debido a que el taller no dispone ni de escáner ni de fotocopidora a color. La fotocopidora a color más cercana se encuentra en el piso superior al taller teniendo que subir escaleras y a unos 200 metros aproximadamente. Lo que si contamos con que ese recorrido un montador debe hacerlo varias veces al día; ya que la documentación se va imprimiendo a medida que se va cumplimentando y no todo al final; contribuye a aumentar el tiempo de ciclo y el cansancio y desmotivación del montador.

#### 4.2.4 Control de calidad y expedición

En la figura 4.2.4 podemos observar un diagrama de flujo sobre cómo se emite el certificado de conformidad

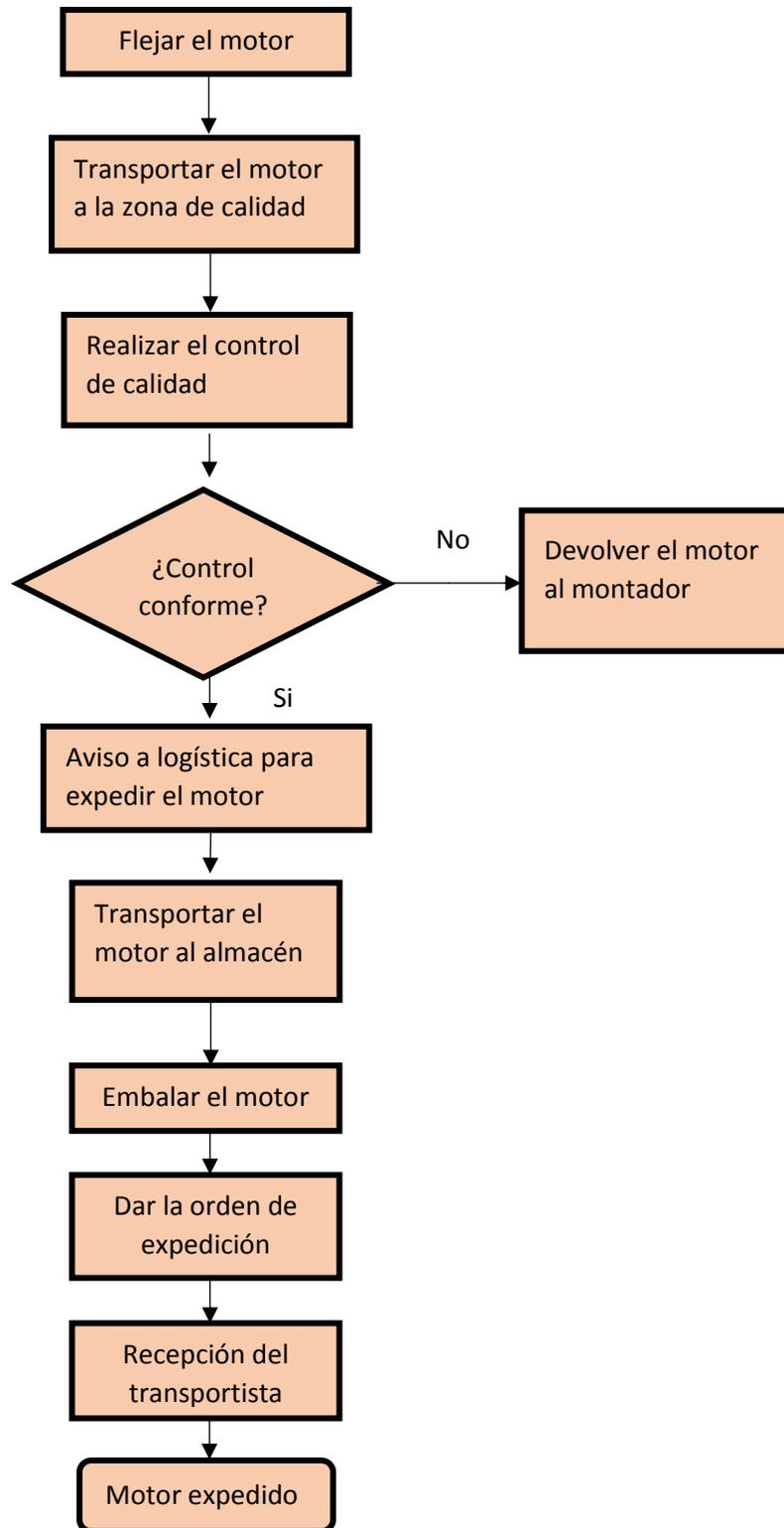


Figura 4.2.4 Diagrama certificado conformidad.

## Descripción

Antes de transportar el motor a la zona de calidad es necesario flejar el motor. Flejar el motor implica posicionar el motor en un pale y atarle con cintas a dicho pale para impedir su movimiento y evitar de esta manera un posible golpe.

El último proceso antes de poder expedir un motor es realizar un control de calidad. Este control se realiza en todos los motores.

Si fuera una producción en cadena evidentemente no sería viable hacer un control de calidad al 100 % de los productos, ya que en una línea de producción el volumen de producción es mucho mayor, pero en nuestro caso es imprescindible realizar el último control de calidad ya que al tratarse de motores prototipos cada motor tiene sus particularidades y características especiales.

Este control lo realiza una única persona y consiste en dos partes. Por un lado, revisar toda la documentación y comprobar que es coherente y concuerda con los requisitos del cliente. Una parte de esta documentación es enviada al cliente y otra se queda archivada en el propio taller.

La otra parte del control de calidad consiste en revisar visualmente el propio motor y cerciorarse de ciertas características y propiedades.

Si todas las características del motor son conformes con los requisitos del cliente el responsable de calidad emitirá el certificado de conformidad.

### 4.2.5 Colecciones Instrumentadas

En la figura 4.2.5 podemos ver un diagrama de flujo de flujo del procedimiento que se sigue para la instrumentación de piezas.

## Descripción

Las colecciones de instrumentación son entregadas al instrumentador por el personal logístico.

La primera tarea del instrumentador es comprobar que las piezas recibidas concuerdan con la documentación.

Una vez hecho esto, se procede a realizar la instrumentación de las piezas.

Cuando las piezas ya están instrumentadas el técnico de instrumentación procede a revisarlo. Si no es correcto, tendrá que realizarse de nuevo, si el técnico da su aprobación las piezas serán devueltas a logística.

Una vez ya en el almacén, dichas piezas o bien son almacenadas para proceder a su expedición o son adjuntadas con el resto de las piezas de la colección del motor para su posterior montaje en el taller.

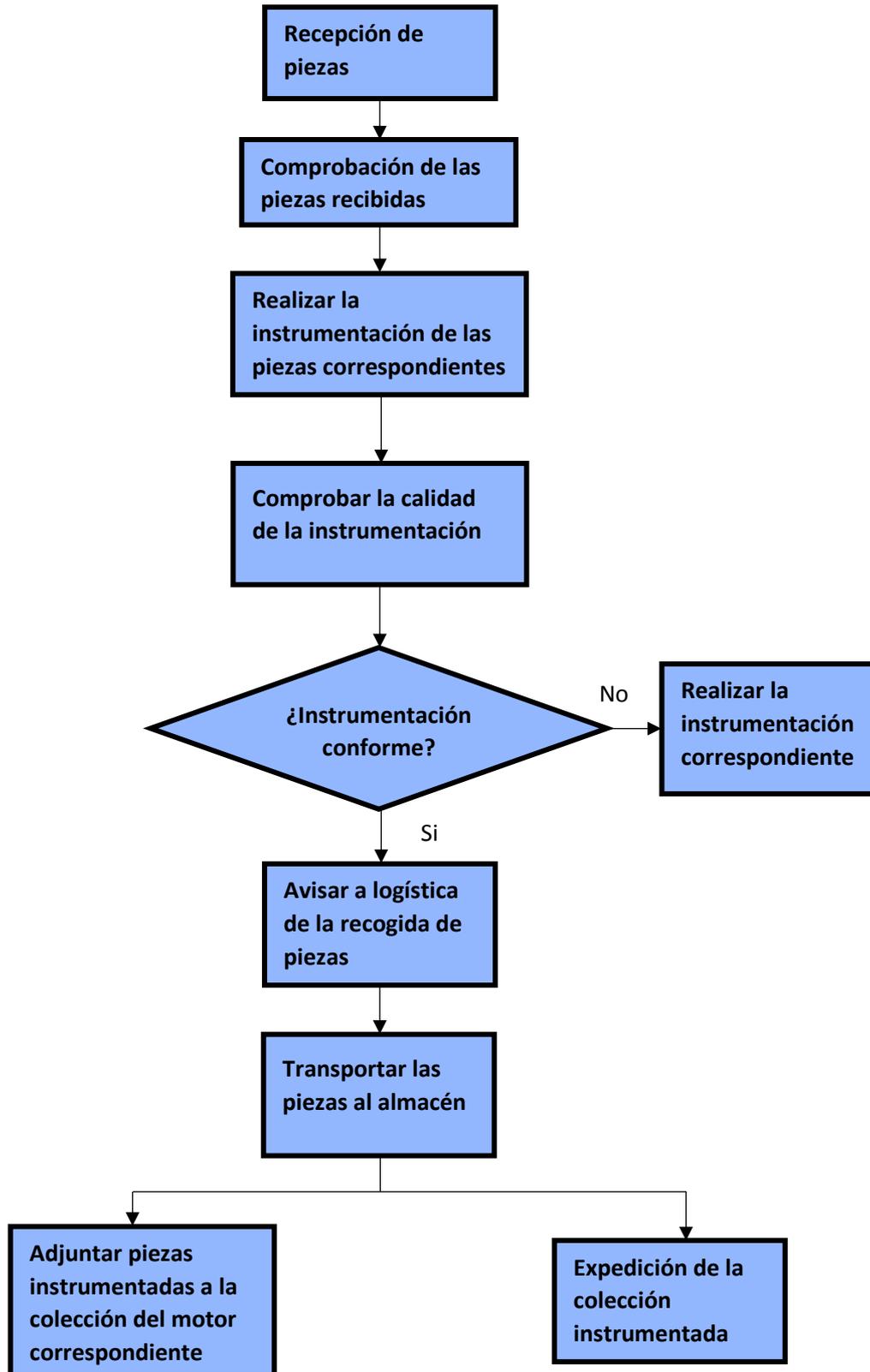


Figura 4.2.5. Diagrama instrumentación de piezas.

### 4.3 Conceptos para tener en cuenta

En este apartado vamos a definir una serie de conceptos muy importantes para cualquier empresa. Ya que en cierto modo son indicadores del estado en que se encuentra.

En nuestro caso intentaremos aumentar la productividad, para ello aumentar la producción con los mismos recursos. Esto significa una mejor gestión y un mayor aprovechamiento de los recursos de los que disponemos.

El aumento de la productividad implica una mayor eficiencia, ya que conseguiremos nuestros logros con menos cantidad de recursos y una mayor eficacia puesto que conseguiremos nuestras metas con una mayor facilidad. Todo ello redundará en una mayor competitividad.

#### **Eficacia**

La eficacia consiste en la capacidad de la empresa para alcanzar las metas establecidas.

#### **Eficiencia**

La eficiencia es la relación de logros conseguidos con la menor cantidad de recursos posibles.

#### **Competitividad**

La competitividad de una empresa se define como la capacidad para desarrollar y mantener unas ventajas comparativas que le permitan disfrutar y sostener una posición destacada frente a las demás empresas de su sector en el entorno socioeconómico en el que interactúan.

Se puede decir que la competitividad sirve para comparar distintas empresas empleando la misma referencia de medida.

Hay que diferenciar entre competitividad interna y externa. La externa es respecto a las demás empresas del sector mientras que la interna es la competencia y el compromiso de la empresa consigo misma a partir de la comparación de su eficiencia en el tiempo y de sus estructuras y recursos.

#### **Productividad**

La productividad es la relación producto-recursos en un periodo determinado con los requisitos adecuados de calidad.

La productividad se puede aumentar de tres formas posibles:

- Produciendo los mismos productos con menos recursos.
- Aumentando la producción con los mismos recursos.
- Incrementando la producción utilizando menos recursos.

La productividad se puede medir en relación de todos los recursos empleados, o bien con la de algunos en concreto. Los recursos los podemos clasificar según sean materiales, máquinas y mano de obra.

### **Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo queda definido por los segundos que transcurren desde que se comienza la fabricación de un producto hasta que los recursos están disponibles para comenzar una nueva unidad.

### **Takt time**

Otro concepto importante relacionado con el tiempo de ciclo es el takt time o ritmo. Esta palabra de origen alemán es el resultado de dividir todos los segundos que tenemos disponibles entre el número de unidades o productos que necesitemos procesar.

Para una producción óptima lo ideal sería que el tiempo de ciclo sea igual o inferior al takt time.

## 4.4 Conclusiones

Después de analizar el proceso de transformación teniendo en cuenta los flujos de la información, los principales inconvenientes o puntos a mejorar son:

- Los recuentos y controles de piezas antes de comenzar el montaje.
- Cuello de botella en el banco de rodaje.
- Cuello de botella en el control de calidad.
- La falta de un sistema de comunicación entre los diferentes implicados.
- Pérdida de tiempo en la impresión y cumplimentación de documentación.  
Demasiada burocracia.

Hay varios controles de calidad que se realizan sin ni siquiera haber empezado el motor, es decir, el tiempo de ciclo aumenta considerablemente, es decir, es repetir varias veces el mismo el mismo control.

Otro de los grandes problemas es el cuello de botella provocado por el banco que repercute en el cuello de botella del último control de calidad.

Respecto al flujo de información si observamos el Value Stream Mapping vemos que el montaje de un motor prototipo requiere la intercomunicación de varias zonas de trabajo pero que se realiza de forma verbal y no existe un método definido y estandarizado de comunicación para realizar ese intercambio de información.

Hay que tener en cuenta que la persona que realiza el montaje de un motor es una persona experta en la mecánica y en el funcionamiento que debe tener un motor, pero no está acostumbrada ni preparada para manejar ni gestionar demasiada



documentación, por tanto, hay que buscar la manera de facilitar esta labor a los preparadores de prototipos.





# Capítulo 5. Aplicación del Lean



## 5.1 Introducción

En el capítulo anterior (“Situación actual de la empresa”) detectamos los problemas existentes en el proceso y los puntos que se pueden mejorar. En este capítulo vamos a solventar algunos de estos problemas contribuyendo así a la mejora del proceso en general.

Para la optimización del proceso productivo vamos a centrarnos en resolver dos de los problemas encontrados, por una parte, mejorar la comunicación entre los diferentes involucrados y por otra remediar el exceso de documentación.

La mejora de la comunicación, la afrontaremos con la implantación de un sistema kanban. Lo que repercutirá en la eliminación de retrasos y esperas.

## 5.2 Implantación Sistema de kanban virtual

La mala comunicación existente fue uno de los problemas detectados entre los diferentes intervinientes en el proceso.

Como se explicó en el capítulo 3 un sistema Kanban es *“Un sistema de información basado en tarjetas que controla la fabricación de los productos necesarios en cantidad y tiempo, tanto entre los procesos que tienen lugar en el interior de una fábrica como entre distintas empresas.”*

El método tradicional de un sistema Kanban está basado en tarjetas que circulan por el proceso productivo transmitiendo órdenes.

En nuestro caso no utilizaremos este sistema tradicional, sino un sistema de Kanban virtual.

El Kanban virtual sigue las mismas pautas que un Kanban tradicional, pero en vez de que las tarjetas que transmiten la información sean físicas serán a través de la red informática.

### 5.2.1 Modo de funcionamiento

La UET del CRPM cuenta con una plataforma virtual llamada EPSEON. Esta plataforma es una base de datos programada en código SQL.

Actualmente esta herramienta se utiliza para almacenar los motores que se van montando con sus fechas de inicio y final de montaje.

Pero esta herramienta permite realizar más operaciones y funciones.

Para nuestro cometido serán fundamentales dos elementos de los que dispone EPSEON. Estos elementos son las peticiones y los intervinientes.

- **Peticiones**

Una petición es avisar o pedir a otro interviniente (persona involucrada en el proceso) la realización de una tarea concreta (ver figura 5.2.1.A).

**[ DEMANDAS ]**

Tipo :

**[ INFORMACIÓN DE USUARIO ]**

<b>Photo</b>	Nombre Apellidos :
<b>manquante</b>	IPN :
	Centro de Gastos :
	Email :
	Teléfono :
	API :
	Perfil :

**[ PERSONA/CLIENTE DE CONTACTO PARA ESTA PETICIÓN ]**

Apellidos :  Nombre :  Teléfono :

Email :  Móvil :

[ Seleccionar una persona ]

**[ SOPORTE DE ENSAYO ]**

Proyecto	
NºProyecto / SDA :	<input type="text"/>

Motor			
Tipo :	<input type="text"/>	Índice :	<input type="text"/>
		Vague/Boucle :	<input type="text"/>
		Nº :	<input type="text"/>

Guardar Borrador    Enviar Petición

Figura 5.2.1.A Formulario petición.

- **Sección “DEMANDAS”**

Este campo es para seleccionar el tipo de trabajo que se está ordenando. Es decir, podremos elegir entre las siguientes opciones:

- Motor colectado
- Montaje de motor
- Puesta en carro
- Transporte de motor
- Control de calidad
- Rodaje de motor

- **Sección “INFORMACIÓN DEL USUARIO”**

En esta sección aparecerán automáticamente los datos de la persona que está realizando la petición.

- **Sección “PERSONA/CLIENTE DE CONTACTO PARA ESTA PETICIÓN”**

En esta sección se seleccionará la persona a la que se está mandando la petición. Al pinchar en la opción “Seleccionar una persona” saldrán todas las

personas que se tengan creadas como intervinientes (explicado en el siguiente apartado).

Al seleccionar a la persona deseada los campos referentes a dicho intervinientes se rellenarán automáticamente.

- **Sección “SOPORTE DE ENSAYO”**

Esta sección está reservada para el nombre del motor (conjunto de letras y números que lo identifican).

- **Los intervinientes**

Los intervinientes son las personas que participan en el proceso productivo. Es decir, las personas que recibirán y realizarán peticiones a través de EPSEON. Por tanto, lo primero que hay que definir en la aplicación de EPSEON son los datos de los intervinientes.

Los intervinientes en nuestro caso serán: los técnicos logísticos, los preparadores de prototipos, los instrumentadores, los preparadores de carros, los responsables de calidad, el jefe de taller y las personas encargadas del banco de rodaje de APSE.

Esto nos sirve para que cuando vayamos a lanzar una petición la aplicación nos muestre las personas a las que podemos enviar peticiones.

Una vez que tenemos claros los intervinientes, debemos tener claro en qué momento y quien se debe encargar de lanzar esas peticiones.

Una vez que se lanzan las peticiones son recibidas por el destinatario a través de correo electrónico.

Para definir un interviniente solamente hay que rellenar los campos mostrados en la figura 5.2.1.B.

IPN

Commentaires (nom associé à l'IPN)

Activation (présent dans l'équipe)

Equipe (ou UET)

intervenant\_nblignesePlanning

Figura 5.2.1.B. Formulario interviniente.

- **Campo “IPN”**

En este campo hay que introducir el IPN del interviniente. El IPN es un número que tiene asociado cada trabajador de la empresa Renault.

- **Campo “COMMENTAIRES (nom associé à l'IPN)”**

Este campo está reservado para introducir el nombre del interviniente.

- **Campo “ACTIVATION (présent dans l’équipe)”**

En este campo se seleccionará la UET a la que pertenezca el interviniente. En nuestro caso CRPM o APSE si se trata de los responsables del banco de rodaje.

- **Campo “INTERVENANT\_NBLIGNESEPLANNING”**

En este último campo habrá que señalar la función que desempeña el interviniente.

Una vez aclarado la base de funcionamiento del sistema, vamos a esclarecer en que puntos del proceso de producción se realizarán las peticiones y quienes serán los encargados de realizarlas.

### 5.2.2 Gestión de las colecciones disponibles para montar

El primer lugar donde se necesita mejorar la comunicación es cuando la logística termina de preparar los troncos correspondientes a un motor y debe entregar dicha colección a un preparador de prototipos.

Estas colecciones preparadas se quedan almacenadas en el almacén hasta que el jefe de taller asigna una de estas colecciones a un montador.

Por lo que este es el momento en el que se lanzará la primera petición.

Una vez que los troncos de la colección están preparados para ser montados, la persona logística enviará una petición al jefe de taller.

Esta petición indica que la colección está lista para ser montada y que es necesario asignársela a un montador.

En el instante que el jefe de taller recibe esta petición, debe realizar otra petición al montador seleccionado para avisar al montador que le han asignado un motor y para avisar a la logística a que puesto del taller de montaje debe trasladar la colección del motor.

### 5.2.3 Gestión de motores montados

Cuando el preparador de prototipos termina el montaje del motor es necesario avisar al preparador de carros. Actualmente se realiza de manera verbal.

Por tanto, al terminar el montaje, el preparador de prototipos deberá lanzar una petición al preparador de carros.

La petición al responsable de banco es para avisar de la necesidad de transportar el motor del puesto de montaje al puesto del preparador de carros.

En esta petición irá indicado el número de motor y el puesto al que tiene que pasar con la grúa para recoger el motor y llevarlo a su puesto para poder montarlo en el carro.

Así el preparador de carros sabrá que motores están terminados sin la necesidad de ir preguntando a cada uno de los puestos de los preparadores de prototipos.

El preparador de carros antes de ponerse a colocar el motor en el carro tendrá que lanzar una petición al banco de rodaje.

El motivo de hacer esta petición antes de tener el motor montado en el carro es para que los responsables del banco puedan gestionar de manera eficiente el rodamiento de los diferentes motores.

Por tanto, el preparador de carros no llevará el motor al banco hasta que los responsables de banco acepten la petición, de esta confirman la disponibilidad del banco de rodaje.

#### 5.2.4 Gestión de motores rodados

Una vez que el motor haya sido rodado, el responsable del banco enviará otra petición al preparador de carros para indicar que el motor ha sido rodado y está preparado para volver al taller de montaje.

El preparador de carros se encargará de transportar el motor del banco de rodaje al taller de montaje.

Una vez en el taller de montaje desmontará el motor del carro y con ayuda de una grúa llevará el motor al puesto del preparador de prototipos que había montado dicho motor.

Y este preparador de prototipos será el que una vez realizados los últimos ajustes de montaje y haya cumplimentado toda la documentación correspondiente lanzará una petición a la responsable de calidad para indicar que el motor y su documentación asociada están completamente terminados.

#### 5.2.5 Gestión del control de calidad

Una vez aceptada la petición de calidad, el montador se encargará de colocar el motor en un palé, flejarle y transportarle a la zona de calidad.

Cuando el motor haya pasado el control de calidad, la responsable de calidad enviará una petición a la logística para que ellos se encarguen de retirar el motor de la zona de calidad y llevarlo al almacén para su posterior expedición.

#### 5.2.6 Diagrama de funcionamiento del kanban virtual

La figura 5.2.6 representa un diagrama para clarificar los momentos donde se utilizarán los kanban virtuales:

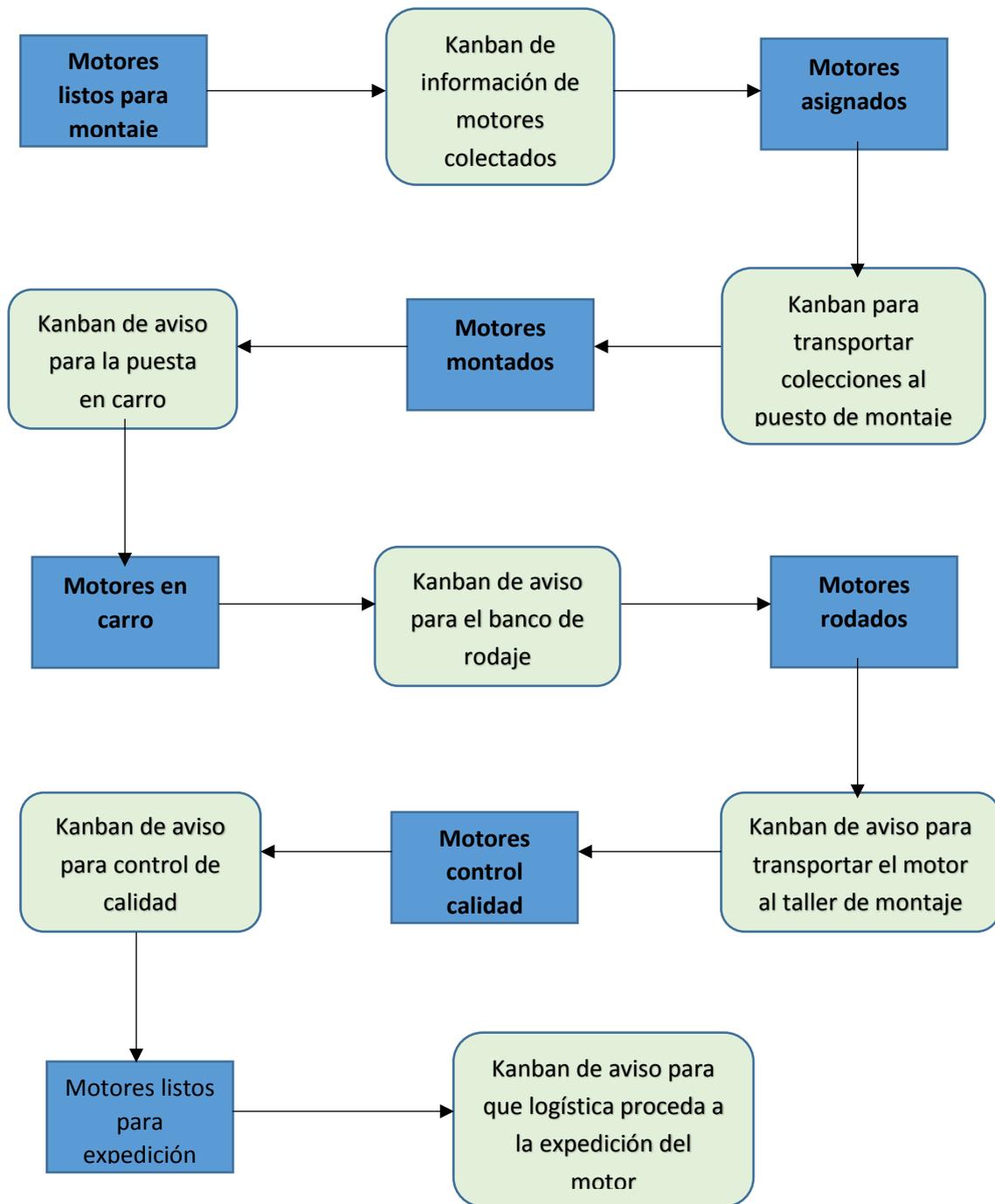


Figura 5.2.6. Diagrama funcionamiento kanban.

### 5.2.7 Tiempo de montaje

A la hora de analizar e introducir mejoras en un proceso productivo, algo que hay que tener en cuenta es el tiempo de ciclo. Es decir, el tiempo que se tarda en producir una unidad, ya que el tiempo se traduce en costes. Pero calcular este tiempo de ciclo no siempre es fácil. Hay que tener en cuenta muchos factores que son variables.

Para calcular este tiempo, el sistema kanban virtual nos será muy útil, ya que todas las peticiones quedan registradas en la base de datos y en cada petición queda registrada su hora de inicio y finalización.

Automáticamente no nos ofrece el tiempo de trabajo de una tarea, pero con sus fechas de inicio y finalización podemos calcularlo.

Para calcular este tiempo hay que tener en cuenta, que no siempre el montaje de un motor es continuo.

Esto es debido a que se producen paradas por falta de piezas o porque ha surgido algún inconveniente que impide continuar con el montaje. Por ello, mientras no hayamos cerrado una petición, es decir, mientras no hayamos puesto una fecha de finalización, la plataforma EPSEON nos permite indicar que se han producido paradas en la tarea que estamos realizando.

Al igual que hay que indicar cuando se produce una parada en la tarea hay que indicar cuando se reanuda el trabajo; quedando registradas todas estas fechas.

Como ya se ha explicado antes, la mayor ventaja del kanban virtual frente al kanban tradicional es que automáticamente quedan registradas todas las fechas y horas de comienzo y finalización de todas las tareas.

Para cada una de las tareas hay aproximadamente unas 100 variables.

Muchas de estas variables son irrelevantes y carecen de interés, pero automáticamente al realizar una petición se almacenan.

Para obtener datos de tiempos de trabajo, se ha diseñado una aplicación en Excel programada con lenguaje de visual basic y SQL.

Esta aplicación accede a la base de datos de EPSEON y vuelca los datos de las variables seleccionadas de todas las peticiones en una hoja de Excel.

Con variables seleccionadas nos referimos a las que realmente interesan para su posterior análisis. La base de datos cuenta con unas 100 variables aproximadamente y hay algunas que no nos aporta datos significativos.

Algunas de las variables más interesantes son: fechas de inicio y finalización de paradas, tareas y activaciones, nombre de la persona que realiza la tarea, fecha programada de finalización y variables que contienen comentarios sobre los motivos de las paradas.

Una vez que tenemos los valores de estas variables, a través de código de programación en visual basic y realizando operaciones con las fechas de comienzo y finalización, obtenemos el tiempo que se tarda en realizar cada operación.

Una vez estimados los tiempos de cada tarea hay que agregar los datos por motores para así obtener el tiempo total de fabricación de un motor.

Aunque en principio no parece una tarea demasiado complicada, la complejidad radica en el número de factores que influyen en este ciclo, que son:

- **Duración de las paradas**

Evidentemente si en una tarea se producen varias paradas hay que restar el tiempo de parada del tiempo de trabajo.

- **Días no laborables y vacaciones**

Hay que tener en cuenta que los fines de semana no se trabaja, al igual que las vacaciones no se trabaja.

- **Jornada laboral**

La jornada laboral se ha considerado de 7:00 horas de la mañana hasta las 15:00 horas de la tarde.

### Desviaciones

Se pretende que el análisis de los datos sea lo más preciso posible. Pero hay ciertas variables que son muy difíciles de controlar.

Estas son:

- **Días de vacaciones individuales**

No se puede prever los días que una persona se coja de vacaciones. Además, esto influirá únicamente en la tarea que esa persona esté realizando.

- **Horas y días extras**

Como se ha detallado antes, la jornada laboral se considera de 7:00-15:00, lo que quiere decir, que si se producen horas extras fuera de ese horario no se tendrán en cuenta.

Los días extras son aquellos días en los que en un principio no son laborables pero que a veces por una carga excesiva de trabajo sí que se trabaja. Estos días tampoco serán tenidos en cuenta en el cálculo de tiempos.

La razón por la que no serán tenidos en cuenta es que necesitan demasiada programación además de documentar las fechas de vacaciones individuales, así como los días y horas extras, además como no es habitual realizar horas y días extras las desviaciones provenientes de estas situaciones serán mínimas.

Tener conocimiento del tiempo empleado en el montaje, es importante, para realizar una correcta planificación de los recursos, intentar optimizar ese tiempo y realizar comparaciones entre lo planificado y lo realizado para obtener las desviaciones producidas e intentar corregirlas.

### 5.3 Sistema de kanban tradicional

Hay procesos que también necesitan de una mejora en la comunicación y que no resulta demasiado interesante aplicar el método anterior, principalmente porque en estos procesos no resulta muy provechoso saber los tiempos que se tardan en realizar.

El método Kanban basado en tarjetas físicas lo utilizaremos para hacer frente a dos situaciones.

- **Kanban para el transporte de motores bloqueados**

Como ya se ha explicado en varias ocasiones, es frecuente que en distintos puntos del proceso productivo los motores queden bloqueados por el afloramiento de algún problema. Por tanto, en ese caso se hace necesario retirar

el motor al almacén para que el puesto quede libre y pueda ser utilizado por otros motores.

Por ello se colocará un tarjetero, parecido al de la figura 5.3 justo en la puerta del almacén para que la persona que esté trabajando en el taller de montaje, pueda colocar su Kanban correspondiente en el tarjetero. Así la logística sabrá de una manera rápida y sencilla que motores debe retirar del taller.



Figura 5.3 Buzones kanban.

De esta forma, el preparador de prototipos o la responsable de calidad, cuando el motor se haya desbloqueado y lo necesite de nuevo en su puesto para reanudar el trabajo, colocará un Kanban en el tarjetero anteriormente mencionado indicando el motor que se necesita nuevamente en el taller de montaje.

En cada kanban se indicará el origen y el destino de los motores, pero para que visualmente se distingan que motores son para almacenar y cuales son para el taller habrá dos tarjeteros diferentes.

Uno para los motores que deben ser almacenados y otro para los motores que deben ser llevados al taller.

#### - **Kanban para la reposición de piezas**

El otro punto del proceso donde vamos a utilizar este sistema es a la hora de reemplazar las piezas que se rompen durante el montaje.

Actualmente durante el montaje cuando a un preparador de prototipos se le rompe una pieza tiene que seguir un procedimiento burocrático, el cual es bastante pesado y lento.

Las piezas que se rompen pueden ser de dos tipos, o bien, piezas prototipo o bien piezas serie. Si la pieza en cuestión es una pieza prototipo, se tramitará de la manera actual, debido a que al ser piezas que se están probando hay que llevar un seguimiento riguroso de ellas. Sin embargo, si la pieza es serie el modelo de actuación cambia.

En el taller se reservará una zona para tener un pequeño stock de seguridad de las piezas serie que se suelen utilizar en la mayoría de los motores. Por motivos de confidencialidad no se pueden nombrar las piezas que constituyen un motor prototipo.

Las piezas seleccionadas para este stock de seguridad serán piezas serie de pequeño tamaño.

Cada pieza estará contenida en un pequeño contenedor y cada contenedor tendrá pegado a él un Kanban.

Cuando una persona utilice la última pieza disponible se encargará de despegar el Kanban del contenedor y colocarlo en el tarjetero a la entrada de la puerta de logística. Este tarjetero será diferente al tarjetero donde se colocan los Kanban provenientes de los motores a almacenar; para diferenciar bien unos Kanban de otros y evitar confusiones.

El personal logístico, una vez informado a través del kanban, será el encargado de recoger del taller de montaje el contenedor y depositar en él una nueva tanda de piezas. Así como de pegar el Kanban de nuevo en el contenedor.

### 5.3.1 Diagrama de funcionamiento del kanban tradicional

Como se ha explicado con anterioridad el sistema de kanban tradicional será utilizado para dos procesos.

- **Almacenaje de motores bloqueados**

La figura 5.3.1.A representa el funcionamiento del sistema kanban.

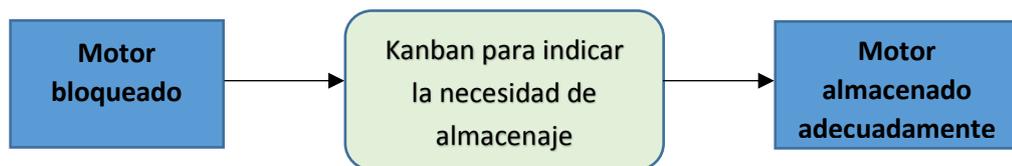


Figura 5.3.1.A Diagrama de kanban motores bloqueados.

- **Reposición de piezas del taller de montaje.**

La figura 5.3.2.B representa el funcionamiento del kanban.

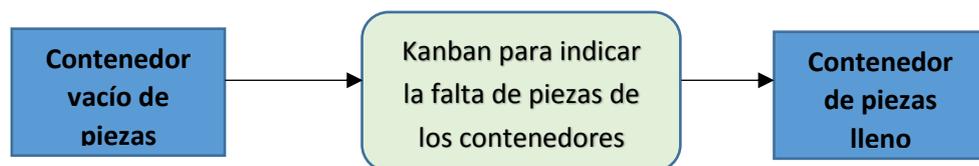


Figura 5.3.2.B. Diagrama de kanban reposición piezas.

### 5.3.2 Diseño y formato de los kanban

- **Diseño de kanban para motores**

El Kanban utilizado para indicar el transporte de motores bloqueados tendrá el diseño mostrado en la figura 5.3.2.A.

- (1) En este apartado irá el nombre del motor.

- (2) En este apartado se escribirá la acción a realizar con el motor.
- (3) Este apartado será reservado para indicar donde se encuentra el motor, es decir, si está en el taller de montaje, en el almacén...etc.
- (4) En este apartado se escribirá el sitio concreto dentro de la zona donde se encuentra el motor.
- (5) En este apartado se escribirá donde se tiene que trasladar el motor.
- (6) Al igual que en el apartado (4) se indicará el sitio concreto dentro de la zona donde se tiene que trasladar el motor.
- (7) En este apartado se indicará el tipo de orden, en nuestro caso será una orden de transporte.

Nombre motor (1)	
Acción a realizar (2)	
Centro de origen: (3)	Puesto:(4)
Centro de destino (5)	Puesto:(6)
Tipo de orden (7)	

Figura 5.3.2.A. Kanban motores.

- **Diseño para la reposición de piezas**

El diseño para el kanban utilizado para la reposición de piezas en los contenedores será el mostrado en la figura 5.3.2.B.

- (1) En este apartado se indicará la referencia de la pieza
- (2) En este apartado aparecerá el nombre de la pieza.
- (3) En este apartado aparecerá el número de piezas que caben en dicho contenedor.
- (4) Este apartado será reservado para indicar el número de piezas que se depositan en el contenedor en cada reposición.
- (5) Este apartado será reservado para indicar donde se encuentra el motor, es decir, si está en el taller de montaje, en el almacén...etc.
- (6) En este apartado se escribirá el sitio concreto dentro de la zona donde se encuentra el motor.
- (7) En este apartado se escribirá donde se tiene que trasladar el motor.

- (8) Al igual que en el apartado (4) se indicará el sitio concreto dentro de la zona donde se tiene que trasladar el motor.
- (9) En este apartado se indicará el tipo de orden, en nuestro caso será una orden de reposición de material.

Referencia (1)	
Nombre (2)	
Capacidad (3)	Nº Piezas (4)
Centro de origen: (5)	Puesto:(6)
Centro de destino (7)	Puesto:(8)
Tipo de orden (9)	

Figura 5.3.2.B. Kanban reposición de piezas.

#### 5.4 Etapas de implantación

La implantación del sistema kanban, tanto del sistema virtual como del tradicional, constará de 4 fases:

- **Fase 1**

Formación y concienciación de todo el personal implicado de los principios de kanban y los beneficios de utilización del sistema kanban.

- **Fase 2**

Empezar la implementación kanban en aquellos puntos más conflictivos para facilitar su manufactura y resaltar los beneficios producidos en dichos puntos. Continuando en todo momento con la formación del personal.

- **Fase 3**

Extender el sistema kanban al resto del sistema. Para esto colaborará todo el personal ya que ya han visto las ventajas de kanban. Se deben tener en cuenta todas las opiniones de todos los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema.



- **Fase 4**

Esta fase consiste en la revisión continua del sistema para identificar ir mejorándolo poco a poco y alcanzar el nivel óptimo de funcionamiento.

### 5.5 Ventajas

Las mejoras que conseguimos con la implantación de este sistema son:

- **Mejora de la comunicación.**

La ventaja más destacada de la implantación de un sistema con estas características es la mejora del flujo de comunicación entre los diferentes implicados del proceso.

- **Eliminación de esperas y retrasos.**

La prosperidad de la comunicación implica que las esperas que se producían por desconocimiento o por una mala comunicación, se reducirán en gran medida e incluso llegarán a eliminarse.

- **Bajo coste.**

La inversión en este sistema es insignificante, por lo que podemos obtener una mayor eficiencia del funcionamiento general del sistema productivo a un bajo coste.

- **Sencillez y simplicidad**

Este es un sistema de funcionamiento sencillo de fácil entendimiento por todo el personal, por lo que no requerirá una formación muy compleja.

- **Control de las fases del proceso**

Al ser un método cuya prioridad es la comunicación, facilita la forma en la que la información se transmite entre los miembros del equipo, haciéndolos más eficientes y facilitando su labor. De esta manera, se puede saber en qué estado se encuentra cada motor en cada momento.

- **Prevención de procesos innecesarios**

Este sistema evita procesos adicionales que minimizan la productividad. Disminuye el papeleo innecesario, que la información necesaria se comunica durante el proceso de producción.

- **Incentiva el trabajo en equipo**



Esta manera de trabajar favorece el trabajo en equipo fortaleciendo la solidaridad en operarios y dando una participación activa a todo el personal involucrado.

- **Flexibilidad de la producción**

Permite responder de manera rápida a los cambios producidos en la demanda, ya que los procesos realizados evitan la acumulación de stock. Debido a que no hay sobreproducción es más fácil adaptarse a los cambios de la demanda.

- **Aumento en la eficacia de los procesos**

Para cualquier empresa, los procesos que generen más ganancias en las mejores condiciones, con la más alta calidad y en la mínima cantidad de tiempo son los más efectivos. Implementar este método de desarrollo ágil, permitirá producir la cantidad de producto necesario dentro del plazo de tiempo necesario. Además de aportar orden, limpieza y minimización de desperdicios.

- **Aprovechamiento de los recursos**

Para la implantación del sistema de kanban virtual estamos aprovechando la plataforma de EPSEON, lo cual nos ahorra un gran trabajo de programación.

- **Trazabilidad y análisis de datos**

Al ejecutar el sistema de peticiones, quedan grabados las fechas de inicio y finalización de cada tarea, además de otras variables referentes a cada tarea que pueden resultar interesantes.

Lo que nos facilita poder extraer dichos datos para su posterior análisis.

## 5.6 Inconvenientes

Los inconvenientes que podemos encontrar en la implantación de un sistema kanban son:

- **Dependencia de la electricidad**

Imposibilidad de utilización del sistema kanban virtual si se produce fallos en la instalación eléctrica o en el sistema informático.

- **Dificultad ante los imprevistos**

El funcionamiento de este sistema lo podemos comparar con el funcionamiento de un semáforo, lo que significa que ciertas variabilidades del proceso inesperadas pueden provocar señales confusas.

- **Equilibrio de consumibles**

Con respecto al nivel de materiales de piezas consumibles, en ocasiones, puede resultar difícil, encontrar el equilibrio entre que el inventario esté cerca de cero y que a la hora en que se necesiten dichas piezas estén disponibles y no se generen retrasos.

## 5.7 Cero papeles

Apoyándonos en el principio del cero papel del “just in time”, mejoraremos la gestión de la documentación realizándola informáticamente y eliminando de esta forma el papel.

De este modo, el retraso producido por la cumplimentación de toda la documentación asociada a cada motor será reducido o eliminado. Rellenar todos los documentos necesarios es una tarea que requiere cierto tiempo.

Esta documentación no la podemos eliminar ni modificar, debido a que nos ayuda a tener trazabilidad sobre el proceso de montaje de cada motor.

Pero lo que sí que se puede hacer es optimizar la forma de gestionar y cumplimentar dicha documentación.

### 5.7.1 Situación actual

Actualmente, el preparador de prototipos a medida que va teniendo los diferentes documentos terminados los va imprimiendo y guardando en una carpeta con el nombre del motor en el exterior. Al conjunto de todos los documentos asociados a un motor se le llama dossier del motor.

Este dossier es el que se entrega a la responsable de calidad para realizar el control. Una vez que el motor ha sido expedido, este dossier se almacena en un armario dispuesto en el taller, tal como muestra la figura 5.7.1.



Figura 5.7.1. Armario dosieres.

El problema de almacenar los dosieres es que llega un punto en el que dicho armario se llena y para poder almacenar los dosieres nuevos es necesario destruir los más antiguos. Lo que conlleva perder toda la información referente a dichos motores.

## 5.7.2 Automatización de la documentación

Para facilitar la tarea de gestión de documentación utilizaremos dos aplicaciones programadas en Excel.

Por cada motor montado en el taller del CRPM, se crea una carpeta informática con el nombre del motor. Dentro de esta carpeta se almacenan todos los documentos asociados a dicho motor.

Cada preparador de prototipos almacena los documentos en un orden distinto y con un nombre diferente, por tanto, se hace necesario unificar criterios para que todos los documentos se han llamados y guardados en el mismo orden. De manera que si es necesario buscar o consultar algún documento se encuentre de manera rápida y sencilla.

Por tanto, definimos dos estructuras de carpetas. Una para los motores diésel y otra para los motores gasolina. Ambas constan de una carpeta principal con el nombre del motor, dentro de esta carpeta principal hay 20 subcarpetas.

Dentro de estas 20 subcarpetas se guardan los documentos correspondientes.

Algunos de ellos son plantillas, por tanto, estos documentos como siempre son iguales estarán ya guardados en las estructuras de carpetas predefinidas.

### 5.7.2.1 Aplicación para generación de documentación.

Esta aplicación tiene el siguiente funcionamiento:

- La persona logística encargada de formar la colección del motor será quien utilice esta aplicación.
- Esta persona introducirá el nombre del motor en las casillas de Excel habilitadas para ello. Y pulsará el botón para generar la documentación, tal como se muestra en la figura 5.7.2.1.



Type	Índice	Nature	Vague	Número	Nombre motor
		Generar carpeta motor			
				Abrir carpeta creada	

Figura 5.7.2.1. Formulario generación de documentación.

Al pulsar este botón, automáticamente se creará una carpeta con el nombre del motor introducido. En dicha carpeta se copiará la estructura de subcarpetas anteriormente definida, dependiendo si es un motor diésel o de gasolina. Esto se distingue por el campo "Type".

En todas las plantillas hay que introducir el nombre del motor, por tanto, esta tarea también queda automatizada. El nombre de motor que introduce la persona logística será utilizado para rellenar estas plantillas.

El botón verde que vemos en la figura 5.7.2.1. es simplemente un enlace a la carpeta del motor creada para acceder rápidamente a ella.

## Ventajas

Las ventajas que conseguimos con esta aplicación son:

- Estandarización de todas las carpetas de los motores, lo que implica una mayor facilidad en la búsqueda de un documento concreto.
- Inclusión de todos los documentos predeterminados en cada motor.
- Evitar la introducción de varios datos repetidos e imposibilidad de error.
- Eliminación de las tareas de buscar qué documentos van en cada motor.

### 5.7.2.2 Aplicación para el control de calidad.

Una vez que el preparador de prototipos ha terminado el dossier se lo entrega a la responsable de calidad.

Lo que queremos conseguir es el cero papel o lo más cercano a ello, es decir, que la responsable de calidad pueda revisar la documentación sin necesidad de tener que imprimirlo.

El funcionamiento de esta aplicación será el siguiente:

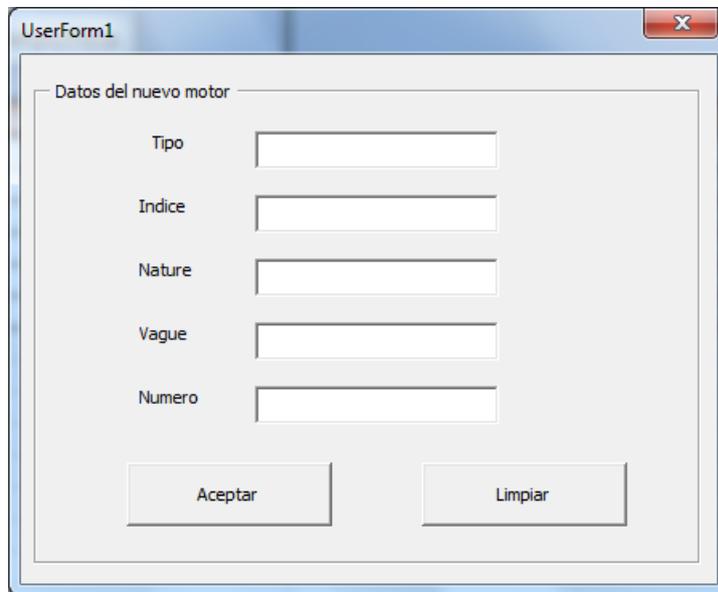


Figura 5.7.2.2.A. Formulario control calidad.





modificación el personal de calidad, de esta forma se asegura que una vez verificado nadie puede modificarlo. Dentro de esta carpeta de calidad se copiarán las subcarpetas verificadas.

- Si después de haberlas copiado, hay algún error en alguna de ellas se podrán eliminar marcando con una “x” la subcarpeta que se desea borrar en la columna “Eliminar” y se pulsará el botón “Eliminar”.  
Las subcarpetas que no se han copiado porque estaban incorrectas, no se copiarán hasta que el preparador de prototipos las corrija.
- La responsable de calidad repetirá este proceso hasta que están todos los documentos correctos y verificados.  
Una vez hecho esto, pulsará el botón “GENERAR DOSSIER PDF”. De esta manera todos los documentos contenidos en la carpeta del motor quedarán unificados en un solo documento PDF.  
Este documento será el certificado de conformidad del motor.

### 5.7.2.3 Ventajas

Las ventajas que conseguimos con la utilización de ambas aplicaciones son:

- **Cero papeles**

La documentación quedará firmada y almacenada informáticamente. Por tanto, no será necesario tener nada impreso en papel.

- **Cero desplazamientos**

El taller está provisto de una impresora en blanco y negro que sirve para la impresión de la mayoría de los documentos. Pero hay archivos como son las fotos de los motores, que su impresión necesita ser a color. Para realizar estas impresiones a color es necesario desplazarse a otra impresora fuera del taller situada a unos 400 metros. Lo que implica más tiempo de trabajo.

- **Cero costes de impresión**

La utilización de papel y tinta de impresora se traduce en dinero. Por lo que al no tener que utilizar estos recursos, nos ahorraremos esos costes.

- **Conservación de información**

Al almacenar los dosieres de manera informática, no será necesario su destrucción por falta de espacio. Además de poder acceder a ellos de manera rápida y sencilla.

- **Aprovechamiento de espacio**

El espacio físico utilizado por los dosieres podrá ser usado para otro fin.

- **Posibilidad de impresión**

Si por algún motivo se necesita imprimir el dossier parcial o totalmente se puede realizar sin problemas.

- **Información compartida**

Las carpetas de los motores tanto en curso como finalizados podrán ser consultados por todo el personal del CRPM de manera rápida y sencilla.

Los finalizados también podrán ser consultados por todo el personal, debido a que tendrán permiso de lectura, pero no de modificación.

## 5.8 Value Stream Mapping

En el capítulo 4, se detalló el proceso productivo actual a través de un Value Stream Mapping. Ahora vamos a representar como quedaría el proceso productivo con los cambios que se producirían.

### 5.8.2 Análisis del Value Stream Mapping

Vamos a analizar cuáles son los cambios producidos después de la implantación del nuevo sistema:

- **Recepción de colecciones en Valladolid**

En el Nuevo Value Stream Mapping la actividad de Clèon no aparece. Esto es debido a que las piezas ya no serán enviadas desde Clèon, sino que directamente serán enviadas a Valladolid. Lo que ahorrará tiempo y costes.

Los controles de calidad que se realizaban en Clèon pasarán a realizarse en Valladolid.

Antes de comenzar el montaje teníamos 2 controles de calidad, el que se realizaba en Clèon y el que se realizaba en la logística de Valladolid.

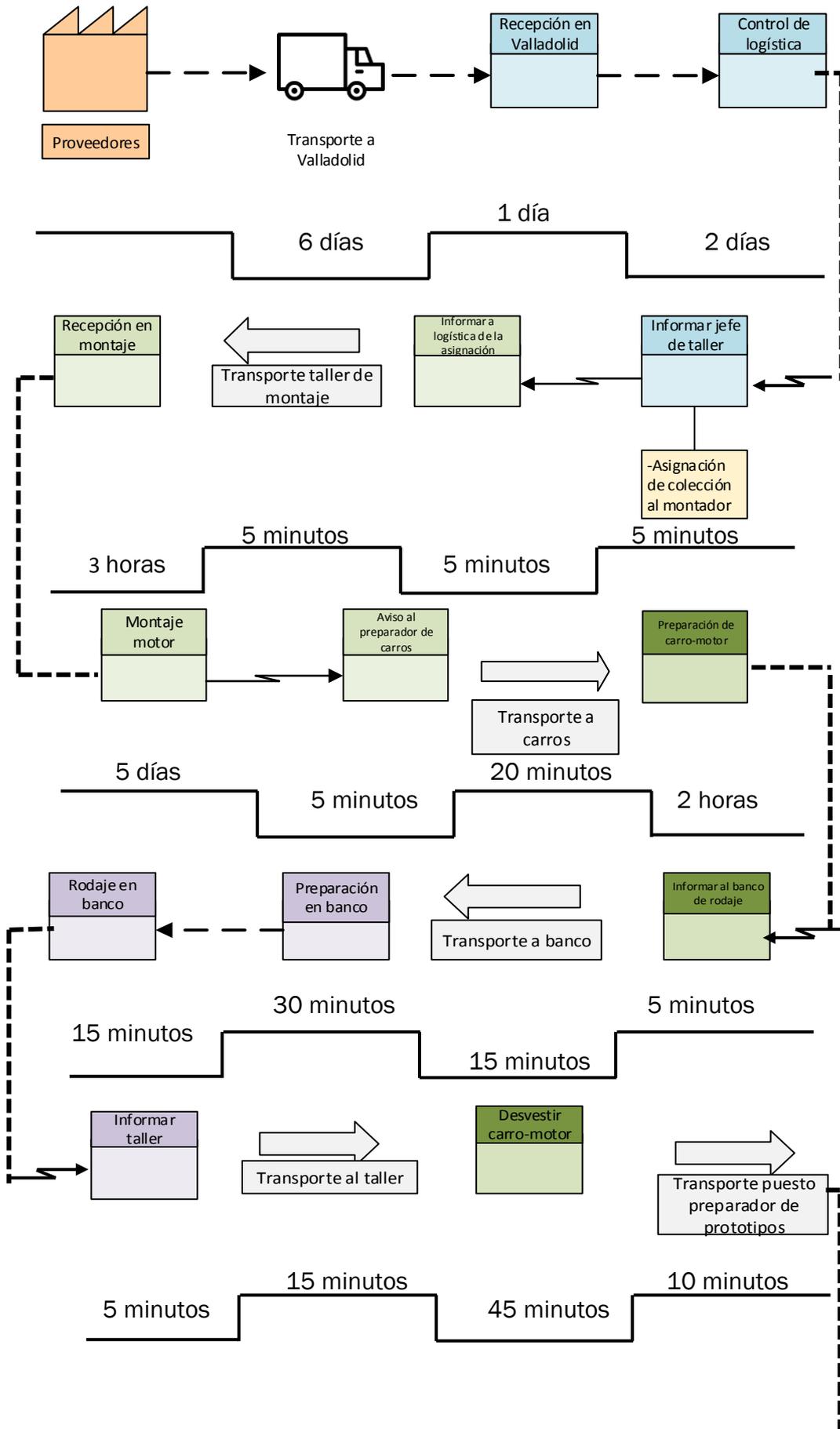
De esta forma lo simplificamos en uno.

Otra de las ventajas que obtenemos con esta nueva forma de trabajar es la mejora de la comunicación al eliminar intermediarios. Ya que si las piezas no son conformes se tratará directamente el problema con los proveedores.

El mayor cambio en este punto es la manera de comunicarse con el jefe de taller para las colecciones preparadas, que se realizará mediante el procedimiento de sistema kanban virtual explicado en el punto 5.3.1 de este capítulo.

- **Montaje de motores en Valladolid**

El control que realiza el preparador de prototipos para verificar que tiene todas las piezas necesarias se elimina, debido a que el control realizado en logística es suficientemente bueno. Lo que también contribuye a minimizar el tiempo y evitar tareas innecesarias.



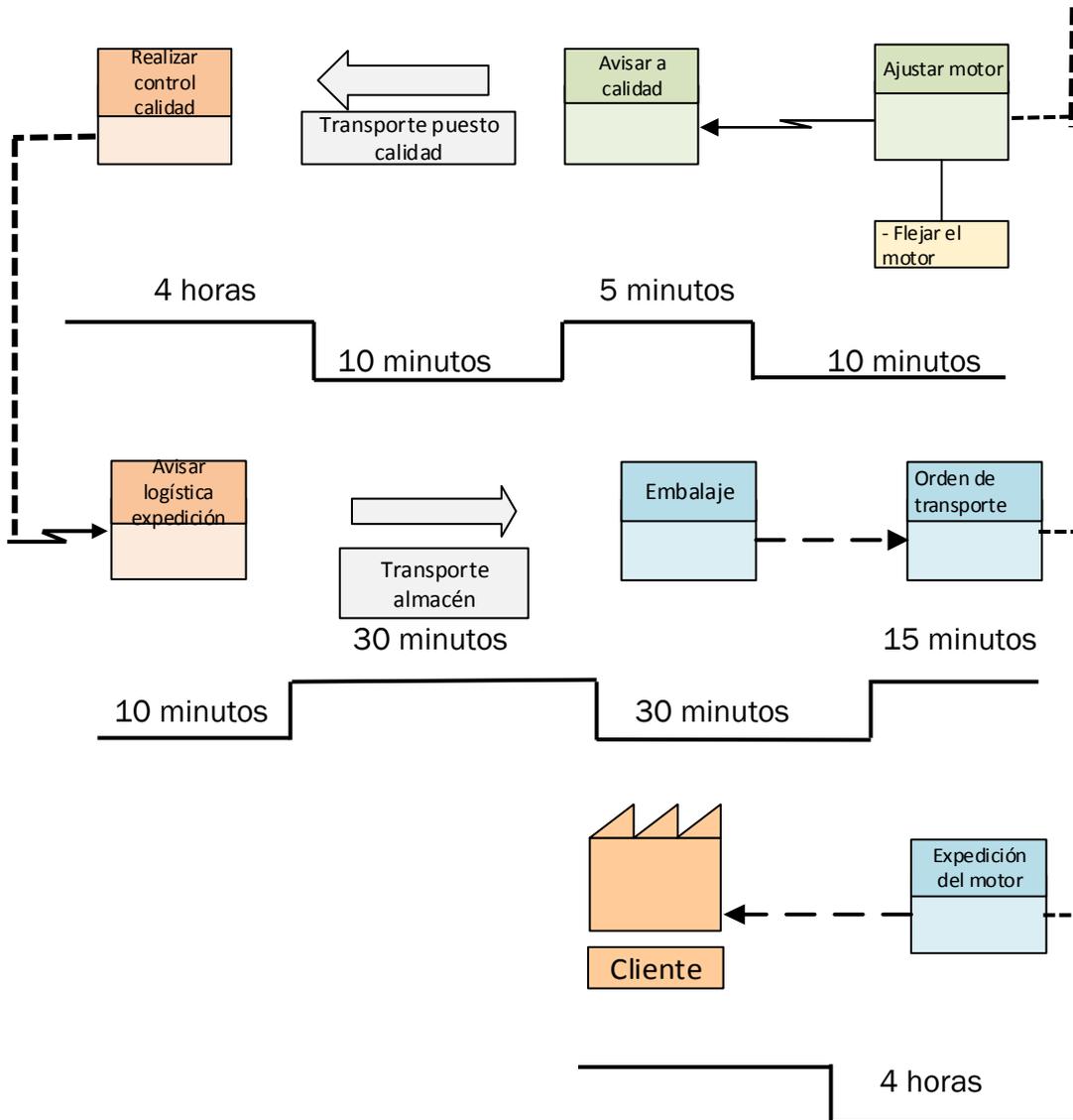


Figura 5.8.2. VSM después de las mejoras aplicadas.

Respecto a la preparación en carro y el rodaje en banco el cambio es la forma de comunicarse entre el preparador de prototipos, el preparador de carros y el responsable del banco, que se realizará de forma virtual.

Para poder realizar el control de calidad, es necesario poner el motor en un palet, flejarlo (inmovilizar el motor en el palet) y transportarlo a la zona de calidad. Estas tareas las realizaba logística, pero en el nuevo sistema será el preparador de prototipos quien se encargue. De esta forma, evitamos la incursión de logística y agilizamos tareas al eliminar la espera causada por la logística.



Operación	Tiempo(días)*
Transporte de piezas desde los proveedores	2880 minutos (6 días)
Recepción de piezas en Valladolid	480 minutos (1 día)
Recepción, control de piezas y formación de troncos	960 minutos (2 días)
Informar jefe de taller	5 minutos
Informar logística asignación	5 minutos
Transporte al taller de montaje	5 minutos
Recepción de la colección por parte del preparador de prototipos	180 minutos (3 horas)
Montaje del motor	2400 minutos (5 días)
Documentación motor	180 minutos (3 horas)
Aviso preparador de carros	5 minutos
Transporte de carros	20 minutos
Preparación del carro-motor	120 minutos (2 horas)
Informar banco de rodaje	5 minutos
Transporte a banco	15 minutos
Preparación del banco y conexión del motor	30 minutos
Rodar el motor	60 minutos (1 hora)
Informar al taller	5 minutos
Transporte al taller	15 minutos
Desmontar el motor del carro	45 minutos
Transporte puesto preparador de prototipos	10 minutos
Ajustar motor	10 minutos
Informar a calidad	5 minutos
Transporte a la zona de calidad	10 minutos
Realizar el control de calidad	240 minutos (4 horas)
Informar a logística de expedición	5 minutos
Transportar el motor al almacén	30 minutos
Embalar al motor	30 minutos
Embalaje	30 minutos
Orden de transporte	15 minutos
Expedir el motor (espera del transportista)	240 minutos (4 horas)

\*Considerando 1 día como 8 horas.

Tabla 5.8.3.A Tiempos y tareas.

- **Control de calidad y expedición**

Lo referente al control de calidad y la expedición del motor no cambia. Lo que cambia es el modo de avisar a logística, ya que este es uno de los puntos donde se aplicaría el sistema kanban virtual.

### 5.8.3 Tiempo de ciclo

En el capítulo 4 “Situación actual de la empresa” se hizo una estimación sobre el tiempo de ciclo.

Ahora vamos a realizar la misma estimación para ver como afectarían los cambios producidos en ese cálculo.

En la tabla 5.8.3.A hemos seguido el mismo criterio de colores que en la tabla 4.2.A. Si comparamos ambas tablas vemos que las actividades rojas, es decir, aquellas que no aportan valor al producto y que son innecesarias las hemos eliminado. Respecto a las actividades necesarias, aunque no aporten valor al producto se ha producido una reducción de su tiempo lo que se nota en el tiempo total de ciclo.

En la tabla 5.8.3.B, sumando todos los tiempos, obtenemos el tiempo de ciclo.

Tipo de actividad	Minutos	Horas	Días
Actividades con valor	5770	96,17	12,02
Actividades sin valor pero necesarias	2270	37,83	4,73
<b>TOTAL</b>	<b>8040</b>	<b>134</b>	<b>16,75</b>

Figura 5.8.3.B. Tiempo de trabajo.

Comparando con el tiempo obtenido en el capítulo 4, mostrado en la figura 5.8.3.C, vemos que se ha producido un descenso del tiempo de aproximadamente 9 días de trabajo. Además, de suprimir las actividades innecesarias que no aportan valor.

Tipo de actividad	Minutos	Horas	Días
Actividades con valor	7705	128,42	16,05
Actividades sin valor	2400	40	5
Actividades sin valor pero necesarias	3155	52,58	6,57
<b>TOTAL</b>	<b>13260</b>	<b>221</b>	<b>27,625</b>

Figura 5.8.3.C. Tiempo de trabajo.

Este descenso se debe mayoritariamente a la eliminación de la actividad de Clèon y de la reducción y eliminación de esperas y retrasos.



# Capítulo 6: Análisis económico



## 6.1 Introducción

El estudio económico tiene por objeto la evaluación aproximada de los costes necesarios para el desarrollo de este proyecto. Para ello, se desglosa la elaboración del trabajo fin de grado en cada una de las siguientes etapas de que se compone, desde su planteamiento inicial hasta su terminación y presentación de los resultados.

Debido a que se trata de un proyecto de optimización de recursos, no hará falta considerar el coste de nuevos equipos ni de locales, sino el coste de los materiales y de las horas empleadas en el diseño y elaboración de cada una de las fases de estudio y diseño.

### 6.1.1 Jerarquía del proyecto

En la elaboración de un proyecto de estas características intervienen una serie de personas con roles y cargos definido (ver figura 6.1.1).

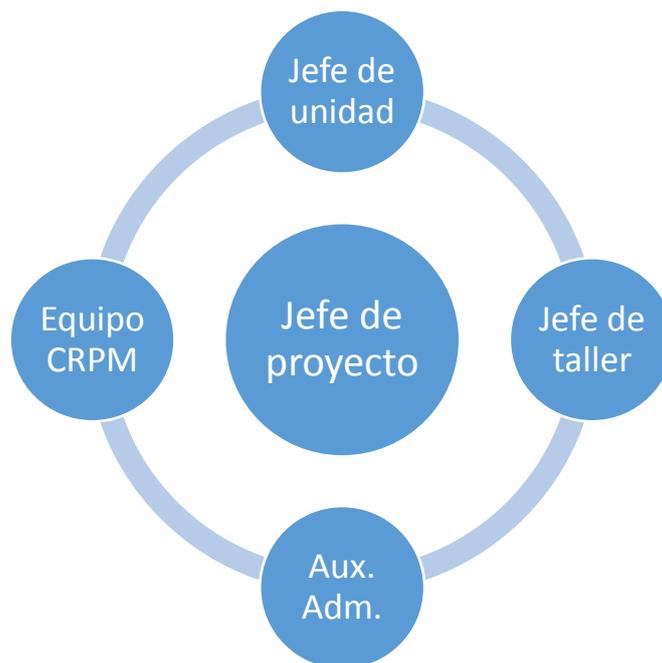


Figura 6.1.1. Relación de los roles necesarios para el proyecto.

En nuestro caso contaremos con el siguiente personal:

- **Jefe de proyecto:** es el responsable máximo del mismo, que se encarga de proporcionar las ideas generales, coordinar, aconsejar y guiar al resto del equipo en todo el desarrollo a partir de su amplia experiencia.

- **Jefe de unidad:** será el encargado de su aprobación y validación final, a quien el jefe de proyecto debe presentar el proyecto.
- **Jefe de taller:** será quien aconseje al jefe de unidad para su decisión final, al igual que colaborará con el jefe de proyecto en los puntos que lo necesite.
- **Equipo del CRPM:** colaborará con el jefe de proyecto y se tendrá en cuenta su opinión, debido a que el equipo es quien mejor conoce el proceso.
- **Auxiliar administrativo:** se encargará de realizar todos los trámites burocráticos, así como de la escritura de la memoria.

## 6.2 Fases de desarrollo

El desarrollo o planificación de las etapas del proyecto que determinaremos a continuación, toman carácter de vínculo como resumen del proyecto expuesto anteriormente.

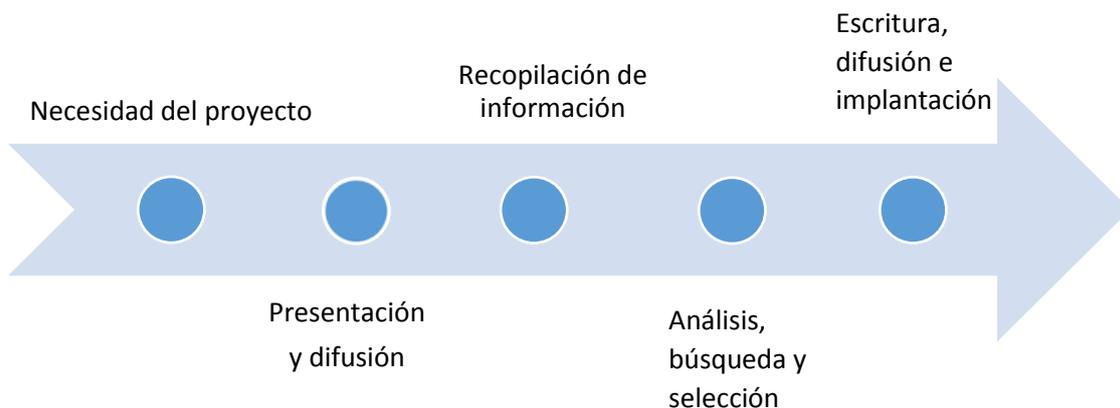


Figura 6.2 Fases del proyecto

Las fases de un proyecto de estas características son las siguientes:

- **Necesidad y decisión de elaboración del proyecto:** en esta etapa se lleva a cabo un análisis general del sistema. Se decide llevar a cabo un estudio sobre el proceso productivo de los motores prototipos para encontrar los despilfarros que se producen durante el proceso para su posterior eliminación. Sobre los resultados obtenidos se establecen las líneas generales del mismo y se planifica las actuaciones oportunas. Una vez determinadas las líneas de actuación, se estudia la viabilidad del proyecto, ya que la detección de su no viabilidad en etapas posteriores aumenta considerablemente los costes.



- **Presentación y difusión:** se realiza una presentación a los implicados, solicitando su colaboración en el presente proyecto.
- **Recopilación de información:** para poder proponer soluciones y detectar problemas hay que recopilar toda la información posible tanto de la empresa como del modo de funcionamiento de la unidad de montaje e instrumentación de los motores prototipos.
- **Análisis, búsqueda y selección:** con la información obtenida se realiza el análisis de la misma y se proponen soluciones y métodos para solucionar los problemas detectados. Una vez hecho esto, se procede a la selección de las propuestas más adecuadas para su posterior implantación.
- **Escritura, difusión e implantación:** una vez seleccionadas las propuestas más adecuadas, se genera toda la documentación referente a todo el proyecto y durante la entrega de dicha memoria, se comentará brevemente la metodología propuesta.

### 6.3 Análisis económico

En este apartado se va a desarrollar el estudio económico propiamente dicho, relacionándolo con las diferentes etapas de la realización del proyecto.

En la evaluación económica se tienen en cuenta una relación de los costes asociados a los siguientes apartados: personal, amortizaciones de los equipos informáticos, materiales consumibles y servicios indirectos del proyecto. Se analiza cada una de las partes de forma individual con el objetivo de conocer la influencia que tiene cada una de ellas sobre el valor final del estudio.

Concepto	Días/Horas
Día inicio de período	01/02/2017
Día fin de período	30/06/2017
Periodo (días)	150
Sábados y Domingos	40
Días festivos Valladolid	4
Días de vacaciones	8
Días media baja médica	2
Días cursos formativos	1
Total días hábiles	95
Total horas efectivas	760
Total semanas hábiles	19

Tabla 6.3.1.A Cálculo de horas/días/semanas hábiles en el período.

### 6.3.1 Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal

Inicialmente, se determina la cantidad de horas efectivas por trabajador para la realización de este proyecto, que consta de los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio. Asimismo, se calcula, también, el número de semanas efectiva de este período (ver tabla 6.3.1.A).

Para la elaboración del desarrollo del proyecto se considera necesario al jefe de unidad, al jefe de taller, al jefe de proyecto y un auxiliar administrativo.

Concepto	Jefe de unidad	Jefe de taller	Jefe de proyecto	Auxiliar administrativo
Sueldo mensual (€)	3.000 €	1.500 €	2.500 €	1.000 €
Salario 5 meses (€)	15.000 €	7.500 €	12.500 €	5.000 €
Seguridad Social (33%)	4.950 €	2.475 €	4.125 €	1.650 €
<b>Total:</b>	<b>22.950 €</b>	<b>11.475 €</b>	<b>19.125 €</b>	<b>7.650 €</b>
Coste (€/hora)	30 €	15 €	25 €	10 €
Coste (€/semana)	1.208 €	604 €	1.007 €	403 €

Tabla 6.3.1.B Cálculo del coste del personal

### 6.3.2 Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático utilizado

Para el equipo informático se considera un período de amortización de 3 años, con cuota lineal.

Para la amortización de todo el equipo informático, consideraremos el 80% de su coste, debido a que este material ha sido utilizado para otros fines además de la realización de este proyecto.

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total
Portátil		1.500,00 €	1	1.500,00 €
Impresora		250,00 €	1	250,00 €
Software de desarrollo	Microsoft Windows 7	200,00 €	1	200,00 €
	Microsoft Word (2013)	100,00 €	1	100,00 €
	Microsoft Excel (2013)	100,00 €	1	100,00 €
<b>Total a amortizar</b>				<b>2.150,00 €</b>
<b>Amortización considerada para el proyecto (80%)</b>				<b>1.720,00 €</b>

Tipo	Amortización
Anual	573,33 €
Mensual	47,78 €
Horaria	0,31 €

Tabla 6.3.2. Cálculo de la amortización de los equipos informáticos

### 6.3.3 Coste del material consumible

Los materiales consumibles utilizados en la elaboración de un proyecto de estas características se detallan en la Tabla 6.3.3. Para cada uno de los equipos se obtienen los siguientes resultados:

Concepto	Coste
Papeles para impresora	60,00 €
Suministros para impresora	150,00 €
USB	12,00 €
<b>Total</b>	<b>222,00 €</b>
Coste total (€/persona)	74,00 €
Coste(€/persona*hora)	0,20 €

Tabla 6.3.3. Calculo de costes de material consumible por trabajador y por hora.

### 6.3.4 Costes indirectos

Aquí se considerarán gastos que hacen referencia a consumos de electricidad, teléfono, calefacción, alquileres, etc. Las tasas de coste calculadas por persona y hora para cada uno de estos conceptos se muestran a continuación:

Concepto	Coste
Teléfono e Internet	225,00 €
Electricidad y agua	650,00 €
Otros	100,00 €
<b>Coste anual por persona</b>	<b>975,00 €</b>
<b>Coste horario por persona</b>	<b>0,32 €</b>

Tabla 6.3.4 Cálculo de costes indirectos a servicios.

### 6.3.5 Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

En la tabla 6.3.5 se especifican los tiempos de dedicación, de cada uno de los implicados en el proyecto, necesarios para la elaboración de las diferentes fases del proyecto.

Esta segregación de los tiempos dedicados a cada una de las fases permite determinar el coste derivado de las mismas sobre el total del proyecto. Por eso, se calcula la relación de horas que representa cada fase sobre el total del proyecto.

Cabe aclarar, que las horas solapadas son aquellas en las que los implicados trabajan conjuntamente. Por tanto, las horas totales de cada fase es la suma de las horas que cada implicado trabaja individualmente menos las horas trabajadas conjuntamente.

Personal	Etapas				
	1	2	3	4	5
Jefe de unidad	15	10	30	30	40
Jefe de taller	15	10	15	20	20
Jefe de proyecto	25	15	60	65	65
Auxiliar administrativo	3	10	20	40	80
Horas solapadas	15	10	35	45	30
<b>Total (horas/fase)</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>90</b>	<b>110</b>	<b>175</b>
Relación (%fase/total)	9,49%	7,73%	19,87%	24,28%	38,63%

Tabla 6.3.5 Cálculo de las horas de trabajo necesarias por cada empleado

## 6.4 Costes asignados a cada fase del proyecto

Para asignar los costes calculados para los recursos a cada fase del proyecto, se tendrán en cuenta las horas que cada persona dedica a cada etapa y las tasas horarias de salarios y amortización, así como los costes estimados para el material consumible y los costes indirectos.

### 6.4.1 Fase 1: Necesidad y decisión de elaboración del proyecto

En esta etapa intervienen el jefe de unidad, el jefe de taller y el jefe de proyecto. El jefe de unidad concreta cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar. Los tres juntos definen las líneas de actuación que se deben tomar en colaboración con todo el personal implicado en el proceso productivo.

Concepto		Horas	Coste(€/h)	Coste (€)
Personal	Jefe de unidad	15	30,20 €	452,96 €
	Jefe de taller	15	15,10 €	226,48 €
	Jefe de proyecto	25	25,16 €	629,11 €
	Aux. Administrativo	3	10,07 €	30,20 €
Material consumible	Varios	43	0,20 €	8,60 €
Amortización	Equipo informático	10	0,31 €	3,14 €
Costes indirectos	Servicios	43	0,32 €	13,76 €
<b>COSTE TOTAL FASE I</b>				<b>1.364,25 €</b>

Tabla 6.4.1 Cálculo del coste asociado a la fase I.

### 6.4.2 Fase 2: Presentación y difusión

En esta etapa se realiza una presentación a todo el equipo implicado, solicitando su colaboración en el presente proyecto.

Concepto		Horas	Coste(€/h)	Coste (€)
Personal	Jefe de unidad	10	30,20 €	301,97 €
	Jefe de taller	10	15,10 €	150,99 €
	Jefe de proyecto	15	25,16 €	377,47 €
	Aux. Administrativo	10	10,07 €	100,66 €
Material consumible	Varios	35	0,20 €	7,00 €
Amortización	Equipo informático	40	0,31 €	12,57 €
Costes indirectos	Servicios	35	0,32 €	11,20 €
<b>COSTE TOTAL FASE II</b>				<b>961,86 €</b>

Tabla 6.4.2 Cálculo del coste asociado a la fase II.

#### 6.4.3 Fase 3: Recopilación de información

Esta es la etapa se recopila toda la información posible sobre la metodología Lean para su posterior análisis.

Los costes asociados se recogen en la tabla 6.4.3.

Concepto		Horas	Coste(€/h)	Coste (€)
Personal	Jefe de unidad	30	30,20 €	905,92 €
	Jefe de taller	15	15,10 €	226,48 €
	Jefe de proyecto	60	25,16 €	1.509,87 €
	Aux. Administrativo	20	10,07 €	201,32 €
Material consumible	Varios	90	0,20 €	18,00 €
Amortización	Equipo informático	80	0,31 €	25,15 €
Costes indirectos	Servicios	90	0,32 €	28,80 €
<b>COSTE TOTAL FASE III</b>				<b>2.915,53 €</b>

Tabla 6.4.3 Cálculo de costes asociados a la fase III.

#### 6.4.4 Fase 4: Análisis, búsqueda y selección

Es esta etapa, se procede a analizar la situación en la que se encuentra la empresa identificando los puntos que necesitan una mejora.

Hecho esto se buscan soluciones para resolver los problemas encontrados. Dentro de estas soluciones propuestas se seleccionan las más adecuadas.

Los costes asociados se recogen en la tabla 6.4.4.

Concepto		Horas	Coste(€/h)	Coste (€)
Personal	Jefe de unidad	30	30,20 €	905,92 €
	Jefe de taller	20	15,10 €	301,97 €
	Jefe de proyecto	65	25,16 €	1.635,69 €
	Aux. Administrativo	40	10,07 €	402,63 €
Material consumible	Varios	110	0,20 €	22,00 €
Amortización	Equipo informático	100	0,31 €	31,43 €
Costes indirectos	Servicios	110	0,32 €	35,20 €
<b>COSTE TOTAL FASE IV</b>				<b>3.334,85 €</b>

Tabla 6.4.4 Cálculo del coste asociado a la fase IV.

#### 6.4.5 Fase 5: Escritura, difusión e implantación

En esta etapa se procede a la escritura de la memoria en la que se recoge el estudio y el análisis realizado, así como las ideas propuestas para implantarlas. Una vez escritos se procederá a la revisión y aprobación final de todos los documentos.

Concepto		Horas	Coste(€/h)	Coste (€)
Personal	Jefe de unidad	40	30,20 €	1.207,89 €
	Jefe de taller	20	15,10 €	301,97 €
	Jefe de proyecto	65	25,16 €	1.635,69 €
	Aux. Administrativo	80	10,07 €	805,26 €
Material consumible	Varios	175	0,20 €	35,00 €
Amortización	Equipo informático	150	0,31 €	47,15 €
Costes indirectos	Servicios	175	0,32 €	56,00 €
<b>COSTE TOTAL FASE V</b>				<b>4.088,97 €</b>

Tabla 6.4.5 Cálculo del coste asociado a la fase V.

Resultados finales		
Fases	Tiempo(horas)	Costes (€)
I. Decisión elaboración proyecto	43	1.364,25 €
II. Presentación y difusión	35	961,86 €
III. Recopilación de información	90	2.915,53 €
IV. Análisis, difusión y selección	110	3.334,85 €
V. Escritura, difusión e implantación	175	4.088,97 €
<b>Total</b>	<b>453</b>	<b>12.665,46 €</b>

Tabla 6.5.A Resumen de resultados finales de horas de dedicación y coste total.

## 6.5 Cálculo del coste total

El coste total se obtiene como suma de los costes totales de cada una de las cinco fases del proyecto, detallados en los apartados anteriores. Los costes totales desglosados para cada una de las fases se muestran en la tabla 6.5

En la Figura 6.5.B se muestra el desglose de tiempo dedicado a cada una de las 5 fases sobre el total de 453 horas.

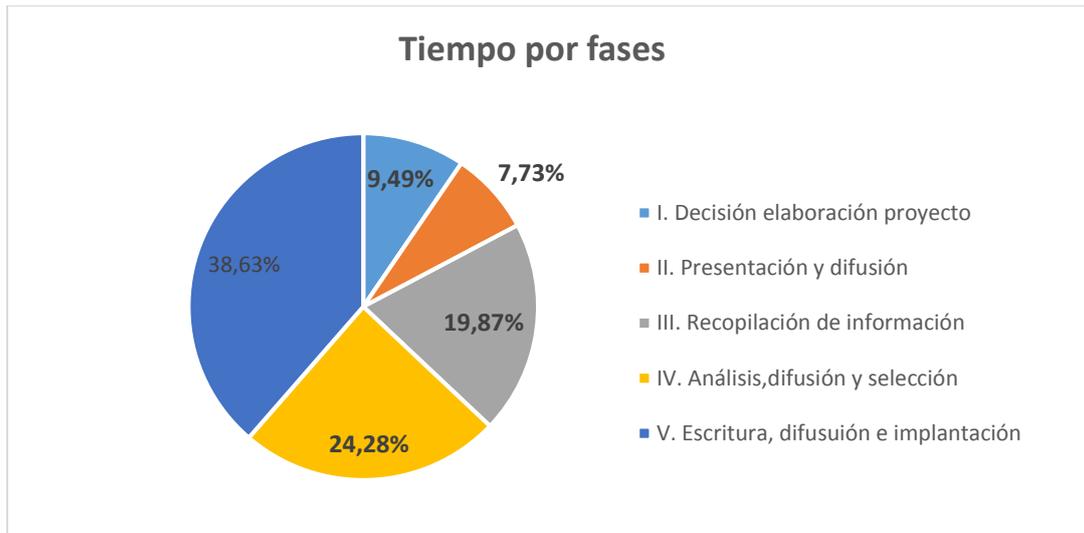


Figura 6.5.A Representación de tiempos de cada fase sobre el total del proyecto.

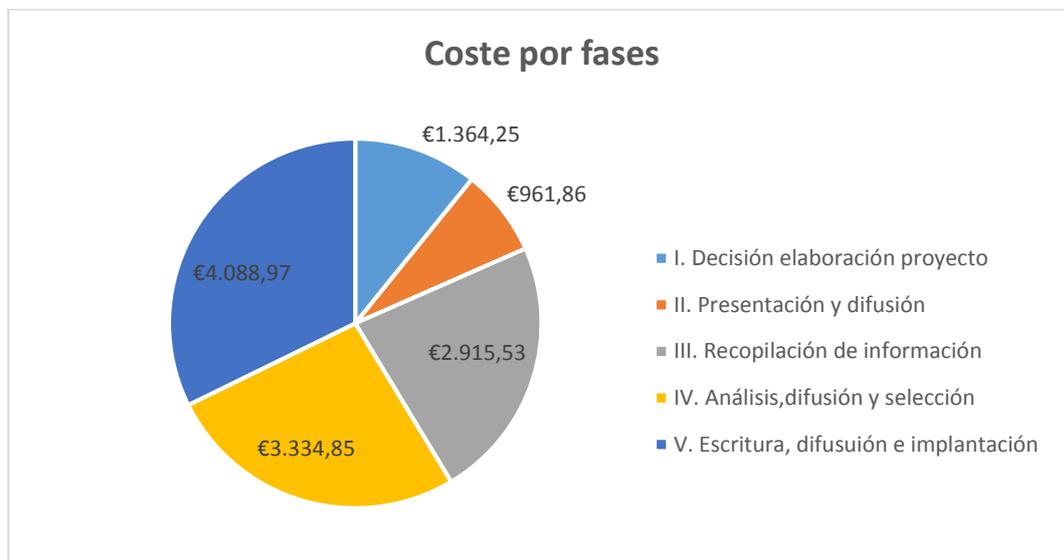


Figura 6.5.B Representación de costes de cada fase sobre el total del proyecto.

Como era de esperar, la mayor parte del tiempo está dedicada a la 4ª y 5ª fase, es decir, al desarrollo del proyecto y a su implantación.

El cálculo del coste total se obtiene como consecuencia de sumar los costes parciales de cada una de las fases. En la figura 6.5.B se observa la proporción que supone el coste de cada etapa respecto del total del proyecto.

### 6.6 Estudio económico

A partir del análisis de la figura 6.5.B se desprende que el reparto de costes del proyecto en función de las distintas etapas es muy similar al obtenido con las horas de dedicación.

Además, en la figura 6.6 se visualiza la distribución del coste total necesario en los diferentes gastos contemplados en el punto 6.3 Análisis Económico.

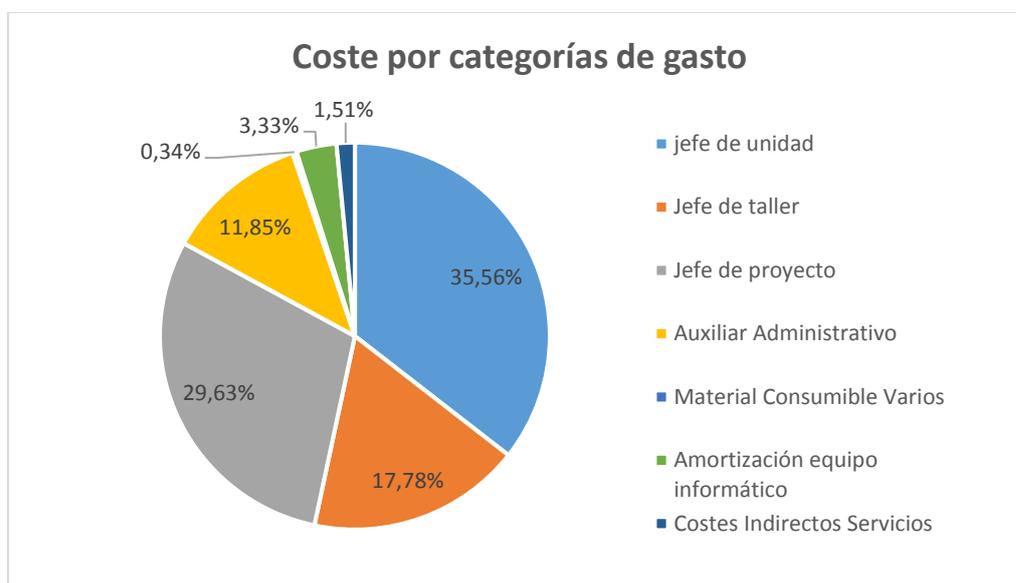


Figura 6.6 Representación de los diferentes tipos de coste sobre el total del proyecto.

En la figura 6.6 se comprueba que los costes se deben principalmente al salario de los jefes de unidad, proyecto y taller.

El coste final de la realización del proyecto (ver tabla 6.6), es resultado de aplicar al coste total anterior un porcentaje de beneficio del 30 % para la organización y un 21 % de impuestos (IVA). Así, el coste final del TFG de 12.542,59€.

<b>Total</b>		12.665,46 €
<b>Beneficio</b>	30,00%	3.799,64 €
<b>I.V.A.</b>	21,00%	797,92 €

<b>COSTE TOTAL DEL PROYECTO</b>	17.263,03 €
---------------------------------	-------------

Tabla 6.6 Coste Final del TFM con beneficios e impuestos.



# Capítulo 7: Conclusiones y líneas futuras





## 7.1 Conclusiones

Después de realizar el análisis expuesto anteriormente obtenemos las siguientes conclusiones:

- La falta de comunicación, de herramientas y procedimientos adecuados para realizar las diferentes tareas ocasionan pérdida de eficiencia y eficacia en el proceso.
- Con la implantación de las mejoras, consideramos que repercutirán en una cadena de valor más eficiente y equilibrada, haciendo el proceso productivo más eficiente.
- La implicación y participación del personal es imprescindible para la implantación de nuevos métodos. El personal, en general se ha mostrado participativo y se ha generado una sinergia de grupo muy interesante que ha beneficiado la viabilidad del proyecto.
- Las mejoras planteadas no son metas finales, sino que se requiere un feedback constante que nos aportará una mejora continua en todo el proceso.
- El estudio y análisis profundo del sistema es de vital importancia para la identificación de problemas y su posterior resolución.
- Las mejoras propuestas aumentan la productividad del proceso, debido a que se está realizando el mismo trabajo, pero en un tiempo menor.
- A pesar de no tratarse de una producción en línea, es posible aplicar conceptos de Lean que en un principio parecen más destinados a una producción en cadena.
- El VSM ha sido una de las herramientas imprescindibles a la hora de definir tareas y de identificar problemas.
- En el análisis de la situación actual de la empresa, aparte de la insuficiente comunicación y la inadecuada gestión burocrática, habíamos identificado otros problemas como los cuellos de botella en el banco de rodaje y en el control de calidad. Las mejoras propuestas repercutirán en estos procesos colaborando a la descongestión de ellos, pero aun así para optimizarlos requerirán un estudio específico en profundidad.
- El procedimiento de mejora propuesto está en primera fase de implantación. Es decir, se está empezando poco a poco a asentar el nuevo método de funcionamiento.
- Respecto al estudio económico la realización del proyecto planteado los costes obtenidos son perfectamente asumibles para la empresa.

## 7.2 Líneas futuras

En el capítulo 4 “*Situación actual de la empresa*” en el análisis realizado encontramos varios problemas que no se han resuelto en este proyecto, esto es debido a que no está dentro del alcance de dicho proyecto.

Los problemas detectados no resueltos en este estudio son:

- **Cuellos de botella generados en el banco de rodaje**

El método de comunicación de Kanban virtual contribuirá a descongestionar este cuello de botella, pero no en la medida suficiente como para erradicarlo. Por tanto, su eliminación total requerirá un estudio en profundidad.

Para resolverlo, en principio tenemos dos alternativas. Invertir en nuevos bancos de rodaje lo que implicaría un espacio importante, pero de este modo se podrían rodar varios motores a la vez.

Por otro lado, siguiendo la filosofía del Lean manufacturing, podemos estudiar la aplicación de técnicas SMED a la preparación de carros. Es decir, supondría un estudio de todas las tareas que conlleva la puesta en carro de un motor e intentar diseñar carros con elementos suficientemente equipados para agilizar el procedimiento de la puesta en carro.

- **Cuellos de botella en el control de calidad**

Tanto la mejora de la comunicación como la agilidad para la elaboración de la documentación contribuirán a eliminar el cuello de botella. Para realizar un estudio sobre este problema primero habrá que solucionar el cuello del banco de rodaje ya que el control de calidad se ve afectado por él.

Pero para agilizar este control, podríamos introducir durante el montaje medidas que controlaran la calidad, de forma que cuando los motores lleguen a este control ciertas cosas no se revisen porque ya tenemos la seguridad y la fiabilidad de que están correctas, debido a las medidas y precauciones que se han tomado durante el montaje.

Como ya se ha explicado con anterioridad, la UET del CRPM está formada por dos UET; la UET de Montaje e instrumentación de motores prototipos y la UET de Logística y metrología. Evidente las tareas que desarrollan ambas son imprescindibles para conseguir los objetivos del CRPM, pero para que cada una lleve a cabo sus tareas de la manera más eficiente posible es necesario que cada una tenga un jefe de unidad para funcionar de una manera más eficaz.

La idea es que el CRPM de Valladolid funcione como actualmente lo hace Cléon o el tecno centro de Guyancourt.



# Bibliografía





### Libros consultados:

- Liker, J. (2004) *Las claves del éxito Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Madrid: Gestión 2000. Grupo Planeta
- Womack, J. y Terryll Jones, D. (2012) *Lean Thinking*. Barcelona: Grupo Planeta
- Womack, J. Terryll Jones, D. y Ross, D. (1992) *La máquina que cambió el mundo*. Madrid: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA

### Recursos on-line

- Renault (2017)  
<http://www.renault.es/descubre-renault/grupo-renault-espana>