



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN  
INDUSTRIAL**

**MEJORA DE LOS PUESTOS DE  
CEPILLADO EN EL TALLER DE  
RENOVADO DE MICHELIN VALLADOLID**

**Autor:**

**OROBÓN DÍEZ, ÁLVARO**

**Tutor:**

**SANZ ANGULO, PEDRO**  
DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN  
DE EMPRESAS Y CIM

**Valladolid, marzo de 2016**





## RESUMEN

En este documento se realiza un estudio de los puestos de cepillado manual del taller de Renovado de camión de la fábrica de Michelin Valladolid, y se presentan una serie de propuestas de mejora destinadas a lograr su estandarización y mejora ergonómica. Para llevarlo a cabo se ha utilizado la metodología 5S, cuyo homólogo en Michelin se conoce como “Bib Standard”. Asimismo, en este Trabajo Fin de Grado se incluye una investigación sobre la compañía a nivel internacional y nacional, un estudio económico del coste de elaboración y un análisis sobre las posibilidades de mejora en el futuro.

**Palabras clave:** puesto de cepillado manual, mejora, estandarización, ergonomía, Michelin.

## ABSTRACT

*Due to the search of improved ergonomics and standardization of the manual brushing stations in the truck Retread plant of the Michelin factory in Valladolid, a study of these stations is performed and a number of suggestions for improvement are presented. In order to accomplish it, the 5S methodology, whose counterpart in Michelin is known as ‘Bib Standard’, is used. Additionally, this End of Degree Project includes an investigation about the company at international and national level, an economic study of project costs, and the future possibilities this project has.*

**Keywords:** *manual brushing post, improvement, standardization, ergonomics, Michelin.*



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES





# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. ESTRUCTURA.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 2. GRUPO MICHELIN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN: LOS VALORES DE MICHELIN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. COMPROMISOS Y ACCIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. HISTORIA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. EN EL MUNDO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5. ESPAÑA.....</b>	<b>15</b>
2.5.1 Sede social y comercial .....	15
2.5.2 CFAM .....	16
2.5.3 CEMA .....	17
2.5.4 Lasarte .....	18
2.5.5 Vitoria .....	19
2.5.6 Aranda de Duero.....	20
2.5.7 Valladolid .....	20
<b>2.6. TALLER DE RENOVADO / PLE.....</b>	<b>21</b>
2.6.1 Proceso de producción .....	22
<b>2.7. PRODUCTOS Y SERVICIOS .....</b>	<b>28</b>
2.7.1 Marcas del grupo Michelin .....	29
2.7.2 Línea de productos .....	29
2.7.3 Servicios y movilidad.....	32
<b>CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE LOS PUESTOS DE CEPILLADO MANUAL.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. TEORÍA: LA METODOLOGÍA 5S .....</b>	<b>35</b>
3.1.1 Seiri: organización y selección .....	36
3.1.2 Seiton: orden .....	37
3.1.3 Seiso: limpieza .....	38
3.1.4 Seiketsu: estandarización .....	38
3.1.5 Shitsuke: rigor .....	39
3.1.6 Pilares de las 5s en talleres .....	40
3.1.7 Bib standard: ámbito Michelin .....	41



<b>3.2. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO .....</b>	<b>42</b>
3.2.1 Dimensiones del puesto .....	42
3.2.2 Conjunto aspiración - ventilador .....	46
3.2.3 Estructura y polipasto .....	50
3.2.4 Iluminación .....	53
3.2.5 Armario eléctrico .....	56
3.2.6 Mesas para el apoyo de herramientas .....	56
3.2.7 Herramientas .....	58
3.2.8 Botoneras.....	66
3.2.9 Pedales.....	67
3.2.10 Fococélulas.....	68
3.2.11 Piedras de afilado .....	69
3.2.12 Otros elementos .....	70
<b>3.3. RESUMEN DE LAS ENTREVISTAS CON LOS OPERARIOS DE CEPILLADO.....</b>	<b>75</b>
3.3.1 Valoración de los operarios por elementos.....	76
3.3.2 Valoración de los operarios por puestos .....	79
<b><i>CAPÍTULO 4. PROPUESTA: PUESTO ESTÁNDAR MEJORADO .....</i></b>	<b><i>81</i></b>
<b>4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS POR ELEMENTOS .....</b>	<b>81</b>
4.1.1 Dimensiones del puesto .....	81
4.1.2 Campana de aspiración y ventilador.....	84
4.1.3 Estructura y polipasto .....	86
4.1.4 Iluminación .....	89
4.1.5 Armario eléctrico .....	90
4.1.6 Mesas de apoyo de herramientas .....	91
4.1.7 Herramientas .....	94
4.1.8 Botoneras.....	96
4.1.9 Pedales.....	98
4.1.10 Fococélulas.....	99
4.1.11 Piedras de afilado .....	99
4.1.12 Otros elementos .....	101
<b>4.2 VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS .....</b>	<b>105</b>
<b><i>CAPÍTULO 5. ESTUDIO ECONÓMICO .....</i></b>	<b><i>111</i></b>
<b>5.1 FASES DEL PROYECTO .....</b>	<b>111</b>
<b>5.2 ESTUDIO DE COSTES .....</b>	<b>112</b>
5.2.1 Equipo humano.....	112
5.2.2 Equipo informático / materiales consumibles .....	114
5.2.3 Costes indirectos.....	115
5.2.4 Costes por fases .....	115
<b>5.3 RESULTADOS.....</b>	<b>118</b>



<b><i>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y POSIBILIDADES DE FUTURO</i></b> .....	<b>121</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	121
6.2 POSIBILIDADES DE FUTURO .....	124
<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i></b> .....	<b>127</b>
<b><i>ANEXO I: seguimiento de las propuestas</i></b> .....	<b>129</b>
<b><i>ANEXO II: etiquetas Bib Standard</i></b> .....	<b>135</b>



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES







# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

---

La fábrica de Michelin en Valladolid es la única en España que posee un taller para el renovado de neumáticos de camión. En este taller se realiza un proceso que consiste en transformar ruedas de camión usadas y desgastadas en cubiertas renovadas con las mismas características que una recién fabricada.

En este proceso, existe una actividad que consiste en el cepillado manual de los neumáticos con el fin de limpiarlos y prepararlos para, posteriormente, adherir posibles parches y goma nueva. Dicho cepillado se realiza en los puestos a los que hacemos referencia en este documento.

Los puestos tienen un polipasto sobre el que se monta el neumático para sostener y elevar el neumático, y una serie de herramientas que facilitarán procesos de limpieza de la superficie del neumático, eliminación de heridas internas, preparación de parches y cepillado de su superficie para favorecer la adhesión de goma posterior.

Con el paso del tiempo, estos **puestos de cepillado** se han convertido en lugares personalizados de trabajo que provocan la inmovilidad de los operarios. Además, tras llevarse a cabo un conjunto de diferentes modificaciones e instalaciones de una forma no estandarizada, cada puesto se ha transformado en único. Este hecho ha provocado que los operarios, con el fin de cumplir con los objetivos de la producción, siempre trabajen en el mismo puesto debido a que ya se han adaptado a sus características particulares, impidiendo una rotación efectiva de las tareas.

Por otro lado, dada la antigüedad de los puestos actuales, el trabajo realizado por los operarios carece de ergonomía, lo que provoca un menor rendimiento, un mayor cansancio y malestar físico. Asimismo, las cualidades físicas necesarias para adaptarse a un puesto concreto, impiden a muchas personas optar a él, lo que supone para el taller una menor polivalencia de los empleados que facilitaría alcanzar los objetivos de producción.



## 1.2. OBJETIVOS

---

El principal objetivo de mi Trabajo Fin de Grado, y del grupo de trabajo del que formé parte en el taller, es mejorar el entorno físico de trabajo y las condiciones de los trabajadores en cuanto a ergonomía se refiere, en los puestos de cepillado. Para ello, será preciso estudiar los puestos y proponer medidas que serán evaluadas e implantadas en un puesto piloto, con el fin de estandarizarlas en todos los puestos de Cepillado Manual del taller.

Para conseguir alcanzar con éxito dicho objetivo, considero que se han de seguir una serie de **líneas básicas**:

Se recuperará la información de los Bib Standard ejecutados previamente, analizando lo realizado, lo no validado y el estado actual de las acciones planteadas en dichos archivos. De igual manera, se repasarán las ideas de progreso relativas a los puestos de Cepillado Manual, haciendo especial hincapié en las relativas a ergonomía y condiciones de trabajo, debido a que éstas representan una parte fundamental en nuestro objetivo.

Una parte fundamental de nuestras líneas guías, es el hecho de que hay que contar con la participación activa de los operarios de cepillado, tanto en las reuniones del grupo de trabajo, como mediante encuestas.

Para completar el trabajo con éxito, el operario de cepillado va ser esencial debido a que son los que más conocen los puestos y por consiguiente los que mejor pueden valorar las nuevas acciones. Asimismo, recordemos que son ellos los que se van a ver afectados por la mejora ergonómica, alterando positivamente sus condiciones de trabajo.

En esta misma línea, hay que compartir con el colectivo de los operarios el avance del Plan de Acción y valorar la aceptación o no aceptación de las acciones llevadas a cabo. Una vez que se hayan evaluado todas las propuestas por los operarios, hay que contar con el compromiso de todo el colectivo de cepillado para adaptarse y respetar el estándar que se establezca, incluyendo sus opiniones, para no volver a personalizar los puestos con el paso del tiempo.

Por otro lado, el taller pone a nuestra disposición reuniones del grupo de trabajo de una hora cada dos semanas, el tiempo necesario para realizar encuestas y entrevistas a los operarios, empresas subcontratadas que lleven a



cabo las modificaciones en el puesto, y todo el equipo humano y material de la fábrica para realizar estudios en el puesto.

Por último, nuestro proyecto contará con una serie de **restricciones** que lo limitarán: en primer lugar, se deberá evitar que se produzcan cambios sustancialmente importantes en el proceso; por otro lado, bajo ninguna circunstancia, las acciones ejecutadas deberán provocar una disminución en la productividad de los puestos de Cepillado Manual.

### 1.3. ESTRUCTURA

---

Para facilitar la comprensión del trabajo realizado, este Trabajo Fin de Grado se compone de los siguientes capítulos:

En el primer capítulo, denominado Introducción, se realiza una explicación general de las razones que han suscitado la elaboración de este proyecto, los objetivos que se pretenden alcanzar, y una breve explicación de la composición y el contenido por capítulos.

En el segundo capítulo, denominado Grupo Michelin, se lleva a cabo una explicación de los fundamentos y valores de la empresa Michelin, una de las empresas líderes en el sector del neumático a nivel mundial. Asimismo, incluye información acerca de la historia de la empresa y cómo ha ido evolucionando hasta nuestros días.

Este capítulo también contiene apartados que muestran el funcionamiento de Michelin en el mundo y, especialmente, en España. En nuestro país, esta compañía tiene un importante peso, y consta de alguna de las plantas con mayor valor para el Grupo Michelin.

También se explica el funcionamiento del Taller de Renovado / Recauchutado en la fábrica de Michelin Valladolid. Este taller es el único donde Michelin renueva neumáticos de camión en España, y donde se realiza de forma práctica el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado. Por último, se definirán las marcas del Grupo Michelin y los productos y servicios que ofrecen.

El tercer capítulo está dedicado al estudio de los puestos de cepillado manual y se divide en tres partes. En la primera parte se explica el fundamento teórico



necesario para el desarrollo del trabajo. Esta metodología se denomina "las 5S" y es uno de los apartados de estudio en varias asignaturas de la Ingeniería de Organización; asimismo, tiene su homólogo a nivel Michelin, conocido como "Bib Standard".

La segunda parte es la que incluye un estudio y análisis detallado de los puestos de cepillado, estableciendo las semejanzas y diferencias entre cada uno de ellos. Este análisis posee una gran importancia para conocer el lugar de trabajo minuciosamente y poder realizar una propuesta de mejora.

Finalmente, este capítulo contiene, en su última parte, un informe de las entrevistas realizadas a los operarios con el fin de recabar todas sus opiniones, y que, a su vez, aportan información muy útil para el conocimiento inicial de su lugar de trabajo.

El cuarto capítulo presenta una propuesta de mejora detallada que explica, elemento a elemento, en qué consiste. El objetivo final radica en ejecutar modificaciones que supongan mejoras ergonómicas y de rendimiento, que afecten de manera positiva a los operarios. Posteriormente, se pretende la estandarización al resto de los puestos.

Asimismo, debido a que se llevaron a cabo un gran número de acciones, los operarios pudieron valorarlas, dejando constancia de los avances positivos que ha supuesto este estudio.

El quinto capítulo contiene un estudio económico de los costes ligados al proyecto. Para elaborarlo, se ha dividido el trabajo en fases de desarrollo que van a tener asignadas individualmente sus costes humanos, equipos informáticos, materiales consumibles y costes indirectos.

El sexto capítulo recoge, en primer lugar, las conclusiones obtenidas del proyecto y, posteriormente, posibles actuaciones para el desarrollo en el futuro y su implementación para todo el conjunto de los puestos.

Este capítulo es fundamental, dado que en él se determina su gran valor y la necesidad de tenerlo como un documento esencial para futuras actuaciones en los puestos de Cepillado Manual.

En cuanto a la bibliografía, se incluyen todas las referencias bibliográficas que se han utilizado para recabar información y, de esta manera, completar el Trabajo Fin de Grado.



Por último, encontramos dos anexos: el primero muestra imágenes del fichero Excel que se utilizó para el pilotaje de las acciones que se proponían en los puestos, mientras que en el segundo se observan las etiquetas que se utilizaron para fijar el estándar y que determinaban la ubicación de las herramientas.





## CAPÍTULO 2. GRUPO MICHELIN

### 2.1. INTRODUCCIÓN: LOS VALORES DE MICHELIN

---

La misión de la empresa Michelin desde que fue fundada ha estado encaminada a contribuir al progreso de la movilidad de bienes y personas, y en última instancia, al desarrollo de la sociedad. Su objetivo fundamental es satisfacer la comunicación entre personas, innovando para hacerla más segura, más eficiente y respetuosa con el medio ambiente, fomentando de esta manera la socialización, el intercambio y el conocimiento.

Las actividades que realiza Michelin son puestas en práctica con el compromiso de ejecutarlas de una manera responsable. Los clientes y accionistas deben sentirse satisfechos de que la compañía de forma eficiente cumpla con todos los requisitos requeridos. Es por ello, que simultáneamente se ha de respetar el medio ambiente y perpetuar la viabilidad económica de la Empresa. Además, debido a que Michelin cree en la realización personal, quiere que todos puedan hacer un mejor esfuerzo, convirtiendo así su diferencia en un activo valioso.

Por todos los motivos mencionados anteriormente, todas las acciones llevadas a cabo por Michelin cumplen estos cinco valores fundamentales: Respeto a los Clientes, Respeto a las Personas, Respeto a los Accionistas, Respeto al Medio Ambiente y Respeto a los Hechos.

El Grupo Michelin se centra en Cuatro pilares estratégicos: innovar con pasión, crecer con el objetivo de servir a los clientes, la mejora de la competitividad a través de la organización y el "Avanzar juntos".

Los utiliza para cumplir con sus "6 ambiciones para el año 2020", a la vez que hace frente a las expectativas de sus grupos de interés formados por los clientes, empleados, accionistas, proveedores, instituciones financieras, autoridades públicas, industrias y asociaciones mercantiles, organizaciones no gubernamentales y las diferentes comunidades locales en dónde está instalada la compañía.

En primer lugar, el pilar que trata de la "**Innovación con pasión**", engloba la estrategia de Michelin de diferenciar sus productos y servicios a través de la



innovación y la tecnología. El fin de dicha estrategia consiste en hacer más fuerte su liderazgo y adaptarse mejor a las necesidades de los usuarios finales. Michelin trata de adaptarse a la nueva economía de servicios implementando innovación de producto y servicio.

El segundo pilar, denominado "**Crecimiento para servir a los clientes**" está basado en la gran inversión que se está llevando a cabo en la marca Michelin, expresando su calidad e innovación, haciendo especial hincapié en los productos de alta gama que son pieza clave en la estrategia de crecimiento en todos los sectores y mercados.

Asimismo, el desarrollo de acceso a los mercados es otro motor fundamental de crecimiento, y Michelin está fortaleciendo su expansión con el objetivo de incrementar a más del doble los concesionarios de venta autorizados, que forman una fuente básica de ingresos.

En tercer lugar, se encuentra la "**Mejora de la competitividad**", mediante la cual Michelin desea adoptar nuevos métodos de operación y sistemas de información estandarizados y multifuncionales. La estrategia de Michelin pasa por ofrecer productos vía diferenciación, lo cual aumenta la eficiencia de sus procesos administrativos y mejora la capacidad de su cadena de suministro.

El último pilar fundamental de la estrategia que está desarrollando Michelin, es el conocido como "**Avanzar juntos**". Este enfoque reafirma los valores que mueven al Grupo Michelin, y explica los compromisos de la compañía y lo que espera de los empleados. Es por eso, que de ellos desea la realización personal en la ejecución de sus responsabilidades.

Estos cuatro pilares son el motor que impulsa hacia adelante al Grupo Michelin para hacer cumplir las "6 ambiciones para el año 2020". Fueron diseñados en 2013 con el objetivo final de hacer de Michelin líder a nivel mundial en movilidad sostenible, así como la compañía más innovadora, responsable y con el más alto rendimiento; que además cumple con la sociedad, el medioambiente y el conjunto financiero.

Estas pretensiones están desarrolladas en todo el Grupo, y a todos los niveles, sectores y países, con objetivos medidos que se centran en el rendimiento alineado con la estrategia de la compañía. Expresan un compromiso de construcción de un crecimiento a largo plazo que ponga sus valores de respeto, anteriormente mencionados, en práctica.





Dichas ambiciones se componen por: aumentar el rendimiento del producto, establecer el estándar industrial para la fabricación responsable, certificar el desempeño financiero, trabajar conjuntamente para mejorar de manera continua el bienestar del empleado y su crecimiento personal, mejorar la calidad de vida de todas las personas a través de la movilidad sostenible y, por último, reforzar los lazos con las comunidades locales.

## 2.2. COMPROMISOS Y ACCIONES

---

Como ya hemos visto en la introducción, Michelin es una empresa que se toma muy seriamente sus valores. En este apartado vamos a detallar más profundamente los compromisos que la compañía quiere llevar a cabo con el medioambiente, la economía, sus empleados, la prevención de riesgos laborales, las comunidades, la seguridad vial, y su propia ética.

La protección del medioambiente es una condición esencial para el crecimiento responsable al que aspira la empresa, limitando el impacto en la naturaleza de sus productos y operaciones de fabricación.

Para conseguir un avance se pretende mejorar el rendimiento del producto y reducir la huella que se ejerce en el medioambiente en un 40% entre 2010 y 2020. Para disminuir la huella, se incluyen factores como el uso de recursos naturales, el envío de desechos al vertedero y la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 10%.

Asimismo, la investigación en el campo del desgaste del neumático persigue un menor impacto ambiental por su utilización. Dentro de este campo también hay que señalar la gran preocupación por el reciclaje en la empresa, que trata este asunto de manera responsable e innovadora, diseñando fórmulas que permitan el reciclado del neumático.

Además, se debe hacer una referencia al cultivo del árbol del caucho que proporciona empleo a más de 30 millones de personas. Y a través de él, Michelin demuestra su interés por la protección de este recurso natural para que sea un cultivo sostenible, con terrenos propios extendidos a lo largo del mundo (Figura 2.1).



Figura 2.1. Árbol del caucho

En cuanto al compromiso económico, que tiene como objetivo el aumento del rendimiento, Michelin persigue el desarrollo de una estrategia industrial que les permita competir de manera dominante en los mercados emergentes.

Con tal fin, han implantado el "Bib Ramp Up"; una de las herramientas con mayor éxito que optimiza y guía las inversiones para poder así reducir los plazos de entrega y los costes de inversión.

Esta herramienta se basa en la inversión para conseguir un inventario con piezas disponibles de manera casi instantánea y, en segundo lugar, persigue la polivalencia de talleres y trabajadores. Por ende, pretende cumplir con la demanda en los periodos de mayor actividad y con ello elevar sustancialmente el rendimiento.

En el área de los compromisos con los empleados, Michelin tiene unos objetivos sociales exigentes que protegen al trabajador y equivalen a un gran número de convenios internacionales. De esta manera, se asegura el bienestar y consecución personal de sus empleados protegiendo su salud y seguridad y creando un magnífico ambiente de trabajo compensado en cuatro áreas: física, psicológica, relaciones interpersonales y realización personal. Al mismo tiempo, Michelin ofrece una compensación justa que represente la participación del empleado en el conjunto del Grupo.

A su vez, hay que destacar el profundo esfuerzo que hace Michelin en materia de prevención de riesgos laborales. Posee una política que persigue una gestión eficaz de los riesgos laborales aportando todos los recursos necesarios. Sus diferentes áreas estudian prevenir desde el diseño, respetar las legislaciones vigentes, determinar el origen de los accidentes y establecer un plan anual de riesgos mediante el cual se forma e informa al personal y se fomenta su participación.



En relación con los empleados, surge en Michelin el compromiso con una participación activa en las comunidades locales cercanas a sus instalaciones de las que forma parte. Este compromiso se hace más patente en su involucración en el empleo, la movilidad y la educación; siendo el impulsor de un gran número de iniciativas en todos los territorios en los que tiene presencia.

Uno de los compromisos más importantes y comunes con la sociedad es la mejora de la seguridad vial que implique una concienciación y una reducción del número de accidentes.

Michelin juega un papel clave en este apartado liderando una amplia variedad de iniciativas por todo el mundo, con el objetivo de salvar vidas. Trabaja en cooperación con los gobiernos sensibilizando a las poblaciones y formándolaos en seguridad vial.

Es destacable la colaboración con la Comisión Europea entre 2009 y 2012, llevando a cabo el programa ROSYPA, que llegó a 1,1 millones de jóvenes en Europa. Simultáneamente, Michelin dedica más de 600 millones de euros al año en la investigación para la mejora de la seguridad de sus neumáticos.

Finalmente, como parte de su compromiso de seguir las reglas de la ética y la lucha contra la corrupción, Michelin informa y capacita a su personal en todos los niveles para cumplir con el código ético del Grupo. Para ello, suscita la implicación de todos sus trabajadores para defender la integridad la compañía, y se transmite una formación en la denuncia de irregularidades que enseña y facilita los procedimientos para denunciar irregularidades.

Por consiguiente, Michelin toma una posición firme sobre la prevención de la corrupción aplicando la prevención, formación, control interno y medidas disciplinarias.

### 2.3. HISTORIA

---

La historia de Michelin comienza en la segunda mitad del siglo XIX en Clermont-Ferrand (Francia). Previamente en 1832, Aristide Barbier y Edouard Daubrée abrieron una fábrica que se dedicaba a la fabricación de maquinaria agrícola y accesorios de carruajes. Sin embargo, tenemos que avanzar en el

tiempo hasta 1889, cuando los hermanos Edouard y André Michelin heredaron dicha factoría y renombraron a la compañía como "Michelin et Cie".

Tan sólo dos años después los hermanos patentaron un neumático novedoso debido a que tenía la capacidad de desmontarse tras un pinchazo y reutilizarlo, arreglándolo de manera casi instantánea.

Fue este neumático para bicicleta lo que propicio en ese mismo año que Charles Terront ganase una importante competición que lo situaría por encima de su principal competidor en ese área, Dunlop.

A partir de entonces, Michelin saltó al mundo de la fabricación de neumáticos para automóviles. En 1894 se creó la primera llanta para automóviles y un año después Michelin presenta su nuevo diseño, "El Eclair", el primer automóvil con llantas capaz de realizar la carrera entre París - Burdeos - París.

En 1898, de la mano de los hermanos Michelin, nace *Bibendum*, el "muñeco Michelin". Desde su creación y hasta la actualidad, ha sido imagen y símbolo de la empresa representando un gran éxito que ha evolucionado a través del tiempo (Figura 2.2). Poco después, en 1900, se publica la primera guía Michelin de la historia, que significará el comienzo de un servicio para viajes que perdura hasta nuestros días.

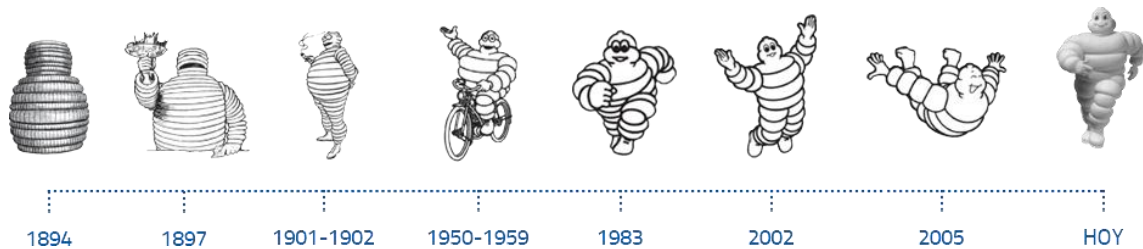


Figura 2.2. Evolución de Bibendum

Mientras tanto, en España, en el año 1909 se crea la "Sociedad Anónima del Neumático Michelin" y al año siguiente la Guía Michelin que incluye los hoteles y restaurantes de España y Portugal.

A partir de entonces, Michelin comienza una estrategia de expansión gracias a sus excelentes manufacturas y patentes, sus importantes guías, e incluso el control en la compañía Citroën que le pertenecería hasta 1975. En el caso español, la empresa instala la primera fábrica en la península y la sitúa en Lasarte, donde fabrica su primer neumático en 1934.

En 1937 comercializa los primeros neumáticos con hilos metálicos en su interior, que serán la antesala de un neumático revolucionario creado en 1946 y denominado "El Radial". En los años posteriores y debido a la constante innovación de la empresa, dicho neumático se ha incorporado en maquinaria para ingeniería civil, agrícola, motocicleta e incluso aviones.

Respecto a lo que acontece en España, se crean las nuevas fábricas Michelin en Vitoria en 1966, Aranda de Duero en 1970 y en Valladolid en 1973. Además, se crea en 1983 el Centro de Experiencias Michelin de Almería (CEMA), que es el centro de pruebas más importante del mundo de sus características.

Por último, cabe destacar que Michelin tiene el record mundial en el diseño del neumático más grande. Con fecha de 2007, se trata de una cubierta que tiene aplicación en la excavación minera. Adicionalmente, en 1995, la fábrica de Vitoria tenía el honor de haber fabricado un neumático que en el momento ostentaba el mismo record.

#### 2.4. EN EL MUNDO

---

Michelin destaca como una de las empresas punteras en el mercado del neumático, con una cuota del 16,3% del mercado mundial en cifra de negocios, lo que la sitúa entre una de las dos compañías del mundo con mayor volumen de negocios. Asimismo, también está a la cabeza de los servicios relacionados con los viajes.

En base a las ventas netas, Michelin se sitúa en la primera posición junto a Bridgestone que la supera por un pequeño margen que fluctúa debido al cambio euro/yen; ya que mientras que la primera opera en euros, la segunda lo hace con sede en Japón y utiliza el yen.

Por otro lado, el Grupo Michelin posee una serie de marcas que también centran su producción en la fabricación de neumáticos. Por una parte, son más baratas que las cubiertas producidas con marca Michelin, pero, a su vez, ofrecen la seguridad y confianza que representa la imagen de marca de la productora número uno de neumáticos. Algunas de ellas son: BF Goodrich, Kleber, Taurus, Tigar, Kormoran, Uniroyal o Riken.



Debido a su liderazgo en tecnología, su gestión de la innovación, marcas de importante peso y los mejores productos y servicios; Michelin está totalmente preparada para seguir una estrategia de expansión global y mejora de la eficacia en todas las parcelas de su actividad.

A continuación, con el fin de mostrar la importancia de Michelin dentro del sector del neumático detallaremos una serie de datos relevantes: la compañía está presente en todos los continentes, con un total de 72 plantas de producción en 19 países y cuenta con 112.300 empleados, que abarcan un total de 120 nacionalidades diferentes.

Además, produce más de 178 millones de neumáticos y más de 16 millones de mapas, guías y otros productos en un año; lo que le aporta unas ventas netas de 19.553 millones de euros. Supone el 80% de los neumáticos vendidos en el mercado de remplazo para turismo, camioneta y camión. En último lugar hay que señalar que cuenta con una presencia comercial extendida en más de 170 países.

El Grupo Michelin posee una organización mundial que lleva a cabo un Departamento de Operaciones de Negocios dividido en cuatro líneas de productos, las cuales son responsables de sus resultados.

La primera es la línea destinada a la producción de vehículos de pasajeros y camiones ligeros; a continuación, encontramos la línea dedicada a la fabricación de neumáticos de camión. En relación con las dos anteriores, pero elaborando cubiertas de mayor envergadura, está la línea de producción de productos especiales para la agricultura, ingeniería civil y aeronaves. Por último, el departamento que se encarga de la elaboración de materiales.

Estos departamentos corporativos aseguran con solidez las políticas del Grupo, proveyendo asistencia, información de expertos y eficiencia en todos los procesos.

## 2.5. ESPAÑA

---

En nuestro país, la empresa Michelin posee un importante peso a nivel de producción respecto al Grupo, con una gran calidad en sus productos que están distinguidos víaa diferenciación.

En la actualidad, más de 8.000 personas forman parte del personal de MICHELIN ESPAÑA - PORTUGAL S.A. Éstos fabrican la práctica totalidad de las gamas de producto, comprendiendo neumáticos para obras públicas, turismo, camión, equipos agrícolas y autobuses, entre otros. Debido a este hecho, el 85% de la plantilla ejerce su profesión en actividades industriales.

### 2.5.1 Sede social y comercial

La sede social, que a su vez forma parte de la dirección comercial de Michelin en España, se encuentra ubicada en Tres Cantos, que es una localidad que pertenece a la Comunidad de Madrid.

En el mismo lugar está el CFAM, Centro de Formación y Asesoramiento, que imparte cursos para los trabajadores de la compañía y el personal perteneciente a sus redes de distribución.

Además de la sede madrileña, en Valladolid se encuentran las Oficinas Generales, que comparte parte de su actividad comercial con Tres Cantos, formando el conjunto que gestiona el Grupo Michelin en toda la península ibérica.

El cometido de esta sede es el de actuar de representante legal de la sociedad, reagrupando y canalizando las distintas informaciones que proceden de las diferentes áreas conformadas por la Industrial, la Comercial y Ensayos. Dichas informaciones son necesarias para llevar a cabo las actividades de tipo legal de la empresa.

Sus tareas se dividen en dos partes: interiores y exteriores. Las interiores se componen por las actividades relacionadas con las finanzas, seguros, contabilidad, auditorías internas e informática. Por otro lado, las exteriores las



conforman los aspectos jurídicos y relaciones con sus grupos de interés como accionistas y administración.

### 2.5.2 CFAM

El Centro de Formación y Asesoramiento Michelin, corresponde con las siglas C.F.M.A. Fue inaugurado en el año 1981 y desde entonces ha impartido ya más de 85.000 horas de actividad formativa, con una media de 375 cursos anuales. Asimismo, el número de personas que participan en las actividades del centro ronda las 3.500, siendo más del 65% de ellas exteriores a la plantilla propia de Michelin.

Michelin hace especial hincapié en ofrecer la máxima calidad de servicio al cliente, por esa razón, es tan importante la formación constante que genere un importante avance. En definitiva, este centro busca, con una moderna estrategia, la formación y el asesoramiento de los productos y servicios Michelin a los clientes.

Los objetivos que quiere alcanzar el CFAM, se persiguen poniendo en práctica 5 líneas guía que se explican a continuación:

La primera tiene un carácter interno y se fundamenta en el **desarrollo de competencias** para el propio personal Michelin identificando las fuerzas de venta en cada puesto, definiendo acciones y planes para la formación en dichos puestos, elaborando módulos comerciales y en último lugar, preparando a los cuadros comerciales.

La segunda línea guía se basa en conseguir que **el producto y sus servicios asociados se revaloricen**. Con tal fin, se imparten cursos en las diferentes áreas de producción que formen sobre el producto y sus servicios. También se incluyen en este campo los cursos de diversificación.

En tercer lugar, se persigue el **enriquecimiento con programas cualitativos** que dinamicen los puntos de venta de los productos principales como turismo, camión y agrícola, además de otra serie de programas específicos y Máster para futuros gerentes.

La siguiente línea guía pretende **crear servicios de valor añadido**, que complementen a los propios. Entre varias de sus propuestas destacamos los



proyectos de implantación, auditorías de calidad para un mejor servicio y la constitución de sociedades fiscales y contables.

En último lugar, pero no menos importante, se quiere potenciar el **desarrollo de la función comercial**. En este apartado se incluye la formación en marketing, la definición de organigramas y puestos de trabajo, la elaboración de programas de evaluación de las Fuerzas de Venta, otros métodos de autoevaluación y proyectos de bases de datos que sirvan como formación.

### 2.5.3 CEMA

El Centro de Experiencias Michelin de Almería (CEMA) es uno de los centros de ensayo más importantes del mundo. Su importancia radica en la ubicación en la que se encuentra, con uno de los menores índices de lluvias en Europa y en él se desarrolla una constante actividad para su gran variedad de líneas de producto.

Entró en funcionamiento en 1973 y su extensión cubre un terreno de 4.500 hectáreas del Cabo de Gata. La alta preocupación de Michelin por el medioambiente, provoca que realicen una labor activa de repoblación y de cuidado de los suelos con el fin de conservar la flora y la fauna.

Los trabajadores forman una plantilla de 250 personas, con un conjunto de 40 pistas que equivalen a un total de 100 kilómetros, en las que más de 300 vehículos realizan ensayos de todas las características. En total, el centro posee 20 edificios que ocupan un área de 60.000 metros cuadrados (Figura 2.3).



Figura 2.3. Centro de experiencias de Almería (CEMA)



La importancia de la factoría de Lasarte se hace patente debido a que afrontan la responsabilidad de poner a punto diversos productos para su posterior fabricación. Además, se encarga de realizar pequeñas series de cubiertas especiales, así como, las destinadas a la competición deportiva del más alto nivel.

### 2.5.5 Vitoria

Fue la segunda factoría española de Michelin, dado que se comenzó a construir en el año 1964 y produjo su primer neumático en el año 1966, en concreto, una cubierta para maquinaria de obras públicas.

La fábrica comenzó a funcionar con el objetivo concreto de especializarse en la construcción de neumáticos de grandes dimensiones, en concreto, los destinados a maquinarias de obras públicas y minería. Sin embargo, con el paso del tiempo, la fábrica fue adoptando nuevos talleres dedicados a realizar neumáticos de camión, tractor, hilos metálicos para el interior de las ruedas y diversos tipos de goma que forman parte de la mezcla para las diferentes cubiertas.

Vitoria en términos cuantitativos es la fábrica con mayor extensión, un total de 197.000 metros cuadrados, y a su vez, cuenta con la mayor plantilla de todas las españolas, 2.821 personas. Debido a su gran importancia para el Grupo, la factoría ostentó el record de haber conseguido elaborar el neumático más grande del mundo (Figura 2.5).



Figura 2.5. Fábrica de Vitoria

## 2.5.6 Aranda de Duero

La primera fábrica Michelin construida en territorio castellano leonés, concretamente en la localidad de Aranda de Duero, elaboró su primer neumático en el año 1970, convirtiéndose en el tercer centro industrial de la península ibérica.

Para confeccionar sus ruedas, en la actualidad la factoría cuenta con una plantilla total de 1.120 personas y su superficie abarca un total de 135.274 metros cuadrados (Figura 2.6).

A nivel del Grupo Michelin, se trata de la planta industrial más importante y productiva de neumáticos de camión. Además, en Aranda se elaboran conjuntos montados como ruedas metálicas, cubiertas, válvulas, masa de equilibrado y puesta a presión, para los fabricantes de vehículos.



Figura 2.6. Fábrica de Aranda de Duero

## 2.5.7 Valladolid

La fábrica de más reciente creación en España está ubicada en la capital castellano-leonesa de Valladolid y data del año 1973. En ese mismo año se fabricó su primer neumático destinado a un turismo americano. Pero no fue hasta 1975 cuando comenzó a elaborar neumáticos con destino a vehículos de origen europeo.

La superficie que ocupa es de unos 150.000 metros cuadrados, aunque en la actualidad se está llevando a cabo la creación de unos almacenes nuevos que servirán sobre todo para almacenar las cubiertas elaboradas por su taller de recauchutado (Figura 2.7).

Este centro industrial cuenta con una plantilla de 1.444 trabajadores que actualmente está en aumento debido a un incremento en la demanda y la ampliación de un mayor número de equipos en diversos talleres de la factoría.

Es, además, una factoría en la que hay diversidad de actividades. En ella se confeccionan neumáticos para turismos, maquinaria agrícola, mezcla de gomas que exporta a un gran número de fábricas europeas y españolas, actividad de renovado, almacenes de producto terminado y las Oficinas Generales del Grupo Michelin a nivel peninsular.

En el caso de los talleres de turismo y renovado de camión, también conocido como recauchutado, cuentan con la más alta tecnología y son de gran importancia para el Grupo a nivel mundial.



Figura 2.7. Fábrica de Valladolid

## 2.6. TALLER DE RENOVADO / PLE

---

En noviembre de 1975 dio comienzo la actividad para el renovado de neumático de camión con la denominación Michelin **REMIX** en la fábrica de Valladolid. Cuenta con la más alta tecnología para la reutilización de cubiertas



usadas de camión y se sitúa a la cabeza de esta actividad siendo de gran valor para el Grupo Michelin a nivel mundial.

La actividad de renovado fue previamente conocida como recauchutado, sin embargo, con el paso del tiempo y la innovación aplicada ha generado un resultado muy diferente que cuenta con una gran calidad. En consecuencia, el aspecto final del neumático es excelente y supone una gran dificultad distinguir una rueda de camión completamente nueva de una a la que se ha llevado a cabo este proceso.

A pesar de la ampliación de la maquinaria automática y el subsiguiente avance en la innovación, continúa siendo un taller con una menor automatización que otras plantas dentro de la fábrica de Valladolid, debido a que requiere un gran esfuerzo manual, que actualmente no puede ser suplido por máquinas.

El taller de Renovado/PLE ha sido el lugar donde se ha elaborado este Trabajo Fin de Grado, y explicar cómo funciona el proceso que se desarrolla desde que entra la carcasa usada hasta que su elaboración termina, es una parte fundamental para establecer un marco conceptual.

### 2.6.1 Proceso de producción

El proceso de producción de este taller pasa por diferentes sectores encargados de inspeccionar, tratar y fabricar los productos que van llegando. Estos sectores o áreas se denominan A.M.F. y existen tres, que según el orden en el que pasa el neumático son la AMF de Verificación / Carcasas, la AMF de Cepillado / Reparación y, en último lugar, la AMF de Confección / Cocción.

Con el fin de no generar dudas a la hora de comprender todo el proceso, vamos a efectuar una aclaración de algunos términos antes de comenzar a explicarlo detalladamente.

Dependiendo de la fase de fabricación en la que se encuentre el neumático, se le va a denominar de 3 formas diferentes:

Desde que entra en el taller hasta que finalice la actividad de reparación en el AMF de Cepillado, se le denominará **carcasa**; desde ese momento y hasta que acabe el proceso de cocción y salga de la prensa, se le denominará



**bandaje.** Por último, cuando salga de la prensa como un neumático "terminado" se le llamará **cubierta**.

La primera etapa del taller de renovado comienza en el momento en el que los neumáticos usados son traídos por transportistas o grandes empresas de camión. Estos clientes buscan en este trabajo poder darles una segunda, y hasta una tercera vida, siempre que cumplan una serie de condiciones de calidad para su tratamiento.

Hasta hace unos meses sólo se admitían ruedas que fueran de marca Michelin, pero debido a una expansión de la actividad, en la actualidad se están llevando a cabo neumáticos de marca Laurent. Esto ha implicado un mayor conocimiento por parte de los operarios y una ampliación de la plantilla.

En un descampado en la parte lateral del taller, recientemente se ha construido un aparcamiento denominado "Stand by" con el fin de organizar mejor los diferentes camiones que depositan sus contenedores llenos de neumáticos usados. En el lugar donde se realiza la recepción de las carcasas, da comienzo la primera AMF: **Verificación / Carcasas**.

Este sector se encarga en primer lugar de recibir los camiones e introducir en el taller, por medio de carretillas, las carcasas que van colocando de manera ordenada en un primer almacén por medio de pallets a varios pisos de altura. Estos neumáticos van a tener una espera máxima de 18 días, plazo en el que se le tiene que dar una respuesta al cliente de si su rueda es apta o no para ser renovada, momento en el que el cliente realiza el pago.

La referencia y la ubicación de las carcasas es fundamental, sobre todo en el caso de que sean de tipo nominativo, dado que estos neumáticos han de ser devueltos al mismo propietario. Por otro lado, hay un segundo tipo denominado estándar que implica que el cliente muy probablemente no reciba las mismas ruedas que entregó.

Cuando las carcasas salen del almacén, se las lava manualmente para eliminar la suciedad superficial y pasan por un proceso de control de la calidad. El proceso comienza con la aplicación de rayos x en una sala protegida contra la radiación y se comprueba que no hay ninguna herida interna (hilo metálico roto) en alguna zona mediante el análisis visual de las placas.

A continuación, se lleva a cabo el proceso de verificación manual y visual por parte de los operarios que inspeccionan la rueda para, aceptar o descartar las

carcasas en función de si cumplen con las tolerancias determinadas por su modelo y dimensión (Figura 2.8).



Figura 2.8. Operario verificando una carcasa

El proceso de verificación acaba cuando los operarios dan el visto bueno a un neumático y lo envían por medio de unos tapices hasta la serigrafía, que tiene el cometido de expedir una nueva etiqueta que servirá de identificación y localización en el taller. Por último, se vuelven a ordenar en pallets en otro almacén donde estarán un máximo de 14 días.

Por otro lado, las carcacas que no hayan pasado el proceso de verificación o cualquier otro proceso a lo largo del taller, se las dará la denominación CR3 y se procederá a su eliminación.

Tras el almacenamiento de las ruedas verificadas, los operarios de cepillado hacen un pedido que los conductores de carretillas han de encargarse de transportar hasta el interior de la segunda AMF: **Cepillado / Reparación**. Este área es el que más pilota debido a que es donde se sitúa el cuello de botella del taller.

La primera actividad que se lleva a cabo en este sector consiste en la eliminación de la banda de rodadura o cima, y los flancos o laterales de la carcaca. Todo el material que se sustrae es goma, en concreto las zonas exteriores que han estado en contacto con el suelo.

Las máquinas encargadas de realizar esta operación se denominan CDCN (Cardadora Dechadora de Control Numérico), que son automáticas y al



mismo tiempo pueden dechapar la banda de rodadura y los flancos del neumático. Aunque también se puede realizar este proceso de forma manual con la dechapadora T5, la dechapadora de cima o la de flancos.

Una vez termina este proceso de eliminación de goma, los neumáticos van desplazándose a través de una serie de tapices o cintas transportadoras que, al recibir un pedido por parte de un operario de cepillado manual, envían una carcasa de dimensiones aleatorias hasta el operario. El carácter aleatorio del envío se debe a que no tiene la misma complejidad para trabajar una rueda de grandes dimensiones, una a la que hay que hacer un parche o una que requiere mayor eliminación de goma.

El **cepillado manual** es, sin duda, la operación más manual y la que requiere un mayor número de trabajadores y esfuerzo de todas dentro del taller. El proceso ha evolucionado muy poco con el tiempo y es prácticamente idéntico que hace 30 años, lo cual implica que no se haya avanzado tanto en ergonomía. Michelin, consciente del problema, está intentando diseñar un nuevo prototipo más automático que ayude al operario y permita realizar esta tarea a todo tipo de personas, sin embargo, los costes son sumamente elevados y el rendimiento queda muy por debajo del deseado.

Los operarios de cepillado, comienzan la tarea de trabajar una carcasa solicitando a un ordenador un neumático. A continuación, lo transportan rodando hasta su puesto y lo ubican en un polipasto que permite elevar la rueda a la par que girarla para poder completar sus operaciones.

Con la ayuda de una serie de herramientas tales como cepillos de púas metálicas, muelas, cardas, plantillas o cuchillos, entre otros; el operario hace limpieza de la superficie de la rueda, corta cables internos o hace agujeros y pule la zona para posteriormente colocar parches. De tal manera que a la carcasa no la quede ningún proceso para que pueda comenzarse a añadir sobre su superficie nuevas capas de goma para su posterior coacción. En la Figura 2.9 se puede observar a un operario limpiando la cima de la rueda con un cepillo de púas.

Una vez que se acaba el cepillado manual, los operarios introducen los neumáticos en una máquina, llamada desempolvadora, que funciona de aspirador para que no queden residuos en el momento que se tengan que añadir las nuevas capas. A continuación, caen hasta el sótano y se desplazan por una serie de cintas transportadoras hasta que llegan a la zona de reparación.



Figura 2.9. Cepillado manual de la cima de una carcasa

La reparación de la carcasa consiste en añadir manualmente goma a las heridas hechas por el cepillo y rellenar los agujeros, a los que se les adherirá un parche en la parte interior, de la misma forma que se arregla el neumático de una bicicleta. En el momento en el que acaba el proceso, el operario desplaza el neumático hasta una cinta transportadora que conducirá a la rueda hasta un almacén automático que se encarga de ubicar las carcassas por tipo hasta el momento que reciba un pedido para comenzar su confección.

En el instante en el que un trabajador hace un pedido al almacén del sótano comienza la última AMF: **Confección / Cocción**. El comienzo de este sector persigue en su área de confección añadir la cantidad de goma exacta para que sea un neumático completo a partir de lo que en este momento sólo es su estructura.

En primer lugar, una máquina denominada Micro GLI añade un tipo de adhesivo especial en la cima con el fin de que se pegue el material que se va a añadir posteriormente. Máquinas como la PFBR o la Kaban irán añadiendo una banda de goma caliente al neumático mientras gira hasta alcanzar el peso deseado como muestra la Figura 2.10.

Al salir de la Kaban y la PFBR se pesan para comprobar si tienen el peso correcto. En el caso de que se pase o se quede corto, se realiza un estudio para establecer si hay que retirar la goma adherida en otra máquina llamada Collman, o si hay que añadir un poco más.



Figura 2.10. Kaban añadiendo goma al neumático

Cuando al bandaje se le ha puesto la cima, a través de unos tapices se dirige a la Micro Extrusión de flancos que termina de añadir goma de manera automática a los laterales del neumático. Por último, las ruedas van accediendo una a una por un robot automático que lee el código de la etiqueta y le clava una placa metálica que servirá de localizador a partir de este momento. Justo a continuación, a través de unas cintas se van almacenando para su posterior cocción.

Hay dos tipos de prensas de cocción: una que funciona de forma manual controlada por un operario, y están formadas por las líneas A y B con un total de 33; y la otra que es automática, y sólo requiere labores de mantenimiento. Está formada por la línea C, con 8 prensas.

Los bandajes son requeridos por el operario en función del número de prensas que están vacías y las tolerancias que se puedan realizar en ese momento. El operario en las líneas A y B, con la ayuda de máquinas, sitúa en el interior de un molde el neumático sin cocer y cierra la prensa durante 20 minutos hasta que ha finalizado el proceso de vulcanizado que transforma el material, que se vuelve más duro y resistente al frío (Figura 2.11).

Cuando la prensa de cocción termina el proceso, se abre y envía la cubierta a un circuito de enfriamiento situado en el sótano que somete a la rueda a un enfriamiento decreciente que hace que el neumático alcance la temperatura ambiente. Una vez que se han enfriado, las cubiertas se dirigen a una máquina denominada EPA, que se encarga de ejercer una presión de 0 a 8 bares en 4 segundos como control de calidad y seguridad.



Por otro lado, los servicios que ofrece Michelin están únicamente relacionados con la movilidad y con soluciones que pertenecen al mundo de los neumáticos y desplazamiento de personas.

### 2.7.1 Marcas del grupo Michelin

Michelin posee una extensa variedad de marcas comerciales con el objetivo de llegar a todos los segmentos del mercado y ofrecer a cada cliente el correcto rendimiento al precio justo.

En términos generales, la marca " Michelin " es valorada con la mayor calidad de manera global, en el que también ocupa un puesto importante su marca secundaria "BF Goodrich", más destinada a vehículos deportivos y todoterrenos.

Además, representan fuertes marcas regionales: "Uniroyal" en América del Norte, "Kleber" en Europa y "Warrior" en China. Y en último lugar, una serie de marcas líderes en mercados nacionales como "Kormoran", "Riken", "Siamtyre", "Taurus", "Tigar" y más concretamente en el caso español para neumáticos de recauchutado, "Remix" y "Laurent" (Figura 2.12).

### 2.7.2 Línea de productos

La gama de productos Michelin engloba productos de gran calidad que en su mayor parte tienen relación con la movilidad de personas. Para describirlos, están divididos en neumáticos, productos de uso cotidiano y, por último, la guía Michelin en concreto.

Dentro del primer grupo destinado a los neumáticos podemos encontrar para turismo, moto y scooter, bicicleta, camión, maquinaria agrícola, obras públicas, avión, líneas deportivas y el renovado. En la actualidad, todas ellas forman parte de las líneas españolas, con la excepción de avión y deportivas.

Por separado, cada una debe establecer sus estrategias adaptadas a las peculiaridades de sus clientes y canales de distribución y, además, han de vender los productos adecuados y garantizar un buen servicio postventa.



Figura 2.12. Marcas del Grupo Michelin

Los neumáticos de **turismo** tienen una gama de productos realmente extensa llegando a comercializar más de 2.500 productos abarcando diversos mercados como turismo, coches de época, competición, camioneta y 4x4. Las características que precisan son muy diferentes, pero gracias a la excelente estrategia multimarca explicada anteriormente, las necesidades de los clientes quedan cubiertas.

Las cubiertas de turismo llegan hasta el cliente gracias a una elaborada red de distribución, mediante especialistas, concesionarios, talleres o hipermercados, entre otros. Dicha red crea programas de colaboración final y representa un éxito debido a su valor añadido.

Las cubiertas destinadas a maquinaria **agrícola** son proporcionadas por las marcas Michelin, Kleber y Taurus; y cuentan con una serie de especialistas para su distribución que, por lo general, se asientan en el medio rural y venden tanto a grandes como a pequeños agricultores.

En el caso de la fabricación de neumático de **camión**, España comercializa más de 300 dimensiones con sus marcas Michelin y Taurus. A este dato, hay que añadir las casi 300.000 cubiertas que se renuevan cada año en Valladolid, el cual supone un gran ahorro para los camioneros. Debido al hecho de que es un producto destinado a profesionales, la distribución se lleva a cabo a través de un equipo técnico y comercial en contacto directo con los usuarios.

**Dos ruedas** engloba los productos de cuatro áreas diferentes: moto, ciclomotor, scooter y bicicletas; y en su conjunto forman una gama de 1.800

elementos. Esta línea cuenta con especialistas formados en este tipo específico de neumático para su venta.

Para España, **obras públicas** tiene a la venta más de 300 modelos de cubiertas diferentes divididas en las categorías de ingeniería civil, trabajos públicos y manutención.

La distribución de este tipo de neumáticos de gran tamaño se lleva a cabo a través de agentes nacionales de Michelin, que forman un equipo de especialistas en obras públicas y minería. Entre sus principales consumidores se encuentran explotaciones mineras, empresas de construcción, industrias y explotaciones forestales.

En segundo lugar, los **productos de uso cotidianos** que ofrece Michelin incluyen algunos accesorios y calzados de automoción. Estos objetos sirven de ayuda al objetivo que persigue el Grupo para mejorar de forma sostenible la movilidad de bienes y personas.

La adquisición de estos accesorios puede llevarse a cabo en más de 85 países con 45.000 puntos de venta autorizados que alcanzan al año los 16 millones de productos vendidos. Además, siguiendo la línea de la política ecológica que caracteriza a la compañía; todos los productos han sido elaborados cumpliendo los criterios de respeto y calidad establecidos por Michelin. En la Figura 2.13. que se muestra a continuación, se pueden observar algunos de los accesorios.



Figura 2.13. Productos de uso cotidianos Michelin



Por último, debido a su importancia particular y lo que ha supuesto desde su creación, la **Guía Michelin** merece mención aparte. Durante más de un siglo, ha sido de vital importancia en el mundo de los viajes, generando una permanente evolución que ha desembocado en nuevas herramientas como "Vía Michelin " de gran utilidad para la organización de los viajes. A pesar de las nuevas tecnologías, sigue siendo un producto que se sigue vendiendo, gracias a su valiosa información.

### 2.7.3 Servicios y movilidad

Más allá de la fabricación de neumáticos y productos relacionados, Michelin ofrece una serie de servicios de movilidad que van desde mapas de carreteras, aplicaciones para móviles o guías para planificar tu viaje.

También desarrollan y comercializan soluciones para flotas de vehículos, o servicios de ingeniería para apoyar el I+D de los automóviles.

Como ya dijimos en el apartado anterior, su producto estrella para la movilidad ha sido desde el principio la Guía Michelin, que ha evolucionado hacia Via Michelin, con mapas, atlas y guías que proporcionan al viajero la información más actualizada para organizar sus viajes, elaborar sus propias rutas o seleccionar los mejores restaurantes y hoteles que incluye la Guía Michelin.

Via Michelin fue pionera en ofrecer una ruta a través de internet. Es, además, una sofisticada herramienta que abarca todo tipo de posibilidades, ofreciendo garantías y amplias informaciones para organizar tu viaje con todo lujo de detalles, tengas el vehículo que tengas.

En segundo lugar, otro tipo de servicios que ofrece Michelin son soluciones para flotas de vehículos. Para brindar el mejor servicio a los clientes se establece una relación a largo plazo fundamentada en garantizar que se cumplan los resultados prometidos relacionados con el ahorro de combustible, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la disminución del tiempo de inactividad del vehículo. Si el objetivo se alcanza, los ahorros son compartidos; en caso contrario, el cliente recibe una compensación.

En resumen, Michelin se presenta como el socio ideal para flotas que buscan un tratamiento personalizado y que, a su vez, mejore su eficiencia, productividad y reduzca el impacto ambiental.





Por último, los servicios de ingeniería proporcionan a constructores y proveedores el equipo adecuado para hacer ensayos con vehículos y neumáticos con la dirección de un cuerpo técnico que permita avanzar hacia el futuro gracias al I+D.

En cualquier situación, independiente de la escala del proyecto, del tipo de vehículo que se quiera probar, sea para profesionales o no; la mejor experiencia disponible con un gran abanico de posibilidades puede llevarse a cabo con este servicio.

En definitiva, los servicios de ingeniería que ofrece Michelin aportarán a dichos proyectos los conocimientos y experiencias de una compañía líder en el mundo, garantizando la máxima calidad.





## CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE LOS PUESTOS DE CEPILLADO MANUAL

### 3.1. TEORÍA: LA METODOLOGÍA 5S

---

La metodología que se describe en este apartado constituye la base teórica que sirvió para llevar a cabo de forma práctica el estudio, la toma de decisiones y la implementación de acciones durante el tiempo que pasé realizando el proyecto. Estas técnicas son de gran utilidad para realizar en cualquier organización numerosas mejoras a bajo coste.

Cuando se aplica en la práctica esta herramienta que se fundamenta en la organización, orden y limpieza; se aprovecha una excelente oportunidad para avanzar. De manera sistemática, la gestión se mantendrá y se mejorará continuamente, lo que supondrá de forma inmediata una mayor productividad y un mejor lugar de trabajo.

Las 5S es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en realizar actividades de organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo, que mejoren el ambiente con la participación de todos los individuos y la seguridad, equipos y productividad de todo el entorno.

Fue desarrollada inicialmente en Japón por la compañía Toyota en los años 60 y es una herramienta de muy sencilla y de amplia aplicación que puede suponer una gran mejora con un uso muy reducido de recursos.

Las ventajas que nos aportan las 5S en líneas generales se pueden dividir en 3 grupos. En primer lugar, al ser una **estrategia grupal**, se obtiene el compromiso de todos los trabajadores en la mejora de su puesto y aporta al conjunto un objetivo común.

Como segunda ventaja es debida a que permite un aumento de la **productividad** mediante la reducción de los productos defectuosos, averías, accidentes, inventarios, traslados innecesarios o tiempo en el cambio de herramientas.

La tercera ventaja general es la **mejora del lugar de trabajo** y el ambiente. Conseguimos más espacio, satisfacción por el lugar donde trabajamos, mejor

## Estudio de los puestos de Cepillado manual

imagen y una mayor cooperación, compromiso y conocimiento del puesto de trabajo.

A consecuencia de la aplicación de esta metodología, se generan una serie de efectos positivos en los empleados. Tiene un carácter motivador ya que averigua en qué situación inicial nos encontramos y establece unos objetivos que afectan a todo el grupo, transforman el equipo de producción hasta llevarlo a su estado ideal y, además, transforma al operador debido a que va a adquirir más responsabilidad y cualificación.

Las 5S son cinco conceptos cuyo nombre en japonés comienza por la letra "s", y están formados por: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

### 3.1.1 Seiri: organización y selección

La primera S, **Seiri**, traducida al castellano significa **Organización** y **Selección**. Su fundamento consiste en organizar todos los elementos y suprimir los innecesarios, para, a continuación clasificar estos últimos.

El objetivo que se persigue es aumentar el espacio de trabajo mediante el descarte de lo que nos sea inútil, como se puede observar en la Figura 3.1. Por otro lado, esta etapa nos servirá para establecer normas que nos permitan trabajar sin sobresaltos, fijándonos como meta mantener el progreso y realizar planes de acción para asegurar la estabilidad y una futura mejora.



Figura 3.1. Taller antes y después de aplicar las 5s

Para llevar a cabo este plan hay una serie de preguntas generales que nos podemos hacer: ¿qué debemos deshechar?, ¿qué debe ser guardado?, ¿qué puede ser útil para otra persona?, ¿qué deberíamos reparar?, ¿qué debemos vender?, ¿cómo organizaremos los residuos?

Una vez que se hayan puesto en práctica todas estas herramientas, se obtendrán unas ventajas como la reducción del espacio destinado a almacenamiento y, por ende, su transporte, seguros y deterioro. También suscita una mayor facilidad de operación y un menor cansancio físico, que en conjunto implican mayor productividad.

### 3.1.2 Seiton: orden

La segunda S, **Seiton**, significa **Orden**. Para ordenar hay que establecer una serie de normas de organización para cada elemento, y esas normas las colocaremos a la vista para acostumbrarnos e intentar mejorarlas en un futuro.

El objetivo principal es el de realizar una organización del espacio de trabajo de la manera más eficaz posible, es decir, ordenar para conseguir la herramienta que se necesita lo más rápido y de la manera más accesible posible, siguiendo el lema "*Un lugar para cosa y cada cosa en su lugar*". Como ejemplo, podemos encontrar un tablero de herramientas con sombras como el de la Figura 3.2.



Figura 3.2. Tablero de herramientas con sombras



Para realizar con éxito esta tarea hay una serie de preguntas generales que nos podemos realizar: ¿es posible reducir el stock de cada objeto?, ¿esto es necesario que esté a mano?, ¿todos llamaremos a esto con el mismo nombre?, ¿cuál es el mejor lugar para cada objeto?

La aplicación del **Seiton** implicará una serie de ventajas particulares como la menor necesidad de controles de stock y producción, facilitará la elaboración de tareas internas, reducirá el gasto para buscar las herramientas y el stock, aumentará la productividad e implicará un menor cansancio físico y mental que mejorará el ambiente.

### 3.1.3 Seiso: limpieza

La tercera S, **Seiso**, significa **Limpieza**. Todo el personal de la empresa debe llevarla a cabo; cada persona debe comprometerse a cumplir con la limpieza de su zona asignada, para lo que es preciso conseguir que el empleado se identifique con su lugar de trabajo. Se ha de lograr mantener el puesto de trabajo lo más limpio posible, sin llegar a lo absurdo, y, posteriormente, analizar de dónde proviene la suciedad y tratar de reducir o eliminar sus fuentes.

Para facilitar la consecución de la limpieza, hay una serie de preguntas generales que nos podemos hacer sobre nuestro lugar de trabajo: ¿cree que realmente se puede considerar limpio?, ¿cómo se podría mantener limpio siempre?, ¿qué recursos hacen falta?, ¿qué mejoraría el grado de limpieza?

Al realizar las labores de limpieza que indica este proceso, serán constatables una serie de ventajas como una mayor productividad de personas, máquinas y materiales, una mayor calidad y seguridad, supresión de pérdidas por suciedad y es fundamental para una buena imagen de la empresa.

### 3.1.4 Seiketsu: estandarización

La cuarta S, **Seiketsu**, significa **Estandarización**. Se pretende, mediante un control visual, establecer si una situación es normal o anormal, mediante unos estándares o normas sencillas y visibles para todos. Los recursos que pueden ser usados son advertencias de peligro, instrucciones para el uso de



equipamiento, avisos de mantenimiento preventivo y de limpieza, y operaciones de trabajo.

Esta técnica de gestión visual resulta muy útil para la mejora continua y se debe llevar a cabo por un grupo de responsables que realicen visitas para comprobar posibles lugares que necesiten una posible mejora.

Al igual que en los pasos anteriores, también podemos realizar una serie de preguntas sobre visualización y estandarización: ¿qué tipo de carteles, avisos o procedimientos hacen falta?, ¿los que hay en la actualidad son adecuados?, ¿calificaría su entorno de trabajo confortable?, ¿cómo podría actuar para que lo fuera?

Las ventajas particulares del uso de la cuarta S son: el aumento en la seguridad y mejora en el desempeño de los obreros, evita posibles daños al operario, mejora la imagen de la empresa, y eleva el nivel de satisfacción y motivación de los trabajadores.

### 3.1.5 Shitsuke: rigor

En último lugar, la quinta S, **Shitsuke**, significa **Rigor**. Se persigue mantener la disciplina en la aplicación de consignas y tareas con el fin de fomentar la mejora continua. Se debe crear el hábito de autoevaluarse y tener voluntad de hacer las tareas que se han establecido en el estándar y tratar de mejorarlo. Para ello, se puede hacer uso de hojas de control que servirán para ser rigurosos y responsables, así como mantener el nivel de referencia alcanzado.

En definitiva, el objetivo es que el resultado de las 4S primeras se convierta en algo rutinario obteniendo las 5S como el mejor valedor de la Mejora Continua, realizando el proceso cíclicamente como muestra la Figura 3.3. De esta manera, se establece un estado ideal dado que los materiales y los útiles innecesarios se han eliminado, todo se encuentra ordenado e identificado, la suciedad se ha reducido al mínimo, y además existe un control visual que expone los fallos y facilita su corrección.



Figura 3.3. Mejora continua: 5S

### 3.1.6 Pilares de las 5s en talleres

A continuación, vamos a constatar que la puesta en marcha de las 5S se sostiene sobre cinco pilares, una buena base y se completa la edificación con el tejado, según explica la Figura 3.4.

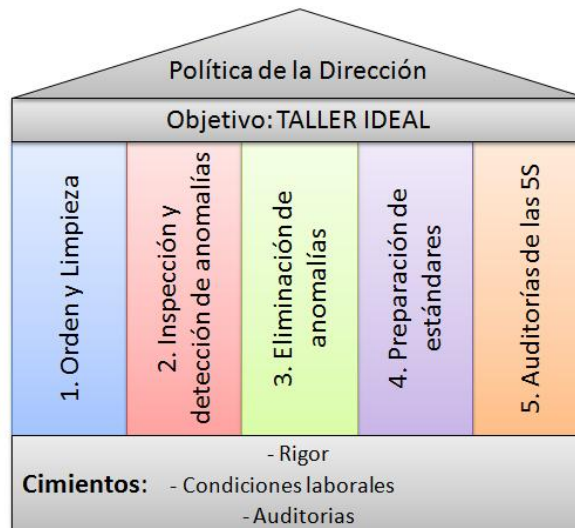


Figura 3.4. Pilares de la 5S

La base o **cimientos** están formados por tres puntos fundamentales: en primer lugar, hay que tener rigor y respeto de las consignas relacionadas con el medio



ambiente; en segundo lugar, establecer unas buenas condiciones de trabajo y seguridad; y, por último, mantener las auditorías de forma permanente.

Los **pilares** fundamentales son los descritos en la imagen: orden y limpieza, inspección y detección de anomalías, eliminación de anomalías mediante mejora continua y seguimiento, preparación de los estándares mediante la formación y la visualización, y el establecimiento de auditorías de las 5S.

El edificio queda completo con el **tejado** que incluye la estrategia de la dirección de la compañía y los objetivos para alcanzar el estado ideal. Para ello, se establece un plan director y otro plan de comunicación y sensibilización de todo el personal.

### 3.1.7 Bib standard: ámbito Michelin

Michelin, empresa donde se lleva a cabo este proyecto, ha hecho una adaptación propia el método de las 5S y le han dado una denominación personal: Bib standard. La teoría sobre la que se fundamenta el Bib Standard es básicamente la misma. A continuación, se explicará brevemente a través de un ejemplo correspondiente a la implantación de esta dinámica en los puestos de cepillado en el año 2011.

En primer lugar, eligieron un grupo de participantes formado por todos los operarios de cepillado manual y un grupo de técnicos que lo implantarían. A continuación, se puso en marcha un plan de comunicación para que supieran cómo se iba a desarrollar, ya que dicho plan tenía tres partes.

La primera consistía en un **diagnóstico** para definir el punto de partida, en el que se establecía la situación de partida de cada indicador, la identificación de puntos críticos en ergonomía y un estudio de las distancias a través de diagramas spaghetti.

La segunda se basaba en un conjunto de **acciones de progreso** que incluían la clasificación y posterior eliminación de cosas inútiles, la ordenación de las cosas útiles buscando "un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio", y una puesta en marcha de una limpieza para inspeccionar.

Por último, se buscaba **mantener** lo implementado mediante la fijación del estándar y la determinación de su método de seguimiento. Además, se



pretendía conservar mediante la creación de sus propios procedimientos, y su aplicación de forma efectiva y mantenida en el tiempo.

### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

---

El conocimiento de los puestos de trabajo de cepillado manual es fundamental para el desarrollo de nuevas ideas de mejora para su posterior estandarización.

El primer punto del análisis consiste en la descripción de todos los elementos del puesto, su situación y la presentación de la toma de medidas de un gran número de distancias, posiciones, tiempos, velocidades del flujo de aire en las aspiraciones y cantidad de iluminación.

Cabe destacar que todos los datos que hay incluidos en tablas, y miden distancias, van a tener unidades de **milímetros**.

#### 3.2.1 Dimensiones del puesto

Cada puesto está limitado por un conjunto de tres paredes de chapa metálica a los laterales y al fondo, un conjunto de barras metálicas que sostienen varios elementos y una zona de seguridad con el fin de evitar accidentes. Asimismo, por la zona superior entra un conducto de aspiración que absorbe la suciedad por medio de unos ciclones para depositarla en unas sacas destinadas al reciclaje. Todos estos elementos se pueden observar en la Figura 3.5.

En primer lugar, las **paredes** al estar fabricadas de una chapa metálica que no está diseñada para absorber o disipar el ruido, distan mucho de ser el tipo de protección óptima de manera ergonómica en cuanto a gestión del ruido industrial se refiere.

En la Tabla 3.1, que se muestra a continuación, podemos observar las dimensiones de cada puesto determinadas por la altura, anchura y fondo de las paredes metálicas.



Figura 3.5. Puesto completo de Cepillado Manual

Puesto	Alto	Ancho	Fondo
1	2.780	2.470	1.640
2	2.840	2.435	1.585
3	2.805	2.475	1.623
4	2.775	2.550	1.620
5	2.780	2.470	1.625
6	2.800	2.520	1.637
7	2.785	2.485	1.620

Tabla 3.1. Dimensiones generales del Puesto de Cepillado Manual

Observando los datos de cada puesto (en mm), se puede confirmar que las diferencias entre unos y otros son mínimas y carecen de importancia, siendo

## Estudio de los puestos de Cepillado manual

más notables en el puesto número 2 que tiene una menor superficie, pero sin llegar a ser significativas.

Por otro lado, las **barras del techo** no están colocadas en las mismas posiciones y la separación entre ellas varía. Debido a que estas barras metálicas realizan diversas funciones de sujeción de motores o lámparas, su distancia respecto de un punto de referencia va a ser relevante.

La Figura 3.6. es una proyección en planta que representa la ubicación, distancias relativas y utilidad de las barras. Dentro de cada cuadrado azul, se indica que elementos se sostienen de cada barra.

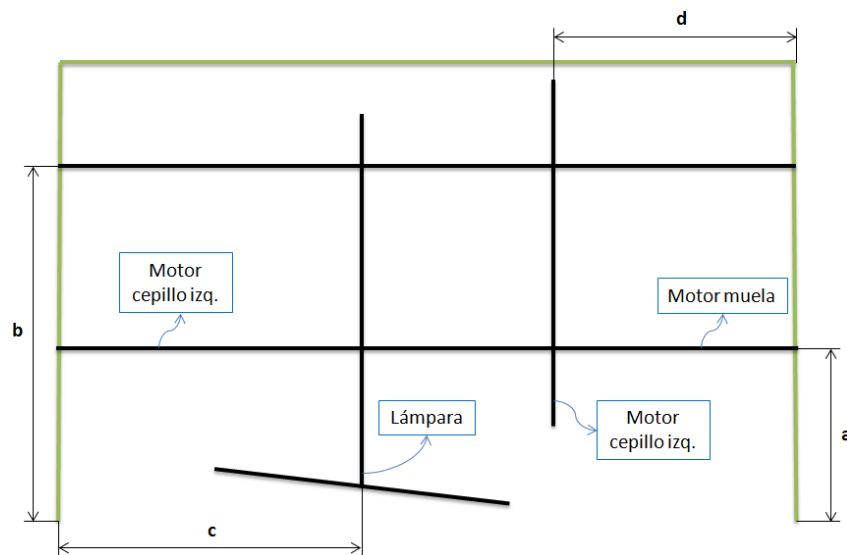


Figura 3.6. Vista en planta del puesto y distancias relativas entre paredes y barras

Las letras indicadas en la Figura 3.6. nos son de utilidad para describir una serie de distancias que podemos comparar en la Tabla 3.2.

Puesto	a	b	c	d
1	195	780	880	770
2	185	780	1.080	566
3	185	780	1.050	600
4	180	780	1.000	640
5	180	780	1.010	670
6	190	770	-	660
7	185	780	860	660

Tabla 3.2. Dimensiones del puesto y distancia relativa de las barras del techo

A continuación, se ha realizado otro dibujo del puesto en planta en el cual se refleja la ubicación del polipasto y el pilar donde se apoya la campana, respecto a las paredes. Asimismo, las dimensiones del polipasto, dibujado en morado, son exactamente las mismas para todos los puestos (660 y 890 mm) (Figura 3.7).

La correcta orientación de la estructura del polipasto y el pilar de la campana es fundamental para la efectividad del conjunto Aspiración - ventilador, la posición del operario en su labor, y la colocación de la carcasa en su posición de trabajo.

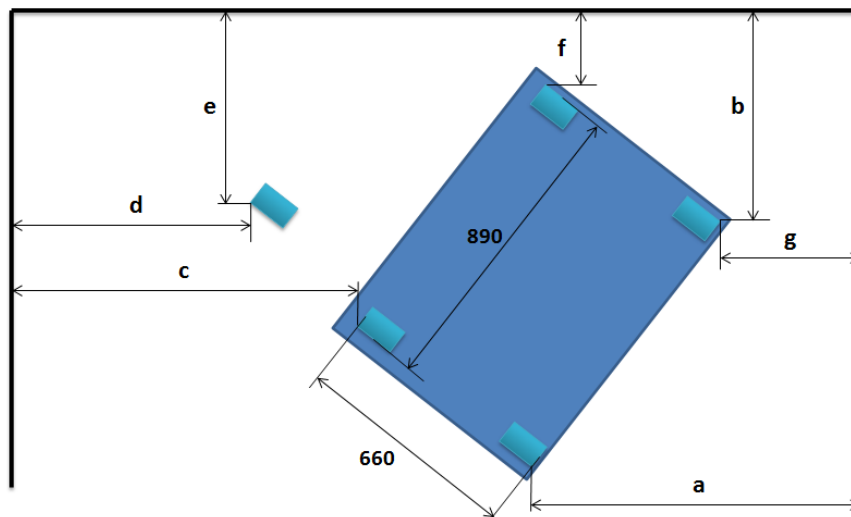


Figura 3.7. Vista en planta del puesto y distancias relativas entre polipasto y paredes

De la misma forma que antes, las letras indicadas en la Figura 3.7 describen una serie de distancias que podemos comparar en la Tabla 3.3:

Puesto	a	b	c	d	e	f	g
1	725	480	1.235	910	535	110	160
2	700	450	1.200	840	600	90	180
3	720	480	1.250	915	500	60	160
4	730	580	1.270	920	570	160	160
5	710	560	1.260	910	550	120	150
6	730	580	1.310	990	540	160	130
7	690	530	1.270	920	565	130	140

Tabla 3.3. Distancias relativas del polipasto con el puesto

Este conjunto de medidas nos dará una idea de la inclinación que tiene el polipasto en relación con las paredes. Una correcta posición de la estructura será muy importante a la hora de analizar cómo funciona el conjunto aspiración - ventilador y la facilidad para acceder a las herramientas, así como a todos los espacios del puesto con facilidad.

### 3.2.2 Conjunto aspiración - ventilador

El conjunto **Aspiración - ventilador** está formado por una serie de elementos que tienen como fin la adecuada evacuación del mayor porcentaje de partículas y residuos producidos por las tareas de cepillado. De esta manera, la zona de trabajo será más saludable para los operarios y generará una mejor imagen de limpieza que optimizará el entorno de trabajo.

Los elementos que lo forman son: la **campana de aspiración**, cuyo objetivo es absorber los residuos; el **ventilador**, que ayuda a conducir los desechos hacia la campana de aspiración; los **conductos** de ventilación, que dirigen el desecho a través de un circuito de conductos de aire que desembocan en una saca; las **tajaderas**, que impiden la circulación de aire cuando se activan; la **rejilla**, que evita que la corriente se lleve objetos no deseados por el sistema de aspiración; y, por último, la estructura metálica de sujeción de la campana. En la Figura 3.8. se puede observar este grupo de elementos.



Figura 3.8. Conjunto Aspiración - ventilador

El primer elemento que vamos a analizar es el **ventilador**. Es un dispositivo fundamental para evacuar los residuos hacia la campana y eliminarlos de la cima cuando se está cepillando con el objetivo de poder ver la herida en la que se está trabajando. Se han recogido una serie de datos en la Tabla 3.4.

Puesto	Altura del ventilador	Velocidad en la campana	Velocidad zona cepillado
1	2.020	0,7	1,4
2	2.025	0,8	1,6
3	1.760	0,5	2,4
4	1.795	0,6	1
5	1.830	0,8	1
6	1.825	0	2,5
7	1.790	1	2,7

Tabla 3.4. Mediciones de altura y velocidad del aire del ventilador

En la primera columna aparecen los datos que reflejan a qué altura está situada la barra donde se apoya el ventilador. Al observar los resultados obtenidos se constata que son muy variables y no están en absoluto estandarizados: además, hay que destacar que los que están a menor altura pueden provocar golpes en la cabeza de algunos operarios.

Con el objetivo de encontrar una posición óptima en la que colocar el ventilador, se ha realizado una toma de datos con el anemómetro mientras las campanas de aspiración están apagadas. La segunda columna indica la velocidad (en metros/segundo) con la que llega el aire a la boca de la campana, y, en la tercera, la velocidad a la que llega a la zona de trabajo.

Es muy importante señalar que todos los valores recogidos en la tabla dependen mucho de la orientación del ventilador hacia los puntos de referencia debido a que este modelo de ventilador puede variar fácilmente la posición. Sin embargo, sí que se aprecia que a la boca de la campana no llega suficiente corriente para que aspire los residuos y se pierde mucha velocidad entre la zona de trabajo y la campana.

Cuando la carcasa está en la posición de arriba, el flujo de aire del ventilador sí que llega a la zona de flancos; pero si se inclinara el polipasto o el ventilador de otra manera podríamos conseguir un efecto mayor que el actual.



## Estudio de los puestos de Cepillado manual

El segundo elemento que vamos a analizar es la **campana de aspiración**. En la Tabla 3.5. aparece reflejada la altura que existe entre la campana en su parte inferior y el suelo. Excepto en el puesto número 2, que se encuentra un poco más alta, aunque no de manera importante, todas las demás son prácticamente idénticas.

Puesto	Altura aspiración
1	775
2	800
3	755
4	750
5	775
6	785
7	790

Tabla 3.5. altura de la campana de aspiración

Por otro lado, son de gran importancia las velocidades del aire en la campana y en el brazo de aspiración, que están recogidas en la Tabla 3.6. y sus unidades son de metros por segundo.

	PUESTO 1		PUESTO 2		PUESTO 3		PUESTO 4	
	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO
<i>Previas</i>	4,7	30	4,9	24	4	26	5,5	24
<i>04-mar</i>	4,3	22,8	4,3	23,7	3,6	25,2	5,3	19,9
<i>09-abr</i>	3,9	22,2	4	20,6	3,9	21,6	5	21,7
Media camp.	4,3		4,4		3,83		5,27	
Media brazo		25		22,77		24,27		21,87

	PUESTO 5		PUESTO 6		PUESTO 7	
	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO
<i>Previas</i>	4,3	21	4	30	4,8	26
<i>04-mar</i>	4,5	20,1	3,3	34,9	2,6	28,9
<i>09-abr</i>	3,9	24	3,9	35,9	4,4	25,2
Media camp.	4,23		3,73		3,93	
Media brazo		21,7		33,6		26,7

Tabla 3.6. Velocidad del aire que absorben la campana y el brazo de aspiración



A raíz de estos datos podemos confirmar una **relación inversa** entre la velocidad de recogida en la campana y el brazo de aspiración. Es decir, a más aspiración de la campana menos de la boquilla, y viceversa. Este resultado es muy razonable dado que ambos caudales desembocan en el mismo conducto.

A pesar de que hay diferencias significativas, no se puede establecer un puesto concreto, que conjuntamente la campana y boquilla sean mejores que el resto. Lo que sí es más destacable es que en el puesto 4 la campana es la que mejor funciona, y en el puesto 6 el brazo es el que mejor aspira.

El siguiente estudio que se llevó a cabo con el objetivo de mejorar la aspiración, consistía en constatar si un mayor uso de las tajaderas implicaría un aumento significativo en la aspiración. El análisis muestra cómo influye en la aspiración de un puesto que estén el resto funcionando a la vez o que sólo ese mismo lo haga. Los resultados se observan de la Tabla 3.7.

	PUESTO 1		PUESTO 2		PUESTO 3		PUESTO 4	
	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO
<b>7 PUESTOS</b>	3,7	23,5	3,2	25,4	3,4	25,5	4,7	20,5
<b>1 PUESTO</b>	5	31,1	4,1	32,1	4,2	28	5,4	25,2
<b>% MEJORA</b>	35,14%	32,34%	28,13%	26,38%	23,53%	9,80%	14,89%	22,93%
<b>DIFERENCIA</b>	1,3	7,6	0,9	6,7	0,8	2,5	0,7	4,7

	PUESTO 5		PUESTO 6		PUESTO 7		MEDIA mejora brazo
	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	CAMPANA	BRAZO	
<b>7 PUESTOS</b>	3,6	22,5	3,7	23	4,8	26,7	24,00%
<b>1 PUESTO</b>	4,5	24,6	4,6	30,8	5,5	35,6	
<b>% MEJORA</b>	25,00%	9,33%	24,32%	33,91%	14,58%	33,33%	MEDIA mejora camp
<b>DIFERENCIA</b>	0,9	2,1	0,9	7,8	0,7	8,9	23,66%

Tabla 3.7. Velocidades del aire con 1 ó 7 puestos activos

Las conclusiones que sacamos de la realización de este estudio son que, teniendo en cuenta que todas las tajaderas que cortan el flujo de aire están cerradas, el porcentaje de mejora sólo ha variado un 24%, lo cual no supone un incremento relevante. Por tanto, una actuación sobre las tajaderas sería ineficaz de cara a aumentar el flujo de aire, ya que supondría un mayor coste económico debido a su desgaste.

El último elemento que vamos a analizar dentro de este apartado es la **estructura metálica de sujeción de la campana**. En ella hay dos articulaciones que permiten colocar la campana a gusto del operario.

Tras una comprobación manual y visual de la zona, se puede afirmar que hay ciertas articulaciones que no permiten un giro adecuado y dificultan las labores de limpieza y la colocación de la campana en la posición deseada. Concretamente los puestos 2, 4, 5 y 7, tienen un mal funcionamiento.

### 3.2.3 Estructura y polipasto

El conjunto denominado **estructura y polipasto** está formado por una estructura metálica que soporta un motor suspendido, cuya función es subir y bajar el carro metálico denominado polipasto en el que va montada la carcasa.

Los elementos que constituyen este grupo son los rodillos, los cilindros que permiten el giro, el brazo de aspiración y la luz interior, los botones de entrada y salida del polipasto, los finales de carrera, los ganchos y la base metálica de apoyo de la carcasa y parada de emergencia.

En primer lugar, los **rodillos** tienen por objetivo hacer girar al neumático para trabajar toda su superficie. El izquierdo es el motriz y el derecho acompaña en la rotación y estabiliza la carcasa (Figura 3.9).



Figura 3.9. Rodillos

En la Tabla 3.8. se recogen una serie de valores de la altura máxima y mínima que alcanzan los rodillos y el recorrido que se obtiene de su diferencia. Dicha altura está determinada por la colocación de los finales de carrera y la forma de la chapa metálica que los activa.

Puesto	Mínima	Máxima	Recorrido
1	520	1.575	1.055
2	510	1.580	1.070
3	520	1.515	995
4	535	1.555	1.020
5	535	1.570	1.035
6	600	1.565	965
7	535	1.550	1.015

Tabla 3.8. Alturas máxima, mínima y recorrido de los rodillos

Analizando los resultados nos encontramos con que la altura mínima en el puesto 6 es superior, sin que genere ningún problema a la hora de tener que colocar una carcasa sobre los rodillos. Asimismo, la altura máxima no nos aporta información relevante porque lo que limita que alcance una mayor altura es el motor por encima del polipasto.

Por último, hay que añadir que la altura de los rodillos y de los finales de carrera que detienen la subida y bajada del polipasto, no está relacionada porque cada chapa metálica que lo activa y cada final de carrera, están colocados de diferentes formas en cada puesto.

En segundo lugar, los **botones de salida y entrada del polipasto** son unos interruptores que provocan que unas válvulas neumáticas se activen e inclinen la carcasa para que en su interior incida la luz con otro ángulo y se trabaje mejor.

Según se ha confirmado con la elaboración de una encuesta, el uso que le dan los operarios es mínimo; además el funcionamiento y estado en los puestos 1, 2, 3, y 4 no es el correcto como se aprecia en la Figura 3.10. En consecuencia, habría que analizar si es adecuado su arreglo.



Figura 3.10. Botones de entrada y salida del polipasto

Los **ganchos** tienen la función de ser el apoyo y sujeción de los flexibles cuando no se están utilizando. Mientras que el derecho está unido al polipasto, el izquierdo está unido a la campana y rota con ella (Figura 3.11).



Figura 3.11 Gancho derecho

En la Tabla 3.9. se muestran la altura respecto del suelo a la que están situadas los ganchos, y la longitud de las barras metálicas que los sostienen:

Puesto	Altura Ganchos		Longitud barras	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
1	480	560	298	240
2	460	520	370	235
3	450	530	300	245
4	440	530	340	220
5	480	530	305	220
6	420	535	370	310
7	450	570	335	260

Tabla 3.9. Altura de los ganchos y longitud de las barras de los ganchos

La altura de los ganchos no ofrece ninguna diferencia significativa, sin embargo, la longitud de las barras tiene una mayor variación. Asimismo, hay que añadir dos detalles más tras el análisis visual de los ganchos, ya que cada uno tiene una forma diferente.

Por último, aunque no se hayan tomado mediciones, se van a explicar algunos aspectos del brazo de aspiración, la luz interior, la base metálica de apoyo de la carcasa y la parada de emergencia.

El **brazo de aspiración y la luz interior** son dos elementos que van unidos, y que por separado, absorben los residuos y proporcionan luminosidad al interior de la carcasa, respectivamente (Figura 3.12).



Figura 3.12. Brazo de aspiración y luz interior

El desplazamiento del brazo al interior de la carcasa supone un gran esfuerzo y pérdida de tiempo para el operario debido al mal funcionamiento de la articulación y el gran peso que tiene. Además, al introducir la cabeza y el cuerpo para trabajar el interior, también intercede de manera que dificulta la posición del operario. Por último, la boquilla no aspira la suciedad de manera óptima dado que existe una cierta distancia a la zona de cepillado interna.

Finalmente, la **base metálica de apoyo de la carcasa y la parada de emergencia** forman un elemento situado en el suelo cuya función es apoyar el neumático en los rodillos y activar la parada de emergencia con un pulsador metálico que es golpeado con el pie.

### 3.2.4 Iluminación

El conjunto iluminación está formado por dos **lámparas** (una vertical y otra sobre la espalda del trabajador), una luz led unida al brazo de aspiración para



visualizar el interior, un foco led para iluminar una zona concreta e interruptores.

En este apartado vamos a centrar nuestra atención en las dos lámparas de fluorescentes, dado que son las que más cantidad de luz generan. Los datos que aparecen en la Tabla 3.10. muestran las distancias, expresadas en milímetros, que hay entre el suelo y las dos lámparas, y el ángulo que forma con el suelo la lámpara de espalda.

Puesto	Lámpara vertical	Lámpara espalda	Ángulo L. espalda
1	2.505	2.130	42,5º
2	2.550	2.130	38,4º
3	2.570	2.120	38,4º
4	2.585	2.110	44,6º
5	2.490	2.130	49,2º
6	2.515	2.405	35,5º
7	2.435	2.140	40,4º

Tabla 3.10. Distancias y ángulos entre las lámparas y el suelo

En primer lugar, hay que señalar que la lámpara de espalda del puesto 6 es diferente a las demás y no cuenta con la misma barra de sujeción. Por esa razón, los valores del puesto 6 son los únicos que destacan por su diferencia con los demás, dado que en el resto de los casos su posición es muy similar.

Al mismo tiempo, se ha llevado a cabo un estudio de cómo es la calidad y cantidad de la luz en los puestos con los fluorescentes instalados actualmente y unos focos led nuevos. Para hacer el análisis se tomaron una serie de datos que se muestran en la Figura 3.13.

En la Figura 3.13. las gráficas son una representación de la calidad que tiene cada tipo de luz a lo largo de un rango de frecuencias. Los luxes que aparecen en la tabla de la derecha indican la cantidad de iluminación en términos generales. El Flicker, por su parte, es un indicador del parpadeo o variación del brillo en un foco luminoso, que causa molestia visual y produce cansancio.

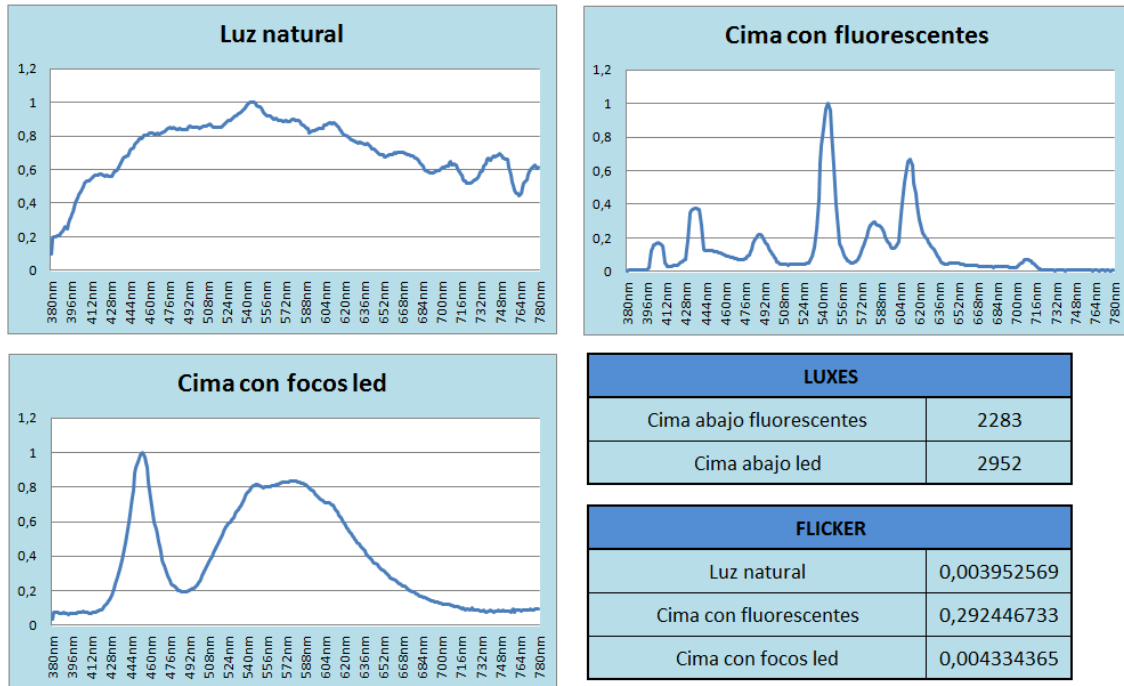


Figura 3.13. Comparación de los diferentes tipos de luz

La primera gráfica muestra un ejemplo de la luz natural; en el que se aprecia cómo cubre una mayor área por debajo de la línea azul y tiene unos valores más estables en todas las frecuencias, con un valor de flicker mínimo de 0,003953. Este tipo de luz es el que se considera de mejor calidad.

La medición de la cima con fluorescentes muestra un área poco estable y con picos muy pronunciados en diferentes frecuencias. Su flicker es el mayor, con una amplia diferencia, lo que supone para el operario una mayor molestia visual y cansancio.

En último lugar, observamos la cima con iluminación led y comprobamos que tiene un área mayor y más estable que los fluorescentes, además de un valor flicker muy similar al de la luz natural. En lo que se refiere a cantidad de luz (luxes), también es superior a la de los fluorescentes.

Finalmente, cabe destacar que los focos led tienen el inconveniente de proyectar un mayor número de sombras debido a que la luz no se distribuye de igual manera, aunque la durabilidad y el consumo sean más satisfactorios que los fluorescentes.



## 3.2.5 Armario eléctrico

El armario eléctrico incluye todas las conexiones eléctricas que alimentan todos los elementos que hay en el puesto: iluminación, motores, flexibles, botoneras, turbina o finales de carrera, entre otros. Además, también posee una seta con parada de emergencia y un rearme para volver a activar el circuito.

Como se puede ver en la Tabla 3.11, que aparece a continuación, debido a sus dimensiones hay dos tipos de armarios: en los puestos 2 y 3, con mayores dimensiones, y en el resto de los puestos otro tipo con menor tamaño. Además, aparece en la primera columna la altura a la que están del suelo.

Puesto	Altura	Dimensiones		
		Ancho	Alto	Fondo
1	1.560	593	800	260
2	1.580	900	1.200	300
3	1.585	900	1.200	300
4	1.564	594	800	260
5	1.570	590	800	266
6	1.640	590	800	260
7	1.560	590	800	260

Tabla 3.11. Dimensiones del armario eléctrico y distancia desde el suelo

La situación actual de los armarios, debido a su gran volumen, genera una gran pérdida de espacio, sensación de saturación en el puesto de trabajo y dificultad para realizar las labores de mantenimiento y de limpieza.

## 3.2.6 Mesas para el apoyo de herramientas

En cada puesto hay dos mesas situadas en los laterales izquierdo y derecho cuya función es servir a los operarios de cepillado para posar todas las herramientas mientras están trabajando la carcasa. En la Tabla 3.12. aparecen reflejadas las dimensiones y la altura al suelo de cada una de las mesas.



Puesto	Izquierda			Derecha		
	Altura	Ancho	Fondo	Altura	Ancho	Fondo
1	990	260	450	990	725	430
2	1.045	360	465	985	725	435
3	937	270	450	976	715	430
4	910	270	450	980	830	430
5	967	265	450	977	830	430
6	950	150	360	975	830	430
7	1.055	150	350	980	830	430

Tabla 3.12. Dimensiones de ambas mesas

A partir de los datos se aprecia que para la mesa de la derecha no existen grandes diferencias de dimensiones entre puestos. Sin embargo, ocurre todo lo contrario con la de la izquierda, donde existe más variación.

De hecho, como se puede corroborar en las Figuras 3.14, 3.15 y 3.16, las diferencias entre los tres tipos de mesas que existen se hacen evidentes.



Figura 3.14. Mesa izquierda puestos 1, 3, 4 y 5

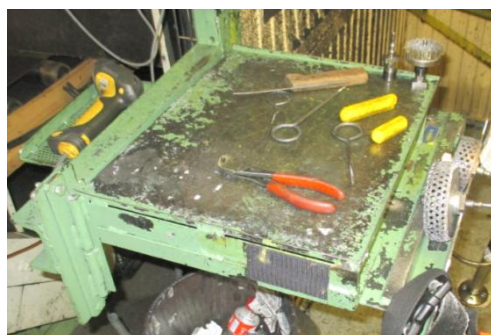


Figura 3.15. Mesa izquierda puesto 2



Figura 3.16. Mesa izquierda puestos 6 y 7

En resumen, la mesa del puesto 2 es más grande que el resto y sobresale del puesto, las mesas de los puestos 1, 3, 4 y 5 son de un tamaño intermedio. Por último, las de los puestos 6 y 7 son las más pequeña, con un tamaño insuficiente para dejar todo el material necesario.

### 3.2.7 Herramientas

En el puesto existen una serie de herramientas que permiten al operario elaborar todas las tareas para el correcto cepillado manual de la carcasa. En este punto se van a describir sus características y su funcionalidad.

El **cepillo duro** se utiliza para eliminar un daño en el neumático preparando la forma y el grado de adherencia necesario para recibir un aporte de goma. El que se utiliza en el cepillado manual cuenta con un diámetro de 90 mm, hilo 35/100 y velocidad de rotación aproximada de 2800 periodos por minuto (Figura 3.17).



Figura 3.17. Cepillo duro

El otro cepillo que se utiliza con forma radial se denomina **cepillo suave**. El diseño es muy similar, aunque la función es diferente dado que permite eliminar las poluciones superficiales (polvo de goma, limaduras, suciedad u oxidación) y realiza un cepillado de terminación sobre el contorno de todas las intervenciones. Además, posee un diámetro de 90 mm, un hilo más fino de 15/100 y una velocidad de rotación aproximada de 2800 periodos por minuto (Figura 3.18).

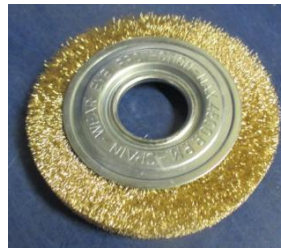


Figura 3.18. Cepillo suave

Aparte de estos dos cepillos, que son los que tienen un uso más frecuente, los operarios también usan un **cepillo TC** para obtener el diámetro y el grado de adhesión necesario para una buena cohesión en el proceso de reparación que incrusta la goma para colocar un parche. Sus características son un diámetro de 40mm, un hilo de 35/100 y una velocidad de rotación de 2800 periodos por minuto (Figura 3.19).



Figura 3.19. Cepillo TC

La **muela champiñón** es una herramienta fundamental que se usa para eliminar cables oxidados en profundidad, levantados, deshilachados o despegados de la goma que los envuelve. Su velocidad de rotación es mucho más elevada que la de los cepillos, llegando a 20000 periodos por minuto, y unas dimensiones de 40 mm de diámetro con una varilla de metal de 40mm (Figura 3.20).

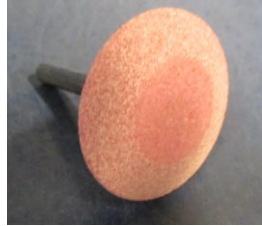


Figura 3.20. Muela champiñón

Existen dos tipos diferentes de carda. La primera es la **carda RIE**, que permite el levantamiento de las reparaciones interiores existentes. Tiene un diámetro cilíndrico de 105 mm y una velocidad de rotación aproximada de 2800 periodos por minuto (Figura 3.21).



Figura 3.21. Carda RIE

La otra carda se denomina **carda ERX** y permite el trabajado de la superficie de la goma interior de la carcasa, destinada a recibir una reparación ERX, K, RK. Su diámetro mide 80 mm y tiene forma de cilindro combado; además, tiene una velocidad de rotación de 2800 revoluciones por minuto (Figura 3.22).



Figura 3.22. Carda ERX

La última herramienta que se conecta a los flexibles, al igual que las cardas y los cepillos, es la **fresa TC**. Permite eliminar el daño de cables oxidados y realizar el calibrado del agujero en el bloque de cima. Tiene un diámetro de 8 mm y una longitud de 100 mm, con la misma velocidad de rotación de 2800 rpm (Figura 3.23).



Figura 3.23. Fresa TC

La **regleta** es una herramienta que facilita la medición de un daño de una intervención. La regleta ubicada en cada puesto tiene una dimensión de 20 mm ya que es la herida de mayor tamaño que se puede tener (Figura 3.24).



Figura 3.24. Regleta

Las **picas** permiten eliminar material extraño no adherente (piedrecillas) de la superficie contenido en los daños. Además, sirven para determinar la orientación de la perforación inicial que indica el eje inicial para su posterior fresado. Cada operario usa sus propias picas con diferentes dimensiones y ángulos (Figura 3.25).



Figura 3.25. Picas

Las **pinzas cortantes** son tenazas que facilitan la eliminación mediante el corte de un cable u objetos que están incrustados en la carcasa. Cada operario tiene las suyas propias (Figura 3.26).



Figura 3.26. Pinzas cortantes

La **pieza testigo TC** se utiliza para verificar la conformidad del diámetro interior de un agujero realizado en el bloque de cima para suprimir una perforación (Figura 3.27).



Figura 3.27. Pieza testigo TC

La **tiza amarilla** hexagonal permite trazar la posición práctica de un daño o de un grupo de daños para asegurar un buen dominio en la colocación de la reparación (Figura 3.28).



Figura 3.28. Tiza amarilla

Las **plantillas GI/RK** son un conjunto de cinco plantillas que se usan para señalar en la zona interior de la carcasa donde se debe realizar una reparación con una pastilla K (Figura 3.29).



Figura 3.29. Plantillas GI/RK

Por otro lado, las **plantillas ERX** sirven para delimitar en la zona interior de la carcasa la superficie de una intervención cuyas dimensiones son conocidas y están normalizadas (Figura 3.30).



Figura 3.30. Plantillas ERX

El último grupo de plantillas son las denominadas **plantillas de trabajo**, que se utilizan para la realización de un parche o TC (Figura 3.31).



Figura 3.31. Plantillas de trabajo

La **pistola de aire comprimido** permite eliminar de la zona de intervención y de la superficie de alrededor los residuos que han quedado depositados tras las diferentes obtenciones realizadas en cada intervención. No tienen un apoyo fijo en el que ubicarlas (Figura 3.32).



Figura 3.32. Pistola de aire comprimido

Existen dos tipos de cuchillos: el primero es un cuchillo de mayor tamaño, propio de cada puesto y sirve para cortar goma; el otro es más pequeño, aunque con el mismo fin, y es personal para cada operario.

El **cuchillo grande** está situado dentro de un cilindro en el que hay que introducir agua para facilitar el corte. En la Tabla 3.13. aparecen la altura por puesto y la distancia al fondo del puesto, a la que está situado dicho recipiente cilíndrico.

Puesto	Altura cuchillo	Fondo cuchillo
1	793	25
2	905	-40
3	790	-120
4	790	-40
5	625	350
6	675	35
7	785	25

Tabla 3.13. Distancias que determinan la ubicación del cuchillo grande

Observando los datos se puede determinar que hay una gran diferencia por puestos; además, cabe destacar que en ninguno de los cilindros hay agua.



Los **flexibles** son unos tubos de plástico de unos dos metros de longitud que permiten colocar una herramienta de las vistas anteriormente, a la que hace rotar. Cada puesto tiene tres que son conocidos como flexible izquierdo, derecho y flexible de la muela, cuyas longitudes se recogen en la Tabla 3.14. y constatan que sus medidas son idénticas.

Puesto	Longitud flexible izq	Longitud flexible der	Longitud muela
1	2.155	2.160	1.620
2	2.160	2.165	1.610
3	2.170	2.165	1.610
4	2.160	2.165	1.610
5	2.165	2.165	1.600
6	2.165	2.170	1.610
7	2.165	2.165	1.610

Tabla 3.14. Longitud de los flexibles

A continuación, se representan en la Tabla 3.15. los datos de las posiciones relativas al puesto en el que se encuentran los motores y, en consecuencia, los flexibles izquierdo, derecho y el de la muela de cada puesto.

Puesto	Motor izq ancho	Motor dcha ancho	Motor dcha fondo	Motor muela ancho
1	790	770	235	260
2	750	566	155	320
3	600	600	205	225
4	770	640	337	305
5	940	670	213	300
6	698	660	245	275
7	690	660	465	200

Tabla 3.15. Posiciones relativas de los motores en el puesto

En el caso del motor de la izquierda, sólo se toman medidas de la distancia a las paredes laterales del puesto ya que todos están situados sobre la misma barra horizontal. Se observa que hay diferencia entre unos puestos y otros, lo

## Estudio de los puestos de Cepillado manual

que provoca que algunos motores estén situados cercanos a la vertical de los ganchos donde se apoya el flexible y otros no.

Para el motor de la derecha se han tomado medidas relativas a las dimensiones del puesto, tanto en ancho como en profundidad. Sus valores se observan respectivamente en las dos columnas centrales. Como ocurre en el motor izquierdo, existe una cierta variación que produce una situación similar, aunque en menor medida.

Por último, para el motor de la muela se observan la distancia entre el motor y la pared de la derecha. Como en el caso de los anteriores, las posiciones varían también, aunque en esta ocasión no es tan significativo como en el de los flexibles, sí hay que tenerlo en cuenta.

### 3.2.8 Botoneras

Las botoneras son unas cajas metálicas que poseen una serie de botones que activan: la subida y bajada del polipasto de manera continua y discontinua, la puesta en marcha y la parada de los flexibles, el encendido de la muela, el afilado del flexible derecho y la muela, y una seta de emergencia. En cada puesto hay dos, una situada encima de la campana cercana al usuario y, otra junto a la pared de la derecha (Figuras 3.33 y 3.34).



Figura 3.33. Botonera izquierda

Al evaluar las botoneras encontramos que los botones están situados a diferentes distancias en cada puesto. Por otro lado, en las dos botoneras se repiten varios pulsadores que sólo son necesarios en una de ellas.



Figura 3.34. Botonera derecha

### 3.2.9 Pedales

Los pedales están situados a la izquierda y a la derecha de la parada de emergencia del suelo, y constan de un cable que les comunica para que puedan hacer rotar el rodillo en un sentido o en el contrario, según el pedal que se presione. En la Tabla 3.16. aparecen indicadas las longitudes de los cables por puestos.

Puesto	Cable izquierda	Cable derecha
1	1.150	1.730
2	960	990
3	1.110	980
4	1.310	1.000
5	770	1.170
6	700	1.655
7	1.120	900

Tabla 3.16. Longitud de los cables de los pedales

Los cables con menor longitud están sometidos a un mayor esfuerzo de tracción, lo que provoca que se deterioren con mayor facilidad. Para los cables de mayor longitud ese deterioro viene dado porque se doblan y ocupan un lugar innecesario en el puesto.

Es muy importante añadir que los puestos 3, 4, 5, 6 y 7 tienen el cable izquierdo canalizado a través de un tubo de cobre, previniendo su deterioro.

Además, en el puesto 6 el esfuerzo de tracción es nulo, ya que es soportado por un cable metálico unido al pedal, evitando que se desgaste el cable por tirones (Figura 3.35).



Figura 3.35. Pedal izquierdo, puesto 6

### 3.2.10 Fococélulas

Las fotocélulas son unos sensores cuya finalidad es detectar la presencia de un operario para mantener conectada la aspiración del puesto. En el caso de que un operario se ausente durante el tiempo programado, se cerrarán las tajaderas y cortarán el flujo de aire que llega a la campana de ventilación. Con el fin de que las fotocélulas realicen su función, ningún objeto debe encontrarse en el camino de su haz de luz (Figura 3.36).



Figura 3.36. Fococélula

Tras una comprobación visual, se ha establecido que la fotocélula del puesto 4 está estropeada, y las de los puestos 1 y 7 no están bien orientadas. Este hecho se traduce en que las aspiraciones de estos tres puestos están

continuamente funcionando, lo que produce una mayor cantidad de ruido y un mayor gasto de caudal de aspiración.

### 3.2.11 Piedras de afilado

Las piedras de afilado están situadas junto a la pared de la derecha del puesto y cumplen la función de afilar el cepillo duro y la muela debido al desgaste que sufren (Figura 3.37).



Figura 3.37. Piedras de afilado

Como observamos en la imagen, la piedra que afila la muela está rodeada con una estructura metálica con el fin de proteger al usuario de los fragmentos ante una posible rotura de la muela. Hay una chapa metálica que también protege de las chispas que suelta el cepillo al afilarse.

Además, se han realizado una serie de medidas del tiempo que tarda en parar el cepillo desde que se acciona el pulsador para su afilado que se encuentran en la Tabla 3.17.

Según la valoración de los operarios, se ha confirmado que en los puestos 2 y 6 el tiempo no es suficiente para realizar un buen afilado. Por el contrario, en el puesto 4 la duración es demasiado larga.

Por último, en el caso de la piedra de afilado para el cepillo, en los puestos 6 y 7, están colocadas de forma oblicua a la pared, facilitando el cepillado al hacerse de forma paralela, a diferencia del resto que están paralelos a la pared.

Puesto	Duración afilado
1	40,2
2	26,4
3	34,2
4	48
5	39,6
6	25,8
7	39

Tabla 3.17. Duración del afilado del cepillo duro

### 3.2.12 Otros elementos

En este apartado se van a ir describiendo, uno a uno, los elementos del puesto que no se han nombrado en ninguno de los apartados anteriores.

En primer lugar, la **papelera** tiene como finalidad servir como depósito de la basura producida por los operarios. En todos los puestos, excepto en el número 5, son móviles, con forma cilíndrica, como se observa en la Figura 3.38; todas ellas han sido golpeadas múltiples veces por los flexibles debido a su desgaste. Sus dimensiones son 300 mm de alto, 300 de diámetro y con una capacidad de 22,6 litros.



Figura 3.38. Papelera cilíndrica

Por otro lado, en el puesto 5 la ubicación de la papelera es fija, con estructura cuadrangular y no está golpeada por los flexibles. Posee unas dimensiones de 300x320x170 mm, y un volumen de 16.3 litros (Figura 3.39).



Figura 3.39. Papelera puesto 5

La **alfombra** es un elemento que no está fijo en el puesto y cuyo uso depende de cada usuario, debido a que para algunos es beneficiosa y para otros no. Su finalidad es la de proporcionar mayor comodidad y menor carga muscular a los operarios.



Figura 3.40. Alfombra

El **bloqueo de elevación del carro** es un elemento situado encima de la mesa de la derecha y junto al polipasto; su finalidad es la de bloquear el polipasto en caso de tener que realizar un proceso de mantenimiento denominado Loto (Figura 3.41).



Figura 3.41. Bloqueo de elevación del carro



## Estudio de los puestos de Cepillado manual

Las **consignas de calidad** indican a los operarios las características que tiene una carcasa: CR3, parche y plantilla que se debe usar, la clase de carcasa y si es para ruta o HLR (fuera de la ruta) (Figura 3.42).



Figura 3.42. Consignas de calidad

El **enrollador de manguera** sirve para recoger las mangueras de aire comprimido. Sólo hay en los puestos 3, 6 y 7 (Figura 3.43).



Figura 3.43. Enrollador de manguera

La **llave de recambio de cepillo** es una llave neumática que permite realizar el cambio de herramienta en los cepillos apretando y aflojando las tuercas. Actualmente hay una para cada dos puestos (Figura 3.44).





Figura 3.44. Llave de recambio de cepillo

El **soporte de cambio de cepillo** permite fijar la herramienta para que a continuación se pueda aflojar o apretar con la llave neumática (Figura 3.45).



Figura 3.45. Soporte de cambio de cepillo

La **piedra de afilado de cepillo TC** se utiliza para afilar dicho cepillo cuando está desgastado. Sólo se encuentra en el puesto 7 y no desarrolla una función muy importante (Figura 3.46).



Figura 3.46. Piedra de afilado cepillo TC

El **soporte de cambio de muela** es una llave que actúa como soporte para cambiar la muela del flexible. Hay dos tipos de llaves y 3 posiciones diferentes por puestos como se muestra en las Figuras 3.47, 3.48 y 3.49.



Figura 3.47. Soporte cambio de muela 1



Figura 3.48. Soporte cambio de muela 2



Figura 3.49. Soporte cambio de muela 3

Las **llaves de cambio de muela** son dos llaves colgadas de una cadena que junto al soporte de la Figura permiten realizar el cambio de la muela (Figura 3.50).



Figura 3.50. Llaves de cambio de muela

Por último, cada operario tiene que utilizar de forma obligatoria una **máscara** que le protege de la suciedad del ambiente, filtrando el aire (Figura 3.51).



Figura 3.51. Máscara

### 3.3. RESUMEN DE LAS ENTREVISTAS CON LOS OPERARIOS DE CEPILLADO

---

Con el objetivo de recabar la máxima información sobre los puestos de cepillado, una parte importante del estudio reside en contar con las opiniones del operario. Su valoración personal es fundamental ya que es la persona que más sabe del puesto por el número de horas que pasa en él y la que, en definitiva, va a percibir las mejoras.

Durante las entrevistas se han realizado las siguientes cuestiones para que después, dialogando uno a uno, explicaran todo lo que opinan de los puestos:

"¿Cuáles son los aspectos positivos, negativos y puntos a mejorar de los puestos concretos en los que trabaja habitualmente y de todos los puestos en general en los que haya trabajado?"

Dado que hay un total de 28 operarios de cepillado, hemos dividido las opiniones en dos apartados. El primero, agrupa las valoraciones por elemento, mientras que el segundo lo hace por puesto.



### 3.3.1 Valoración de los operarios por elementos

El conjunto de los operarios de cepillado ha evaluado la cantidad de **iluminación** de los puestos como insuficiente, además de señalar una serie de problemas comunes como que la luz genera sombra en el trabajado de la cima o que la luz del interior implica un grave problema para trabajar la zona interna.

Asimismo, varios han planteado alguna posible mejora como que los operarios puedan llevar luces en los brazos o en el flexible para una mejor visión interna, la instalación de focos más cercanos a la cima para trabajar o que el foco del interior de la carcasa sea de menor tamaño y se pueda girar.

En segundo lugar, lo peor valorado por los operarios ha sido la **aspiración**, que es fundamental para poder realizar un buen trabajo. Según ellos antes funcionaba bien, pero debido a la implantación de máquinas nuevas en el taller se ha visto reducida; sin embargo, hace cuatro años también se hizo un cambio en los ciclones que aumentaron su potencia.

Además del escaso flujo que tiene, también genera mucho ruido y las articulaciones que giran la campana tienen actualmente una movilidad reducida, teniendo que ejercer un gran esfuerzo para desplazarla.

Incluido en el conjunto de la aspiración, el **ventilador** es un elemento en el que el personal coincide que tiene poca potencia y que sería necesario uno con mayor caudal. Por otra parte, también han señalado que en invierno un aumento de su flujo podría suponer un riesgo para la salud.

En siguiente lugar, algunos encuentran un problema en el **recorrido** que realiza el **polipasto** ya que la posición de arriba es demasiado baja, y para otros la posición de abajo es demasiado alta. Además, algunas posturas que tienen que adoptar los trabajadores para el cepillado de ciertas zonas les provocan dolores; siendo la peor al trabajar el interior, sobre todo para los empleados con mayor altura.

También otros elementos, como la máscara, los flexibles, las piedras de afilado, el brazo de aspiración o los pedales, generan en el operario malas posturas o tensiones corporales:



Las **máscaras** suponen un peso añadido a la zona lumbar que implica un mayor cansancio muscular, además, junto al **brazo de aspiración**, generan un problema de trabajado en el interior dado que hay el espacio justo para que estos dos elementos estén dentro a la vez.

Por otro lado, el **flexible** de la izquierda al estar pegado al cuerpo, da un latigazo en el costado que es muy incómodo.

El problema de la **pedra de afilado** reside en que, al estar tan pegadas a la pared en algunos puestos, la postura que adoptan los operarios no es la adecuada. Asimismo, alguno de ellos ha propuesto ubicarla en el polipasto, justo por encima de la carcasa.

En el caso de los **pedales** que hacen rotar las carcasas, los trabajadores los encuentran muy incómodos debido fundamentalmente a dos razones. La primera es debida a la postura que tienen que mantener cargando sobre un lateral todo su peso a la vez que pulsan el pedal. Por otro lado, añaden que los cables de los pedales se estropean con frecuencia debido a que no hay ningún elemento que los proteja de tirones o cortes.

A parte de los elementos anteriores que han supuesto quejas por su falta de ergonomía, hay otros elementos que poseen problemas particulares como las botoneras, los ganchos, las plantillas, el cepillo duro, la papelera, la llave de cambio o el metal de apoyo de la carcasa.

En primer lugar, las **botoneras** son un elemento que ha sido criticado debido a que en cada puesto tienen los botones colocados de una manera y genera pérdida de tiempo al cambiarse de puesto por la automatización del trabajo.

También han propuesto añadir a la botonera de la izquierda los pulsadores que inducen una subida y bajada continua del polipasto, o quizá unas posiciones fijas de trabajo. Asimismo, un operario comentó la posibilidad de que los botones no tuvieran bordes.

Otro elemento que ha sido criticado por sus diferencias entre puestos son los **ganchos** que se utilizan para apoyar los flexibles. Varios operarios han sugerido diversas ideas de progreso como un imán que impida que al ser colocados reboten o una goma que absorba los golpes.

Al mismo tiempo, se ha hecho énfasis en la necesidad de estandarizarlos, sobre todo en el caso del flexible izquierdo que, al estar sujeto a la campana,



## Estudio de los puestos de Cepillado manual

ésta puede girar libremente haciendo que se salgan cuando aún están en funcionamiento.

En el caso de las **plantillas** para realizar parches, algunos operarios han coincidido en que las que están situadas en la pared de la derecha no se usan por que están muy lejos, provocando que se haga la medición "a ojo". Además, añaden que se podría buscar un sitio para todas o reducir su número, actividad que ya se está ejecutando.

Muchos operarios también hacen especial hincapié en que la **llave de cambio de cepillo** ocupa mucho espacio de manera innecesaria y que se podría solventar con una reducción y mejor organización de los útiles. Tras una explicación de cómo se usan, se ha llegado a la conclusión de que sólo son necesarias dos llaves.

Como se ha explicado en el apartado 3.2, hay dos tipos de **papeleras**: una fija, con forma rectangular y otra cilíndrica. Los operarios confirman que la cilíndrica, al estar suelta, es golpeada habitualmente por los flexibles, con el peligro que eso conlleva, y que, en general, han manifestado preferencia por la que está fija.

El **cepillo duro** ha sido objeto de crítica por ciertos operarios, que aseguran que duran muy poco tiempo, requiriendo un afilado constante y un mayor esfuerzo; y que son poco útiles porque queman la goma en vez de cepillarla. Además, debido a que su radio no es uniforme, dan muchos botes al cepillar la carcasa.

Algunos trabajadores también han sugerido que la eliminación del **metal de apoyo** de la carcasa sería positiva, siempre y cuando se buscara otro lugar para la parada de emergencia, ya que se ganaría en altura. Si no es posible la eliminación, han propuesto buscar otra solución para facilitar la subida del neumático mediante una rampa.

En relación a la parada de emergencia también se ha comentado que para accionarla se encuentran diversas dificultades como el uso de la alfombrilla o la mala sensibilidad que tienen algunos pulsadores debido a su escaso mantenimiento.

Para los operarios también hay una serie de elementos que precisan de una mejor ubicación o la creación de un sitio estándar para ellos. Es el caso de la **manguera de aire comprimido**, a la que a su vez piden un aumento de presión; las **mesas**, las **picas** o la **tiza**.



De la misma forma, también han comentado que, dependiendo del puesto, la duración del afilado del cepillo es mayor o menor, requiriendo un estandarizado en ese aspecto.

Por último, los operarios han propuesto una serie de ideas con el fin de intentar mejorar ciertos elementos como el cepillo duro, las fotocélulas, el rodillo o las consignas de calidad y plantillas.

En primer lugar, al **cepillo duro** se le ha pensado añadir un tubo con aire comprimido como en la muela para que se mantenga en todo momento la herida que se está trabajando limpia.

En el caso de las **fotocélulas** se ha sugerido cambiarlas de sitio dado que creen que no realizan la función que debe hacer.

Para el **rodillo**, se ha propuesto aumentar la velocidad con la que gira con el objetivo de poder aumentar la velocidad en sus procedimientos.

Finalmente, algunos operarios han sugerido un **sistema electrónico** basado en una pantalla en cada puesto en la que, al pasar un código, aparezcan las características de la carcasa, sustituyendo de esta manera a las consignas de calidad y las plantillas.

### 3.3.2 Valoración de los operarios por puestos

A continuación, se van a ir detallando ciertos comentarios de operarios de manera individual de los siete puestos por separado.

En el **puesto 1** se ha indicado que la duración del afilado es demasiado larga suponiendo una pérdida de tiempo. Asimismo, al realizar el cambio de muela, la posición incorrecta de las llaves que aflojan la herramienta provocan que se golpee el reflectante de la fotocélula.

En este mismo puesto también se instaló como prueba un flexible derecho más ancho que permite al operario aplicar más fuerza, aunque también genera más cansancio. Por lo general, todos los operarios que lo han usado admiten que les facilita sus operaciones.



## Estudio de los puestos de Cepillado manual

En el **puesto 2** el carril por el que se desplazan las ruedas del polipasto está mal engrasado y produce un ruido muy agudo; además, la duración del afilado en este puesto es insuficiente. Por otro lado, el flexible derecho debido a la ubicación de su motor no permite un buen trabajo en el interior de la carcasa.

En último lugar, varios operarios mostraron su descontento por la mesa de la izquierda del puesto debido a que es ineficaz por sus grandes dimensiones.

En el **puesto 3** ha habido más de un operario que ha destacado que su nivel de iluminación es el menor de todos. Asimismo, han indicado que uno de los fluorescentes se funde con mucha frecuencia, lo cual puede ser causa de la mala visibilidad.

En cuanto al ventilador de ese puesto, varios trabajadores han manifestado que, al estar colocado a menor altura alguna vez se han golpeado la cabeza.

En el **puesto 4**, al ejercer una mayor presión del cepillo duro sobre la carcasa, el magneto térmico del armario salta con más facilidad obligando al operario a detenerse en sus labores para poner el puesto en funcionamiento de nuevo. Además, han señalado que el gancho que sujeta al flexible en la derecha es de menor tamaño y el cepillo se sale con más facilidad.

En el **puesto 5** el cuchillo grande está muy mal ubicado, lo que supone tener que acceder a él agachándose forzando la postura. A su vez, se ha propuesto que el recipiente del cuchillo en vez de ser vertical, se le dé inclinación para facilitar su alcance. Por otro lado, el tiempo de afilado ha sido considerado insuficiente por los operarios que frecuentan el puesto.

En el **puesto 6** los operarios han indicado que existe un armario azul en el fondo del puesto que incluye los controles para el apagado y encendido del puesto y que dificulta las labores de mantenimiento si hay que acceder a él.

Por último, en los puestos **6 y 7**, varios operarios coinciden en que las dimensiones de la mesa de la izquierda son insuficientes si quieren dejar algún objeto de mayor tamaño, obligándoles a colocarlas en el apoyo de la derecha, de mayor tamaño y más alejado.





## CAPÍTULO 4. PROPUESTA: PUESTO ESTÁNDAR MEJORADO

Posteriormente a la realización del estudio de los puestos y el conocimiento de la situación actual, hay que llevar a cabo la propuesta que incluya una serie de ideas de mejora y la definición de un nuevo puesto estandarizado que se pueda reproducir.

Además, se ha añadido al final del capítulo la valoración personal de los operarios de cepillado que tuvieron la oportunidad de probar dichas mejoras y expresar su opinión a través de una encuesta.

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS POR ELEMENTOS

---

Este apartado es un informe detallado de todas las acciones que se han propuesto y es complementario al Anexo I. Este anexo es un fichero Excel que se utilizó para ejecutar el pilotaje, e incluye todas las acciones propuestas en este apartado siguiendo un orden de puesta en marcha.

#### 4.1.1 Dimensiones del puesto

Después de analizar el método de trabajo de los operarios, se ha determinado que las medidas del ancho y el fondo actuales son adecuadas para elaborar las tareas necesarias por los operarios.

Sin embargo, la **altura** del puesto debería aumentarse en al menos 400 mm, así como, la altura del polipasto. Este cambio es necesario debido a que los operarios más altos tienen graves problemas con las posturas que han de adoptar para trabajar el interior o realizar la verificación de los flancos de la carcasa.

## Propuesta: puesto estándar mejorado

En definitiva, una vez que se han analizado los datos, las dimensiones del puesto han de poseer una altura de 3200 mm, una anchura de 2500 mm, y un fondo de 1800 mm.

En segundo lugar, se ha propuesto y ejecutado la instalación de unos **paneles absorbentes** de ruido que sustituyen a las paredes actuales. Estos paneles pueden resultar de utilidad de cara a una mejora ergonómica de cada puesto concreto, pero, a su vez, en toda la zona de cepillado.

Tras realizar un estudio de las mediciones de ruido en el puesto donde se ha realizado la instalación de los nuevos paneles, no se han apreciado diferencias significativas comparándolo con otros puestos. Sin embargo, sí que se ha coincidido en el hecho de que la disminución de ruido en toda la zona de cepillado se hará efectiva si se instalan paneles en todos los puestos y en la desempolvadora, y se trabaja en reducir el ruido en el origen.

En tercer lugar, después del análisis visual y de los datos mostrados en el capítulo 3, se propone la estandarización de las distancias entre **barras**. En la Figura 4.1. podemos observar las barras necesarias y las distancias fundamentales que hay que tener en cuenta.

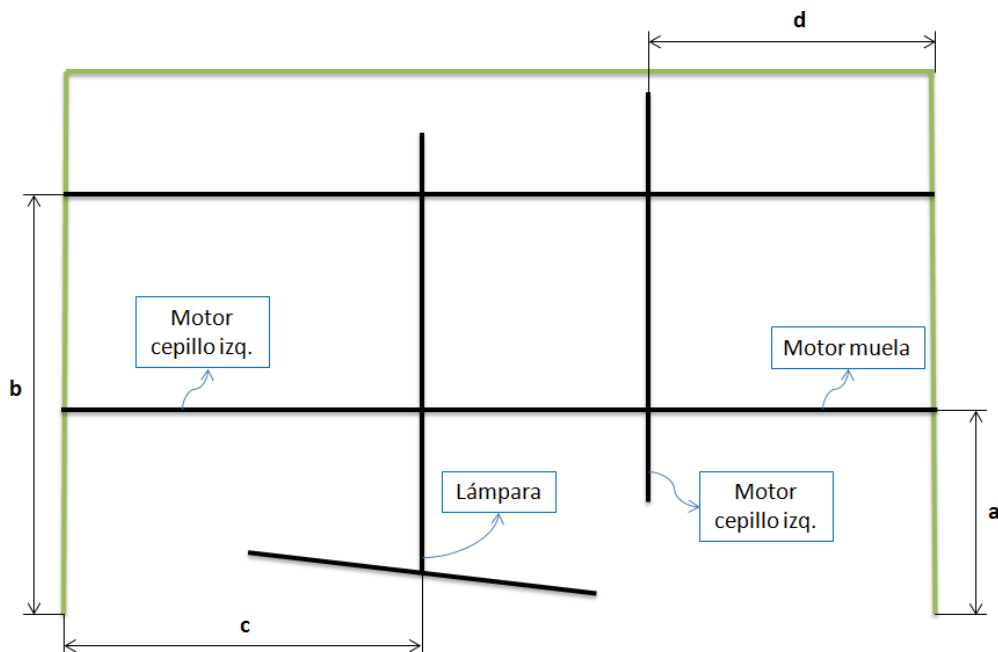


Figura 4.1. Vista en planta del puesto y la ubicación de las barras

Las distancias **a** y **b** son idénticas para todos los puestos y no es necesario tomar ninguna acción sobre ellas. Por otro lado, la distancia **d** ha de tener una

longitud de 650 mm; para determinar su posición se ha tenido en cuenta la posición del motor derecho del cepillo.

En el caso de la distancia **c**, no es posible tomar una decisión debido a los cambios que se van a realizar en iluminación, como veremos en el apartado 4.1.4.

Por otro lado, el último punto de este apartado es el que tiene que ver con todas las medidas que se deben tomar en el polipasto.

La primera se basa en el hecho de que la altura máxima no satisface la postura de los operarios más altos; por tanto, para generar una mejora ergonómica en el puesto, la altura máxima debe ser 400 mm mayor que la actual. Estos 400 mm se han determinado basándonos en la diferencia máxima de altura entre el operario más alto y el más bajo, dado que para este último no existe este tipo de problema.

Para poder ejecutarlo sólo se contempla la adquisición de un nuevo polipasto que cumpla dichas características. Asimismo, esta mejora debe ir acompañada de la mencionada previamente al principio de este apartado.

En último lugar, la **orientación del polipasto** en todos los puestos es bastante estable, como ya se demostró en el capítulo 3. De esta manera, se han propuesto unas medidas estándar que aparecen señaladas en la Figura 4.2. y se corresponden con: **a** = 700 mm, **b** = 650 mm, **c** = 1300 mm, **d** = 950 mm, **e** = 550 mm, **f** = 260 mm, y **g** = 180 mm.

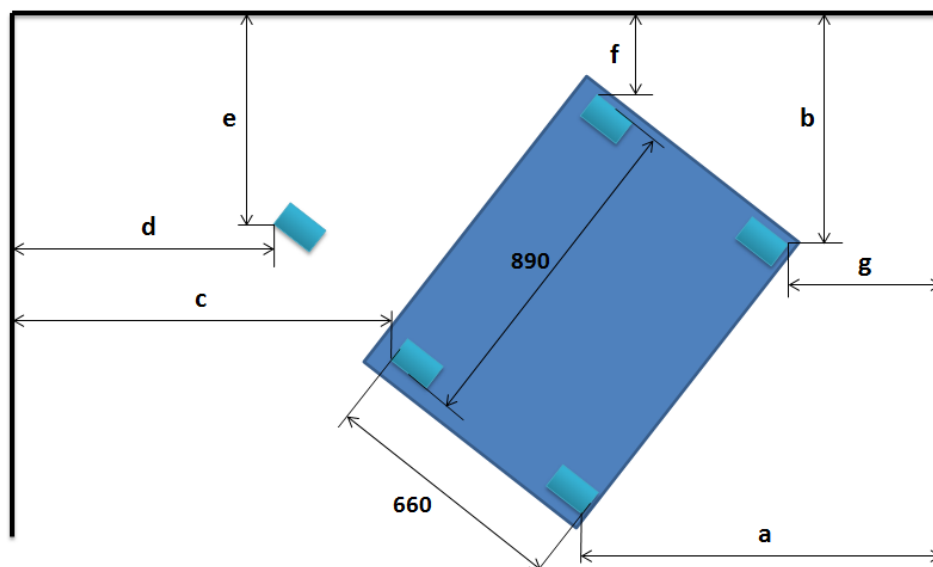


Figura 4.2. Vista en planta del puesto y la ubicación del polipasto

### 4.1.2 Campana de aspiración y ventilador

En este apartado se propondrán mejoras en varios elementos del sistema de aspiración - ventilador, como la rejilla de la campana, la orientación campana - ventilador, los conductos de ventilación, las articulaciones de la campana, e incluso una nueva instalación de campana de cara al futuro.

Debido a que la **rejilla** sobresale por encima de la campana y no realiza ninguna función, como se muestra en sección resaltada en la Figura 4.3, se debe eliminar y en su lugar se podrán situar nuevos elementos.

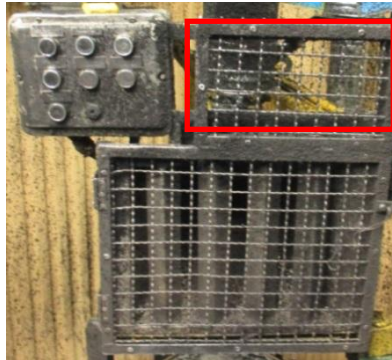


Figura 4.3. Rejilla en la campana de aspiración

Después de analizar la situación de cómo debe **orientarse la campana y el ventilador** respecto a la carcasa con el fin de que la evacuación de partículas en la zona de trabajo sea máxima, se ha llegado a varias conclusiones.

En primer lugar, la línea imaginaria que une el centro del ventilador y la campana, ha de cruzar la zona de la cima donde se producen mayor cantidad de residuos, a una altura aproximada de 1100 mm.

A continuación, el ventilador debe tener el suficiente ángulo para que sobresalga y afecte a la zona del burlote y del flanco lo máximo posible. Esta distancia debe ser de 640 mm desde el centro del ventilador a la pared, que estará ubicado sobre una barra de metal como en la actualidad, y a una altura de 1900 mm del suelo, que evitará, a su vez, que los operarios se golpeen con él.

Por último, hay que determinar las distancias entre el ventilador y el centro de la carcasa (950 mm), y el mismo centro y la campana (550 mm). Con esta ubicación, el ventilador mantendrá un ángulo respecto al suelo de 40 grados.

La potencia del **ventilador** también tiene que aumentarse para conseguir el objetivo deseado. Dentro de los catálogos de los proveedores oficiales de Michelin para el taller de renovado, hemos encontrado dos modelos (977760-63 y 610303-63) que se comparan en la Tabla 4.1. con el modelo instalado en la actualidad.

Modelo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Potencia (W)	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	Precio unidad
Arctic 405 PM	1.050	60	470	5	60,2
977760-63	5.685	110	450	7	89,9
610303-63	7.860	120	550	7,3	124,4

Tabla 4.1. Modelo actual y propuestos de ventiladores

A pesar de los beneficios que puede traer la instalación de estos nuevos modelos para una eliminación más eficaz de los residuos, también puede suponer el inconveniente de que a los operarios les afecte negativamente tener un flujo de aire tan fuerte golpeándoles.

Otro elemento que debe ser analizado por técnicos y expertos en ergonomía son los **conductos de ventilación**, dado que son un foco muy importante de ruido. Es posible que el filtro que poseen no realice correctamente su función y tenga que ser sustituido por otro elemento que disminuya el ruido que produce.

Sin embargo, existe otra opción que supone eliminar toda la estructura de la campana y sustituirla por una **nueva instalación** de conductos más focalizados en la zona de trabajo debido a que la campana actual tiene poca eficacia (Figuras 4.4 y 4.5).

Esta nueva instalación que se muestra en las Figuras 4.4 y 4.5, podría solventar muchos de los problemas que existen en la aspiración, como: el gran tamaño que ocupa la campana, un incremento en la aspiración debido a su menor sección, un aumento de la limpieza en el puesto o la reducción de ruido. Además, debido a la amplia movilidad que tiene este elemento, el operario tendrá la posibilidad de establecerlo en la zona que desee.



Figura 4.4. Nueva instalación de campana 1



Figura 4.5. Nueva instalación de campana 2

### 4.1.3 Estructura y polipasto

Dentro de este apartado vamos a explicar las mejoras propuestas para elementos como el brazo de aspiración y la luz interior, los botones de entrada y salida del polipasto, los finales de carrera, los ganchos y la base metálica para el apoyo de la carcasa.

En lo que respecta al **brazo de aspiración** y la **luz interior**, en primer lugar, habría que evitar el retroceso que genera una vez que el operario lo ha situado en el interior de la carcasa. Esta acción hay que llevarla a cabo en el resorte que rota al brazo, ejerciendo un mantenimiento más frecuente sobre él.

En segundo lugar, hay que mencionar que, según datos recogidos, el 36% de las carcasas necesitan trabajo en el interior, por lo que no es necesario que el brazo de aspiración esté funcionando constantemente. El funcionamiento continuo sólo genera un incremento en la generación de ruido, y una reducción

del caudal de aire de la campana del propio puesto y en el conjunto de los demás.

Para ejecutar una nueva instalación que facilite tanto la aspiración como la visión en el interior, primero ha de sustituirse el conducto de metal por una estructura más ligera, preferiblemente de plástico extensible para que aspire en el foco del cepillado.

En segundo lugar, hay que reducir el tamaño del foco led y permitirle una rotación, dado que el operario está constantemente golpeándose la cabeza contra él.

Por último, el brazo de aspiración debería tener un corte manual de succión para que mientras no se esté trabajando la rueda en el interior, se aproveche bien el caudal en la campana, ya que ambos conductos están conectados.

El siguiente elemento son los **botones de entradas y salida al polipasto**, a los que, como ya se dijo en el capítulo 3, se les da poco uso. En consecuencia, hay que tomar una decisión en las reuniones de grupo para proceder a arreglar el sistema de válvulas y pulsadores, mantenerlo en la actual situación o eliminarlo del conjunto.

La opción de arreglarlo supondrá una mejora de la situación, aunque es probable que, debido al poco uso, la inversión económica no sea eficaz. Por otro lado, la eliminación implicará una mejor imagen de la zona, la creación de otro espacio en el que colocar otros útiles y la supresión de posibles actuaciones de mantenimiento.

Los **finales de carrera** y el tamaño de la pletina que los activa van a determinar la altura mínima que alcanza el neumático. Dado que en muchos puestos surge el problema de que el brazo de aspiración bloquea la carcasa tanto al sacarla como al introducirla, cuando el polipasto está en la posición de abajo. Se propone aumentar la altura de los finales de carrera y estandarizar el tamaño de las pletinas que activan la parada.

Tomando como ejemplo el puesto 7, la altura desde el suelo hasta el centro del rodillo es de 560 mm, y la posición idónea para nuestra propuesta es de 640 mm. En consecuencia, habría que subir el final de carrera 80 mm desde su posición actual.

## Propuesta: puesto estándar mejorado

Hay que añadir que la distancia de 640 mm se ha estipulado basándonos en la carcasa con las menores dimensiones y probando el punto máximo en el rodillo para colocarla sin problemas.

Por último, debemos tener en cuenta la distancia que hay desde que se activa el final de carrera hasta que para el polipasto, debido a la inercia del motor. La pletina mide 140 mm, longitud suficiente para que no sobrepase el final de carrera.

Los siguientes elementos que se van a explicar son los **ganchos**. En el caso del diseño del gancho de la derecha, al ser similar para la mayoría de los puestos, lo único que se necesita es fijar un estándar de dimensiones. Para ello, han de ser como muestra la Figura 4.6.

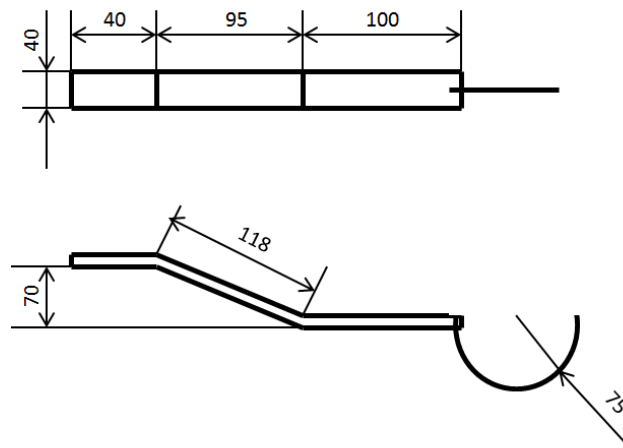


Figura 4.5. Alzado y planta del gancho de la derecha

A diferencia del gancho derecho que tiene una posición fija, el gancho de la izquierda está ubicado en la campana y es móvil. Se propone el diseño de la Figura 4.6.

En último lugar, para la **base metálica de apoyo y la parada de emergencia**, simplemente se propone el seguimiento por parte del operario de la parada de emergencia, dado que, su funcionamiento a veces falla por la acumulación de goma cepillada.



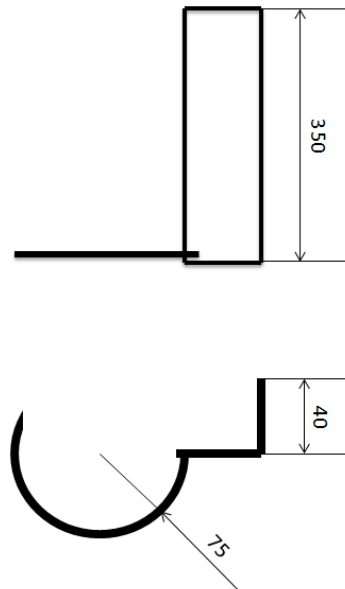


Figura 4.6. Alzado y planta del gancho de la izquierda

#### 4.1.4 Iluminación

En la actualidad, las lámparas instaladas ocupan un gran espacio, su posición no está estandarizada, y en algunos puestos provocan problemas en la ubicación de los motores de los flexibles.

Tras el estudio mostrado en el apartado 3.2.4, se ha llegado a la conclusión de que se deben sustituir los actuales fluorescentes por los **focos de luz led**, ya que tienen un menor parpadeo o flicker que produce menos cansancio visual, implican una reducción del consumo, ofrecen una mayor intensidad luminosa y ocupan mucho menos espacio.

A su vez, debido a que este tipo de luz led arroja muchas sombras y centra mucho la luz en un punto, es posible que si se complementa con otro tipo de luz más constante los resultados sean óptimos.

Asimismo, también se propone una nueva instalación de focos led en la zona superior del polipasto con el fin de iluminar la cima mientras es cepillada. En la Figura 4.7. se muestra la zona exacta dónde llevarlo a cabo.



Figura 4.7. Ubicación propuesta para los nuevos focos led

Dichos focos led han de tener la capacidad de rotación para ajustar la luz al punto que desea el operario. Además, con el objetivo de impedir que la luz moleste en el momento en el que se está realizando el cepillado de los flancos y la carcasa esté arriba, habría que instalar un sensor que se active al subir el polipasto y apague el foco led.

Para conseguir que estos focos situados sobre la cima sólo estén encendidos en la posición inferior, hay que introducirlos en el circuito eléctrico de los finales de carrera que hacen parar al polipasto en su posición inferior. Como ya hemos visto en el apartado 4.4.3, se han definido las dimensiones y la posición de la pletina y los finales de carrera.

Sin embargo, de cara a nuevas instalaciones en otros puestos hay que tener muy en cuenta que la pletina que activa el final de carrera tiene que tener la distancia suficiente como para que no choque contra el suelo en su punto más bajo. Además, el final de carrera ha de estar situado de manera que al bajar el polipasto hasta la posición más baja, no choque contra él.

### 4.1.5 Armario eléctrico

La situación actual de los armarios y su gran volumen generan pérdida de espacio, sensación de saturación en el puesto de trabajo y, dificultad para realizar las labores de mantenimiento y limpieza.

Por tanto, se propone ubicar el armario en el exterior del puesto para mejorar las mencionadas situaciones. Además, también serviría para reubicar otros elementos en la pared de la izquierda, tales como las plantillas de trabajo y reducir considerablemente el número de cables que se conducirían por las barras del techo. Este cambio también implicaría que, debido a que el armario tiene una seta de emergencia y un rearme, habría que añadirles a una botonera.

Asimismo, las dimensiones del armario necesarias para ubicar todos los circuitos necesarios en el puesto se corresponden con un ancho de 593 mm, un alto de 800 mm y un fondo de 260 mm; que se corresponde con el de los puestos 1, 4, 5, 6 y 7 (Figura 4.8).



Figura 4.8. Interior del armario de cepillado manual

#### 4.1.6 Mesas de apoyo de herramientas

Primeramente, vamos a comenzar con la **mesa** de la **izquierda**. En los puestos 6 y 7 son demasiado pequeñas para apoyar todos los útiles de trabajo y, según los operarios, las herramientas se caen al suelo con más frecuencia. Por otro lado, en el puesto 2 la mesa es excesivamente grande y está situada fuera del puesto, lo que a priori genera más espacio, pero es imposible de estandarizar al resto ya que intercedería el paso.

La medida más sencilla que se puede tomar es la de instalar un modelo de mesa intermedia como la que ya existe en los puestos 1, 3, 4 y 5. Para ello, se propone el siguiente diseño que se muestra en la Figura 4.9. y que incluye todas las dimensiones necesarias.

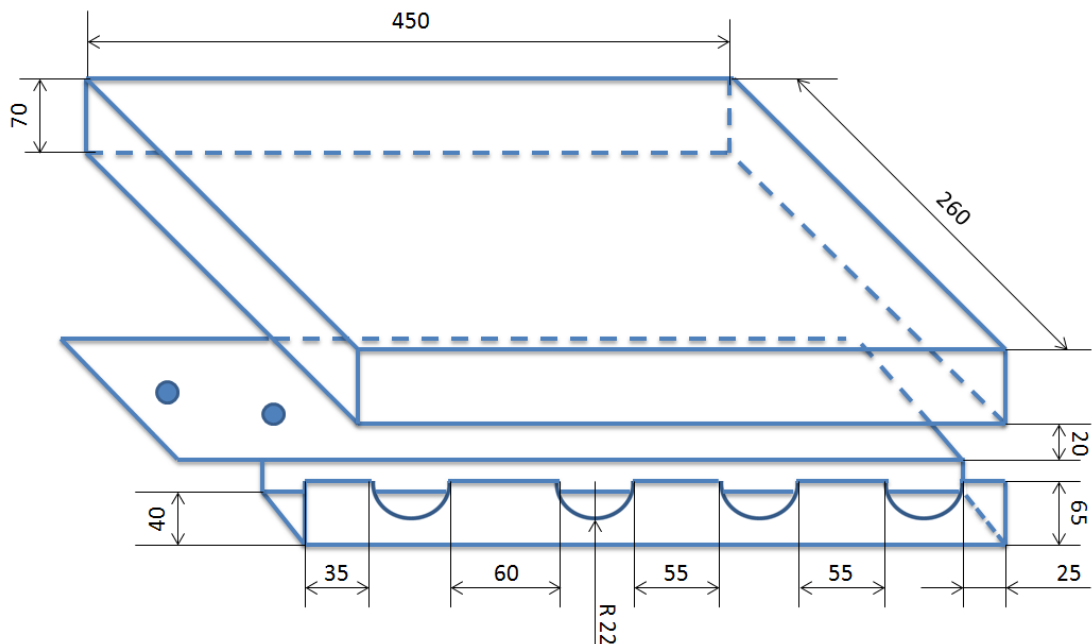


Figura 4.9. Diseño para la mesa de la izquierda

Se han establecido dichas dimensiones para ubicar los cepillos, las cardas y la fresa TC; con una ubicación específica para cada uno de ellos. Por ese motivo, no todas las distancias son las mismas.

Es necesario que la altura de la superficie de la mesa sea de 950 mm respecto del suelo, y, además, se mantenga el cerrojo actual y la bisagra que permiten el giro de la mesa.

Para la **mesa derecha** se propone un cambio radical con el fin de aprovechar de forma óptima el espacio y mejorar la ergonomía del trabajador al tener que alcanzar las herramientas.

Se plantea eliminar la mesa actual y a continuación instalar tres barras paralelas al suelo, que unan el polipasto y la pared derecha, y en ella se ubiquen: las plantillas GI/RK, las muelas, los cepillos, la piedra de afilado de la muela, la caja de herramientas, el flexible de la muela y el bloqueo de elevación de carro.

Se mantendrá una mesa de apoyo junto a la pared con el fin de ubicar la caja de herramientas de cada operario, con unas dimensiones de 300x180x90 mm.

Además, con el objetivo de facilitar al operario el alcance del flexible de la muela, y aumentar la distancia entre la piedra de afilado y el soporte de la muela, se añaden 80 mm entre el soporte y la barra donde se sujeta.

Todo este diseño se puede observar en el boceto que realicé para que el trabajador de la empresa exterior lo elabore manualmente, como se muestra en la Figura 4.10.

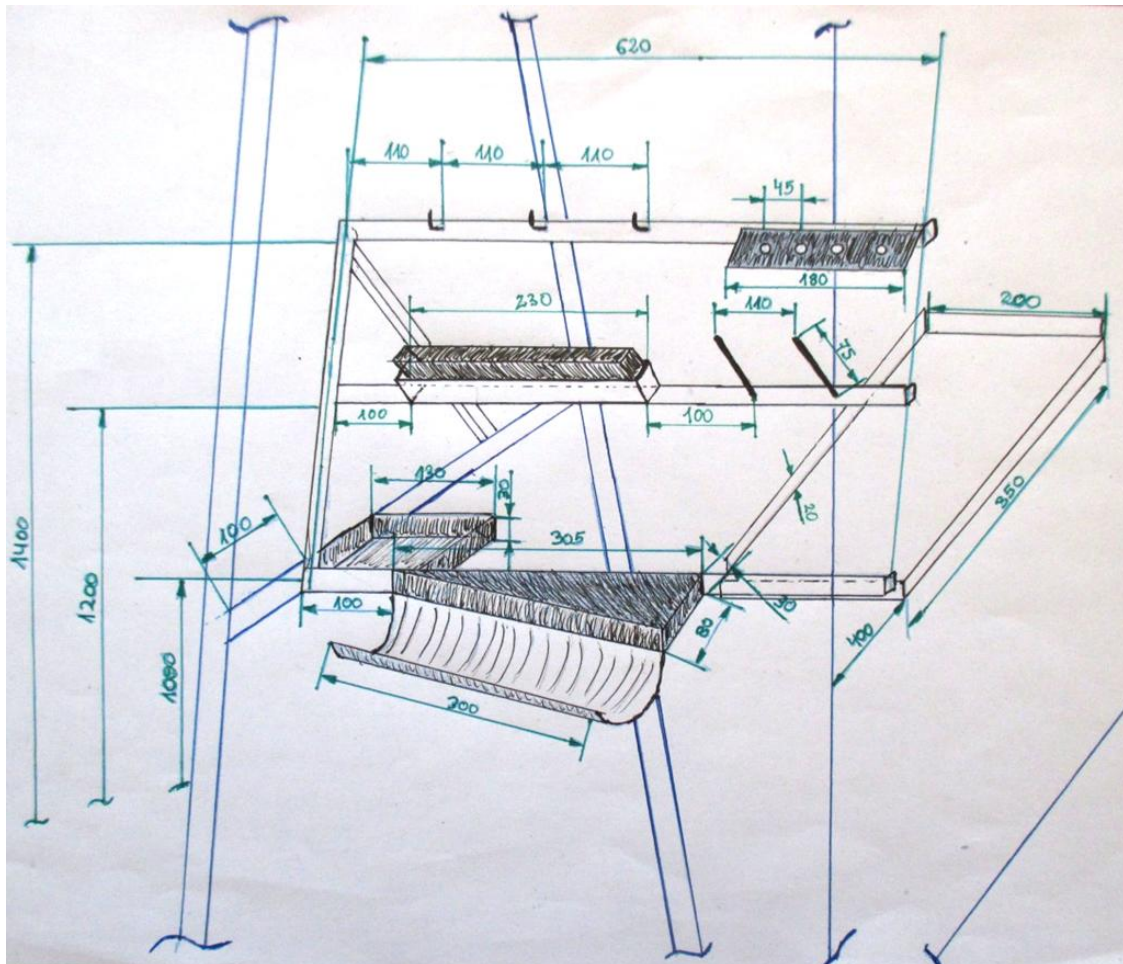


Figura 4.10. Diseño para la mesa de la derecha



### 4.1.7 Herramientas

En este apartado, se van a describir las propuestas realizadas para las picas, la tiza amarilla, las plantillas GI/RK, las plantillas de trabajo, el flexible, el cuchillo grande y la ubicación de los motores.

En la actualidad, las **picas** se encuentran en lo alto del polipasto. Esa posición genera un problema cuando se requiere el uso de las picas en el momento en que tienen la carcasa en la posición superior.

Por tanto, se propone colocarlas en un lugar fijo y cercano a la posición de trabajo. Después de la eliminación de la rejilla de la campana, como se explicó en el punto 4.1.3, el espacio que ha quedado libre se destinará a la ubicación de las picas.

Un caso similar ocurre con la **tiza amarilla**, que no tiene un lugar definido en el que apoyarla. A raíz de esto, se ha elegido ubicarla sobre la botonera que está encima de la campana, fijando así un sitio en el que cogerla y dejarla con la mayor rapidez, dado el uso frecuente al que se la somete.

Asimismo, como ya hemos comentado con la nueva instalación de la mesa de la derecha, se pretende situar a las **plantillas GI/RK**, permitiendo una mayor rapidez en su alcance y un acceso más sencillo.

La reordenación de las **plantillas de trabajo** que están situadas a la izquierda estará supeditada a la eliminación del armario eléctrico. Una vez que esto haya sucedido, bastaría con reubicarlas de la manera más ergonómica y ordenada.

En el caso del **flexible** de la derecha, donde se coloca el cepillo duro, ya se comenzó previamente a este estudio la sustitución del mango previo por uno más ancho.

Habiendo analizado los puntos fuertes y débiles de esta nueva instalación, los operarios y el grupo de trabajo hemos llegado a la conclusión de que su estandarización en el resto de puestos afectará de manera positiva a los operarios de cepillado.

El siguiente elemento es el **cuchillo grande**, que en la actualidad está ubicado dentro de un cilindro. La propuesta de mejora se basa en la creación de otro sistema para sacar el cuchillo y facilitar su alcance. Este sistema consiste en la

creación de un recipiente metálico soldado a la pared, con forma rectangular e inclinación para facilitar la extracción e introducción del cuchillo.

Esta instalación permitiría un aumento del espacio en la zona y una reordenación de la papelera y la mesa, lo que conllevaría una mejora ergonómica. Asimismo, aunque sea un elemento que tiene poco uso, disminuiría el tiempo que se tarda en usarlo.

Además de las dimensiones que se muestran en la Figura 4.11, se añade que la altura a la que ha de situarse este recipiente en su parte superior es de 800 mm respecto del suelo, y en su parte inferior de 580 mm.

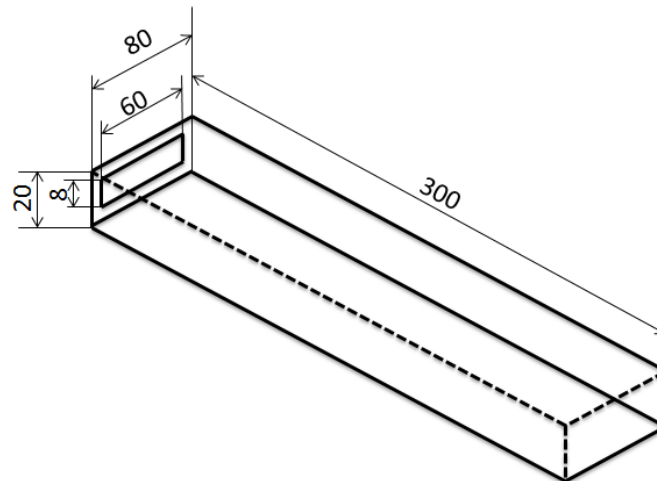


Figura 4.11. Diseño del recipiente para cuchillo grande

El último elemento de este apartado son los **motores** de los flexibles. En primer lugar, se ha encargado a mantenimiento un arranque más progresivo de los flexibles, basándonos en las quejas de los operarios, ya que admitían que cuando tenían los flexibles junto al cuerpo, éstos daban un "latigazo" que les producía molestias en la espalda.

Por otro lado, se propone la colocación de los motores a las mismas distancias relativas al puesto, con el fin de facilitar a los operarios el trabajo en el interior de la carcasa.

Según mis datos y las opiniones de los operarios, he determinado cuáles son las posiciones relativas que deben adoptar los motores de los flexibles para una correcta posición de los operarios.



## Propuesta: puesto estándar mejorado

Los resultados indican que el motor de la izquierda, en el cual se conecta el cepillo blando, ha de ubicarse entre los 600 y los 690 mm, seleccionando como distancia definitiva 650 mm desde la pared izquierda del puesto.

En segundo lugar, el motor de la derecha al que se conecta el cepillo duro, hay que darle una anchura desde la pared de la derecha de entre 640 y 670 mm, seleccionando 650 mm; además, hay que situarlo a una distancia desde el comienzo del puesto de 400 mm, dado que el óptimo está entre 337 - 465 mm.

Por último, el motor de la muela ha de estar separado de la pared de la derecha a una distancia óptima de entre 260 y 320 mm, seleccionando 300 mm como valor final.

Cabe destacar que, a la hora de realizar estos cambios, nos vamos a encontrar con el problema de que al variar la posición de los motores, éstos pueden interceder con las lámparas si no se ha producido su cambio a focos led.

### 4.1.8 Botoneras

Con el objetivo de mejorar las **botoneras**, se proponen una serie de acciones como: la introducción en la botonera de la izquierda de dos botones de subida y bajada continua, y el establecimiento de una distancia idéntica entre los botones con el fin de estandarizar y facilitar la labor del operario. Por último, en la botonera de la derecha se plantea suprimir los botones de subida y bajada continua, y discontinua, además de añadir uno de puesta en marcha del flexible de la derecha.

Una vez realizada la eliminación de los botones en la botonera de la derecha, sólo quedarán: la seta de emergencia, el afilado de la muela y del cepillo, y la puesta en marcha del flexible derecho.

Al mismo tiempo, se ha propuesto el uso de botones que no tengan reborde, o que esté parcialmente recortado, sin embargo, esta mejora no es viable debido a que la normativa en seguridad de Michelin no lo permite.

A continuación, se muestran en las Figuras 4.12. y 4.13. las dimensiones de los diseños finales de las botoneras que se han de instalar.



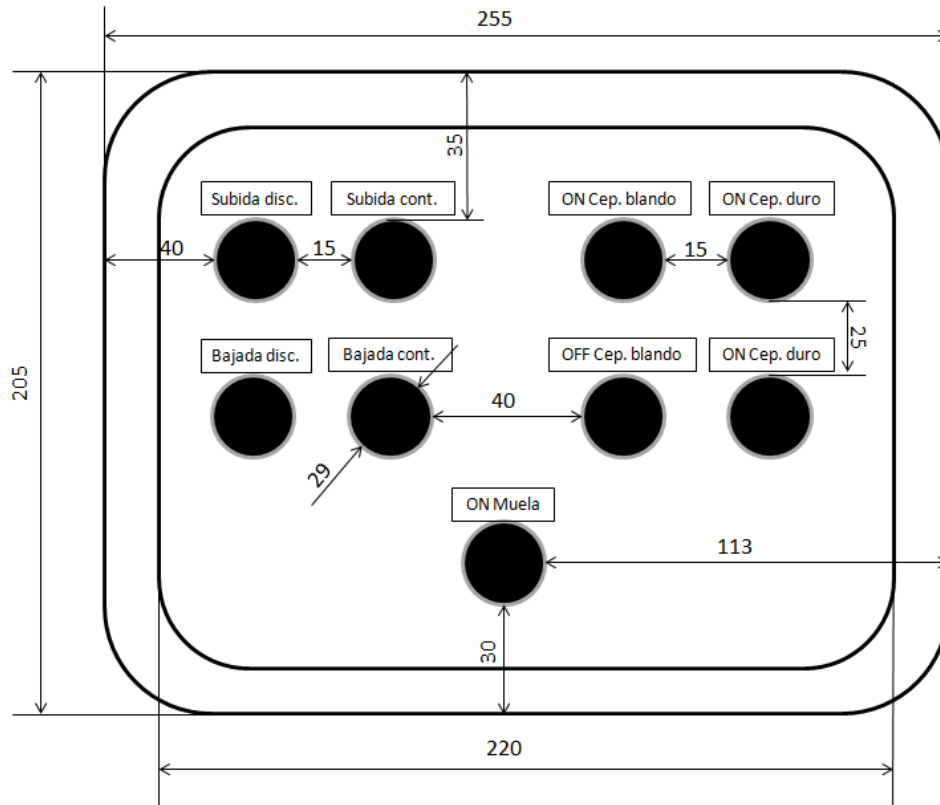


Figura 4.12. Diseño de la botonera de la izquierda

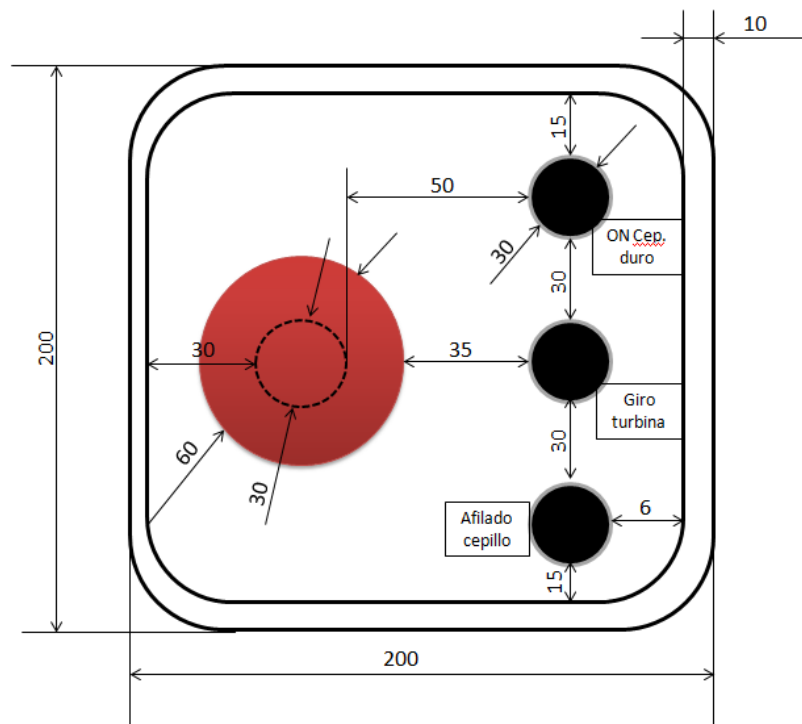


Figura 4.13. Diseño de la botonera de la derecha

#### 4.1.9 Pedales

La mejora propuesta para los **pedales** consiste en la instalación de dos canalizaciones para los cables, realizadas con tubo de cobre soldado a la base de metal, y un cable metálico que, unido a la chapa de la base y al metal del pedal, soporte los esfuerzos de tracción evitando que o soporten los cables con corriente. Todo esto viene reflejado en la Figura 4.14.

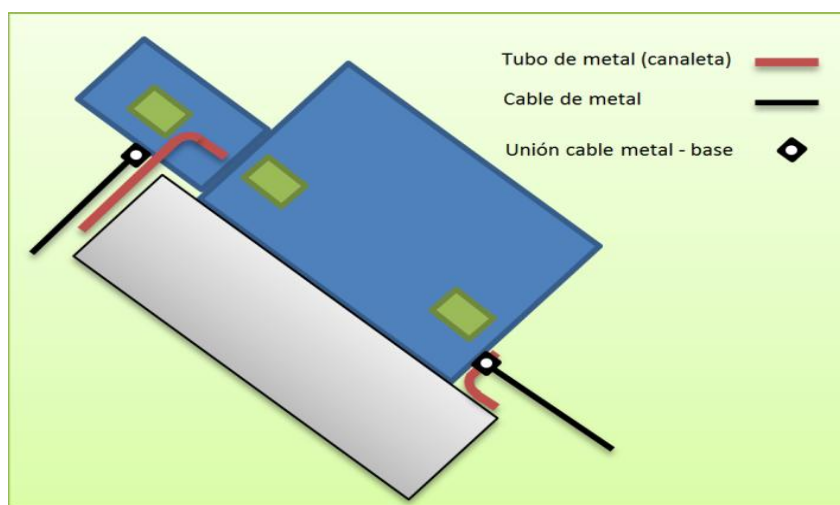


Figura 4.14. Vista en planta de la instalación del tubo de cobre y los cables metálicos para los pedales

Las dimensiones del tubo de la izquierda han de ser las mismas que las que hay en el puesto 6. Sin embargo, el pedal de la derecha debe poseer las medidas reflejadas en la Figura 4.15.

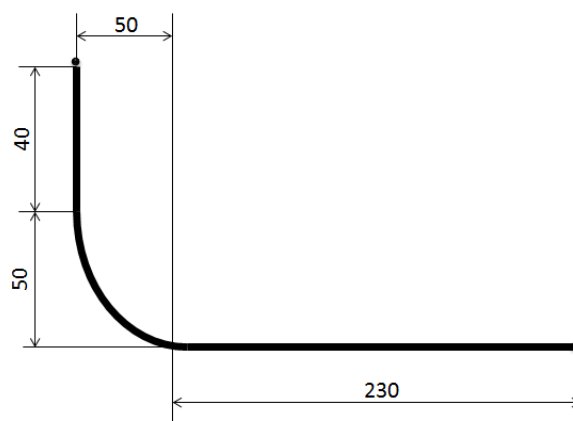


Figura 4.15. Dimensiones del tubo de cobre del pedal derecho

Además, la longitud de los cables de metal que soportan el esfuerzo de tracción será de 500 mm para el de la izquierda, y de 700 mm para el de la derecha.

De esta manera, se habrá favorecido la organización de los pedales en el puesto, su estandarización, y una mayor duración del cable que lleva la corriente a los pedales.

#### 4.1.10 Fotocélulas

Después del estudio de las **fotocélulas**, se ha llegado a la conclusión de que son altamente ineficaces ya que no realizan su función de mantener la aspiración encendida sólo cuando el operario está en el puesto; como se recordará, existen obstáculos intermedios que provocan que la mayor parte del tiempo estén encendidas.

Se propone la eliminación de las fotocélulas y la creación de otro circuito que desactive la aspiración tras 10 minutos de inactividad de los pedales que hacen girar el rodillo y que la vuelva a activar en el momento que se pulsen de nuevo los pedales.

Otra mejora propuesta consiste en incorporar a este mismo circuito el sistema de alumbrado para conseguir que se apaguen las luces tras 10 minutos sin detectar presencia en el puesto, con el fin de reducir el gasto de energía y el consumo innecesario de las lámparas o focos led.

#### 4.1.11 Piedras de afilado

Actualmente se utilizan dos **piedras de afilado** idénticas: una para el afilado de la muela y otra para el cepillo duro. La única diferencia que existe entre ellas es que han de tener diferente inclinación dependiendo del objeto que se afile.

En la Figura 4.16. se muestra la piedra de afilado del cepillo duro. En ella se puede observar que la marca que deja el cepillo no es paralela a la piedra, si no que posee cierto ángulo. En consecuencia, se determina que condiciona la

## Propuesta: puesto estándar mejorado

postura del operario, forzándolo a adoptar una posición con poca ergonomía, como ya se comentó en el capítulo 3.



Figura 4.16. Piedra de afilado paralela a la pared usada

Por esta razón, se propone dotar a la piedra de cierta inclinación respecto con la pared para que no se produzca dicha situación, resultando un ángulo de 30 grados. Asimismo, hay que ubicar la piedra de afilado a una altura de 950 mm respecto del suelo.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la piedra de afilado (200x50x25) se ha realizado el diseño que se muestra en la Figura 4.17.

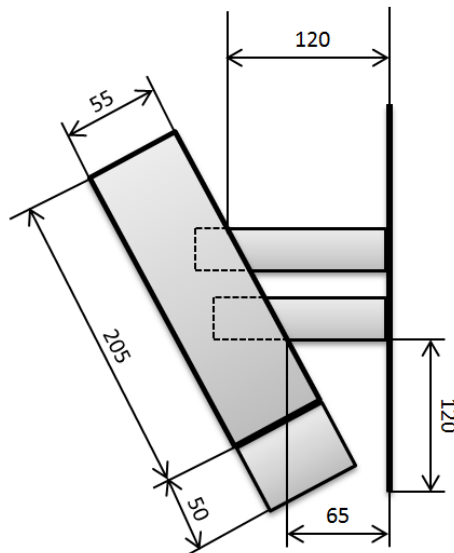


Figura 4.17. Diseño de la piedra de afilado

En primer lugar, hay que mantener la agarradera que sujeta a la piedra en el mismo lugar en el que se encuentra ahora, pudiendo reutilizar la que tenemos



en los puestos actualmente. Por otro lado, la protección anti-chispas que sujeta la llave neumática se suprimirá y se instalará una nueva dibujada en color gris oscuro.

Además, la superficie dónde se ha de apoyar la piedra, poseerá una almohadilla que la fijará mejor, además de un pequeño reborde de 20 mm para que la piedra quede estable.

Respecto a la otra piedra, que se utiliza para afilar la muela, se procede a su eliminación en la situación actual y, como ya se observó en el 4.4.6, se ubicará en la mesa de la derecha, facilitando el afilado.

Cabe destacar que se ha eliminado la protección de seguridad metálica debido a que, según los operarios, no tiene gran utilidad. La razón es que la mayoría de las muelas no se rompen mientras se afilan, si no cuando se está trabajando. Aún a pesar de eso, el uso obligatorio de gafas de seguridad en toda la zona de cepillado prevendría de una posible rotura a todo el personal que se encontrara en dicho lugar.

Por último, se debe estandarizar el tiempo que dura el afilado del cepillo cuya media, según los datos, se establece en 22 segundos desde que se pulsa el botón hasta que pierde completamente el giro sin ejercer rozamiento alguno sobre el cepillo. Al tener que establecerlo con el temporizador del armario, el tiempo desde que se pulsa hasta que para sería de 6 segundos.

#### 4.1.12 Otros elementos

En este apartado se expondrán las propuestas de mejora de elementos como la papelerera, las consignas de calidad, la manguera de aire comprimido y el enrollador, la llave de recambio del cepillo, el soporte de cambio del cepillo, la piedra de afilado de la carda, el soporte para el cambio de la muela o las llaves del cambio de muela.

La propuesta para la **papelerera** consiste en un nuevo modelo con el objetivo de que evite el golpeo con el flexible y el consecuente peligro que eso conlleva para los operarios.



## Propuesta: puesto estándar mejorado

Se propone eliminar el trípode sobre el que está apoyado y soldar un enganche en la viga para colgarla y descolgarla para vaciarla. La altura a la que se ha de situar es a 300 mm del suelo, quedando la parte más alta a 600 mm.

Las ventajas de esta nueva instalación es que mejorará la seguridad del puesto, ya que reduce o evita en su totalidad los impactos con el flexible izquierdo, ocupará un menor espacio y generará un mayor orden en el puesto.

En segundo lugar, las **consignas de calidad** cumplen la función de indicar al operario las características del neumático. Para proporcionar al operario toda la información de manera más rápida y eficaz, y facilitar su actualización, habría que establecer un sistema informático que con la lectura del código ofreciera en una pantalla todas las características de la carcasa.

Este sistema sería muy aconsejable sobre todo cuando se vayan a incorporar al proceso productivo todas las carcasas de la marca *Laurent*, ya que puede que aumente significativamente el número de CR3 y supondría mayor gasto de tiempo para los operarios buscar la información que se precisa.

La siguiente propuesta trata sobre la **manguera de aire comprimido y los enrolladores**. Se plantea sustituir en los puestos 3 y 7 los enrolladores y, una implantación idéntica a la realizada en el puesto 2, con la manguera sujeta a la pared mediante bridas hasta 1000 mm respecto del suelo y con una longitud de 3000 mm. Además, se soldará a la estructura un nuevo gancho que la sujete a 1500 mm del suelo.

Las ventajas de esta nueva implementación son la reducción significativa del espacio que ocupa el enrollador, el aumento de la velocidad en el uso de la manguera y una mejora del orden en el puesto.

La siguiente propuesta se lleva a cabo sobre **llave de cambio del cepillo**, o llave neumática. Con el fin de ahorrar espacio y facilitar su uso, se propone añadir a la llave neumática un pequeño elemento de metal que sirva para anclar la llave en el soporte y así eliminar el actual, reduciendo significativamente el número de elementos (Figura 4.18).

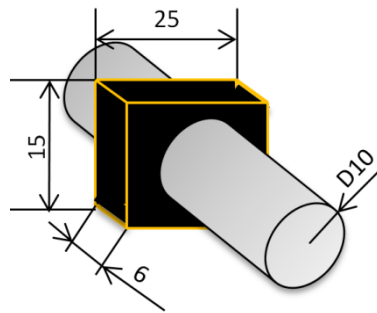


Figura 4.18. Diseño del elemento metálico para la llave neumática

Por otro lado, en el caso del **soporte para el cambio del cepillo**, que a partir de ahora también va a sujetar a la llave neumática, se propone la eliminación de la parte de la estructura que sobresale y forma parte del cambio de la muela. De esta manera el soporte sobresaldrá menos y ocupará un menor espacio, como observamos en el puesto 3, que ya había sido acortado (Figura 4.19).

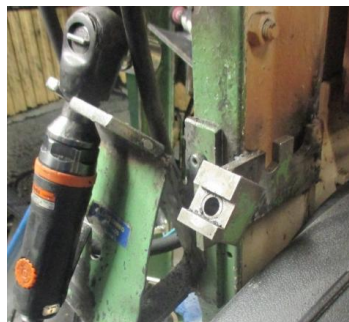


Figura 4.19. Soporte para el cambio del cepillo en el puesto 3

Por último, la altura respecto del suelo a la que hay que situarlos es de 1000 mm, y debe sobresalir exactamente 90 mm de la pared para que se pueda realizar cómodamente el cambio de cepillo. Además, las esquinas del soporte han de redondearse con el objetivo de disminuir el daño que puedan producir si se golpean.

En el caso de la **pedra de afilado de la carda**, simplemente se propone colocar una para cada puesto, situándola en la pared derecha del puesto, entre la botonera y la otra piedra de afilado, a 1300 mm de altura.

El siguiente elemento para el que se va a realizar una propuesta es el **soporte para el cambio de muela**. Tras el análisis visual, y teniendo en cuenta la opinión de los operarios, se ha llegado a la conclusión de que el mejor soporte

para realizar el cambio de la manera más rápida, eficaz y de la forma más ergonómica, es la de los puestos 3, 4 y 6, que corresponde con la Figura 4.20.



Figura 4.20. Ejemplo de cambio de muela

Además, hay que añadir que la altura a la que debe situarse es de 1120 mm, ya que cumple con las condiciones de espacio y es la más adecuada ergonómicamente para facilitar la labor del operario.

Una vez realizada la propuesta para el soporte de cambio de la muela, sólo será necesaria una única **llave** para el cambio de muela (la de mayor tamaño) que se utilizará para aflojar la muela. Esto supone la eliminación de la llave pequeña que generará menor pérdida de tiempo ya que el operario no tendrá que seleccionar si usará la de mayor o menor tamaño, dado que sólo habrá una.

La altura a la que se ha de soldar la cadena es de 1000 mm, y la longitud de dicha cadena será de 400 mm.

En último lugar, y una vez que se haya determinado la ubicación de todas las herramientas en el puesto de trabajo, se creará un archivo que contendrá todas las etiquetas que indiquen en qué lugar han de ubicarse todas las herramientas y elementos. Con esta incorporación, mantendremos el lugar de trabajo ordenado y se podrá realizar un seguimiento del Bib Standard aplicado. Las etiquetas que fueron elaboradas con tal fin están incluidas en el Anexo II.



## 4.2 VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS

---

En este apartado se incluirán las valoraciones que se han realizado de las propuestas que se han podido llevar a cabo. Dichas valoraciones han sido recogidas mediante encuestas realizadas por los operarios.

Además, se incluirán algunas imágenes que tendrán como finalidad explicar visualmente los cambios que se han producido en alguno de los elementos a los que se ha podido realizar modificaciones.

Comenzaremos con la valoración de la iluminación que ha comprendido preguntas sobre la cima, el flanco, el interior, y la iluminación en general.

Según los resultados de la encuesta, el cambio de fluorescentes por los focos led ha resultado satisfactorio, especialmente en el interior; sin embargo, hay detalles que aún se deben mejorar. Entre ellos está el hecho de que los nuevos focos producen más sombras y distribuyen peor la luz; por tanto, la introducción de otro tipo de luz que cubriera mejor los espacios garantizaría un mayor éxito.

En la foto de la izquierda de la Figura 4.21. se puede observar el puesto antes de realizar modificaciones, mientras que en la imagen de la derecha se contemplan todas las acciones que se llevaron a cabo.

A pesar de no haber sido valorado por los operarios, en la Figura 4.21. también se puede observar la nueva instalación de los paneles absorbentes de ruido.

Por otro lado, la mayoría de las modificaciones realizadas en el puesto han sido valoradas muy positivamente por una amplia mayoría de los operarios. Tal es el caso de elementos como el soporte para el cambio del cepillo, el cuchillo, la papelera, las dos botoneras, la pica y la tiza, las dos piedras de afilado, la llave de cambio de la muela, la manguera, o la creación de la mesa de la derecha con la reubicación de los elementos que incluye.

A continuación, se puede observar cómo ha cambiado la zona que incluye modificaciones como el soporte para el cambio del cepillo, el cuchillo, la papelera o la supresión del enrollador de mangueras y el soporte de la llave neumática (Figura 4.22).



Figura 4.21. Puesto 6 antes y después de las modificaciones



Figura 4.22. Lateral izquierdo antes y después de las modificaciones

Otra zona que ha percibido varios cambios importantes es la que está justo encima de la campana de aspiración. Algunos de los elementos que han variado son: la botonera izquierda, la nueva ubicación de picas y tizas, o la eliminación de la zona de la rejilla que no realizaba ninguna función. En la Figura 4.23. aparece la zona antes de la realización de las acciones, mientras que en las Figuras 4.24, 4.25, y 4.26, aparecen dichos elementos por separado.



Figura 4.23. Campana de aspiración y botonera antes de las modificaciones



Figura 4.24. Botonera izquierda después de la modificación



Figura 4.25. Recipiente para las tizas



Figura 4.26. Picas después de la modificación

Uno de los cambios más notables en el puesto es el que se ha llevado a cabo en la mesa de la derecha, ya que se ha sustituido por otro diseño mucho más ergonómico y que da otra imagen al puesto. En las Figuras 4.27. y 4.28. se puede apreciar esta modificación.



Figura 4.27. Mesa de la derecha antes de la modificación

La Figura 4.29. muestra el lateral derecho del puesto de cepillado antes de haber realizado ninguna modificación. A continuación, las Figuras 4.30. y 4.31. presentan las modificaciones de la piedra de cepillado del cepillo, la manguera, la botonera, la introducción de un gancho para la máscara o la llave para el cambio de la muela.

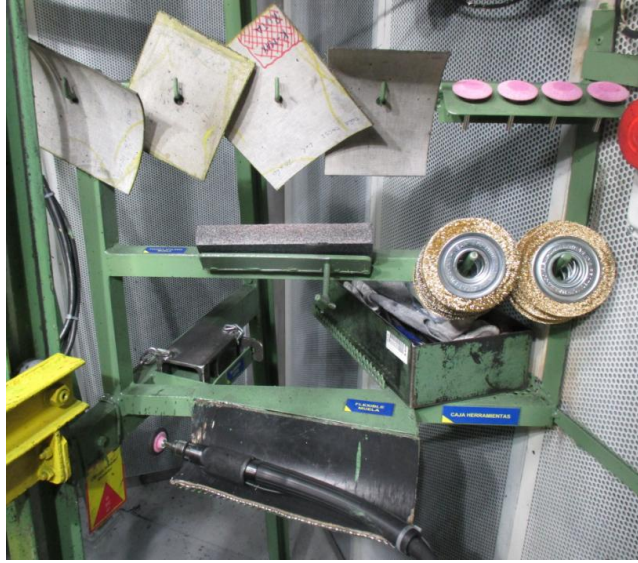


Figura 4.28. Mesa de la derecha después de la modificación



Figura 4.29. Lateral derecho antes de las modificaciones



Figura 4.30. Piedra de afilado del cepillo



Figura 4.31. Botonera izquierda, gancho máscara y manguera

Por último, la modificación peor valorada ha sido la eliminación del nuevo soporte de la llave neumática, ya que sólo ha sido evaluada positivamente por el 36% de los encuestados.

El problema reside en que, al realizar el cambio de cepillo, se necesita un sitio para apoyar la herramienta, y ahora tienen que acostumbrarse a depositarla en la mesa de la izquierda. A pesar de todo, esta modificación ha supuesto una gran mejora en lo que se refiere al orden del puesto y el máximo aprovechamiento del espacio.



## CAPÍTULO 5. ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se va a estudiar el coste de realizar este trabajo; podría considerarse como el coste económico que supondría para una empresa contratar a una consultora independiente para realizar este proyecto.

Para elaborarlo, se ha dividido el trabajo en fases de desarrollo que van a tener asignadas individualmente sus costes humanos, equipos informáticos, materiales consumibles y costes indirectos.

### 5.1 FASES DEL PROYECTO

---

Con el objetivo de subdividir los costes para analizarlos de manera más sencilla, se propone separar al proyecto en cinco fases.

La primera etapa se denomina **fase de planificación**. En ella se deben acordar todas las condiciones con la parte contratante y la planificación de todos los aspectos del trabajo que se realizará.

Una vez hecha la planificación, pasamos a la **fase de documentación**. En esta fase se recopila la información necesaria para realizar todo el trabajo.

Cuando ya se ha obtenido y recopilado toda la información, el siguiente paso consiste en analizar dicha información con el objetivo de seleccionar la más relevante, la que realmente aporte valor al proyecto. A esta fase se la conoce como **fase de análisis**.

Después de llevar a cabo el análisis, procedemos con la **fase de desarrollo**, que expone la solución propuesta, y añade la escritura del documento y de la solución propuesta.

Por último, tras la redacción y revisión del documento, se procede a su presentación y exposición delante del órgano que realizará su evaluación. Esta última fase es la **fase de presentación**.



## 5.2 ESTUDIO DE COSTES

---

Una vez descritas las fases del proyecto, calcularán los costes del equipo humano, los equipos informáticos, otros materiales consumibles y los costes indirectos. Por último, cuando se hayan obtenido todos estos costes, procederemos a la asignación por fases de cada uno de ellos, ofreciendo el coste total del proyecto.

### 5.2.1 Equipo humano

El equipo humano que ha elaborado este estudio para los puestos de cepillado está formado por un director del proyecto y un ingeniero de organización.

El director será el responsable del proyecto y llevará a cabo su planificación para que esté realizado antes de la fecha límite. También se encargará de realizar la planificación financiera sin sobrepasar el presupuesto asignado. Entre sus competencias también se incluye coordinar a todo el equipo y controlar el seguimiento del proyecto para cumplir con el objetivo final.

Su cometido es recabar toda la información sobre los puestos, estudiarla y analizarla, y, realizar una propuesta que mejore la situación actual. Además, su labor también incluye pilotar las acciones propuestas, formar al personal si fuera necesario, y evaluar la aceptación de las modificaciones entre los operarios.

En la Tabla 5.1 se muestra el coste anual del director del proyecto y del ingeniero de organización.

	SUELDO BRUTO (Anual)	SEGURIDAD SOCIAL (35%)	TOTAL	TOTAL MENSUAL
DIRECTOR DEL PROYECTO	36.000 €	12.600 €	48.600 €	4.050 €
INGENIERO DE ORGANIZACIÓN	24.000 €	8.400 €	32.400 €	2.700 €

Tabla 5.1. Coste anual del director y el ingeniero



Una vez obtenido el coste anual de tenerlos contratados un año, el siguiente paso es calcular el número de días hábiles totales que se trabaja y también el número de semanas efectivas trabajadas para, posteriormente poder realizar el cálculo desglosado por fases y tiempo, asignando de esta manera los costes exactos.

En la Tabla 5.2 se calculan los días hábiles en un año y las horas que trabaja cada empleado. Para ello, se restan fines de semana, festivos, vacaciones y otros días perdidos debido a bajas. A continuación, el cálculo de horas se estima teniendo en cuenta que la jornada laboral es de 40 horas semanales.

CONCEPTO	TIEMPO
Días totales	365,25
Fines de semana (365*2/7)	-104,36
Días festivos	-12
Días de vacaciones	-20
Otros días perdidos	-15
Cursillos de formación	-4
Días hábiles totales	210
Horas por año (8 horas día)	1.680
Semanas anuales	44

Tabla 5.2. Días, semanas y horas hábiles al año

En este momento ya se tienen las horas efectivas que se trabajan cada año, así como las semanas. Por tanto, se puede calcular el coste del ingeniero y del director del proyecto por hora y por semana, como muestra la Tabla 5.3.

	DIRECTOR DEL PROYECTO	INGENIERO DE ORGANIZACIÓN
Coste anual	48.600 €	32.400 €
Coste semanal	1.104,55 €	736,36 €
Coste horario	28,93 €	19,29 €

Tabla 5.3. Coste anual, semanal y horario del equipo humano



### 5.2.2 Equipo informático / materiales consumibles

En este apartado, primero se calcularán todos los costes de los equipos informáticos, y del software que se haya utilizado durante el desarrollo del TFG.

Para calcular el coste se utilizan las amortizaciones, que consisten en dividir el coste total entre los años que se calcula que durará el equipo o software con el que se está trabajando. En la Tabla 5.4. se muestran en una lista todos los elementos utilizados y que se pueden clasificar en esta categoría, además de la amortización y su coste.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTE	AMORTIZACIÓN	COSTE/AÑO
Ordenador portátil HP	1	700 €	4 años	175 €
Impresora/escáner HP	1	340 €	4 años	85 €
Microsoft Windows 8.1	1	120 €	4 años	30 €
Microsoft Office	1	120 €	1 año	30 €
<b>TOTAL</b>		<b>1.280 €</b>		<b>320 €</b>

Tabla 5.4. Equipos informáticos

A partir de esta amortización calculamos la semanal, la diaria y la horaria. Para realizarlo se divide la cantidad de 320 €/año entre 53 semana, 7 días y 8 horas, respectivamente. Como resultados obtenemos una amortización semanal de 6,04 €/semana, una amortización diaria de 0,86 €/día, y una amortización a la hora de 0,108 €/hora.

En segundo lugar, se calculará el coste de todos los materiales consumibles que se han utilizado. En la Tabla 5.5. se recopilan todos ellos y su coste desglosado.

CONCEPTO	COSTE
Material de oficina genérico	250 €
Suministros impresora	90 €
Pincho USB	12 €
Discos y CD's	50 €
<b>TOTAL</b>	<b>402 €</b>

Tabla 5.5. Materiales consumibles

De la misma manera que se hizo con el equipo informático, se va a calcular la amortización por semana, día y hora, obteniendo los siguientes resultados: 7,59 €/semana, 1,08 €/día y 0,135 €/hora.

### 5.2.3 Costes indirectos

En este apartado se incluyen los costes indirectos relativos a gastos generales como electricidad, teléfono, internet, seguros, calefacción, transporte entre otros. En la Tabla 5.6. se recogen dichos elementos.

CONCEPTO	COSTE
Electricidad	200 €
Teléfono	120 €
Internet	200 €
Otros	200 €
<b>TOTAL</b>	<b>720 €</b>

Tabla 5.6. Costes indirectos

De la misma manera que se han elaborado las amortizaciones en los anteriores apartados, para los costes indirectos obtenemos una amortización semanal de 13,59 €/semana, 1,94 €/día y 0,24 €/hora.

### 5.2.4 Costes por fases

En el apartado 5.1 ya se hizo una división del proyecto en fases que se muestran en la Tabla 5.7, en la que se asignan las horas que han dedicado el director del proyecto y el ingeniero a cada fase del proyecto.



	DIRECTOR DEL PROYECTO	INGENIERO DE ORGANIZACIÓN
Fase de planificación	10 horas	10 horas
Fase de documentación	10 horas	70 horas
Fase de análisis	5 horas	120 horas
Fase de desarrollo	5 horas	180 horas
Fase de presentación	10 horas	10 horas
<b>TOTAL</b>	<b>40 horas</b>	<b>390 horas</b>

Tabla 5.7. Tiempo de dedicación por fases

A continuación, el siguiente paso es asignar los costes que ya se han calculado a cada fase en función de las horas que ha dedicado tanto el ingeniero como el director del proyecto a su realización.

En la primera fase el equipo debe definir todas las características del proyecto y los pasos a seguir. En la Tabla 5.8. se muestran los costes de esta etapa.

CONCEPTO	HORAS	COSTE/HORA (€/hora)	COSTE
Director del proyecto	10	28,93	289,30 €
Ingeniero de organización	10	19,29	192,90 €
Equipo informático	20	0,108	2,16 €
Materiales consumibles	20	0,135	2,70 €
Costes indirectos	20	0,243	4,86 €
<b>TOTAL</b>			<b>491,92 €</b>

Tabla 5.8. Costes de la fase de planificación

En la segunda fase, el trabajo que hay que realizar es el de documentación e información acerca del proyecto que se va a elaborar. En la Tabla 5.9. se muestran los costes de esta etapa.

CONCEPTO	HORAS	COSTE/HORA (€/hora)	COSTE
Director del proyecto	10	28,93	289,30 €
Ingeniero de organización	70	19,29	1.350,30 €
Equipo informático	80	0,108	8,64 €
Materiales consumibles	80	0,135	10,80 €
Costes indirectos	80	0,243	19,44 €
<b>TOTAL</b>			<b>1.678,48 €</b>

Tabla 5.9. Costes de la fase de documentación

La fase de análisis es una de las más importantes de todo el proyecto ya que hay que observar y estudiar todas las posibles formas para abordar el trabajo y elaborar un análisis que nos permita completar el proyecto en la última fase. En la Tabla 5.10. se muestran todos los costes de esta fase.

CONCEPTO	HORAS	COSTE/HORA (€/hora)	COSTE
Director del proyecto	5	28,93	145 €
Ingeniero de organización	120	19,29	2.315 €
Equipo informático	125	0,108	14 €
Materiales consumibles	125	0,135	17 €
Costes indirectos	125	0,243	30 €
<b>TOTAL</b>			<b>2.520 €</b>

Tabla 5.10. Costes de la fase de análisis

Después de la fase de análisis viene la etapa en la que se desarrolla y redacta el trabajo elaborado. Esta fase es la más larga y la que mayor esfuerzo ha requerido, dado que hay que reflejar todo lo trabajado y decidido en las fases anteriores. En la Tabla 5.11. se muestran los costes de esta fase.



CONCEPTO	HORAS	COSTE/HORA	COSTE
Director del proyecto	5	28,93	145 €
Ingeniero de organización	180	19,29	3.472 €
Equipo informático	185	0,108	20 €
Materiales consumibles	185	0,135	25 €
Costes indirectos	185	0,243	45 €
<b>TOTAL</b>			<b>3.692 €</b>

Tabla 5.11. Costes de la fase de desarrollo

La última fase del proyecto toma lugar cuando todo lo anterior ha sido aprobado. Se prepara una presentación de todo lo realizado ante el tribunal en la que se resuman las actividades más relevantes llevadas a cabo. En la Tabla 5.12. se muestran todos los costes de esta etapa.

CONCEPTO	HORAS	COSTE/HORA	COSTE
Director del proyecto	10	28,93	289,30 €
Ingeniero de organización	10	19,29	192,90 €
Equipo informático	20	0,108	2,16 €
Materiales consumibles	20	0,135	2,70 €
Costes indirectos	20	0,243	4,86 €
<b>TOTAL</b>			<b>491,92 €</b>

Tabla 5.12. Costes de la fase de presentación

## 5.3 RESULTADOS

---

Una vez que se ha realizado el coste de cada fase en la que se divide el proyecto, en este apartado se procederá a presentar los resultados finales del

estudio económico. En la Tabla 5.13. se pueden observar los costes totales separados por fases y en total, además de la suma de horas que ha consumido cada fase. Por otro lado, en la Figura 5.1. se muestra un gráfico de sectores que determina el porcentaje que representa cada fase del proyecto en el coste total.

FASES	HORAS	COSTES
Fase de planificación	20	491,92 €
Fase de documentación	80	1.678,48 €
Fase de análisis	125	2.520 €
Fase de desarrollo	185	3.692 €
Fase de presentación	20	491,92 €
<b>TOTAL</b>	<b>430</b>	<b>8.874,52 €</b>

Tabla 5.13. Resultados finales de costes y tiempo

Como se puede observar en la Tabla 5.13, el coste total del proyecto es de **8.874,52 €**, y la mayor parte de coste viene dada por el salario del ingeniero, que ha dedicado un total de **430 horas**. Dividiendo del coste total entre el número de horas dedicadas, obtenemos un coste medio de **20.64 €/hora**.

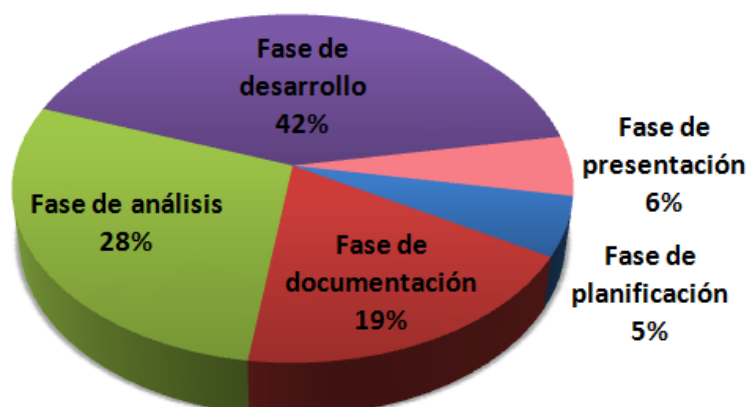


Figura 5.1. Gráfico del coste de cada fase en porcentajes

A estos costes obtenidos hay que aplicarles el margen comercial y los impuestos indirectos correspondientes (IVA, impuesto de sociedades, etc.).







## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y POSIBILIDADES DE FUTURO

En este capítulo abordaremos, en primer lugar, las conclusiones a las que se ha llegado una vez realizado todo el trabajo y, a continuación, una explicación de las líneas de futuro que se pueden llevar a cabo, surgidas a raíz de este proyecto.

### 6.1 CONCLUSIONES

---

A lo largo de la realización de este Trabajo de Fin de Grado se han obtenido una serie de conclusiones que se explican en este apartado, y tienen relación con todos los puntos que en él se incluyen.

Siguiendo el mismo orden que se ha establecido en la redacción de este trabajo, comenzaremos describiendo lo importante que es el Grupo Michelin. Esta compañía es reconocida como uno de los mayores productores de neumáticos en el mundo, lo que la convierte en líder del sector.

Como ya se explicó en el Capítulo 2, Michelin es una empresa que tiene una alta influencia mundial, que se preocupa por el medio ambiente, las personas y la movilidad. Además, su política de respeto la sitúa en una magnífica posición de cara al público y consolida fuertemente como un ejemplo a seguir por el resto de competidores.

Ese respeto y preocupación se hicieron visibles para mí en el momento que pude desarrollar mi trabajo en un taller de la compañía, corroborando los valores sobre los que se asienta el Grupo Michelin.

En lo que respecta a España, Michelin posee en el país un importante foco productivo que genera muchos puestos de trabajo y bienestar social en las zonas donde está instalada. Asimismo, su importancia para el Grupo es fundamental, siendo un referente en muchos aspectos a nivel mundial.



## Conclusiones y posibilidades de futuro

Al principio del Capítulo 3 se exponen las bases de la metodología de las 5S. Estas técnicas son de una gran utilidad para todas las empresas, ya sean fabriles o no, y pueden suponer una mejora trascendental si se ejecutan correctamente.

En conclusión, debido a que tienen una aplicación muy sencilla, no suponen un coste que no se pueda asumir y pueden conducir a una mejora en todos los aspectos de la empresa; cualquier compañía debería implantarla para mejorar su operativa.

Desde mi punto de vista, la conclusión que más importancia tiene en este trabajo es el hecho de que la gran mayoría de las acciones que se han podido poner en práctica y ser calificadas por los operarios, han tenido una buena acogida por parte de los trabajadores de cepillado.

Como ya se indica en el Capítulo 1, la razón por la cual se propone este proyecto es la mejora ergonómica de la situación de trabajo de los operarios de cepillado. Por este motivo, en todo momento han formado parte del estudio, aportando sus conocimientos y evaluaciones, que han sido fundamentales para elaborar este proyecto.

En el primer apartado del Capítulo 4 se exponen detalladamente una serie de propuestas, cuyo objetivo es realizar modificaciones en un puesto de Cepillado Manual con el fin de estandarizarlas a todos los demás. En el conjunto de las acciones propuestas muchas pudieron realizarse, aunque no ocurrió lo mismo con otras debido a diversos motivos.

En este apartado analizaremos las que sí que se pudieron realizar, determinando las de mayor importancia. Por otro lado, las acciones que no pudieron ponerse en marcha serán incluidas en el apartado siguiente, el 6.2.

Siguiendo el orden del índice, la primera propuesta que se pudo realizar es la instalación de paneles absorbentes. El estudio que se elaboró, determinó que su implantación en todo el área de cepillado determinaría una disminución del ruido ambiente, aunque también debería ir acompañada de una actuación en las fuentes de ruido.

Entre las propuestas desarrolladas, se propuso la eliminación de una porción de rejilla de la campana con el objetivo de ubicar en su lugar las picas. De esta manera, se realizaron dos modificaciones simultáneas en la misma posición.



Por otro lado, también se ha propuesto la modificación de los finales de carrera para evitar que la carcasa quede enganchada con los rodillos en su posición inferior, y, a su vez, activar la iluminación centrada en la cima del neumático. Esta modificación supone un seguimiento, por parte del operario, que corrobore su buen funcionamiento, a pesar de ser muy beneficiosa.

En lo que respecta a las modificaciones realizadas en la iluminación, se concluye que tienen un carácter positivo, pero necesitan ser complementadas por un tipo de luz más cálida que no arroje tantas sombras.

Una de las modificaciones con mayor importancia es la que se propone para la mesa que sirve como apoyo de herramientas de la derecha. La gran aprobación por parte de los operarios, la mejora en el orden y limpieza, y el progreso que supone en ergonomía, la señalan como una de las acciones de mayor relevancia.

De la misma manera, la reorganización de gran parte de los elementos y herramientas del puesto han supuesto un mayor orden y limpieza, y una mejora ergonómica. En este grupo se encuentran la tiza amarilla, el cuchillo grande, los pedales, las piedras de afilado, la papelera, la manguera de aire comprimido y el enrollador, las llaves y soportes para el cambio del cepillo y de la muela, y muy especialmente las botoneras.

Además, la eliminación de las fotocélulas y la creación del circuito para el apagado de la aspiración, han corregido el mal funcionamiento del sistema, tal y como se pretendía.

Por último, la incorporación de un archivo en el Anexo II con etiquetas que indican la ubicación de cada herramienta, mantienen el estándar fijado en este trabajo.

Las últimas conclusiones que se han extraído hacen referencia a la consecución de objetivos propuestos inicialmente y a lo que me ha aportado el taller a mi formación.

En la Introducción se planteaban una serie de objetivos que sirvieron de referencia para elaborar este proyecto. Analizando todos ellos, se puede afirmar que se ha cumplido con lo que se requería, llegando aún más lejos.

La dificultad de tomar acciones en los puestos radica en la necesidad de llegar a la producción que se ha propuesto como objetivo el taller. Por tanto, el cese temporal de un puesto de cepillado puede suponer para la producción un



## Conclusiones y posibilidades de futuro

retraso o incumplimiento. Este hecho adquiere una mayor importancia debido a que el cuello de botella del taller está en dichos puestos.

Sin embargo, la voluntad e implicación de todo el personal con el que he trabajado, y el esfuerzo que hemos realizado, ha sido determinante para conseguir los objetivos y llevar a cabo un gran número de modificaciones.

Además, la necesidad de tener que relacionarme con todos los operarios, técnicos, responsables de producción y empresas exteriores, ha supuesto para mí una importante formación profesional, que se complementa a los conocimientos y experiencias obtenidos en la Universidad.

### 6.2 POSIBILIDADES DE FUTURO

---

A pesar del gran número de acciones que pudieron ejecutarse, existen algunas que deberían llevarse a cabo para completar y mejorar el estado de los puestos de cepillado, y la situación de los operarios.

En primer lugar, las acciones que requieren una actuación más inmediata son las relacionadas con la iluminación, la aspiración y las partículas de polvo en el aire, y los niveles de ruido producidos por las fuentes sonoras de los puestos.

En lo que respecta a la iluminación, la implementación del nuevo sistema de focos led mejora la visión de los operarios ya que focaliza más la luz; sin embargo, falta completarla con otro tipo de luminaria con una luz más cálida, que, a su vez, disminuya el efecto de las sombras en el puesto.

Asimismo, la luz que está unida al brazo de aspiración requiere mayor movilidad para permitir al operario dirigir la luz, y enfocar el punto exacto en el que se está trabajando.

Por otro lado, la aspiración es el elemento que mayor número de problemas y malestar genera en los operarios. Como ya se explicó en los Capítulos 3 y 4, el caudal que llega a la campana no es el adecuado y aumenta la cantidad de polvo de neumático en el ambiente, además, es la fuente principal de ruido y ocupa un espacio muy grande.

Debido a todas esas razones, se debe sustituir la actual campana de aspiración por uno de los elementos propuestos en este documento. Su implantación supondría un aumento en el espacio del puesto; una disminución en el ruido producido; mayor facilidad para que el operario sitúe la boca de aspiración en el lugar que desee, aumentando la absorción de polvo; y un incremento de succión, producido por una reducción de la sección del tubo.

El objetivo fundamental de esta nueva instalación persigue la supresión del uso de equipos de protección individual, tales como cascos y tapones para los oídos, y máscara para la respiración.

Además de las actuaciones fundamentales en la iluminación y aspiración, también hay que llevar a cabo otras que impliquen mejoras en ergonomía, como el diseño de la mesa de la izquierda o el aumento en la altura del polipasto.

En segundo lugar, la elaboración detallada de este proyecto supone un punto de partida para cualquier cambio que se quiera realizar en el conjunto de los puestos de cepillado.

Los resultados obtenidos en el puesto en el que se han realizado las modificaciones y las valoraciones positivas de los operarios son el primer paso para proceder a la estandarización, sin olvidar las acciones que aún faltan por aplicar.

Por otro lado, debido a que el taller va a aumentar su producción considerablemente durante este año, se ha de realizar otro estudio, que tenga éste como punto de partida, para ejecutar la reordenación de puestos ya estandarizados con todas las modificaciones efectuadas.

Para conseguirlo, lo primero que habría que hacer sería terminar con las modificaciones planteadas en el puesto piloto y, después, determinar la zona en la que se van redistribuir los puestos de cepillado. Para acabar las modificaciones en el puesto piloto, no hay que olvidar la participación activa de los operarios y todos los empleados de la AMF.

Una vez determinada la zona, se ha de establecer el número de puestos necesarios, y la ubicación de las cintas transportadoras de carcasas, de la desempolvadora, así como de los puestos. Estas posiciones se definirán con la ayuda de un diagrama spaguetti que determine cuáles son las distancias más equitativas entre los puestos, las cintas y la desempolvadora.



## Conclusiones y posibilidades de futuro

Después de determinar la distribución de los puestos, hay que cumplir con el cometido inicial de este proyecto que consiste en estandarizarlos, haciendo copias exactas del puesto piloto.

Finalmente, en el momento en el que los puestos estén en funcionamiento, se debe proceder a ejecutar un seguimiento por parte de todo el colectivo de esta AMF para seguir mejorando continuamente.

Por último, también se plantea, a nivel Michelin, la puesta en marcha de un proyecto común entre todas las fábricas de renovado en el mundo. La colaboración tendría como objetivo crear un puesto modelo que se basara en las mejores características de cada puesto para lograr un lugar de trabajo mejorado ergonómicamente, en el que cualquier persona pudiera trabajar.

Este proyecto se podría realizar de manera paralela al que se está llevando a cabo para la creación de un nuevo prototipo de puesto que aún no se puede implementar debido a sus altos costes de implantación. Una coordinación de este calibre, supondría una mejora muy significativa que se traduciría en un mayor rendimiento, progreso en ergonomía e innovación, y beneficios económicos a largo plazo.



## BIBLIOGRAFÍA

### RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS:

Bascuas, J. y Hueso, R., (2012). *Ergonomía: 20 preguntas básicas para aplicar la ergonomía en la empresa*. Madrid: MAPFRE.

Ohno, T., (2000). *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Barcelona: Gestión 2000.

Project Management Institute. (2008). *PMBOK, a guide to the Project management body of knowledge*. EEUU: Project Management Institute.

Rey, F., (2005). *Las 5s: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal Editorial.

Sá Lago, A., (2015). *Aplicaciones del Led en diseño de iluminación*. Barcelona: Marcombo.

Shingo, S, (1990). *El sistema de producción de Toyota desde el punto de vista de la ingeniería*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.

Vargas, H., (2004). *Manual de implementación del programa 5s*. Colombia: [s.n.]

Villaseñor, A. y Galindo, E., (2011). *Sistema 5s: Guía de implementación*. México DF: Editorial LIMUSA.



### REFERENCIAS WEB:

Barín: Líderes en Aspiración Industrial. <http://www.barin.es/>. Última visita: febrero de 2016. Incluye información acerca de brazos de aspiración.

Circula Seguro - Tu publicación sobre seguridad vial. En <http://www.circulaseguro.com/>. Última visita: febrero 2016. Incluye información sobre la planta de producción de Michelin en Valladolid.

Empresa Michelin: un análisis desde la perspectiva de la organización en España. En <https://buleria.unileon.es/handle/10612/3733>. Última visita: febrero 2016. Incluye información específica sobre Michelin en España.

Groupe Michelin : actualité du leader des pneumatiques & de la mobilité | Michelin. En <http://www.michelin.com/fre>. Última visita: febrero de 2016. Incluye información general y específica sobre el Grupo Michelin.

Iberclean, S.A. - Aspiración y filtración industrial. <http://www.iberclean.com/>. Última visita: febrero de 2016. Incluye información acerca de brazos de aspiración.

Paritarios.cl \ El Portal de la Seguridad, la Prevención y la Salud Ocupacional de Chile. En [http://www.paritarios.cl/pagina\\_inicial.php](http://www.paritarios.cl/pagina_inicial.php). Última visita: febrero 2016. Incluye información sobre las 5S.

ViaMichelin: rutas, mapas, tráfico, reserva hoteles. En <http://www.viamichelin.es>. Última visita: febrero de 2016.



## ANEXO I: seguimiento de las propuestas















Nº Acc	Conjunto	Elemento	Clasificación	Descripción	Acción	Responsable	Fecha apertura	Estado	Fecha cierre	Satisfacción a posteriori	FACTORES afectados						COMENTARIOS Y FOTOS		
											Seguridad	Calidad	Producción	Costes	Standard	Orden y limpieza	Ergonomía	Foto antes	Foto después
20	Iluminación	Fotocélulas	Iluminación	La iluminación permanece constantemente encendida, incluso cuando el operario no está.	Opción 1: Unión de la iluminación a las fotocélulas. Opción 2: Conocimiento cepilladores	Pablo	06/05/2015	Hecho	06/05/2015	x								Sin foto	Sin foto
30	Herramientas	Flexible	Ergonomía	Cambio del grosor del flexible duro.	Instalación realizada en el puesto 1, trasladarla a los demás.	Mancebo y Pablo	13/11/2014	En proceso		Algunos operarios lo prefieren y otros no. Ventaja: mejor para la cima y burlete (más fuerza). Inconvenientes: difícil trabajado en el interior, posible dolor de manos.			x						
38	Fotocélulas	Fotocélulas	Aspiración y ruido	El sistema actual de fotocélulas para control de las aspiraciones resulta ineficaz.	Nuevo sistema de control del cierre de las aspiraciones, ligado al uso de los pedales.	Tomás, Álvaro y Electroinduz	06/05/2015	Hecho	23/06/2015	Sistema con mayor eficacia y que de verdad funciona cuando no hay nadie en el puesto.									Se ha eliminado la fotocélula y se ha modificado el circuito para que se active con los pedales.
12	Polipasto	Brazo aspiración	Ergonomía	En la posición de abajo, se golpea la carcasa con el brazo de aspiración.	Aumentar la altura de los rodillos aumentando la altura de los finales de carrera. Puesto 4.	Mancebo	06/05/2015	Hecho	23/05/2015	Buena aceptación de los operarios. No aumentar más de la cantidad inscrita en el informe.			x						
37	Fotocélulas	Fotocélulas	Aspiración	Algunas fotocélulas están mal orientadas o no funcionan.	Corregir su posición y arreglarlas.	Mancebo	06/05/2015	Hecho	23/05/2015	x									
11	Aspiración	Articulaciones campana	Ergonomía	En algunos puestos hay un mal funcionamiento y no permite un buen desplazamiento.	Apretar o alinear los tornillos hasta conseguir el ajuste idóneo.	Mancebo y Álvaro	06/05/2015	Hecho	25/06/2015	Positivo. Mantenimiento a posteriori por supervisión del operario.									
13	Polipasto	Carriles subida y bajada	Ruido	En concreto en el puesto 2 produce un chirrido muy molesto.	Engrasar o sustituir la rueda desgastada. Se ha sustituido la rueda.	Mancebo	06/05/2015	Hecho	26/05/2015	Positivo. Mantenimiento a posteriori por supervisión del operario.									
48	Llaves	Soporte cambio de muela	Ergonomía	Las llaves son diferentes y están situadas en lugares diferentes.	Elegir la posición óptima y estandarizar.	Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	12/05/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)									
49	Llaves	Llaves cambio de muela	Ergonomía	Existen 2 llaves cuando ahora solo es necesaria 1.	Eliminar una de las llaves y establecer la longitud de la cadena óptima.	Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	12/05/2015	Alta satisfacción.									

Figura Anexo 1.1. Captura de imagen del archivo Excel para el seguimiento de las propuestas



## Seguimiento de las propuestas














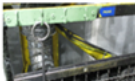


46	Llaves	Soporte cambio cepillo	Ergonomía	Ocupan mucho, son innecesarios los dientes y están colocadas en diferentes posiciones.	Elegir la posición óptima y estandarizar.	Copi, Estela y Álvaro	06/05/2015	Hecho	12/05/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)														
40	Piedras afilado	Piedras de afilado	Ergonomía	Hay dos piedras iguales, una para la muela y otra para el cepillo duro.	Orientar la piedra para ganar en ergonomía y estandarizarlas en posición.	Copi, Estela, Molaguerro y Álvaro	06/05/2015	Hecho	26/05/2015	La orientación ha sido valorada muy positivamente. El cambio de ubicación de la piedra de la muela aprovecha más el espacio y lo deja todo más ordenado.														
3	Dimensiones	Paredes	Ruido	Las paredes actuales distan mucho de poseer la mejor superficie absorbente de ruidos.	Instalar Paneles anti ruido como pared para corroborar la disminución del nivel de ruido en el puesto de trabajo.	Carolina, Álvaro, Pablo y Juanjo.	06/05/2015	Hecho	23/06/2015	Según el estudio realizado, la implantación de los paneles en todos los puestos y desempolvadora, mejorará los niveles de ruido.														
19	Iluminación	Nueva instalación lámpara	Iluminación	En la cima se encuentran los mayores problemas de visibilidad según los operarios.	Nueva instalación de iluminación led situada en la parte superior del polpasto móvil.	Arqueros, Juanjo, Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	23/06/2015	Estos dos focos son positivos para los operarios y los datos dan mejores valores de luz, espacio y flicker en la cima. Habría que inventar permito que se puedan orientar hacia cima.														
34	Botoneras	Botonera izquierda	Ergonomía	No estandarización de las posiciones de los botones.	Estandarización de las distancias con nuevo diseño e incluir 2 botones nuevos.	Mancebo, Copi y Álvaro (electroindus)	03/06/2015	Hecho	26/06/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)														
35	Botoneras	Botonera derecha	Ergonomía	Botones sin uso de subida y bajada.	Eliminación de 4 botones, incorporación de 1 y reducción de las dimensiones.	Mancebo, Copi y Álvaro (electroindus)	03/06/2015	Hecho	26/06/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)														
7	Aspiración	Rejilla campana	Ergonomía	Zona superior de la campana sin función.	Cortar y reubicar otros útiles de trabajo.	Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	15/05/2015	Positiva la eliminación de la rejilla y valorada positivamente por algunos operarios la ubicación de las pizas. A algunos les estorba cuando la carcasa está arriba, aún así es mejor posición que la anterior.														
27	Herramientas	Tiza amarilla	Ergonomía	No existe un lugar fijo para la tiza.	Creación de un recipiente y ubicación encima de la botonera.	Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	15/05/2015	Alta satisfacción														

Figura Anexo 1.2. Captura de imagen del archivo Excel para el seguimiento de las propuestas

















36	Pedales	Cableado pedales	Ergonomía	Los cables de los pedales están sueltos y no siguen una distribución correcta en el puesto.	Redistribuir los cables de los pedales por medio de canaletas o tubos.	Álvaro y mantenimiento	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Supone un menor deterioro en los cables de los pedales y un mayor orden de los mismos.												
17	Polpasto	Ganchos	Ergonomía	No estandarizados, en algunos casos provocan problemas de seguridad.	Rediseño para conseguir total seguridad una vez se deje en el gancho el flexible y mejora ergonómica.	Álvaro y mantenimiento	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Eso grado de satisfacción por los operarios. Devolver a su posición original. Problema para hacer el movimiento de dejar el flexible.	x											
21	Armario	Tiempo de afilado	Ergonomía	Los tiempos de afilado no son iguales y en algunos puestos es demasiado esazo.	Estandarizar tiempo.	Álvaro y mantenimiento	03/06/2015	Hecho	04/06/2015	Evaludo positivamente. Mantener duración del afilado con el tiempo inscrito en el informe.										Sin foto	Sin foto	
23	Mesas	Mesa izquierda	Ergonomía	Mesas no estandarizadas: espacio, ubicación herramientas, dimensiones...	Nuevo diseño de la mesa y la ubicación de las carads y cepillos según el informe.	Copi y Álvaro	18/05/2015	A posteriori	23/07/2015	Imposibilidad de instalarla debido a que con la instalación de los paneles antruido, al girar con la campana chocaría con una mesa de ese tamaño. Diseño de las herramientas incorporado. Diseño realizado en el informe.												
24	Mesas	Mesa derecha	Ergonomía	No facilitan el trabajo a los operarios y es un espacio que está desaprovechado.	Nuevo diseño con 3 barra, reubicación de útiles y nueva mesa para la caja de herramientas.	Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	26/05/2015	Buena satisfacción excepto por la ubicación de los cepillos y cardas. Devolver cepillos y cardas a su posición original.	x											
26	Herramientas	Picaz	Ergonomía	Ubicación ineficaz debido a que se quedan arriba cuando sube el polpasto.	Reubicación al lado de la botonera tras el corte de la rejilla.	Copi y Álvaro	06/05/2015	Hecho	15/05/2015	Positiva la eliminación de la rejilla y valorada positivamente por algunos operarios la ubicación de las picas.												
28	Herramientas	Plantillas GWRK	Ergonomía	Ubicación muy alejada del operario.	Reubicación en la nueva situación de la mesa de la derecha.	Copi y Álvaro	18/05/2015	Hecho	26/05/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)												
31	Herramientas	Cuchillo	Ergonomía	Ocupa mucho espacio, es poco accesible y que tenga forma de tubo para contener agua no tiene sentido si no se llena de agua.	<b>Opción 1: cambiar el recipiente y reubicarlo.</b> Opción 2: Eliminación y uso de un cuchillo común. Opción 3: Mantener como hasta ahora reubicándolo.	Mancebo y Álvaro (hivisan)	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)	x											
32	Motores	Motores Flexibles	Ergonomía	Fuerte tirón del cable al activar la marcha, golpea a los operarios en los costados.	Posibilidad de aceleración incremental. Ya se ha solventado con el cambio de flexible	Mantenimiento	04/06/2015	Desestimada	05/06/2015		x										Con la nueva instalación de los flexibles, ya se está afrontando el problema.	
41	Papelera	Papelera	Ergonomía	La papelera actual está muy golpeada por el flexible.	La papelera actual instalarla en la viga de la pared.	Mancebo y Álvaro (hivisan)	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)												

Figura Anexo 1.3. Captura de imagen del archivo Excel para el seguimiento de las propuestas

# Seguimiento de las propuestas















43	Manguera aire	Manguera de aire	Ergonomía	Las mangueras de gran longitud estorban y se estropean con mayor facilidad.	Estandarizar la longitud y la posición.	Mancebo y Álvaro	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)	x											
44	Manguera aire	Enrollador	Ergonomía	No es necesaria y ocupa mucho espacio en el puesto 7.	Supresión e instalación de la manguera de aire explicada.	Mancebo y Álvaro	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Alta satisfacción (casi 100% encuestados)	x											
45	Llaves	Llave neumática	Ergonomía	El soporte actual no nos sirve para el conjunto de la instalación.	Creación de un nuevo diseño.	Mancebo y Álvaro (hivisan)	04/06/2015	Hecho	25/06/2015	Durante el cambio necesitan apoyar la llave y la tienen que dejar en la mesa o en la papelera, lo cual es más molesto. Ocupa menos espacio, mejora ergonómica y visual.												
47	Piedras afilado	Piedra de afilado carda	Ergonomía	No se usa casi nada, de hecho ahora solo hay 1 en el puesto 7.	Opción 1: Instalar una por puesto o sólo en algunos puestos. Opción 2: Dejarlo como está o eliminar todas las piedras.	Háctor y Requejo	04/06/2015	En proceso		x												
21	Polipasto	Nueva instalación cepillo	Ergonomía	La cima de la carcasa queda muy sucia durante el cepillado	Instalar un cepillo que se adapte a las dimensiones de las carcassas y limpie la cima.	-	04/06/2015	Desestimada	04/06/2015	x		x										Ya se ha planteado como idea de progreso, debido a que es una acción complicada, hay que estudiar como puede ser el mejor diseño.
52		TODOS			Crear un archivo que contendrá todas las etiquetas de indentificación de los elementos	Álvaro y Pablo	04/06/2015	Hecho	04/06/2015	x												
29	Herramientas	Plantillas zona prohibida	Ergonomía	Las plantillas se encuentran junto a la pared y debajo del armario, el acceso es un poco complicado.	Instalación de barras estensibles.	-	04/06/2015	Desestimada	04/06/2015	x												No supondría una mejora importante. La forma de mejorar sería con la eliminación del armario de la zona.
10	Aspiración	Conductos	Ruido	Excesivo ruido producido por los tubos de aspiración.	Revisión de si el sistema actual de filtros es el más eficaz, evaluando ruidos y seguridad de incendios.	Carolina, Álvaro y Juanjo.	04/06/2015	En proceso														
8	Aspiración	Campana - ventilador	Aspiración	Orientación ventilador y campana no eficaz, e insuficiente potencia de la campana y el ventilador.	Reubicación del diseño del ventilador y nueva adquisición de ventilador.	Carolina, Álvaro, David y Juanjo.		A posteriori														
14	Polipasto	Rodillos	Ergonomía	Algunas carcassas se resbalan y no giran adecuadamente sobre los rodillos	Instalación de una goma o cadena que genere rotación en los dos rodillos.	-	04/06/2015	Desestimada	04/06/2015	x												
15	Polipasto	Brazo de aspiración luz interior	Aspiración e iluminación	Estructura muy pesada, ocupa mucho espacio y funciona constantemente.	Realizar un estudio partiendo del informe y realizar un tratamiento con expertos.	Juanjo, Carolina, David y Copi		Pendiente														

Figura Anexo 1.4. Captura de imagen del archivo Excel para el seguimiento de las propuestas









16	Polipasto	Botones entrada y salida	Ergonomía	La mayoría de los botones están estropeados o el circuito neumático no funciona correctamente.	Decidir sobre su posible arreglo, eliminación o mantenimiento como hasta ahora.	Grupo de trabajo	05/06/2015	Hecho	05/06/2015	x								Debido al escaso uso que tiene para los operarios, se decide mantenerlo como hasta ahora.
25	Herramientas	Cepillo duro	Ergonomía	Duran poco, no tienen un diámetro uniforme y queman la goma.	Posibilidad de cambiar de cepillo y que se mejore su calidad.	Molaguero	26/06/2015	Desestimada	26/06/2015	x			x	x				El proveedor actual fabrica un cepillo específico con la mayor dureza para nosotros y por lo general ofrece una buena calidad, el que funcione correctamente se debe también al uso que de el operario.
33	Motores	Motores	Ergonomía	No estandarización de la posición de los motores en el puesto, provocan que el flexible no llegue o el motor choque con la lámpara.	Estandarizar las posiciones según el informe.			A posteriori		x								
39	Fotocélulas	Interruptor general	Iluminación	Interruptores sin esta función.	Interruptor que encienda y apague manualmente la aspiración e iluminación.	-	26/06/2015	Desestimada	26/06/2015	x						x		Ya se han tomado otras acciones relacionadas como el concienciamiento de los operarios y la nueva instalación de el sistema de fotocélula.
22	Armario	Armario eléctrico	Ergonomía	Ocupan mucho espacio, dificultan el mantenimiento y limpieza y no favorecen la ergonomía en el puesto	Reubicar el armario en el exterior del puesto. <b>Opción 1:</b> Pared exterior junto al puesto. <b>Opción 2:</b> Creación de un armario que incluya todos los puestos.			A posteriori		x					x	x		 Probablemente la mejor opción pase por situar los armarios por detrás del puesto.
18	Iluminación	Iluminación conjunto	Iluminación	Lámpara ocupan un gran espacio y la posición no está estandarizada, genera problemas para ubicar los motores, la luz no incide de la manera mas eficaz.	Realizar un estudio con la ayuda de expertos para una instalación con mayor eficacia. Prueba y error	Arqueros, Juano, Copi y Álvaro	12/06/2015	Hecho	09/07/2015								x	Pruebas realizadas indican una mejora en la calidad de luz y satisfacción positiva de los operarios. Sin embargo, hay que mejorar la distribución de iluminación debido a las sombras. 
9	Aspiración	Campana	Aspiración	Insuficiente caudal de aire en la boca de la campana	Realizar revisión de la instalación y estudio del comportamiento para analizar si se puede realizar alguna mejora.	Carolina, Álvaro, Pablo y Juano.	04/06/2015	Pendiente									x	
1	Dimensiones	Dimensiones	Ergonomía	No estandarización de las dimensiones. Altura y fondo insuficiente.	Estandarizar las dimensiones de los puestos según los datos del informe. Aumentar altura y fondo.			A posteriori		x								Sin foto Sin foto
2	Dimensiones	Puerta	Ergonomía	Dificultad de acceso a la parte trasera del puesto.	Nueva instalación de una puerta en la pared del fondo.	-	22/06/2015	Desestimada	22/06/2015	x							x	Complejidad elevada de creación y no supondría una gran mejora.
4	Dimensiones	Paredes	Ergonomía	Puestos 1-2, 4-5 y 6-7, tienen 2 o 1 pared entre ellos.	<b>Opción 1:</b> Usar una única pared entre los 2 puestos. <b>Opción 2: Utilizar 2 paredes unidas.</b> <b>Opción 3:</b> Usar 2 paredes con espacio entre medias.		04/06/2015	Hecho	23/06/2015	x								Debido a la instalación de los nuevos paneles absorbentes de ruido, se han de colocar 3 paredes para cada puesto, lo que indica la opción 2.
5	Dimensiones	Barras techo	Ergonomía	No estandarizadas. Existen barras sin función.	Reubicación según la propuesta del informe, y eliminar barras no útiles.			A posteriori		x							x	
6	Dimensiones	Polipasto	Ergonomía	Altura máxima insuficiente.	Aumentar la altura del polipasto, bien adquiriendo uno nuevo o añadiendo unos tacos de hasta 150 mm en las cuatro pilares del polipasto.			A posteriori		x							x	
50	Cajas eléctricas	Cajas eléctricas	Aspiración e iluminación		Estudiar su posible beneficio tras la reubicación del armario e iluminación.	-	26/06/2015	Desestimada	26/06/2015	x								Tener en cuenta unicamente a los instaladores. Si relevancia para mejorar el puesto
42	Consignas de calidad	Consignas de calidad	Ergonomía	Consignas de calidad en papel plastificado.	Instalación de un sistema informático que indique todas las características al operario.			A posteriori		x								Si se amplía el número de dimensiones (clases) sería aconsejable, pero hasta ahora con las plantillas se funciona mejor.

Figura Anexo 1.5. Captura de imagen del archivo Excel para el seguimiento de las propuestas



## ANEXO II: etiquetas Bib Standard



Figura Anexo 2.1. Etiquetas tamaño 5x2 cm



Figura Anexo 2.2. Etiquetas tamaño 6x3 cm

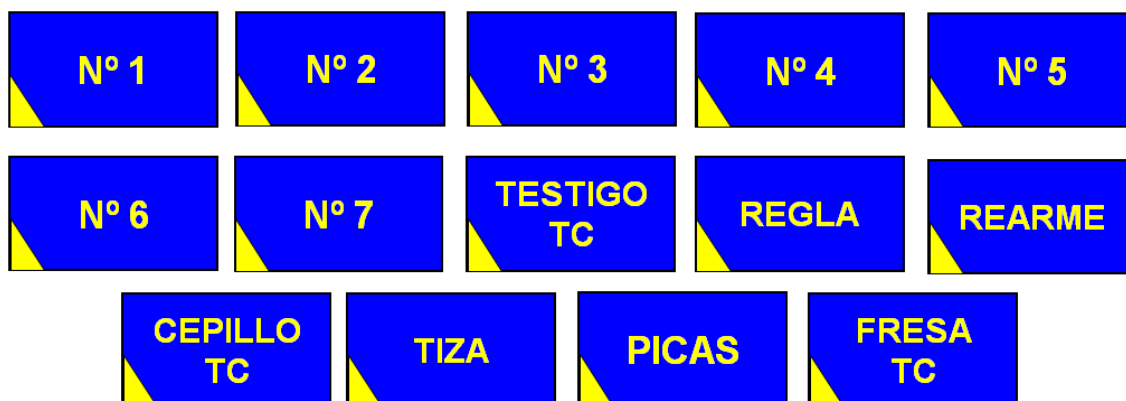


Figura Anexo 2.3. Etiquetas tamaño 4x2 cm



Figura Anexo 2.3. Etiquetas de diversos tamaños