



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES Y DEL TRABAJO DE
SORIA

Grado en Administración y Dirección de Empresas

TRABAJO FIN DE GRADO

**APROXIMACIÓN AL CÁLCULO DE LOS COSTES
DE PRODUCCIÓN EN EL SECTOR DEL
AUTOMÓVIL: EL CASO DEZF-TRW
AUTOMOTIVE**

Presentado por LUIS CALVO CAMARMO

Tutelado por: JOSE LUIS RUIZ ZAPATERO

Soria, 16 de Junio de 2017

CET

FACULTAD de CIENCIAS EMPRESARIALES y del TRABAJO de SORIA

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
--------------------	---

CAPÍTULO 1

Introducción al sector de la automoción a través de ZF-TRW Automotive

1.1 Introducción al sector del automóvil.....	10
1.2 Introducción a ZF-TRW Automotive	12

CAPÍTULO 2

Fases del proceso productivo

2.1 Zona del soporte metálico (Zona estampación acero).....	20
2.2 Zona de la lámina anti ruido (Zona estampación anti ruido).....	22
2.3 Zona de aplicación de pegamento en polvo	24
2.4 Zona fabricación.....	25
2.4.1 Zona de mezclado y prensado.....	25
2.4.2 Zona de horneado.....	27
2.4.3 Zona de mecanizado	28
2.5 Zona de acabado	29

CAPÍTULO 3

Cálculo de los costes directos e indirectos

3.1 Coste en la zona del soporte metalico	34
3.1.1 Coste de almacenamiento acero	35
3.1.2 Coste del troquel de corte.....	38
3.1.3 Coste de la operación de corte	39
3.1.4 Coste de la operación de vibrado	44

3.1.5 Coste de los productos utilizados en la operación del soporte metálico	45
3.2 Coste en la zona de la lámina anti ruido	46
3.2.1 Coste del troquel de corte	47
3.2.2 Coste de la operación de corte	49
3.3 Coste en la zona de aplicación del pegamento en polvo.....	53
3.3.1 Coste de la operación de granallado	54
3.3.1 Coste de la operación de la aplicación del pegamento en polvo	55
3.4 Coste en la zona de fabricación.....	57
3.4.1 Coste de la operación de mezclado	57
3.4.2 Coste de la operación de prensado	60
3.4.3 Coste de la operación de horneado	61
3.4.4 Coste de la operación de mecanizado	63
3.5 Coste en la zona de acabado	65
3.5.1 Coste de las amortizaciones de las distintas máquinas.....	66
3.5.2 Coste de los accesorios.....	71
3.5.3 Coste de la mano de obra.....	
3.6 Coste de amortización de las construcciones y equipos instalados ..	72
3.7 Coste de mantenimiento generales	72
3.8 Coste de los suministros.....	73

CAPÍTULO 4

Resultado de los costes de producción.

4.1 Sumatorio de costes directos e indirectos de producción.....	76
4.2 Estudio de rentabilidad por precio	78
4.3 Posibles líneas de acción y propuestas de mejora.....	79

CONCLUSIONES

ANEXO I

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Producción de coches a nivel mundial. Fuente: www.eleconomista.es	11
---	----

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 3.1: Costes en la producción del soporte metálico. Fuente: Elaboración propia	34
Diagrama 3.2: Costes en la producción de la lámina anti ruido. Fuente: Elaboración propia	46
Diagrama 3.3: Costes en la zona de aplicación de pegamento en polvo. Fuente: Elaboración propia	53
Diagrama 3.4: Costes en la zona de fabricación. Fuente: Elaboración propia .	57
Diagrama 3.5: Costes en la zona de acabado. Fuente: Elaboración propia.....	65

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen Introducción: Tipos de frenos. Fuente: www.infovisual.info	6
Imagen 1.1: Producción de vehículos a nivel mundial. Fuente: www.wikipedia.org	10
Imagen 1.2: Logo de la unión ZF-TRW. Fuente: www.zf.com	12
Imagen 1.3: Logo de la sección Friction Material Group. Fuente: www.trw.com	12
Imagen 1.4: Personal de la planta de Olvega. Fuente: www.automobilwirtschaft.eu	13
Imagen 1.5: Maqueta de la planta de Olvega. Fuente: Elaboración propia	14
Imagen 2.1: Distribución de la planta de Olvega por secciones. Fuente: Elaboración propia	18
Imagen 2.2: Soportes metálicos de coches y camión. Fuente: Elaboración propia	20
Imagen 2.3: Láminas anti ruido de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia	22

Imagen 2.4: Soporte metálico con el pegamento en polvo. Fuente: Elaboración propia	24
Imagen 2.5: Mezcla de una pastilla. Fuente: Elaboración propia	25
Imagen 2.6: Pastilla horneada. Fuente: Elaboración propia	27
Imagen 2.7: Pastillas que acaba de ser mecanizada. Fuente: Elaboración propia	28
Imagen 2.8: Pastilla acabada. Fuente: Elaboración propia	29
Imagen 3.1: Almacenamiento de bobinas de acero. Fuente: Elaboración propia	36
Imagen 3.2: Almacenamiento de troqueles para el corte del soporte metálico. Fuente: Elaboración propia	38
Imagen 3.3: Troquel de corte de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia	39
Imagen 3.4: Distintas anchuras en las bobinas de acero. Fuente: Elaboración propia	40
Imagen 3.5: Prensa de corte de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia	41
Imagen 3.6: Puente grúa utilizado en la operación de corte de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia	42
Imagen 3.7: Carretilla utilizada para el transporte de los soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia	43
Imagen 3.8: Cubas de vibrado de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia	44
Imagen 3.9: Almacenamiento de bobinas de material anti ruido. Fuente: Elaboración propia	47
Imagen 3.10: Almacenamiento de troqueles para el corte de la lámina anti ruido. Fuente: Elaboración propia	48
Imagen 3.11: Troquel de corte de la lámina anti ruido. Fuente: Elaboración propia	48
Imagen 3.12: Distintas anchuras en las bobinas de material anti ruido. Fuente: Elaboración propia	49
Imagen 3.13: Prensa de corte de láminas anti ruido. Fuente: Elaboración propia	50
Imagen 3.14: Puente grúa utilizado en la operación de corte de las láminas anti ruido. Fuente: Elaboración propia	51

Imagen 3.15: Transpaleta utilizada para el transporte de las láminas anti ruido. Fuente: Elaboración propia	52
Imagen 3.16: Maquina de granallado de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia	54
Imagen 3.17: Brazos robotizados. Fuente: Elaboración propia	55
Imagen 3.18: Cabina de aplicación de pegamento en polvo. Fuente: Elaboración propia	56
Imagen 3.19: Almacenamiento de las materias primas para la mezcla. Fuente: Elaboración propia	58
Imagen 3.20: Mezclador de materias primas. Fuente: Elaboración propia.....	59
Imagen 3.21: Prensa rotativa IAG. Fuente: Elaboración propia	60
Imagen 3.22: Horno de curado de pastillas. Fuente: Elaboración propia	62
Imagen 3.23: Preformadora de pastillas. Fuente: Elaboración propia.....	63
Imagen 3.24: Carretilla utilizada para el transporte de las pastillas preformadas. Fuente: Elaboración propia	64
Imagen 3.25: Escorchadora. Fuente: Elaboración propia	66
Imagen 3.26: Cabina de arena. Fuente: Elaboración propia	67
Imagen 3.27: Cabina de pintura. Fuente: Elaboración propia	67
Imagen 3.28: Horno de pintura. Fuente: Elaboración propia.....	68
Imagen 3.29: Ink-jet. Fuente: Elaboración propia.....	68
Imagen 3.30: Remachadora. Fuente: Elaboración propia	69
Imagen 3.31: Retractiladora. Fuente: Elaboración propia	70
Imagen 3.32: Carretilla utilizada para el transporte de las pastillas acabadas. Fuente: Elaboración propia	70
Imagen 3.33: Accesorios de las pastillas de freno. Fuente: Elaboración propia	71

INTRODUCCIÓN

La producción de automóviles, en el mundo actual, se está convirtiendo en una carrera en la que cada una de las distintas marcas intenta obtener los costes más bajos debido a la gran competencia y evolución que tiene este sector.

Debido a lo anterior, las empresas de componentes para la fabricación de automóviles, están recibiendo una gran importancia para controlar los costes de producción (una decisión muy importante de las grandes marcas automovilísticas es, si producir ellos mismo las piezas o por el contrario comprarlas del exterior). En la actualidad, la empresa que vamos a tratar en este TFG (ZF-Trw), es la segunda a nivel mundial en suministrar repuesto para las empresas automovilísticas o recambistas (primer o segundo equipo).

ZF-Trw, tiene como actividad principal la fabricación, compraventa, alquiler, comercialización, importación y exportación, montaje, distribución representación y mantenimiento de: accesorios, piezas de recambio de automóviles, materiales de fricción y equipos de anclaje, y en general, de todo tipo de artículos y elementos, ya sean mecánicos o eléctricos para vehículos y maquinaria industrial en general.

Antes de entrar en detalle, expliquemos el mecanismo de frenado que llevan incorporado los automóviles.

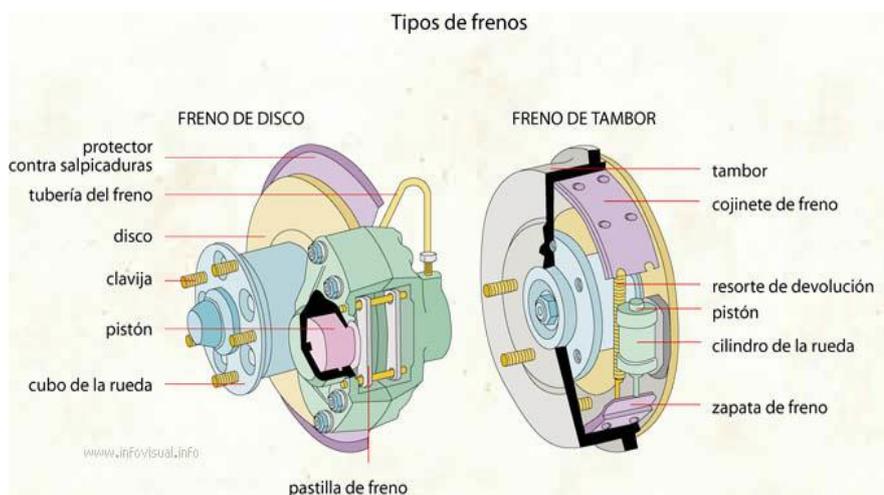


Imagen Introducción: Tipos de freno. Fuente: www.infovisual.info

Actualmente, todos o casi todos los coches que se fabrican llevan dos mecanismos de frenado, a través de freno de disco o a través de freno de tambor.

En el primer caso (es el más actual y el que lleven incorporado casi todos los automóviles que se fabrican), cuando nosotros pisamos el pedal de freno, acciona un pistón el cual hace que las pastillas de freno rocen contra el disco de freno (como vemos en la ilustración, el disco de freno está entre dos pastillas de freno), dicho disco de freno está anclado a la rueda. Este

rozamiento constante hace que la velocidad del coche disminuya considerablemente.

En el segundo caso (es más antiguo y lo suelen llevar los automóviles con más años) cuando nosotros pisamos el pedal del freno, acciona el pistón el cual hace que las zapatas de freno rocen contra el tambor de freno (como vemos en la ilustración, las zapatas de frenos están apoyadas sobre el tambor de freno), que está anclado a la rueda. Este rozamiento constante hace que la velocidad del automóvil disminuya, pero más lentamente si lo compráramos con el mecanismo de frenado anterior.

OBJETIVOS DEL TFG.

El TFG se centrara en el estudio de la formación del coste de producción de un estuche de pastillas de freno de una determinada referencia para automóvil en la planta de Olvega.

Un estuche de pastillas, está formado, por cuatro pastillas de freno, las cuales son iguales dos a dos. Un disco de freno lleva incorporadas dos pastillas, una de ellas es la principal (lleva el avisador, muelle, cable...) y la otra es la pareja pero es distinta a la principal, debido a que no lleva ningún componente. Debido a lo anterior vamos a tener que calcular el coste de producción de dos pastillas diferentes (diferente soporte metálico, lamina anti ruido). Cada estuche lleva su manual de instrucciones, y sus componentes para poder ser puestas en funcionamiento.

En la formación del coste, tendremos que explicar cada una de las fases del proceso productivo para poder calcular el coste de cada una de las secciones en las que la planta de Olvega se divide:

- Zona del soportes de acero
- Zona de la láminas anti ruido.
- Zona de aplicación de pegamento en polvo
- Zona de fabricación.
 - Zona de mezclado y prensado.
 - Zona de horneado.
 - Zona de mecanizado.
- Zona de acabado.

Una vez tengamos todos los costes, tanto directos e indirectos:

- 1. Obtendremos el coste total del proceso de producción de la referencia de una pastilla en concreto.**
- 2. Obtendremos el margen o beneficio con el que opera la empresa en el mercado sobre la misma referencia de la pastilla que hemos calculado el proceso anterior.**

METODOLGÍA DEL TFG.

Para la realización del presente trabajo vamos a utilizar el método del caso. En concreto mi caso particular es que trabajo en dicha empresa y obtendré los datos de las observaciones de las distintas máquinas y procesos. Es un trabajo donde tenemos que tener muy claro a donde queremos llegar y que herramientas vamos a utilizar.

Antes de comenzar debemos citar que dicho trabajo está referido a datos del año 2016 y 2017.

Para poder obtener los datos con los que trabajar deberemos cronometrar procesos de fabricación y obtener datos de los programas informáticos con los que trabajamos (Sap, logic class, Heracles, gmao...).

La metodología utilizada generalmente en cada uno de los capítulos es similar. Tras realizar una pequeña introducción a la sección del coste que estamos calculando, se agregaran los datos obtenidos de las observaciones y programas informáticos de los que dispongo y obtendremos de cada una de las fases del proceso productivo un coste. En este coste tendremos en cuenta tanto costes directos como indirectos.

Cuando tengamos cada uno de los costes de las distintas secciones obtendremos el coste total.

Una vez tengamos el coste total, deberemos obtener información sobre el precio de venta, del mismo producto que estamos calculando el coste a nuestros clientes.

Y por último haremos unos cuestionarios a las jefes de producción de cada sección para comprender la visión global que tienen ellos de la producción y como se puede llevar a cabo dicha organización industrial. Iremos de preguntas genéricas a más específicas.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN A TRÁVES DE ZF-TRW AUTOMOTIVE

1.1 Introducción al sector del automóvil.

Como sabemos la industria del automóvil se centra en la obtención de costes muy reducidos debido a la gran competencia que existe en este sector. Por ello debemos de mostrar un gran interés por las economías emergentes, ya que con claves para el sector automovilístico.

Se espera que el parque mundial de automóviles crezca en 348 millones entre 2010 y 2020. Es un aumento superior al de décadas previas y está concentrado de forma creciente en las economías emergentes.

Por otro lado, la producción mundial en el año 2016 de vehículos alcanzó un volumen de 90,6 millones de unidades, lo que representa una progresión del 1% en comparación con los 89,5 millones de unidades contabilizadas durante el ejercicio precedente.

Por regiones, la cifra de fabricación en Europa cerró el año pasado con 18,2 millones de unidades, lo que supone un aumento del 6,1%, mientras que en Asia la mejora fue del 0,8%, hasta 47,8 millones de unidades. La cifra productiva en Norteamérica aumentó un 3% el año pasado, hasta 17,9 millones de unidades.

En Sudamérica, la producción de vehículos experimentó un retroceso del 20,7% en comparación con 2015, hasta los 3 millones de unidades, al tiempo que en África la cifra de fabricación fue de 790.000 unidades el año pasado, con una progresión del 10,2%.

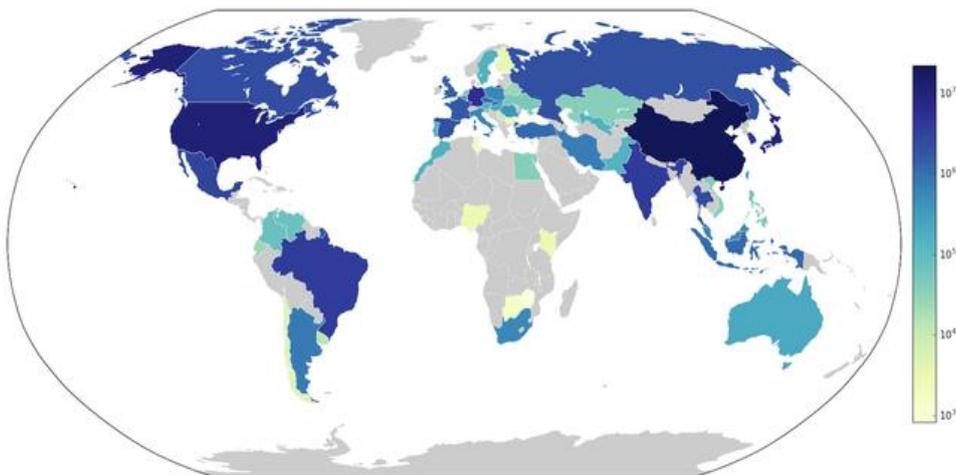


Imagen 1.1: Producción de vehículos a nivel mundial. Fuente: www.wikipedia.org

INTRODUCCIÓN AL SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN A TRAVÉS DE ZF-TRW AUTOMOTIVE

Por países la primera posición mundial por volumen de producción en 2015 fue para China, que registró una cifra de 24,5 millones de vehículos fabricados, lo que supone un aumento del 3,3%, mientras que la segunda posición la ocupó Estados Unidos, con 12,1 millones, un 3,8% más.

El podio lo completó Japón, donde se produjeron 9,27 millones de unidades el año pasado, un 5,1% menos.

Por detrás, entre los cinco primeros fabricantes mundiales de 2015, se situaron Alemania, con 6,03 millones de unidades (un 2,1% más) y Corea del Sur, con 4,55 millones de unidades (un 0,7% más), seguidos de India, con 4,12 millones de unidades (un 7,3% más) y de México, con 3,56 millones de unidades (un 5,9% más).

La novena posición, por detrás de España, la ocupó Brasil, con una cifra productiva de 2,42 millones de unidades, lo que representa una disminución del 22,8%. El ranking de las diez mayores potencias de producción de vehículos los cerró Canadá, con un volumen de 2,28 millones de unidades, un 4,6% menos.

La producción de coches en el mundo

España, octavo en el ranking (unidades)

	I SEM. / 2014	I SEM. / 2015	% VAR.
China	11.783.723	12.095.000	2,6
EEUU	5.944.819	6.120.593	3,0
Japón	5.066.276	4.650.968	-8,2
Alemania	3.067.749	3.084.780	0,6
Corea del Sur	2.342.578	2.321.841	-0,9
India	1.912.180	2.049.037	7,2
México	1.668.199	1.812.371	8,6
España	1.292.812	1.457.703	12,8
Brasil	1.566.049	1.276.638	-18,5
Canadá	1.192.511	1.098.715	-7,9
Francia	981.000	1.038.000	5,8
Tailandia	952.105	935.251	-1,8
Reino Unido	828.774	842.319	1,6

El segundo fabricante europeo (unidades)

EMPRESA	I SEM. / 2014	I SEM. / 2015	% VAR.
Alemania	3.067.749	3.084.780	0,6
España	1.292.812	1.457.703	12,8
Francia	981.000	1.038.000	5,8
Reino Unido	828.774	842.319	1,6
Italia	362.865	519.378	43,1

Crecimiento líder en Europa en la producción de coches



Fuente: Anfac.

elEconomista

Tabla 1.1: Producción de vehículos a nivel mundial. Fuente: www.eleconomista.es

En España la industria de la automoción es un pilar fundamental de la economía ya que aporta el 10% del PIB y el 17% de las exportaciones. No es fácil calcular con precisión el empleo inducido generado por el sector del automóvil pero se sitúa entre 1,8 millones y 2 millones de trabajadores, es

decir, una ratio de 10%-11% respecto al número de empleados, más alta que en Alemania. Un ratio tan elevado se debe al bajo nivel de empleo total y a la relativa sobre-representación del sector del automóvil como consecuencia de la caída de la construcción residencial y obras públicas.

1.2 Introducción a ZF-TRW.

La empresa que vamos a tratar en este TFG, tiene la denominación de ZF-TRW, dicha empresa es la segunda a nivel mundial en la fabricación de piezas y componentes de cualquier medio de transporte. Está presente en cuatro de los cinco continentes (el único donde no tiene presencia productiva es en Oceanía), pero su red comercial llega a todo el mundo. Está compuesta por distintas divisiones productivas, las cuales realizan diversas piezas y componentes (direcciones, amortiguadores, pastillas de freno...).



Imagen 1.2: Logo de la unión ZF-TRW. Fuente: www.zf.com

En nuestro caso en concreto, nos centramos en la división de materiales de fricción (FMG FrictionMaterialsGroup), cuya actividad principal es la fabricación de pastillas de freno. Dicha actividad se ve complementada con la venta de discos de freno, zapatas de freno, tambores de freno, Kits de freno, calipers o Pinzas de freno, superkits, cilindros de rueda, cilindros maestros, cilindros esclavos de embrague, latiguillos y servofrenos.

FMG

INTRODUCCIÓN AL SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN A TRAVES DE ZF-TRW AUTOMOTIVE

Imagen 1.3: Logo de la sección Friction Material Group. Fuente: www.trw.com

En España esta división este integrada por seis plantas: Corella, Alfaro, Olvega, Egües, Mutilva Baja y Arganda. De las seis plantas comentadas anteriormente (cada una hace distintas fases del proceso productivo), nos vamos a centrar en la planta de Olvega, debido a que es la única planta que contiene todas las fases del proceso productivo en la fabricación de la pastilla de freno (desde la fabricación del soporte metálico, lamina anti ruido, fabricación de la mezcla y preparación del producto para los pedidos de los distintos clientes).



Imagen 1.4: Foto del personal de la planta de Olvega. Fuente: www.automobilwirtschaft.eu

La planta de Olvega empezó sus andaduras a principios del año 2002, en una fábrica la cual había sido utilizada anteriormente por la multinacional Delphi (su cierre se había producido en 2001), cuya actividad principal estaba también relacionada con el sector del automóvil (realizaban cableados para los automóviles).

Debido al cierre de la multinacional, se vio una gran oportunidad para implantar la empresa, debido a que las personas que habían estado trabajando el Delphi, y tenían el conocimiento de cómo era el método de trabajo de las multinacionales y el sistema de producción en cadena.

A principios del año 2002 en la fábrica existían solo dos fases del proceso productivo de la fabricación de pastillas de freno que eran, la zona de fabricación y la zona de acabado (posteriormente explicare todas las fases del proceso productivo con las que cuenta la actual fabrica).

En el año 2003 se añadió una nueva fase de producción, la llamada zona de soportes metálicos y láminas anti ruido. A lo largo de estos años, la planta de Olvega, fue experimentando un aumento de la carga de trabajo bastante alta, por lo que en el año 2007, se construyó un almacén nuevo con el fin de acoger todas las expediciones de producto terminado con salida al mercado internacional.

La demanda nacional de pastillas fue creciendo y debido a este hecho, en el año 2014 se trasladó a la planta de Olvega todo lo relacionado con la venta a nivel nacional.

En la planta de Olvega se trabaja a tres turnos de ocho horas cada turno. Estos turnos rotan de horario cada semana en noche-tarde-mañana. Adicionalmente a estos turnos existen otro el cual se denomina turno continuo que trabaja seis días y descansa dos (este tipo de turno solo existe en la fase de fabricación, debido a que la parada en las maquinas que trabajan en esta sección sería muy costosa).



Imagen 1.5: Foto a la maqueta de la planta de Olvega. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente cada turno de la planta de Olvega realiza unos 10.000 estuches de pastillas, lo que significa que en un día se hacen 30.000 estuches de pastillas. Como cada estuche contiene 4 pastillas, en realidad en un día se están preparando unas 120.000 pastillas de freno para ser utilizadas.

En un año se pueden llegar a realizar de 7.000.000 a 8.000.000 estuches de pastillas, y las ventas anuales suelen ser de unos 7.500.000 de juegos de pastillas (hablando solo de planta de Olvega).

INTRODUCCIÓN AL SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN A TRAVES DE ZF-TRW AUTOMOTIVE

En la fábrica de Olvega se realizan unas 2.000 referencias distintas de pastillas de freno debido a que cada marca de automóviles tiene sus distintas referencias.

Hoy en día, la planta de Olvega cuenta con alrededor de unos 400 trabajadores con contrato indefinido, unos 50 trabajadores con contrato temporales (siguen siendo de empresa) y unos 40 trabajadores contratados a través de una empresa de trabajo temporal. Esta contratación es así debido a que en determinadas épocas del año la demanda fluctúa y es imposible poder tener a tantos trabajadores indefinidos.

Debemos de tener una visión organizativa de cómo se regula la planta para poder fabricar los componentes de recambio.

En el pasado la planta se basa en la forma de producción a través de la norma ISO 9001. La ISO 9001 es una norma internacional de gestión de la calidad aplicable a cualquier tipo de organización de cualquier sector o actividad, y perfectamente integrable con las características propias de gestión de cualquier empresa existente dada su gran flexibilidad.

La norma ISO 9001 está basada en ocho principios de gestión de calidad:

- Orientación al cliente
- Liderazgo
- Participación del personal
- Enfoque basado en procesos
- Enfoque de sistema para la gestión
- Mejora continua
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisión
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Pero actualmente la norma utilizada es la ISO/TS – 16949, es una norma que engloba a la ISO 9001 pero con requisitos más estrictos, ya que es una certificación que te permite vender directamente a los constructores y dependiendo de los requisitos contractuales de los clientes, también para proveedores de los niveles inferiores.

El objetivo principal de la Norma UNE-ISO/TS 16949 es la mejora continua, poniendo énfasis en la prevención de defectos y de los desperdicios en la cadena de suministro. Por ello, la norma asegura que los componentes, piezas y sistemas de seguridad del automóvil cumplen los requisitos especificados por los clientes así como la reglamentación aplicable.

Por otro lado, esta norma impulsa la mejora continua de los productos a mejores precios, así como la investigación y desarrollo de nuevos componentes que influyen en la seguridad del propio vehículo y su entorno.

Una vez superado el proceso de Auditoría, si el sistema implantado se adecúa a los requisitos de la norma UNE-ISO/TS 16949, la organización obtiene:

- El certificado AENOR de Sistema de Gestión de Calidad para la industria del automóvil.
- La licencia de uso de la marca Sistema de Gestión de Calidad, de AENOR.
- El Certificado IQNet, pasaporte para un acceso internacional de su certificación ISO 9001. Con él, su certificado AENOR quedará reconocido por las entidades de certificación líderes en el ámbito internacional.
- La licencia de uso de la marca IQNet.

Además las organizaciones con sistemas de gestión certificados por AENOR disponen de acceso gratuito a AENORnet y suscripción a la revista mensual AENOR.

Estas homologaciones son expedidas por empresas, las cuales tienen estándares de calidad muy elevados, que certifican que las empresas que auditan están perfectamente adecuadas a la producción requerida.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2: FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO.

En dicho apartado nos vamos a centrar en la explicación de cada una de las fases del proceso productivo, ya que lo primero que hay que hacer en un buen análisis de los costes de producción, es saber qué elementos los producen.

Como he mencionado anteriormente, la planta de Olvega contiene todas las fases del proceso productivo en la fabricación de la pastilla de freno.

Antes de empezar, explicamos que, para que las pastillas sean igual a las originales, tenemos un departamento de I+D en el cual copian todos los aspectos de estas pastillas, pero en la formación del coste no lo vamos a estudiar.

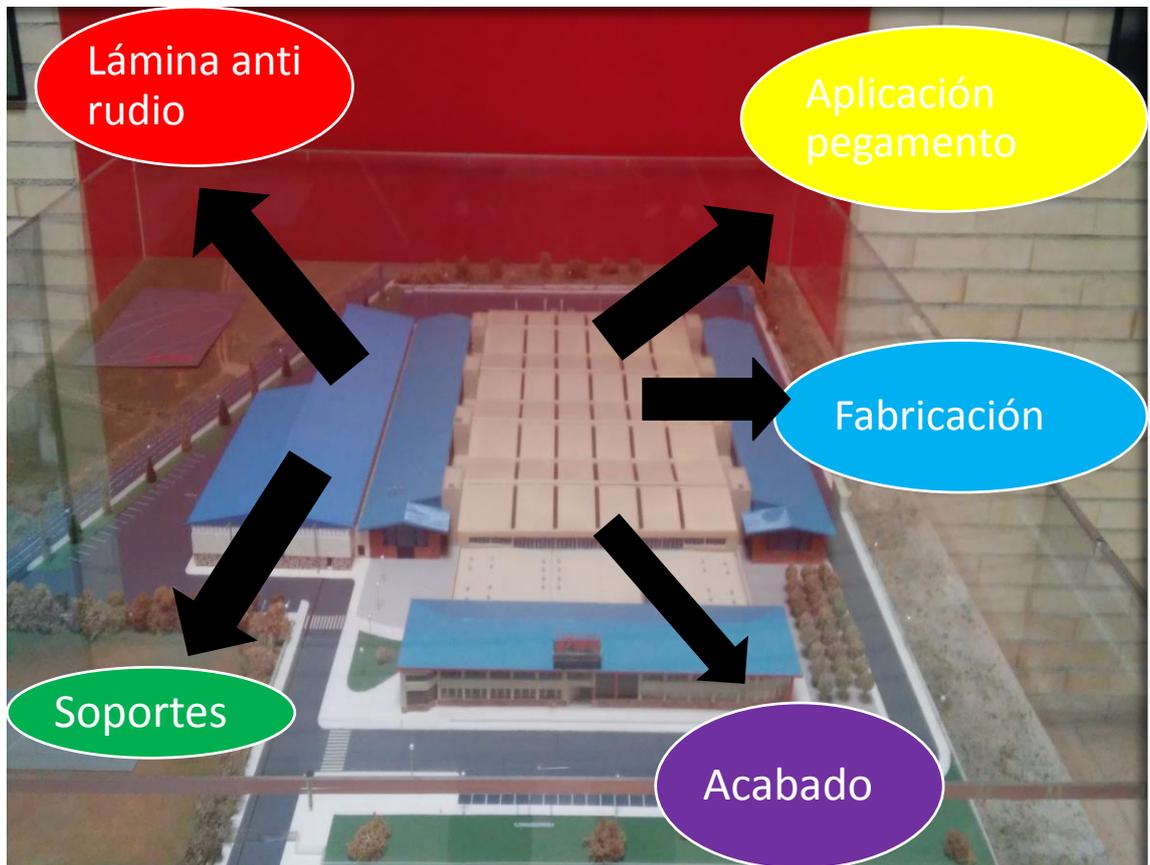
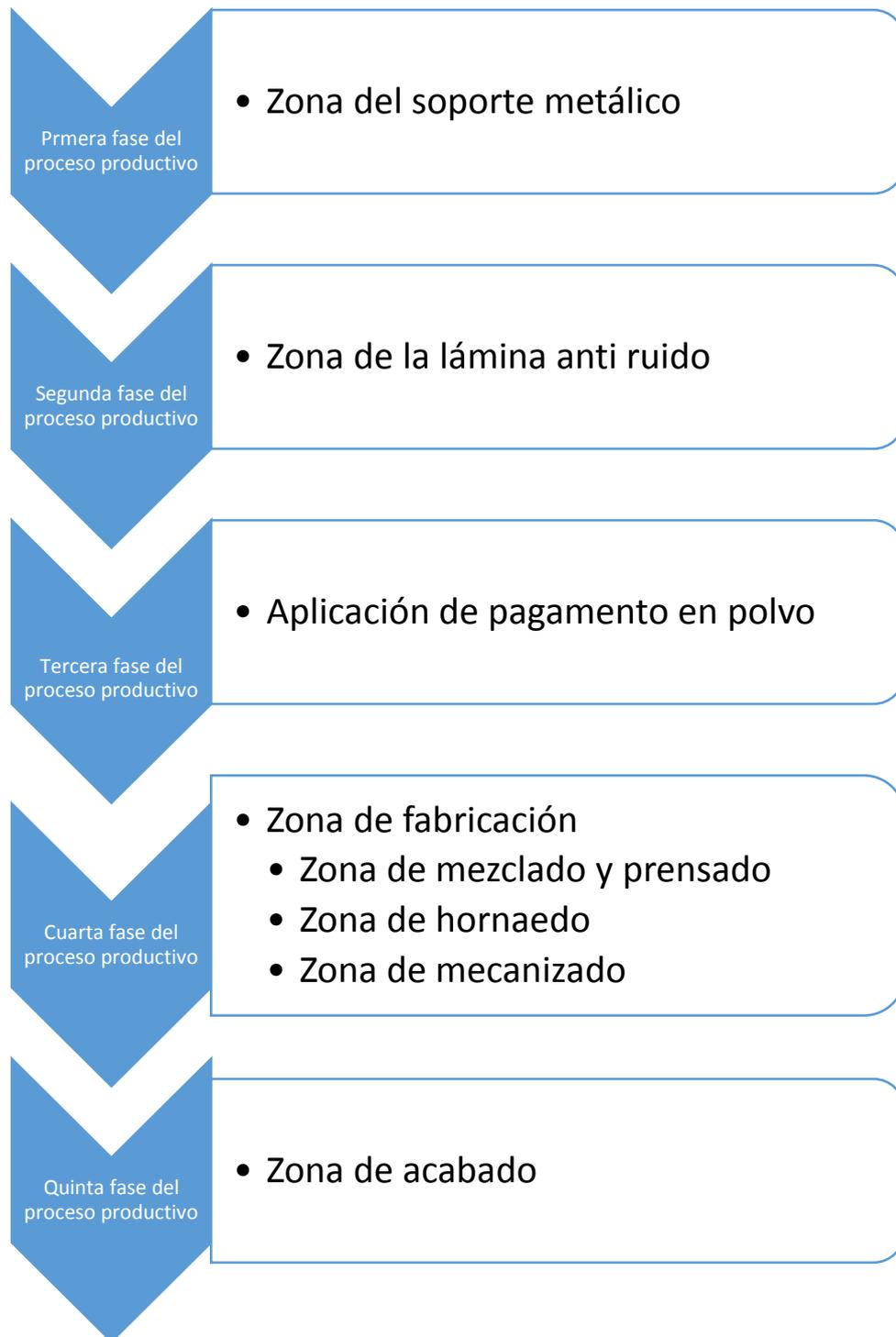


Imagen 2.1: Distribución de la planta de Olvega por secciones. Fuente: Elaboración propia.

Empezaremos por la zona de soportes metálicos, a continuación (y sin salirnos de esa misma nave) vendrá la zona láminas anti ruido. En la siguiente nave veremos la zona de aplicación de pegamento en polvo a soporte metálico,

FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO

ocupa un espacio más reducido que los demás pero es de gran importancia. Posteriormente vendrá la zona de fabricación en donde veremos cada una de las distintas subzonas del proceso productivo (zona de mezclado y prensado, zona de horneado y zona de mecanizado). Y por último veremos la zona de acabado, donde se acaba el producto para posteriormente enviarlo a los clientes.



2.1 Zona del soporte metálico (Zona estampación acero)



Imagen 2.2: Foto de soportes metálicos de coche y camión. Fuente: Elaboración propia.

La materia prima, que en este caso que tenemos es acero, viene directamente de un almacén externo que tenemos contratado. Este almacén exterior nos cobra por: almacenar el acero, cargar y descarga del acero y el transporte del acero desde el almacén hasta nuestra fabrica.

El acero que nos traen a la planta es el denominado DD11, un acero que se produce en España. Este acero nos viene en bobina de entre unos 450 y 650 kilos, dependiendo de la pastilla que vallamos a producir.

El camión, del almacén externo, traer las bobinas de acero, una vez en la fábrica un operario las descarga con un puente grúa y las agrupa dependiendo de las características de cada bobina.

Un vez tenemos las bobinas agrupadas, el operario con el puente grúa coge una bobina y la coloca a la entrada de la prensa. En nuestra fábrica tenemos 4 prensas que producen distintos tipos de soportes. En nuestro caso vamos a centrarnos en la prensa que produce soportes metálicos para turismo. Se coge un extremo de la bobina y se introduce en el debobinador, esta máquina lo que hace es estirar el acero que viene en la bobina, para que en la segunda fase, el enderezador pueda enderezar el acero y dejarlo totalmente plano (ya que cualquier imperfección en la planitud del acero haría que el corte no fuese limpio e incluso podría llegar a producir daños en el troquel de corte). A continuación nos encontramos con el engrasador, el cual, da al acero una capa de aceite que tiene 2 funciones:

- Lubrica el acero para que el corte en la prensa no sea tan brusco.
- Refrigera el acero para que el corte sea más seco y poder cortarlo mejor.

FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Por último nos encontramos con la prensa de corte donde está montado el troquel. Un troquel está compuesto por 2 piezas, macho y matriz, las cuales tienen perfectamente tallado el contorno de la pieza de acero que queremos cortar así como todas las estampaciones secundarias que lleva esa pieza de acero. Este troquel se coloca en la prensa con el macho en la parte de arriba y la matriz en la parte de abajo.

Cuando estamos en esta situación, el acero entra en la prensa, esta tiene una secuencia de golpes programados dependiendo de la producción y el tipo de soporte metálico que se quiera obtener (cuando el soporte metálico es pequeño y con pocas estampaciones se puede aumentar la velocidad, pero si el soporte metálico es grande y tiene muchas estampaciones se reduce la velocidad). El acero entra en la prensa de corte, el troquel en una primera bajada estampa las distintas estampaciones que contiene el soporte metálico y en la segunda bajada corta la pieza. Al ser un troquel progresivo, cuando está cortando la primera pieza a la segunda le está haciendo las estampaciones. La pieza cortada, se queda dentro de la matriz, y a través del accionamiento del verdugo (es un hierro que tiene dentro el troquel el cual sube cuando la matriz baja) y con un chorro de aire hace que la pieza de acero caiga a una cinta automática que lleva la pieza de acero hacia unos cajones de hierro donde se almacenan.

La siguiente máquina que nos encontramos en el proceso productivo son los vibros. Estas máquinas hacen vibrar los soportes metálicos con distintos componentes para eliminar las impurezas y la rebaba más pequeña que puedan quedar en los soportes metálicos:

- Agua y jabón: se utiliza para eliminar el aceite del proceso anterior de corte.
- Chips cerámicos: se utiliza para eliminar la rebaba más pequeña.
- Flocurante: aglutina las pequeñas partículas de suciedad y las convierte en grandes y pesadas para poder eliminarlas mejor.
- Pasivante: se utiliza para proteger el acero del soporte metálico de la oxidación.

Cuando el soporte metálico es expulsado de los vibros, entra directamente en una secadora cilíndrica que contiene maicena. Esta secadora centrifuga los soportes metálicos con la maicena, así consiguen secar el soporte del proceso anterior donde utilizábamos agua.

Con esta última máquina habríamos acabado con la explicación del proceso de fabricación de la zona de soportes. A partir de aquí estos soportes tienen 2 destinos:

- Utilizarlos en nuestro proceso de fabricación.
- Venderlos a la competencia a un precio bastante elevado.

Aquí habríamos acabado de producir el soporte metálico, posteriormente veremos que le tenemos que aplicar un pegamento en polvo para que pueda seguir en el proceso productivo.

En este momento el departamento de calidad muestrea distintos soportes metálicos para realizar comprobaciones de calidad y decidir si la pieza es correcta o no. Cuando calidad acepta la pieza, pasa a la siguiente fase.

2.2 Zona lamina anti ruido (Zona estampación anti ruido)



Imagen 2.3: Foto de láminas anti ruido de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia.

Para empezar diremos que la función de las láminas anti ruido es muy importante, debido a que cuando nosotros activamos el pedal de freno, no sentimos ninguna vibración ni ruido, esto es debido a esta lamina anti ruido. Esta lámina está fabricada por un plástico muy duro y resistente. Por un lado puede ser de cualquier color y por el otro lado es de color blanco, pero este color blanco es solo un recubrimiento, ya que si lo quitamos veremos que hay pegamento para que posteriormente se adhiera al soporte metálico.

Este proceso es muy parecido al anterior, lo único que es más sencillo porque la lámina viene acabada, lo único que tenemos que hacer es cortarla con el troquel.

La materia prima, que en este caso es plástico, viene directamente del proveedor en bobinas. Estas bobinas son mucho más pequeñas y pesan menos que las bobinas de acero anteriores. Suelen pesar unos 150 kilogramos. Como son más pequeñas no utilizamos un almacén externo sino que cuando viene el camión contratado por el proveedor nos lo descarga en la fábrica.

El plástico que nos traen a la planta es el denominado RPNA1 33 01, un plástico que se produce por el proveedor Trelleborg.

FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO

El camión traer las bobinas de plástico. Una vez en la fábrica un operario las descarga con un puente grúa (este puente grúa es mucho más pequeño que el utilizado en el proceso anterior) y las agrupa dependiendo de la pastilla que vallamos a producir con cada una ellas.

Un vez tenemos las bobinas agrupadas, el operario con el puente grúa coge una bobina y la coloca a la entrada de la prensa (esta prensa es mucho más pequeña que la utilizada en el proceso anterior). Se coge un extremo de la bobina y se introduce en el debobinador, esta máquina lo que hace es estirar el plástico que viene en la bobina, para que en la segunda fase, el enderezador pueda enderezar el plástico y dejarlo totalmente plano (ya que cualquier imperfección en la planitud del plástico haría que el corte no fuese limpio e incluso podría llegar a producir daños en el troquel de corte).

Po último nos encontramos con la prensa de corte donde está montado el troquel que compuesto por 2 piezas, macho y matriz, las cuales tienes perfectamente tallado el contorno de la pieza de plástico que queremos cortar así como todas las estampaciones secundarias que lleva esa pieza de plástico. Este troquel es mucho más pequeño y simple que el utilizado en el proceso productivo anterior. El troquel se coloca en la prensa con el macho en la parte de arriba y la matriz en la parte de abajo.

Cuando estamos en esta situación, el plástico entra en la prensa, esta tiene una secuencia de golpes programados dependiendo de la producción y el tipo de lámina anti ruido que se quiera obtener (cuando la lámina anti ruido es pequeña y con pocas estampaciones se puede aumentar la velocidad, pero si la lámina anti ruido es grande y tiene muchas estampaciones se reduce la velocidad). El plástico entra en la prensa, el troquel de una sola bajada corta y realiza las distintas estampaciones que pueda llevar la lámina anti ruido (no es como en la prensa de corte del soporte metálico, aquí realiza todo en un mismo paso). La lamina anti ruido sale del troquel impulsada por un punzón que cuando sube el troquel el punzón baja. Esta lámina se almacena en contenedores de plástico hasta que se tenga que volver a utilizar.

Aquí ya habríamos acabado la producción de la lámina anti ruido. Esta lámina no se va a volver a utilizar hasta que no lleguemos a la zona de acabado.

2.3 Zona de aplicación de pegamento en polvo.



Imagen 2.4: Foto del soporte metálico con el pegamento en polvo. Fuente: Elaboración propia.

Esta zona es más reducida tanto en tamaño como en tiempo al resto de zonas del proceso productivo, pero por ello no dejar de ser importante, ya que esta aplicación de pegamento en polvo, hace que se una el soporte metálico a la mezcla cuando le aplicamos una cantidad de calor al pegamento en polvo.

Los soportes llegan en los cajones de hierro en los que anteriormente los habíamos dejado. El operario con la ayuda de una carretilla los va depositando en una máquina llamada granalladora. Esta máquina lo que hace es dar una pequeña rugosidad al soporte metálico (antes de entrar en la granalladora, el soporte metálico es completamente liso) para que posteriormente el pegamento en polvo se adhiera mejor sobre la pieza.

Una vez sale de la granalladora, el soporte metálico es depositado en unas cintas automáticas para que unos brazos robotizados los cojan y los pongan de la manera más eficiente sobre unas parrillas metálicas. Estas parrillas metálicas están sobre unas cintas automáticas que las envían a una cabina de pegamento en polvo.

En esta cabina de pegamento, los soportes metálicos se rocían con pegamento en polvo (dicho pegamento actúa únicamente cuando entra en contacto con el calor, es decir, que si cogemos este soporte metálico recién aplicado de la cabina no nos mancharemos las manos ni se nos va a quedar pegado). Los soportes metálicos salen de la cabina de pegamento se dejan reposar en las mismas parrillas que hemos utilizado y estas las metemos a unos carros especiales donde ninguna parrilla se toca con otra (estos soportes se quedan en estos carros hasta que producción los necesite).

Con esta fase ya tendríamos el soporte metálico listo para que se le aplique calor y se adhiera la mezcla.

2.4 Zona de fabricación.

Esta es la zona más complicada de todo el proceso productivo. Es la zona más amplia y compleja, donde encontramos que casi todo es automatizado y está controlado por ordenador.

Esta zona está dividida en otras 3 zonas:

- Zona de mezclado y prensado: donde explicaremos como se realizan cada una de las mezclas de cada pastilla de freno y como se une esta mezcla al soporte metálico.
- Zona de horneado: todas las pastillas tienen que ser horneadas a distintas temperaturas.
- Zona de mecanizado: debido al gran número de referencias existentes en nuestra planta, debemos darles a cada una ellas sus exigencias.

2.4.1 Zona de mezclado y prensado.



Imagen 2.5: Foto de la mezcla de una pastilla. Fuente: Elaboración propia.

La mezcla de cualquier pastilla está formada entre unos 10 y 20 componentes distintos que lo compramos en el exterior. Cada una de las pastillas que fabricamos tiene su propia mezcla ya que las características de cada una de las referencias que se fabrican no son las mismas.

La materia prima viene directamente del proveedor. Cuando la trae a nuestra fábrica, un operario la ordena por código de barras y utilización en el proceso del mezclado. Cuanto más se utiliza una materia prima más cerca se sitúa y al contrario.

Una vez tenemos ordenada la materia prima, el departamento de calidad, y a través de códigos de barras, analiza una pequeña porción de cada

componente para ver si cumple los estándares reglamentarios. Cuando el departamento de calidad da el visto bueno, el operario mira en el ordenador la clase de mezcla que tiene que hacer para la pastilla. El ordenador le va indicando al operario que componente tiene que introducir y en qué cantidad. Antes el operario, con un lector de barras, tiene que coger el componente para que el ordenador le deje introducirlo en el carro.

Cuando el ordenador confirma que ese es componente que tiene que introducir, el operario coge un brazo que tiene una fuerza de succión de 50 kilos y va a por el saco que contiene el componente. El operario lo va introducción poco a poco en el carro de la mezcla hasta que el ordenador indica la cantidad correcta que ha introducido (si el operario introdujera más cantidad de la que el ordenador le indica, éste no le dejaría continuar hasta que no retirara la cantidad sobrepasada).

En el momento que el carro está preparado con la mezcla, se lleva a un montacargas para que lo descargue en un mezclador. Este mezclador tiene unas palas que van mezclando poco a poco todos los componentes (el mezclado tarda unos 45 minutos dependiendo de cada mezcla) hasta que otro ordenador da por finalizado el proceso de mezclado. Entonces la mezcla cae por unas tuberías a unos carros que están cerrados herméticamente (la mezcla es ahora polvo y debe de estar en estos carros para que no se expanda por el aire). Estos carros se trasladan para que se adapten (también herméticamente) a unas tuberías, que van por el techo de la fábrica, las cuales absorben la mezcla en polvo y lo dirigen hacia la zona de prensado.

Antes de que esa mezcla llegue a la zona de prensado, el departamento de calidad coge distintas muestras y las analiza. Cuando calidad da el visto bueno a esa mezcla se podrá pasar a la siguiente fase.

En la zona de prensado están las llamadas prensas IAG rotativas que son las encargadas de que la mezcla se una al soporte metálico. Antes de que la mezcla llegue a estas prensas, el operario ha tenido que colocar el molde correspondiente a las pastillas que vallamos a fabricar y coger los soportes metálicos, con el pegamento en polvo y ponerlos en las prensas (ya que todo lo demás es automático). El polvo de la mezcla llega a través de las tuberías del techo a la prensa IAG, los brazos robotizados (donde ha dejado el operario los soportes) coge el soporte metálico y lo coloca en el molde de le pastilla, entonces la prensa deja caer el polvo de la mezcla para que se asiente en el soporte metálico y el molde se cierra. La prensa aporta unos 250 grados de temperatura durante 55 segundos para que el pegamento en polvo del soporte metálico haga reacción y que el polvo de la mezcla se solidifique y se adhiera al soporte metálico. Durante estos segundos, la prensa sigue haciendo más prensadas debido a que en una prensa IAG rotativa tenemos 6 moldes más como el que estamos utilizando, entonces la prensa va girando y fabricando más pastillas para no desaprovechar el tiempo que se tarda en hacer una sola prensada.

Cuando el molde se abre, un imán coge las pastillas, que las deposita en unas cestas de hierro para que posteriormente los operarios las retiren cuando este llenas. Antes de que ese mismo molde haga otra prensada, es limpiado

FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO

con aguda y se le hace un cepillado automático para eliminar posibles restos de la prensada anterior y así no estropear la prensada posterior.

A partir de aquí la pastillas ya la tenemos fabricada, en las siguientes fases lo que haremos será ir perfeccionando para que su uso sea igual que la de los fabricantes originales.

2.4.2 Zona de horneado.



Imagen 2.6: Foto de pastilla que acaba de salir del horno. Fuente: Elaboración propia.

Esta fase es muy simple pero a la vez muy importante porque en esta horneada, la mezcla elimina todos los gases que contiene (debido a que muchos de los componentes que hemos utilizado en la mezcla crean gases a la hora de mezclarse) y la hace mucho más resistente.

Una vez las cestas de hierro están llenas, el operario las retira y las coloca en la cinta automática en la entrada del horno de cocción (Todas las pastillas que salen de las prensas pasan por el horno). Las cestas de hierro van entrando poco a poco en el horno, ya que se pasaran 8 horas dentro.

El horno está compartimentado en tramos y cada tramo tiene distinta temperatura, esto es debido a que si a las pastillas les aplicamos una temperatura muy fuerte sin haberlas calentado previamente puede ser que en la mezcla salgan grietas, ampollar..., y se tenga que rechazar todo un lote entero. A la entrada del horno nos encontramos 75 grados, hasta que el horno alcanza 320 grados de temperatura y después vuelve a descender hasta los 75 para que en la salida, los operarios puedan retirar las cestas de hierro.

Estos gases que se desprenden del horneado, son absorbidos por unos conductos que van a parar a unos transformadores que los convierten en vapor de agua para que sean limpios para la atmósfera y no contaminar.

Estas pastillas que salen horneadas, tienen una imagen mucho más oscura que cuando entraron, y es aquí cuando el departamento de calidad coge muestras de cada lote y lo analiza de para ver que el horneado ha sido correcto y no se haya producido ninguna grieta, ampolla o cualquier desperfecto en la pastilla.

Una vez que calidad confirma que son válidas, estas pasan a la siguiente fase de mecanizado.

2.4.3 Zona de mecanizado.



Imagen 2.7: Foto de pastillas que acaban de ser mecanizada. Fuente: Elaboración propia.

Es la última zona con respecto a la fabricación de la pastilla. El operario trae las cestas de hierro, que han salido del horno, y va metiendo una por una todas las pastillas a un máquina que lo hace es lijar de determinada manera la mezcla según las especificaciones técnicas de cada pastilla. Toda la mezcla sobrante es absorbida por unos aspiradores que desembocan en un carro donde todo ello es residuo.

La máquina se llama preformadora y tiene tres tipos de lijadoras:

- En una primera lijada le quitan a la mezcla de la pastilla las posibles rebabas que han podido quedar (la rebaba es una pequeña porción de mezcla que sobre sale del borde de las pastilla). Las rebabas las venimos arrastrando desde la zona de prensado ya que en la zona de horneado no importa que tenga. Además de quitar la rebaba, también se lija toda la mezcla para dejarla a la medida exigida por la ficha técnica.
- Una segunda lijada se ocupa de hacer los chaflanes a aquellas pastillas que así lo necesitan según su ficha técnica (un chaflán es un rebaje que se realiza a los dos lados de la mezcla de la pastilla de freno).

FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO

- Y la tercera lija se encarga de hacer un cata a aquellas pastillas que así los especifique su ficha técnica (una cata es realizar un corte transversal a la mezcla de la pastilla de freno).

Las pastillas salen por el otro lado de la maquina donde tenemos un operario que las va recogiendo y colocando en un carro de hierro. La colocación de las pastillas es muy importante debido a que en la siguiente zona (es la zona de acabado y el operario tiene que seguir el ritmo impuesto en la cadena) cuando el operario las tenga que volver a coger del carro dependerá mucho de la forma en que las haya dejado el operario en esta zona.

Como en las zonas anteriores, el departamento de calidad elegirá al azar unas cuentas pastillas para comprobar su rendimiento y que todos los parámetros sean correctos. Hasta que calidad no da su confirmación no podrán pasar a la última zona del proceso productivo.

2.5 Zona de acabado.



Imagen 2.8: Foto de pastilla que acabada. Fuente: Elaboración propia.

Es la última de las zonas del proceso productivo y se realiza en su totalidad con el método de trabajar en cadena. Es la zona que más personal utiliza, ya que casi todas las funciones realizadas son manuales. Como es una zona donde la forma de trabajar es en cadena, cada trabajador debe realizar su trabajo en el tiempo que la cadena marque, si no se producirán retraso y ello conllevará a la formación de cuellos de botella lo que puede desembocar en parar la cadena (el paro de la cadena lleva un gran coste asociado). Las pastillas van pasando por una serie de máquinas que realizan distintas tareas en ella. A parte de estas máquinas los operarios también realizan distintos trabajos en las pastillas.

Las pastillas llegan en el carro de hierro de la zona de mecanizado y el operario que está a la entrada de la línea de acabado las va cogiendo de dos

en dos y las va colocando en una cadena automática. La colocación de las pastillas en esta cadena es muy importante y por ello deben ir la mezcla hacia abajo y el soporte metálico hacia arriba.

A partir de aquí empieza el trabajo de las maquinas, que esta supervisado por un oficial:

- Escorchadora: en esta máquina las pastillas son quemadas, por unos quemadores, a una temperatura de 600 grados para eliminar los últimos gases que pueda contener la mezcla de la pastilla (antes cuando te cambiaban las pastillas de freno en un taller, el mecánico te decía que nada más salir de allí frenaras 2 o 3 veces fuerte para calentar la pastilla y comprobar que frenaba correctamente, pero ahora con esta técnica esas frenadas no hacen falta ya que esta máquina esta para ello).

Los siguientes 3 metros, es un túnel de aire frio que lo que hace es enfriar a las pastillas del proceso anterior para que posteriormente puedan ser manipuladas por los operarios.

- Cabina de arena: seguido nos encontramos con la máquina que limpia el soportes metálico (recordar que las pastillas las hemos introducido en la cadena la mezcla hacia abajo y el soporte metálico hacia arriba) de diferentes impurezas que ha podido coger (polvo, pequeñas virutas de acero...). Esta cabina de arena es una máquina que proyecta unas partículas muy pequeñas contra el soporte de las pastillas para limpiarlo. Esta pastilla ha podido crear esta suciedad debido a que ha estado 4 o 5 días en el carro hasta que producción demanda esa referencia debido a que han entrado pedidos para suministrarla.

Cuando las pastillas salen de la anterior maquina están más relucientes y pasan por un metro de cinta automática para entrar en la siguiente máquina.

- Cabina de pintura: es muy parecida a la cabina que se utiliza en la zona de aplicación de pegamento el polvo, lo que cambia es que aquí se utiliza pintura en polvo para pintar el soporte metálico de la pastilla. La pastilla cuando sale de esta cabina, vemos que su color es apagado aunque la hallamos pintado, esto es debido a que para que brille esa pintura tenemos que aplicarle calor.

A continuación de que salen de esta cabina, las pastillas recorren un metro de cinta automática con rodillos que las van pisando (esto se hace por si acaso alguna pastilla fuera de forma incorrecta en la cinta automática esta la desechara y el oficial que estuviera supervisando el proceso la pueda recoger).

- Horno de pintura: una vez tenemos las pastillas con la pintura en polvo debemos aplicarles calor para que esta haga efecto y brille. En este horno se les aplica una pequeña cantidad de temperatura para que salga brillantes.

FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Cuando las pastillas salen del horno de pintura caen a una cinta automática y empieza la tarea de los operarios para preparar la pastilla para enviar a los clientes. Por la siguiente tarea que pasan las pastillas es por la colocación de la lámina anti ruido que hemos fabricado anteriormente. Estas láminas se descargan en la línea de acabado (a una altura donde los operarios pueden cogerlas con facilidad) y los operarios van despegando la zona donde lleva el pegamento y las van colocando de forma correcta sobre el soporte metálico de la pastilla.

La siguiente tarea es marcar (sobre la lámina anti ruido) las pastillas con las distintas referencias o marcas que nos indique el cliente para el que estemos fabricando. Esta tarea se realiza con unas máquinas llamadas Ink-Jet que son programadas (dependiendo el tamaño de cada pastilla y donde quieran los cliente poner sus especificaciones) por los operarios que estén trabajando en ellas. Las pastillas son colocadas por el operario de forma correcta para que cuando pasen por debajo de las Ink-Jet sean pintadas con una precisión milimétrica con pintura blanca en la zona de la lámina anti ruido de la pastilla.

Cuando las pastillas han pasado por la zona de la Ink-Jet, tenemos que ponerles (dependiendo de cada referencia de pastilla que estemos haciendo) una sujeción para posteriormente poder acoplarles los distintos dispositivos que necesitan. Esta sujeción se realiza poniéndoles un remache a las pastillas. Este remache es puesto, por el operario, sobre los tetones del soporte metálico de la pastilla y el a través de una maquina llamada radial que es accionada por un pedal neumático que pisa el operario, un cilindro neumático baja y ancla el remache sobre el tetón de la pastilla de freno y así se crea la sujeción que posteriormente utilizaremos.

Un vez el operario ha puesto el remache deja de pisa el pedal y el cilindro sube para dejar libre la pastilla que pasa a una cinta automática que las lleva a la siguiente tarea.

A continuación la pastillas tienen que ser introducidas en sus estuches con sus dispositivos de seguridad y sus manuales de uso, para ellos un operario está continuamente abriendo estuches y los va colocando en la cadena automática donde van las pastillas. Los operarios tienen que ser muy mañosos y rápidos para introducir 4 pastillas de freno en un estuche. La rapidez se va adquiriendo con la experiencia en este puesto, ya que cada referencia de pastillas tiene que ir posicionada de distinta manera para que se puedan introducir las 4 en un solo estuche.

El primer operario introduce las pastillas en el estuche, el segundo introduce los distintos componentes de seguridad (avisadores, tuercas, arandelas...) y las instrucciones de uso y el último se encarga de cerrar el estuche y colocarlo de forma correcta para la última fase.

El esta última fase los estuchen pasan de uno en uno por una cinta automática la cual identifica los estuches de las pastillas con pegatinas y que a continuación agrupa los estuches de cuatro en cuatro para que sean envueltos

Capítulo 2

en plástico. La razón de que sean envueltos en plástico es debido a que es mucho más fácil su transporte así como su almacenaje.

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3: CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS.

En este capítulo nos vamos a centrar en explicar la formación del coste en cada una de las fases del proceso productivo. A la vez estas fases se van a subdividir en sección para poder explicar y ver mejor esta formación del coste.

3.1. Coste en la zona del soporte metálico.

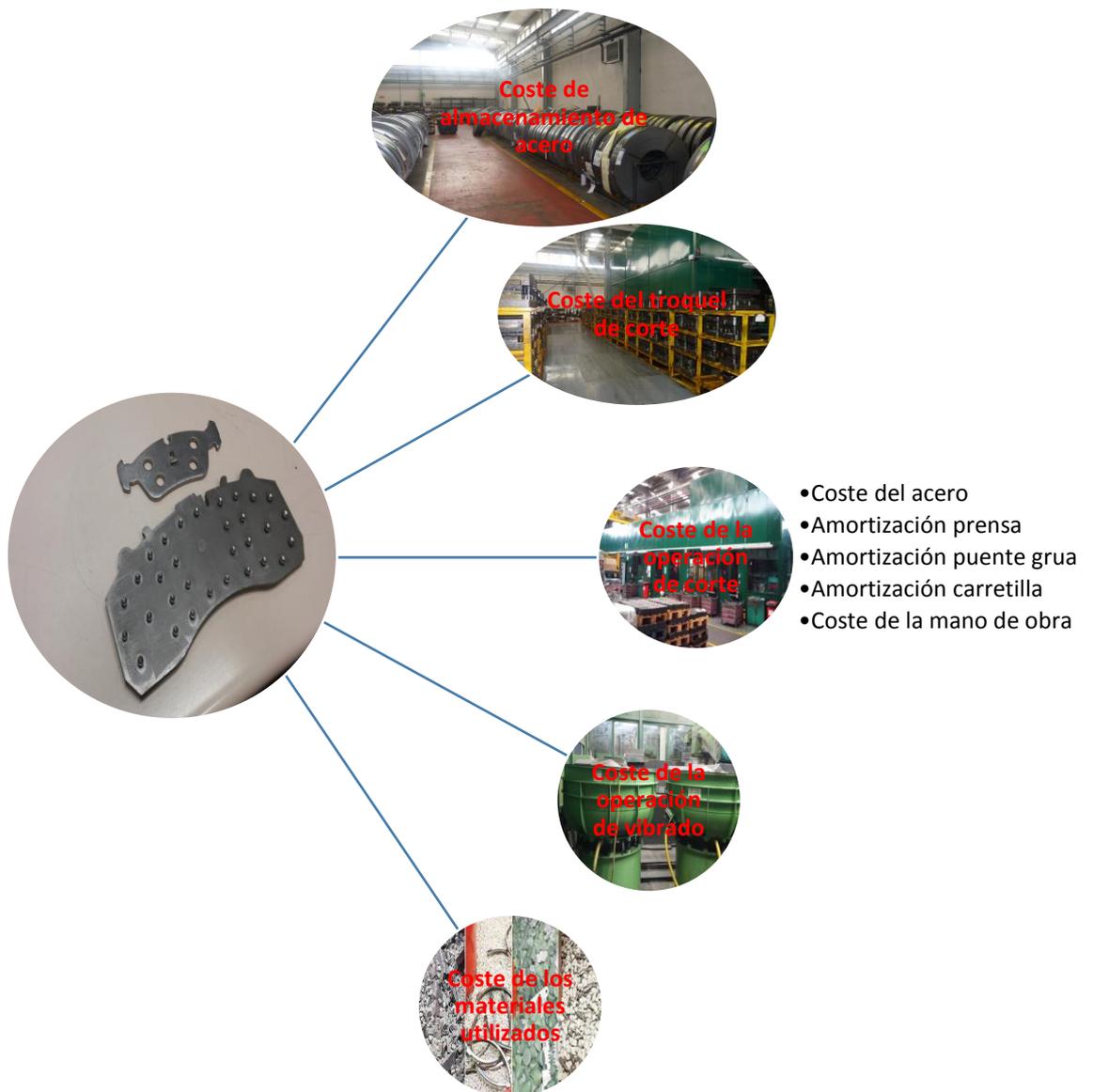


Diagrama 3.1: Costes en la producción del soporte metálico. Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Coste de almacenamiento de acero.

Antes de empezar comentar que el almacenamiento del acero (al igual que las bobinas de las láminas anti ruido y de la materia prima para hacer el producto de fricción) se produce en un almacén externo.

Para poder calcular este coste, el jefe de producción de la sección de corte, nos ha dado todos los datos necesarios para poder calcularlo.

- Almacenaje: 2 €/día por cada camión
- Descarga de camión: 80 €/camión
- Carga de camión: 80 €/camión
- Desplazamiento desde el almacén externo hasta la fábrica: 75 €/viaje

Como he dicho anteriormente tenemos que tener en cuenta que las pastillas delanteras que van en un estuche no son iguales (van iguales 2 a 2), y por consiguiente, los soportes metálicos no serán iguales. Para ellos tenemos que distinguir entre el soporte metálico delantero primario y el soporte metálico delantero compañero.

Los datos del acero son:

- Peso de bobina de acero (pastilla delantera primaria): 600 kilogramos
- Peso de bobina de acero (pastilla delantera compañero): 572 kilogramos
- Peso transportado por el camión: 24.000 o 24.024 kilogramos
- De una bobina de obtienen 1.000 soportes de acero

Cada soporte de metálico delantero primario pesa 0,6 kilogramos:

- 0,425 kilogramos es el peso del soporte propiamente dicho de la pastillas
- 0,175 kilogramos es el peso del desecho que sobra del corte del soporte metálico que posteriormente se vende.

Cada soporte de metálico delantero compañero pesa 0,572 kilogramos:

- 0,350 kilogramos es el peso del soporte propiamente dicho de la pastillas
- 0,222 kilogramos es el peso del desecho que sobra del corte del soporte metálico que posteriormente se vende.



Imagen 3.1: Almacenamiento de bobinas de acero. Fuente: Elaboración propia.

Empezaremos calculando el coste de almacenamiento del soporte metálico de la pastilla delantera primaria.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Almacenaje: } 24.000 \text{ ----- } 2 \\ \phantom{\text{Almacenaje: }} 0,425 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = 0,000035 \text{ €/día}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Descarga: } 24.000 \text{ ----- } 80 \\ \phantom{\text{Descarga: }} 0,425 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = 0,0014 \text{ €/soporte metálico}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Carga: } 24.000 \text{ ----- } 80 \\ \phantom{\text{Carga: }} 0,425 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = 0,0014 \text{ €/soporte metálico}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Desplazamiento: } 24.000 \text{ ----- } 75 \\ \phantom{\text{Desplazamiento: }} 0,425 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = 0,0013 \text{ €/soporte metálico}$

Teniendo en cuenta que la bobina de acero se encuentra almacenado una media de 1 mes en el almacén externo:

$$\text{Almacenamiento: } 0,000035 \times 30 = 0,00105 \text{ €}$$

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Descarga: 0,0014 €

Carga: 0,0014 €

Desplazamiento: 0,0013 €

∑ De todos los concepto anteriores nos da **0,00515** €/soporte metálico pastilla delantera primaria

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera primaria nos da un coste total de **0,0103 €.**

Ahora es el turno de calcular el coste de almacenamiento del soporte metálico de la pastilla delantera complementaria.

Almacenaje: 24.000 ----- 2 }
0,350 ----- X }

Donde obtenemos que $X = 0,000029$ €/día

Descarga: 24.000----- 80 }
0,350 ----- X }

Donde obtenemos que $X = 0,0011$ €/soporte metálico

Carga: 24.000 ----- 80 }
0,350 ----- X }

Donde obtenemos que $X = 0,0011$ €/soporte metálico

Desplazamiento: 24.000 ----- 75 }
0,350 ----- X }

Donde obtenemos que $X = 0,0010$ €/soporte metálico

Teniendo en cuenta que la bobina de acero se encuentra almacenado una media de 1 mes en el almacén externo:

Almacenamiento: $0,000029 \times 30 = 0,00087$ €

Descarga: 0,0011 €

Carga: 0,0011 €

Desplazamiento: 0,0010 €

Σ De todos los concepto anteriores nos da **0,00407** €/soporte metálico pastilla delantera compañera.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera complementaria nos da un coste total de **0,00814 €.**

3.1.2 Coste del troquel de corte.

Como hemos mencionado anteriormente para cortar el soporte metálico necesitamos utilizar un troquel. Algunas de las referencias que tenemos que fabricar se pueden producir con un solo troquel (algunos troqueles se pueden utilizar para 2 referencias cambiando los pines que contiene).

Tenemos que distinguir en nuestro caso que entre el troquel del soporte metálico de la pastilla primaria y el troquel del soporte metálico de la pastilla complementaria.



Imagen 3.2: Almacenamiento de troqueles para el corte del soporte metálico.
Fuente: Elaboración propia.

Empezaremos calculando el coste del troquel del soporte metálico de la pastilla delantera primaria.

Precio de adquisición: 14.000 €.

Vida útil según número de soportes metálicos obtenidos: 880.000.

Entonces obtenemos que $14.000 / 880.000 =$ **0,0159** €/soporte metálico de la pastilla delantera primaria.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera primaria nos da un coste total de **0,0318 €.**



Imagen 3.3: Troquel de corte de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia.

A continuación calcularemos el coste del troquel del soporte metálico de la pastilla delantera complementaria.

Precio de adquisición: 13.600 €.

Vida útil según número de soportes metálicos obtenidos: 720.000.

Entonces obtenemos que $13.600 / 720.000 = \underline{\underline{0,0188}}$ €/soportes metálico de la pastilla delantera complementaria.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera complementaria nos da un coste total de 0,0376 €.

3.1.3 Coste de la operación de corte.

Para calcular este coste tendremos en cuenta los siguientes costes directos: el coste del acero que utilizamos para el soporte metálico, la amortización de la prensa de corte, la amortización del puente grúa utilizado, la amortización de la carretilla que se usa para transportar los soportes metálicos, la mano de obra. Recaltar que para esta referencia no hace falta que pase por la lijadora, ya que no necesita chaflan.



Imagen 3.4: Distintas anchuras en las bobinas de acero. Fuente: Elaboración propia.

Empezamos calculando el coste del acero del soporte metálico de la pastilla delantera primaria.

Mirando las facturas del proveedor obtenemos que: 1.000 kilogramos de acero nos cuestan 560 €.

$$\left. \begin{array}{l} 1.000 \text{ ----- } 560 \\ 0,425 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = \underline{\underline{0,238}}$ €/soporte metálico de la pastilla delantera primaria.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera primaria nos da un coste total de **0,476 €**.

A continuación obtenemos el coste del acero del soporte metálico de la pastilla delantera complementaria.

El acero utilizado es el mismo que para el soporte metálico de la pastilla delantera primaria.

$$\left. \begin{array}{l} 1.000 \text{ ----- } 560 \\ 0,350 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = \underline{\underline{0,196}}$ €/soporte metálico de la pastilla delantera complementaria.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera complementaria nos da un coste total de **0,392 €**.



Imagen 3.5: Prensa de corte de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización de la prensa de corte tenemos que tener en cuenta que:

Se utiliza la misma prensa y la misma secuencia de golpes tanto para el soporte metálico de la pastilla delantera primaria como la complementaria.

Dicha prensa está programada para que haga siempre el mismo número de golpes a la hora, porque los soportes obtenidos de ella son muy similares entre ellos en tamaño.

Como he señalado anteriormente la prensa que estamos tratando solamente corta soportes metálicos para turismos.

La prensa utilizada es una Fagor modelo PSR-200 Tn donde obtenemos los datos:

Precio de adquisición: 386.319 €

Vida útil: 18 años

Días efectivos trabajados en un año: 224

Número de soportes obtenidos al día: 40.000

Amortización anual: $386.319 / 18 = 21.462$ €/año

Número de soportes obtenidos al año: $40.000 * 224 = 8.960.000$

Amortización por soporte: $21.462 / 8.960.000 = \underline{\underline{0,00239}}$ €/soporte metálico

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,00956 €.**



Imagen 3.6: Puente grúa utilizado en la operación de corte de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización del puente grúa utilizado para mover las bobinas de acero sabemos que:

Vida útil: 16 años pero como este puente grúa abastece a 2 prensas, imputamos a cada prensa la cantidad de 8 años de vida útil.

Precio de adquisición: 31.410 € pero como un puente grúa abastece a 2 prensas tenemos que dividirlo entre 2 lo que nos da 15.705 €.

Amortización anual: $15.705 / 8 = 1.963 \text{ €/año}$

Como al año esta prensa de corte produce 8.960.000 soportes metálicos al año.

Amortización por soporte: $1.963 / 8.960.000 = \mathbf{0,000219 \text{ €/soporte metálico}}$

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,000876 €.**

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS



Imagen 3.7: Carretilla utilizada para el transporte de los soportes metálicos.
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización de la carretilla que utilizamos para mover los contenedores que contienen los soportes metálicos cuando salen de la prensa de corte sabemos que:

Vida útil: 8 años

Precio de adquisición: 30.290 €

Amortización anual: $30.290 / 8 = 3.786$ €/año

Como al año esta prensa de corte produce 8.960.000 soportes metálicos.

Amortización por soporte: $3.786 / 8.960.000 = \underline{\underline{0,000422}}$ €/soporte metálico

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,00168 €.**

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de corte debemos saber que:

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123$ €/por persona

El número de soportes que se cortan en un turno normal es: $40.000 / 3 = 13.333$ soportes.

Entonces obtenemos que el coste del soporte por la mano de obra es: $123 / 13.333 = \underline{0,00922}$ €/soporte metálico.

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,0368 €.**

3.1.4 Coste de la operación de vibrado.



Imagen 3.8: Cubas de vibrado de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización de la cuba de vibrado tenemos que tener en cuenta que:

En cada una de las cubas tenemos que tener en cuenta que caben 350 kilogramos de soportes metálicos.

El tiempo que cada cuba está trabajando con dichos soportes es de 25 minutos.

El tiempo efectivo de trabajo de un turno en un día en minutos es: $7 \text{ horas} * 60 \text{ minutos} = 420 \text{ minutos} + 45 \text{ minutos} = 465 \text{ minutos}$

Obtenemos el número de veces que se pone la cuba a trabajar en un turno al día: $465 / 25 = 18,6 \sim 18$ veces

Ahora tenemos que calcular el total de veces que se pone al año: $(18 * 3) * 224 \text{ días} = 12.096$ veces se pone al año cada cuba.

Como en la cuba entran 350 kilogramos * 12.096 veces = 4.233.600 kilogramos al año.

Precio de adquisición: 306.226 €.

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Vida útil: 18 años.

Amortización anual: $306.226 / 18 = 17.012 \text{ €/año}$

Cada kilogramo de soporte metálico obtiene un amortización de: $17.012 / 4.233.600 = 0,004 \text{ €/Kg}$

Calculamos primero el coste del soporte metálico de la pastilla delantera primaria:

$$\begin{array}{r} 1 \text{-----} 0,04 \\ 0,425 \text{-----} X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1 \\ 0,425 \end{array}} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = \underline{\underline{0,0017 \text{ €/soporte metálico de la pastilla delantera primaria}}}$.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera primaria nos da un coste total de **0,0034 €**.

Ahora calculamos el coste del soporte metálico de la pastilla delantera complementaria:

$$\begin{array}{r} 1 \text{-----} 0,04 \\ 0,350 \text{-----} X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1 \\ 0,350 \end{array}} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = \underline{\underline{0,0014 \text{ €/soporte metálico de la pastilla delantera complementaria}}}$.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera complementaria nos da un coste total de **0,0028 €**.

3.1.5 Coste de los productos utilizados en la operación de corte.

En este apartado vamos a calcular el coste de todos los productos que se utilizan para obtener los soportes metálicos.

Como hemos comentado anteriormente la prensa utiliza aceite de corte, los vibros utilizan chips cerámicos, flocurante, pasivane..., todos estos producto también tienen una importancia a la hora de calcular el coste.

Por ello he obtenido que el total de costo de estos producto en un año es: 127.397 €/año .

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

Entonces obtener que el coste al día es: $127.397 / 224 = 568 \text{ €/día}$.

Como tenemos 4 prensas de corte que su producción diaria es:

- Prensa 1 (vehículo industrial) = 20.000 soporte metálicos al día.
- Prensa 2 (vehículo industrial y turismo) = 30.000 soporte metálicos al día.
- Prensa 3 (turismo) = 40.000 soporte metálicos al día.
- Prensa 4 (turismo) = 40.000 soporte metálicos al día.

Obtenemos una producción anual de: 130.000 soportes diarios

El coste de estos productos por soportes es: $568 / 130.000 = \underline{\underline{0,00436}}$ €/soporte metálico.

Como tenemos 4 soportes metálicos de la pastillas delantera complementaria nos da un coste total de 0,0174 €.

3.2 Coste en la zona de la lámina anti ruido.



Diagrama 3.2: Costes en la producción de la lámina anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

El producto utilizado para hacer las láminas anti ruido es descargado directamente por el camión contratado por el proveedor en nuestra fábrica. Es

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

un material que viene también en bobinas pero son más pequeñas y con menos peso que las de acero.



Imagen 3.9: Almacenamiento de bobinas de material anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

Por ello cuando el jefe de producción necesita más bobinas para las láminas anti ruido, llama directamente al proveedor y nos vuelve a enviar un camión cargado.

3.2.1 Coste del troquel de corte.

Como hemos mencionado anteriormente para cortar la lámina anti ruido necesitamos utilizar un troquel. Algunas de las referencias que tenemos que fabricar se pueden producir con un solo troquel (algunos troqueles se pueden utilizar para 2 referencias cambiando los pines que contiene).

Tenemos que distinguir en nuestro caso que entre el troquel de la lámina anti ruido de la pastilla primaria y el troquel de la lámina anti ruido de la pastilla complementaria.



Imagen 3.10: Almacenamiento de troqueles para el corte de la lámina anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

Empezaremos calculando el coste del troquel de la lámina anti ruido de la pastilla delantera primaria.

Precio de adquisición: 4.000 €.

Vida útil según número de láminas anti ruido obtenidas: 1.100.000.

Entonces obtenemos que $4.000 / 1.100.000 = \underline{\underline{0,00363}}$ €/lámina anti ruido de la pastilla delantera primaria.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera primaria nos da un coste total de **0,00726 €**.



Imagen 3.11: Troquel de corte de la lámina anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

A continuación calcularemos el coste del troquel de la lámina anti ruido de la pastilla delantera complementaria.

Precio de adquisición: 3.500 €.

Vida útil según número de láminas anti ruido obtenidas: 820.000.

Entonces obtenemos que $3.500 / 820.000 = \underline{\underline{0,00426}}$ €/lámina anti ruido de la pastilla delantera complementaria.

Como tenemos 2 soportes metálicos de la pastillas delantera complementaria nos da un coste total de **0,00852 €**.

3.2.2 Coste de la operación de corte.

Para calcular este coste tendremos en cuenta los siguientes costes directos: el coste del material anti ruido que utilizamos para la lámina anti ruido, la amortización de la prensa de corte, la amortización del puente grúa utilizado, la amortización de la carretilla que se usa para transportar las láminas anti ruido, la mano de obra.

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS



Imagen 3.12: Distintas anchuras en las bobinas de material anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

Empezamos calculando el coste del material anti ruido de la lámina anti ruido de la pastilla delantera primaria.

Mirando las facturas del proveedor obtenemos que: 1.000 kilogramos del material anti ruido nos cuestan 420 €.

$$\begin{array}{r} 1.000 \text{ ----- } 420 \\ 0,016 \text{ ----- } X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1.000 \\ 0,016 \end{array}} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = \underline{\underline{0,00672}}$ €/lámina anti ruido de la pastilla delantera primaria.

Como tenemos 2 láminas anti ruido de las pastillas delanteras primarias nos da un coste total de **0,0134 €**.

A continuación obtenemos el coste del material anti ruido de la lámina anti ruido de la pastilla delantera complementaria.

El material anti ruido utilizado es el mismo que para la lámina anti ruido de la pastilla delantera primaria.

$$\begin{array}{r} 1.000 \text{ ----- } 420 \\ 0,014 \text{ ----- } X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1.000 \\ 0,014 \end{array}} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = \underline{\underline{0,00588}}$ €/lámina anti ruido de la pastilla delantera complementaria.

Como tenemos 2 láminas anti ruido de las pastillas delanteras complementarias nos da un coste total de **0,0117 €**.



Imagen 3.13: Prensa de corte de láminas anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización de la prensa de corte tenemos que tener en cuenta que:

Se utiliza la misma prensa y la misma secuencia de golpes tanto para la lámina anti rudo de la pastilla delantera primaria como la complementaria.

Dicha prensa está programada para que haga siempre el mismo número de golpes a la hora. Debemos tener en cuenta que esta prensa es mucha más rápida que la de corte de soportes, por ello la producción será mucho mayor debido a que el material anti rudo es mucha más fácil de cortar.

A diferencia que en la operación de corte de soportes, estas prensas solo cortan laminas anti ruido para turismos, ya que las pastillas de freno de los vehículos industriales no llevan este tipo de láminas.

La prensa utilizada es una Esna modelo RFSPN 80 Tn donde obtenemos los datos:

Precio de adquisición: 92.554 €

Vida útil: 18 años

Días efectivos trabajados en un año: 224

Número de láminas obtenidas al día: 60.000

Amortización anual: $92.554 / 18 = 5.141$ €/año

Número de láminas obtenidas al año: $60.000 * 224 = 13.440.000$

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Amortización por lamina: $5.141 / 13.440.000 = \underline{\underline{0,000382}}$ €/lamina anti ruido

Como tenemos 4 láminas anti ruido nos da un coste total de **0,00152 €.**



Imagen 3.14: Puente grúa utilizado en la operación de corte de las láminas anti ruido. Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización del puente grúa utilizado para mover las bobinas del material anti ruido sabemos que:

Vida útil: 16 años, pero como este puente grúa abastece a 2 prensas, imputamos a cada prensa la cantidad de 8 años de vida útil.

Precio de adquisición: 31.004 € pero como un puente grúa abastece a 2 prensas tenemos que dividirlo entre 2 lo que nos da 15.502 €.

Amortización anual: $15.502 / 8 = 1.937$ €/año

Como al año esta prensa de corte produce 13.440.000 láminas anti ruido al año.

Amortización por lamina: $1.937 / 13.440.000 = \underline{\underline{0,000144}}$ €/lamina anti ruido

Como tenemos 4 láminas anti ruido nos da un coste total de **0,000576 €.**



Imagen 3.15: Transpaleta utilizada para el transporte de las láminas anti ruido.
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la amortización de la transpaleta que utilizamos para mover los cajones que contienen las láminas anti ruido cuando salen de la prensa de corte sabemos que:

Vida útil: 3 años

Precio de adquisición: 6.010 €

Amortización anual: $6.010 / 3 = 2.003$ €/año

Como al año esta prensa de corte produce 13.440.000 láminas anti ruido.

Amortización por soporte: $2.003 / 13.440.000 = \underline{\underline{0,000149}}$ €/lamina anti ruido

Como tenemos 4 láminas anti ruido nos da un coste total de **0,000596 €**.

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de corte debemos saber que:

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123$ €/por persona

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

El número de láminas que se cortan en un turno normal es: $60.000 / 3 = 20.000$ láminas.

Entonces obtenemos que el coste de la lámina por la mano de obra es: $123 / 20.000 = \underline{0,00615}$ €/lámina anti ruido.

Como tenemos 4 láminas anti ruido nos da un coste total de **0,0246 €.**

3.3 Coste en la zona de aplicación de pegamento en polvo.



Diagrama 3.3: Costes en la zona de aplicación de pegamento en polvo. Fuente: Elaboración propia.

Esta zona es la más sencilla y automatizada de toda la fábrica, pero una así su importancia es vital. Una mala aplicación de este pegamento tendría como consecuencia que la mezcla se despegara del soporte cuando alcanza altos niveles de compresibilidad a la hora de la frenada.

3.3.1 Coste de la operación de granallado.

Este coste lo calcularemos únicamente a través de la amortización de dicha máquina, ya que como es automática solo se necesita que el operario con una carretilla alimente con soportes dicha máquina.

El tiempo utilizado para esta acción es mínimo y por ello no vamos a tener en cuenta el coste de la mano de obra. La carretilla utilizada para alimentar a la granalladora es la misma que la utilizada en las prensas para transportar los soportes, y he decidido imputar el total de la amortización a la operación de corte, ya que es donde realmente se utiliza la carretilla.



Imagen 3.16: Máquina de granallado de soportes metálicos. Fuente: Elaboración propia.

Precio de adquisición: 117.440 €

Vida útil: 12 años

Amortización anual: $117.440 / 12 = 9.786$ €/año

Al turno pasan por la máquina de granallado 35.000 soportes

En un día pasan $35.000 * 3 = 105.000$ soportes/día

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo: $105.000 * 224 = 23.520.000$ soportes/año

Amortización por soporte: $9.786 / 23.520.000 = \underline{\underline{0,000416}}$ €/soporte

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,00166 €.**

3.3.2 Coste de la operación de aplicación de pegamento.

Como he mencionado anteriormente, esta zona de la fábrica está muy automatizada, por lo tanto solo tendremos en cuenta como coste la amortización de las máquinas utilizadas en ellas.

Para la aplicación de pegamento en los soportes metálicos tenemos que utilizar 2 tipos de máquinas distintas:

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Empezamos calculando el coste de amortización de los brazos robotizados:



Imagen 3.17: Brazos robotizados. Fuente: Elaboración propia.

Precio de adquisición: 373.828 €

Vida útil: 18 años

Amortización anual: $373.828 / 18 = 20.768$ €/año

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo: $105.000 * 224 = 23.520.000$ soportes/año (utilizamos el mismo dato, de producción, que en la granalladora, porque todos los soportes que pasan por dicha maquina también pasan por los brazos robotizados).

Amortización por soporte: $20.768 / 23.520.000 = \underline{\underline{0,000882}}$ €/soporte

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,00352 €**.

Ahora nos centraremos en el coste de amortización de la cabina de aplicación de pegamento en polvo:



Imagen 3.18: Cabina de aplicación de pegamento en polvo. Fuente: Elaboración propia.

Precio de adquisición: 181.111 €

Vida útil: 18 años

Amortización anual: $181.111 / 18 = 10.061$ €/año

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo: $105.000 * 224 = 23.520.000$ soportes/año (como ocurre en el caso anterior, todos los soportes que pasan por los brazos robotizados, también pasan por la cabina de pintura, con lo cual utilizamos el dato de la misma producción anual).

Amortización por soporte: $10.061 / 23.520.000 = \underline{0,000427}$ €/soporte

Como tenemos 4 soportes metálicos nos da un coste total de **0,00171 €**.

3.4 Coste en la zona de fabricación.

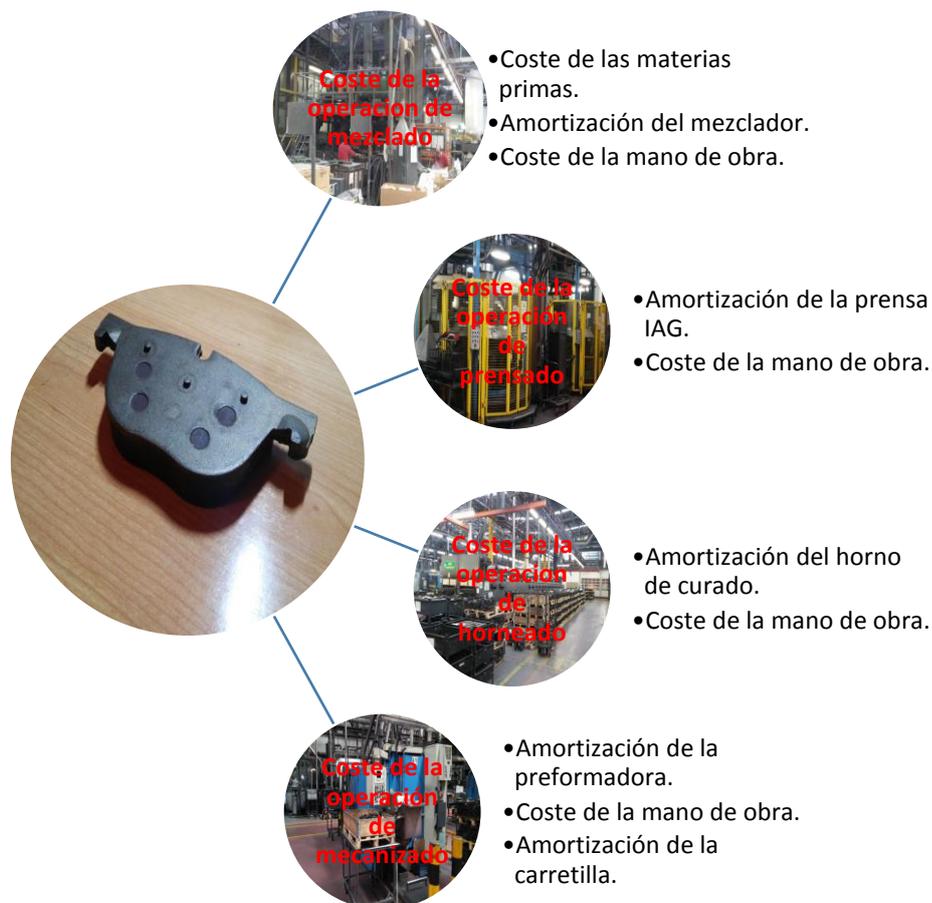


Diagrama 3.4: Costes en la zona de fabricación. Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Es la zona más mecanizada e informatizada de toda la fábrica. Debemos de tener en cuenta que cada máquina necesita a un trabajador únicamente para que la vigile y la alimente. Todo el resto de trabajo lo realiza la máquina.

3.4.1 Coste de la operación de mezclado.

Con referencia a esta operación decir que, casi todos los productos utilizados para la fabricación de la mezcla vienen de proveedores externos. Debemos explicar que una mezcla cuenta entre 10 a 25 componentes dependiendo de qué referencia estemos haciendo.



Imagen 3.19: Almacenamiento de las materias primas para la mezcla. Fuente: Elaboración propia.

Empezamos calculando el coste de las materias primas:

Preguntado al responsable, no dice que la mezcla de la pastilla de nuestra referencia pesa 200 gramos.

Para obtener esta mezcla debemos introducir en un carro herméticamente cerrado los siguientes componentes (en este paso también voy a multiplicarlos por su precio que he obtenido en las facturas de cada proveedor, ya que el precio que se paga por estas materias primas está pactado para todo el año):

- Lana de roca: $23,96 \text{ Kg} * 0,72 \text{ €/Kg} = 17,25 \text{ €}$
- Cromita: $23,80 \text{ Kg} * 0,47 \text{ €/Kg} = 11,18 \text{ €}$
- Fibra de celulosa: $35 \text{ Kg} * 0,70 \text{ €/Kg} = 24,50 \text{ €}$
- Alumina: $49,80 \text{ Kg} * 0,83 \text{ €/Kg} = 41,33 \text{ €}$
- Limonita: $45 \text{ Kg} * 0,77 \text{ €/Kg} = 34,65 \text{ €}$
- Fluorita: $30 \text{ Kg} * 1,26 \text{ €/Kg} = 37,80 \text{ €}$
- Barita: $34,20 \text{ Kg} * 0,21 \text{ €/Kg} = 7,18 \text{ €}$
- Corcho: $14 \text{ Kg} * 1,64 \text{ €/Kg} = 22,96 \text{ €}$

Capítulo 3

- Sulfuro de manganeso: $29,8 \text{ Kg} * 3,40 \text{ €/Kg} = 101,32 \text{ €}$
- Lana acero larga: $89,20 \text{ Kg} * 0,96 \text{ €/Kg} = 85,63 \text{ €}$
- Resina fast curing: $39,20 \text{ Kg} * 1,35 \text{ €/Kg} = 52,92 \text{ €}$
- Vermiculita: $30 \text{ Kg} * 5,32 \text{ €/Kg} = 159,60 \text{ €}$
- Grafito sintético: $60,04 \text{ Kg} * 0,60 \text{ €/Kg} = 36,02 \text{ €}$

Nos sale un total de 504 Kg y un precio total de 632,34 €

Obtenemos en número de pastillas que obtendremos de los 504 Kg:

$$\left. \begin{array}{l} 0,2 \text{ ----- } 1 \\ 504 \text{ ----- } X \end{array} \right\}$$

Donde obtenemos que $X = 2.520$ pastillas de los 504 Kg.

Entonces ahora calculamos: $632,34 / 2.520 = \underline{\underline{0,251 \text{ €/cada pastilla}}}$.

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **1,004 €.**



Imagen 3.20: Mezclador de materias primas. Fuente: Elaboración propia.

Ahora nos centraremos en el coste de amortización del mezclador:

Precio de adquisición: 258.203 €

Vida útil: 14 años

Amortización anual: $258.203 / 14 = 18.443 \text{ €/año}$

Preguntando al operario sobre cantidad de mezclas que realiza al día, nos comenta que de media se hace unas 7 mezclas por turno.

El número de mezclas realizadas al día: $7 * 3 = 21$ mezclas

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo, el total de mezclas realizadas en un año: $21 * 224 = 4.704$

Amortización por mezcla: $18.443 / 4.704 = 3,92 \text{ €/mezcla}$

Como de nuestra mezcla obtener 2.520 pastillas: $3,92 / 2.520 = \underline{\underline{0,00155}}$ €/cada pastilla.

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,0062 €.**

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de mezclado sabemos que (los datos de la mano de obra son iguales que en los otros apartados, debido a que todos los trabajadores pertenecen al grupo de cotización 10 y la categoría profesional grupo 3):

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123 \text{ €/por persona}$

El número de mezclas, realizadas en un turno por un trabajador, son 7

Entonces obtenemos que el coste de mezcla por la mano de obra es: $123 / 7 = 17,57 \text{ €/mezcla.}$

Como de una mezcla se obtienen 2.520 pastillas: $17,57 / 2.520 = \underline{\underline{0,00697}}$ €/cada pastilla.

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,0278 €.**

3.4.2 Coste de la operación de prensado.

En esta zona nos vamos a encontrar con que las prensas, al igual que en la zona de corte del soporte metálico, son automáticas y lo único que tiene que hacer el trabajador es alimentar a la prensa de soportes metálicos con el pegamento en polvo ya aplicado y vigilarla para que su funcionamiento sea el correcto.



Imagen 3.21: Prensa rotativa IAG. Fuente: Elaboración propia.

Empezamos calculando el coste de amortización de la prensa:

El modelo utilizado es una prensa IAG lineal L1 modelo 2*6/40 DUL

Precio de adquisición: 1.374.244 €

Vida útil: 18 años

Amortización anual: $1.374.244 / 18 = 76.346$ €/año

En un día esta prensa produce 6.700 pastillas de media.

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo, el total de pastillas realizadas en un año: $6.700 * 224 = 1.500.800$ pastillas

Amortización por pastilla: $76.346 / 1.500.800 = \mathbf{0,0508}$ €/pastilla

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,203 €**.

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de prensado sabemos que (los datos de la mano de obra son iguales que en los otros apartados, debido a que todos los trabajadores pertenecen al grupo de cotización 10 y la categoría profesional grupo 3):

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123$ €/por persona

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

El número de pastillas realizadas en un día son 6.700.

Como tenemos 3 turnos: $6.700 / 3 = 2.233$ pastillas al turno

Entonces obtenemos que el coste de pastilla por la mano de obra es:
 $123 / 2.233 = \underline{\underline{0,0551}}$ €/pastilla.

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,2204 €.**

3.4.3 Coste de la operación de horneado.

Como hemos visto en la operación anterior, esta tiene el mismo sentido en cuanto al trabajo realizado por el operario, el cual se encarga únicamente de alimentar al horno y comprobar que las pastillas salen perfectamente después de haber pasado 8 horas dentro de él.



Imagen 3.22: Horno de curado de pastillas. Fuente: Elaboración propia.

Empezamos calculando el coste de amortización del horno de curado:

Precio de adquisición: 319.592 €

Vida útil: 12 años

Amortización anual: $319.592 / 12 = 26.632$ €/año

Las pastillas introducidas en el horno van en cestas metálicas, en las cuales caben unas 100 pastillas de media. El horno tiene una capacidad de 310 cestas.

En un turno pasan por el horno: $100 * 310 = 31.000$ pastillas al turno.

Como un día tiene 3 turnos: $31.000 * 3 = 93.000$ pastillas al día.

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo, el total de pastillas realizadas en un año: $93.000 * 224 = 20.832.000$ pastillas

Amortización por pastilla: $26.632 / 20.832.000 = \underline{\underline{0,00127}}$ €/pastilla

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,00508 €.**

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de prensado sabemos que (los datos de la mano de obra son iguales que en los otros apartados, debido a que todos los trabajadores pertenecen al grupo de cotización 10 y la categoría profesional grupo 3):

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123$ €/por persona

El número de pastillas que pasan por el horno en un turno son 31.000

Entonces obtenemos que el coste de pastilla por la mano de obra es: $123 / 31.000 = \underline{\underline{0,00396}}$ €/pastilla.

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,0158 €.**

3.4.4 Coste de la operación de mecanizado.

Este tipo de operación es mucho más manual que las otras tres, por ello debemos decir que, normalmente es aquí donde se producen los cuellos de botella cuando se exige más producción. Al ser una fase mal manual, los tiempos son más difíciles de obtener, ya que cada trabajador es distinto, por ello vamos a utilizar medias.



Imagen 3.23: Preformadora de pastillas. Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Calculamos el coste de amortización de la preformadora :

No podemos citar el modelo, ya que son máquinas hechas a medidas para este tipo de producto.

Precio de adquisición: 104.101 €

Vida útil: 10 años

Amortización anual: $104.101 / 10 = 10.410$ €/año

En un turno pasan por la preformadora: 10.000 pastillas.

Como un día tiene 3 turnos: $10.000 * 3 = 30.000$ pastillas al día.

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo, el total de pastillas que pasan por esta máquina en un año: $30.000 * 224 = 6.720.000$ pastillas

Amortización por pastilla: $10.410 / 6.720.000 = \underline{\mathbf{0,00154}}$ €/pastilla

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,00616 €.**

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de prensado sabemos que (los datos de la mano de obra son iguales que en los otros apartados, debido a que todos los trabajadores pertenecen al grupo de cotización 10 y la categoría profesional grupo 3):

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123$ €/por persona

El número de pastillas que pasan por la preformadora en un turno son 10.000

Entonces obtenemos que el coste de pastilla por la mano de obra es: $123 / 10.000 = \underline{\mathbf{0,0123}}$ €/pastilla.

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,0492 €.**



Imagen 3.24: Carretilla utilizada para el transporte de las pastillas preformadas.
Fuente: Elaboración propia.

Por último calculamos la amortización de la carretilla que utilizamos para mover los pallets, los cuales tienen encima las cestas con las pastillas que acaban de salir del horno. Estos pallets no se pueden menear manualmente ni con una transpaleta, ya que son muy pesados (llevan encima unas 10 cestas) y porque se tiene que colocar sobre unos carros que están a la altura indicada para que los empleados puedan cogerlas con facilidad. Para ellos sabemos los siguientes datos:

Vida útil: 8 años

Precio de adquisición: 26.680 €

Amortización anual: $26.680 / 8 = 3.335$ €/año

Como al año por esta preformadora pasan 6.720.000 pastillas.

Amortización por pastilla: $3.335 / 6.720.000 = \underline{\underline{0,000496}}$ €/pastilla

Como tenemos 4 pastillas nos da un coste total de **0,00198 €.**

3.5 Coste en la zona de acabado.



Diagrama 3.5: Costes en la zona de acabado. Fuente: Elaboración propia.

3.5.1 Coste de las amortizaciones de las distintas máquinas.

Es la última zona del proceso de fabricación de la pastilla. En esta zona se concentra la mayor cantidad de mano de obra, debido a que las actividades realizadas no están mecanizadas debido a que como trabajamos con unas 2.000 referencias, cada estuche de pastillas, componente, instrucciones de montaje..., son distintas y sería muy complicado informatizar todas estas características.



Imagen 3.25: Escorchadora. Fuente: Elaboración propia.

Empezamos calculando el coste de la escorchadora:

Precio de adquisición: 241.852 €

Vida útil: 10 años

Amortización anual: $241.852 / 10 = 24.185$ €/año

En un día se realizan 30.000 estuches de pastillas (cada estuche contiene 4 pastillas). Estos 30.000 estuches se realizan en dos líneas de producción distintas que realizan la misma producción con que la cantidad por línea serían 15.000 estuches.

Como un año tiene 224 días efectivos de trabajo, el total de estuches realizados en un año: $15.000 * 224 = 3.360.000$ estuches de pastillas (13.440.000 pastillas).

Amortización por estuche: $24.185 / 3.360.000 = 0,00719$ €/por estuche de pastillas.



CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Imagen 3.26: Cabina de arena. Fuente: Elaboración propia.

Calculamos el coste de amortización de la cabina de arena:

Precio de adquisición: 122.539 €

Vida útil: 8 años

Amortización anual: $122.539 / 8 = 15.317$ €/año

En un turno pasan por la cabina de arena 3.360.000 estuches de pastillas (13.440.000 pastillas). Utilizamos el mismo dato calculado anteriormente debido a que es un trabajo en cadena.

Amortización por estuche: $15.317 / 3.360.000 = 0,00455$ €/por estuche de pastillas.



Imagen 3.27: Cabina de pintura. Fuente: Elaboración propia.

A continuación tenemos el coste de amortización de la cabina de pintura:

Precio de adquisición: 242.957 €

Vida útil: 12 años

Amortización anual: $242.957 / 12 = 20.246$ €/año

En un turno pasan por la cabina de arena 3.360.000 estuches de pastillas (13.440.000 pastillas). Utilizamos el mismo dato calculado anteriormente debido a que es un trabajo en cadena.

Amortización por estuche: $20.246 / 3.360.000 = 0,00406$ €/por estuche de pastillas.



Imagen 3.28: Horno de pintura. Fuente: Elaboración propia.

Lo siguiente que debemos calcular es la amortización del horno de pintura:

Precio de adquisición: 160.380 €

Vida útil: 8 años

Amortización anual: $160.380 / 8 = 20.047$ €/año

En un turno pasan por la cabina de arena 3.360.000 estuches de pastillas (13.440.000 pastillas). Utilizamos el mismo dato calculado anteriormente debido a que es un trabajo en cadena.

Amortización por estuche: $20.047 / 3.360.000 = 0,00596$ €/por estuche de pastillas.



Imagen 3.29: Ink-jet. Fuente: Elaboración propia.

Ahora nos toca calcular es la amortización de la Ink-jet:

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Precio de adquisición: 15.025 €

Vida útil: 5 años

Amortización anual: $15.025 / 5 = 3.005$ €/año

En un turno pasan por la cabina de arena 3.360.000 estuches de pastillas (13.440.000 pastillas). Tenemos que tener en cuenta que una sola línea de producción tiene así misma 2 cadenas. No había dividido la producción de los 3.360.000 estuches, porque pasan todos por las maquinas anteriores, pero a partir de aquí las cadenas se dividen en 2. Entonces cada cadena produce 1.680.000 estuches al año.

Amortización por estuche: $3.005 / 1.680.000 = 0,00178$ €/por estuche de pastillas.



Imagen 3.30: Remachadora: Elaboración propia.

La siguiente amortización calculada es la de la maquina llamada remachadora:

Precio de adquisición: 8.605 €

Vida útil: 5 años

Amortización anual: $8.605 / 5 = 1.739$ €/año

Como cada cadena produce al año 1.680.000 estuches de pastillas, y nosotros tenemos 4 remachadora por cada cadena, debemos dividir $1.680.000 / 4 = 420.000$ estuches de pastillas realizada cada remachadora al año.

Amortización por estuche: $1.739 / 420.000 = 0,00414$ €/por estuche de pastillas.



Imagen 3.31: Retractora: Elaboración propia.

Por último obtenemos la amortización de la retractora:

Precio de adquisición: 35.108 €

Vida útil: 7 años

Amortización anual: $35.108 / 7 = 5.015$ €/año

Como hemos calculado anteriormente, por cada cadena se realizan 1.680.000 estuches de pastillas.

Amortización por estuche: $5.015 / 1.680.000 = 0,00298$ €/por estuche de pastillas.



Imagen 3.32: Carretilla utilizada para el transporte de las pastillas acabadas: Elaboración propia.

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Debemos tener en cuenta también la amortización de la carretilla que utilizamos para mover los pallets que contienen los estuches ya acabados para la distribución al cliente. Dicha carretilla mueve los pallets de la línea 1 (es decir de las 2 cadenas que forman esta línea). Para ello sabemos los siguientes datos:

Vida útil: 5 años

Precio de adquisición: 28.200 €

Amortización anual: $28.200 / 5 = 5.640$ €/año

Como al año al año se realizan en esta línea de producción 3.360.000 estuches de pastillas.

Amortización por estuche: $5.640 / 3.360.000 = 0,00167$ €/por estuche de pastillas.

3.5.2 Coste de los accesorios.



Imagen 3.33: Accesorios de las pastillas de freno: Elaboración propia.

Como sabemos nuestro juego de pastillas lleva consigo, un avisador, dos remaches y un estuche. Debemos saber el precio de nuestro avisador, de nuestros dos remaches y del estuche de nuestro juego de pastillas para acabar de calcular los costes en esta sección.

Todos estos elementos vienen comprados del exterior de la empresa a nuestros proveedores. No tienen almacenamiento, ya que cuando el jefe de producción de pastillas estima que necesita estos elementos, compra directamente al proveedor.

Mirando en las facturas hemos obtenido que:

- Coste del avisador: 0,6354 €.
- Coste de los remaches: 0,0462 €.
- Coste del estuche: 0,087 €.

Tenemos un coste total de los accesorios de **0,7686** €/por estuche de pastillas.

Son costes muy fáciles de obtener debido a que solo tenemos que recabar la información existente en las facturas del proveedor.

3.5.3 Coste de la mano de obra.

Para calcular el coste de la mano de obra utilizada para en la operación de acabado sabemos que (los datos de la mano de obra son iguales que en los otros apartados, debido a que todos los trabajadores pertenecen al grupo de cotización 10 y la categoría profesional grupo 3):

Total del coste de la mano de obra en la fábrica en año es: 13.837.038 €

Total días efectivos trabajados en un año: 224 días

El coste de los empleados de la fábrica al día: $13.837.038 / 224 = 61.772$ € al día por todos los empleados de la fabrica

Total número de trabajadores en la fábrica: 500

Coste por empleado al día: $61.772 / 500 = 123$ €/por persona

Como en acabado utilizamos a 87 personas por turno: $123 * 87 = 10.701$ €/por turno en la zona de acabado en la línea de producción 1.

Como sabemos que en año se producen 3.360.000 estuches de pastillas por la línea de producción 1: $10.710 / 3.360.000 = 0,00318$ €/por estuche de pastillas.

3.6 Coste de amortización de las construcciones y equipos instalados.

Empezaremos calculando el coste de la amortización de las construcciones y equipos instalados para adecuar la fábrica a la producción de pastillas y a la legislación laboral actual.

Como sabemos estas instalaciones tienen un periodo de amortización mucho más extenso que lo calculado anteriormente.

Precio de adquisición: 10.680.486

CALCULO DE LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Vida útil: 68 años

Amortización por año: $10.680.486 / 68 = 157.065$ €/año

Como en un año se realizan 6.720.000 de estuches: $157.065 / 6.720.000 = \mathbf{0,0233}$ €/por estuche de pastillas.

3.7 Coste de mantenimientos generales.

En dicho punto tendremos en cuenta los gastos de mantenimiento ocasionados por las maquinas utilizadas en el proceso productivo de la pastilla.

Dichos gastos suponen un porcentaje muy importante en el coste total de la pastilla, por ello cada mes, cuando se hace el cierre financiero mensual, se intenta hacer una provisión lo más real posible sobre este gasto.

Al ser una planta donde tenemos tanta maquinaria, tenemos a empresas subcontratadas que son especialistas en determinadas zonas de la fábrica, lo cual ayuda bastante a la hora de arreglar maquinas muy importantes para la producción, las cuales no pueden estar paradas.

Los datos los obtenemos del programa informático para contabilizar que tenemos en la planta SAP.

El total de gastos en mantenimiento ocasionados en un año son: 1.705.825 €

Como en un año estas máquinas producen 6.720.000 de estuches: $1.705.825 / 6.720.000 = \mathbf{0,253}$ €/por estuche de pastillas.

3.8 Coste de suministros generales.

Para finalizar los costes indirectos, debemos averiguar el coste de los suministros (luz, agua y gas) en la fabricación de la pastilla de freno.

Como en el caso anterior, estos gastos un porcentaje muy importante en el coste total de la pastilla y por ello al final de cada mes también se realiza provisión de ellos si no tenemos la factura del mes que estamos cerrando.

Como en el apartado anterior, los datos los obtenemos del programa informático para contabilizar que tenemos en la planta SAP.

Para ellos hemos obtenidos los siguientes datos:

Facturación anual de la luz: 902.735 €

Capítulo 3

Facturación anual del gas: 286.454 €

Facturación anual del agua: 36.211 €

Total de los suministros: 1.225.400 €

Como en un año se hacen 6.720.000 de estuches: $1.225.400 / 6.720.000$
= **0,182** €/por estuche de pastillas.

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4: RESULTADO DE LOS COSTES DE PRODUCCION

Una vez tenemos todos los costes directos e indirectos de producción, debemos sumarlos y obtener el coste total de producción de un estuche de la referencia indicada.

Posteriormente analizaremos el resultado obtenido con el precio de venta del producto a los clientes.

Como dijimos en los objetivos, debemos calcular por un lado el coste total del proceso de producción de las pastilla de freno (que lo vemos reflejado en el punto 5.1) y como segundo objetivos pusimos el margen o beneficio con el que opera la empresa en el mercado sobre las pastillas que estamos calculando el coste de producción (que lo vemos reflejado en el punto 5.2).

4.1 Sumatorio de costes directo e indirecto de producción.

Debemos sumar los costes directos de las distintas zonas de producción:

1- Coste en la zona del soporte metálico:

- Almacenamiento acero
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras primarias: 0,0103 €.
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras complementarias: 0,00814 €.
- Coste del troquel
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras primarias: 0,0318 €.
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras complementarias: 0,0376 €.
- Coste de la operación de corte
 - Coste del acero utilizado
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras primarias: 0,476 €.
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras complementarias: 0,392 €.
 - Coste de la prensa utilizada: 0,00956 €.
 - Coste del puente grúa utilizado: 0,000876 €.
 - Coste de la carretilla utilizada: 0,00168 €.
 - Coste de la mano de obra utilizada: 0,0368 €.
- Coste de la operación de vibrado:
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras primarias: 0,0034 €.
 - Los 2 soportes metálicos de las pastillas delanteras complementarias: 0,0028 €.

RESULTADO DE LOS COSTES DE PRODUCCION

- Coste de los productos utilizados en la zona del soporte metálico: 0,0174 €.

El coste total en la zona del soporte metálico asciende a **1,041556** €.

2- Coste en la zona de la lámina anti ruido:

- Coste del troquel
 - Las 2 láminas anti ruido de las pastillas delanteras primarias: 0,00726 €.
 - Las 2 láminas anti ruido de las pastillas delanteras complementarias: 0,00852 €.
- Coste de la operación de corte
 - Coste del material anti ruido utilizado
 - Las 2 láminas anti ruido de las pastillas delanteras primarias: 0,0134 €.
 - Las 2 láminas anti ruido de las pastillas delanteras complementarias: 0,0117 €.
 - Coste de la prensa utilizada: 0,00152 €.
 - Coste del puente grúa utilizado: 0,000576 €.
 - Coste de la transpaleta utilizada: 0,000596 €.
 - Coste de la mano de obra utilizada: 0,0246 €.

El coste total en la zona de la lámina anti ruido asciende a **0,068172** €.

3- Coste en la zona de aplicación de pegamento en polvo:

- Coste de la operación de granallado: 0,00166
- Coste de la operación de aplicación de pegamento
 - Coste de los brazos robotizados: 0,00352
 - Coste de la cabina de pintura: 0,00171

El coste total en la zona de aplicación de pegamento en polvo asciende a **0,00689** €.

4- Coste en la zona de fabricación:

- Coste de la operación de mezclado
 - Coste de las materias primas: 1,004 €.
 - Coste del mezclador: 0,0062 €.
 - Coste de la mano de obra: 0,0278 €.
- Coste de la operación de prensado
 - Coste de la prensa IAG: 0,203 €.
 - Coste de la mano de obra: 0,2204 €.
- Coste de la operación de horneado
 - Coste del horno de curado: 0,00508 €.
 - Coste de la mano de obra: 0,0158 €.
- Coste de la operación de mecanizado
 - Coste de la preformadora: 0,00616 €.

- Coste de la mano de obra: 0,0492 €.
- Coste de la carretilla: 0,00198 €.

El coste total en la zona de fabricación asciende a **1,53962** €

5- Coste en la zona de acabado:

- Coste de las amortizaciones de las maquinas utilizadas
 - Escorchadora: 0,00719 €.
 - Cabina de arena: 0,00455 €.
 - Cabina de pintura: 0,00406 €.
 - Horno de pintura: 0,00596 €.
 - Ink-jet: 0,00178 €.
 - Remachadora: 0,00414 €.
 - Retractiladora: 0,00189 €.
 - Carretilla: 0,00167 €.
- Coste de los accesorios: 0,7686 €.
- Coste de la mano de obra: 0,00318 €.

El coste total en la zona de acabado asciende a **0,80302** €

El coste directo total asciende a **3,3979032** €.

Ahora haremos el sumatorio de los costes indirectos de producción:

- 1- Coste de amortización de las construcciones e instalaciones: **0,0233** €.
- 2- Coste de los mantenimientos generales: **0,253** €.
- 3- Coste de los suministros generales: **0,182** €.

El coste indirecto total asciende a **0,4583** €.

Y por último obtenemos que el coste total de producción de un estuche de una pastilla de freno asciende a **3,8562032** €.

4.2 Estudio de la rentabilidad.

Sabemos que este estuche de pastillas lo vendemos al cliente nacional por 9,63 euros.

Como vemos obtenemos una **rentabilidad por estuche de 5,7737968** €.

Debemos de tener en cuenta que para cada referencia esta cantidad variara dependiendo de cada componente que lleve y de su precio de venta. En la actualidad nuestra fábrica trabaja con cerca de 2.000 referencias de pastillas de freno.

4.3 Posibles líneas de acción y propuestas de mejora.

Como vemos a lo largo del trabajo casi todas las acciones llevadas a cabo en el proceso de producción de las pastillas de freno son realizadas por la empresa. Digo casi todas, porque solamente uno de los procesos esta realizado por una empresa externa.

Por ello una de las posibles líneas de acción seria construir un almacén para almacenar las bobinas de acero para las pastillas de freno. La empresa tiene terreno de suficiente en la finca donde se situado. El proyecto es complicado, ya que supone una inversión minima muy elevada, pero el periodo de pay-back seria escaso, ya que si en un año tenemos en cuenta que se producen unas 30.000.000 pastillas de freno y teniendo en cuenta que la media de pesos en esas pastillas es parecida a los calculados anteriormente obtenemos:

30.000.000 / 2: 15.000.000 de pastillas delanteras y traseras (lo divido porque como vemos en el caso del almacenamiento casi siempre las pastillas traseras pesa menos que las delanteras y por ello el coste es menor).

15.000.000 pastillas delanteras * 0,009 (media de coste) = 135.000 € se ahorraría en un año.

15.000.000 pastillas traseras * 0,007 (media de coste) = 105.000 € se ahorraría en un año.

A parte de todo esto debemos de tener en cuenta que nuestro sistema de gestión de la producción no es el mismo que la empresa que tenemos subcontratada para el almacenamiento, por ello no se producirían retrasos en la entrega, ni fallos...

Otra posible línea de acción seria incorporar a la etiqueta de cada estuche, un micro chip donde se recoja toda la información del juego de pastillas.

Actualmente, cuando un cliente realiza un pedido de juegos de pastillas, casi siempre demanda distintas referencias. El operario va mirando la nota del cliente y va incorporando al pallet las distintas referencias. Cuando ha completado el pedido lo vuelve a revisar de nuevo.

Con este método seria todo mucho más rápido y sencillo, ya que el operario únicamente tendría que pasar el pallet por un arco electromagnético para que éste leyera la información dada por los micro chips y comprobar que la cantidad y referencias de los juegos de pastillas es la correcta.

A parte de la pérdida de tiempo llevaba a cabo al revisar los pallets por el operario, debemos tener en cuenta que en un mercado con tantas referencias, es muy importante que no haya apenas devoluciones de los clientes. Con el actual método, tenemos que tener en cuenta el error humano a la hora de revisar el pallet, pero con este método no ocurriría eso.

Un problema muy importante de las devoluciones es la imagen negativa que das al cliente. Por ello este sería un punto muy a tener en cuenta para no crear una imagen que ha costado tanto llevarla a cabo. A parte que todos los costos que se generen de las devoluciones van a costa nuestra.

Y la última línea de acción podríamos enfocarla a la producción de las pastillas de freno y en concreto a la última fase del proceso productivo, la línea de acabado y para ser más exacto sería en la colocación del adhesivo a la pastilla de freno.

Esta última propuesta sería la automatización de la colocación de adhesivos en las pastillas de freno.

Actualmente, como hemos explicado anteriormente, la colocación de adhesivos en las pastillas de freno se realiza de forma manual, a través del personal de la fábrica. Con este nuevo método, se eliminarían 8 puesto de trabajo en cada turno, con lo que supondría un ahorro en la mano de obra importante. A parte de esto, se podrían solucionar determinados problemas debido a que el error humano en esta fase de la producción.

Los errores humanos derivan siempre de la mala colocación de los adhesivos en las pastillas de freno. Esto supone 2 problemas:

- Que calidad no apruebe las pastillas producidas y se tengan que poner otra vez el adhesivo, con los gastos que ellos conlleva (tienen que ir estuche por estuche sacando las pastillas y despegar el adhesivo).
- Que en calidad también se cometa un error humano y posteriormente cuando las pastillas llegue al cliente y éste las rechace por el pegado del adhesivo. Este coste sería mucho más elevado, ya que se dañaría la imagen de la empresa y la devolución de las pastillas (como he señalado anteriormente) corre a nuestra costa.

Por lo que la automatización de la colocación de adhesivos en las pastillas de freno sería una mejora a tenerla en cuenta a la hora de ahorrar costes en la plantilla.

CONCLUSIONES

Como vemos actualmente, el mercado del automóvil es un sector muy competitivo en lo que se refiere a costes de producción, cada cliente intenta conseguir los mejores productos al precio más barato. El sector del que estamos hablando en el TFG, se trata del sector del recambio, donde la competencia, se podría decir, que es más fuerte incluso que en el sector del primer equipo (primeras marcas), ya que cuando vamos a un taller a que nos reparen nuestro automóvil, siempre queremos un buen servicio a un buen precio. Dicho precio va a depender en gran medida del precio al que obtenga el taller la pieza que tiene que reparar.

Como podemos ver en el trabajo se trata de una multinacional muy potente en cuanto a cifra de negocios se refiere (solo con el estudio de una planta vemos la cantidad de dinero que puede llegar a mover en un año), debido a que sus economías de escala le permiten obtener precios muy competitivos de todos los servicios productos..., que obtiene del exterior de sí misma.

Al ser una multinacional, podríamos pensar que los costes en los que incurre nuestra planta, no significan un gran porcentaje para el total de coste de todas las plantas del grupo que se dedican a la misma actividad, y que por ello aunque nos desviemos un poco del coste establecido no ocurrirá nada. No tengamos esa imagen de las multinacionales.

En la actualidad nuestra multinacional engloba sus distintos sus distintos negocios por países, y en cada país, tiene que aparecer una cifra de negocios muy estable para que los altos directivos, cuando vean las cifras, no vean disparidad entre los distintos meses. En cuanto notan un pequeño cambio van a iniciar un procedimiento de investigación para averiguar de dónde proviene ese pequeño cambio, y puede ser que ese cambio provenga de tu planta. A partir de que ellos descubren de que planta viene el cambio, van a estar durante tres o cuatro meses atentos a para que ver si cumples con los estándares y requisitos marcados por ellos.

Como podemos ver en nuestra empresa el margen de beneficios es elevado, lo que no quita para que los directivos siempre estén pidiendo que se reduzcan los costes de producción. Desde nuestra posición podemos decir que nuestro director general, lleva una política un poco más alejada con respecto a la política de la multinacional. Él prefiere tener un margen de beneficios más reducido, pero hacer la producción de la forma más correcta. ¿Y cómo le permiten los altos directivos seguir con esta política?, porque los números son muy positivos. ¿Y cómo se puede tener ese número tan positivos?, porque no todo depende de los costes de producción del producto.

Y es aquí donde quiere llegar. Sé que mi trabajo se fundamente en el cálculo de los costes de producción de una referencia (algo muy importante en cualquier empresa), pero no es lo único que proporciona un margen de beneficios elevado. Una empresa esta englobada por muchos más estímulos que nos solo la reducción de los costes de producción.

En la mayor crisis económica que ha tenido España, muchas empresas cerraron sus negocios porque no podían "reducir" sus costes y salvar los números negativos, pero ¿Por qué en vez de centrarse en reducir costes para salvar la empresa, no se centraron en hacer una política de ventas para conseguir una mayor cuota de mercado?, o ¿Por qué no han intentado cambiar la imagen de calidad de sus productos para mejorarla?

En muchas empresas, como la nuestra, reducir los costes de producción es tan difícil (en una multinacional, a día de hoy, ha hecho todas las mejoras existentes para su proceso de producción, puede seguir haciendo mejoras para reducir costes, pero esta reducción de costes va a suponer un porcentaje muy insignificante con respecto a las anteriores mejoras) y lleva aparejada una inversión tan importante (no me refiero únicamente a una inversión dineraria, me refiero a una inversión para intentar crear o modificar una fase del proceso productivo que sea más eficiente y que después cuando se lleve a la práctica puede ser que funcione o no) que es mejor centrarse en mejorar o crear otras aptitudes de tu producto.

Como he mencionado anteriormente nuestros costes de producción son muy difíciles de reducir, pero ello ahora se ha llevado a cabo una política centrada en la mejora de la calidad de nuestros productos. Ya que los costes no se pueden reducir mucho más, podemos vender el producto con una calidad más elevada a un mayor precio. En la actualidad nuestra planta está homologada para vender a primer equipo (primeras marcas) debido a que nuestra forma de trabajar lleva aparejada una alta calidad en los procesos.

Otra política muy importante en nuestra empresa es la realizada hacia los clientes. Se le está dando muchísima importancia a la sensibilización y acogimientos de nuevos clientes.

Es otra de las muchas ideas que implanta nuestro directo general, y es por ello que le permiten tener unos costes de producción más elevados que los marcados en la política de la multinacional.

Llegado a este punto puedo decir que las conclusiones obtenidas a lo largo de la realización del TFG han sido:

- 1- El mercado del automóvil es una de los más competitivos a nivel mundial, y que si no dispones de unos medios nunca vas a poder competir en calidad-precio con las multinacionales que ya están asentadas en el sector. Creo que existen unas fuertes barreras para la introducción de nuevos competidores (ya sea inversiones, formulaciones...)
- 2- Cuando planteé mi TFG, pensaba que los costes de producción era la más importante en una empresa para poder tener unos elevados beneficios. Al llegar a la parte final del trabajo puedo decir que mi pensamiento ha cambiado bastante. Afirmino que los costes de producción y su control es un pilar muy importante pero que cada día va perdiendo más peso a favor de otras políticas.

En concreto, en nuestra empresa, me atrevería a decir que los porcentajes de importancia a la hora del buen funcionamiento de la planta son:

- Costes de producción 40%
- Calidad del producto 30%
- Servicio y trato al cliente 30%

3- Que nuestra planta tiene una posición muy cómoda en el mercado con perspectivas de crecimiento en el futuro. Como vemos el margen de beneficios es bastante cómodo para seguir realizando grandes inversiones.

BIBLIOGRAFÍA

Soporte impreso

- ARMSTRONG, T. (1997) La industria española de automoción en el panorama europeo y mundial. España: Economía Industrial, núm. 315, págs. 30-90
- CHOI, S.Y.; PAROLINI, D. (1996) Globalization: Some facets. Automotive Engineering.
- IVANCEVICH, John M.; LORENZI, Peter. (1997) Gestión: Calidad y Competitividad. España: McGraw - Hill Interamericana de España, S.A.
- MATEOS RONCO, Alicia. (2005) Contabilidad General y Analítica. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- MORAL, M^a Jesús. (2004) Luces y sombras en el sector de automoción. España: Economistas, núm. 100.
- PORTER, M. (2003) Ser Competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones. Ed. Deusto Bilbao.
- VICKERY, G. (1997) Crecimiento y globalización de la industria del automóvil. España: Economía Industrial, núm. 314.
- WELLS, P. y RAWLINSON, M. (1994). The new european automobile industry. New York: St. Martin Press.

Documentos web

- TRW [en línea] < TRW.com > [Ref. de Diciembre -Junio 2017]
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [en línea] <<http://www.ine.es>> [Ref. de Enero 2017]