



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED EN LA EMPRESA QUATRO ETIQUETAS S.L.

Alumno: Felipe Nacio Martos

Tutor: Prof. D. Juan Manuel Amezcua Ogayar
Dpto: Organización de Empresas, Marketing y
Sociología

Octubre, 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Don Juan Manuel Amezcua Ogayar, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Implantación de la Técnica SMED en la Empresa Quatro Etiquetas S.L., que presenta Felipe Nacio Martos, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Enero de 2019

El alumno:

Tutor:

Felipe Nacio Martos

Juan Manuel Amezcua Ogayar

AGRADECIMIENTOS

Agradecer, en primer lugar, a mis padres y a mi hermana porque sin ellos haber llegado a este momento no habría sido posible. Gracias por haberme apoyado durante toda la carrera y animarme siempre en los peores momentos.

Agradecer, en segundo lugar, a Cristina por su apoyo y provocar que tuviera mayor motivación para terminar mis estudios.

Agradecer, también, a mi tutor Juan Manuel Amezcua por su enseñanza en estos últimos años de carrera.

Por último, agradecer a mi familia, amigos y profesores que he tenido a lo largo de mi carrera, sin ellos tampoco hubiese sido posible terminar mi carrera.

ÍNDICE

1. Introducción.....	4
1.1. Objeto del proyecto.	4
1.2. Objetivos del proyecto.....	4
1.3. Justificación del proyecto.	4
2. Introducción al Lean Manufacturing.....	5
2.1. Definición.	5
2.2. Objetivos del Lean Manufacturing.	6
2.3. Despilfarros.....	6
2.4. Principios del Lean Manufacturing.....	7
2.5. Técnicas del Lean Manufacturing.....	8
2.6. Beneficios del Lean Manufacturing.....	11
3. Situación actual de la empresa Quatro Etiquetas S.L.....	12
3.1. Descripción de la empresa.	12
3.2. Localización y dimensiones de la empresa.	19
3.3. Recursos humanos de la empresa.	22
3.4. Descripción del proceso productivo.....	26
3.4.1. Proceso de impresión.	28
3.4.2. Proceso de acabado.....	35
3.4.3. Proceso de preparación de etiquetas.....	49
4. Implantación de la técnica SMED.....	50
4.1. Introducción a la técnica SMED.....	50
4.2. Aplicación de la técnica SMED a la máquina de acabado y resultados de su aplicación.....	51
5. Valoración productiva y económica de la implantación de la técnica SMED.....	57
6. Conclusiones.....	60
7. Bibliografía.	61
8. Índice de tablas y figuras.....	63

1. Introducción

1.1. Objeto del proyecto.

El objeto del proyecto es implantar una técnica de Lean Manufacturing (técnica SMED) en la empresa de artes gráficas Quatro Etiquetas (Andújar, Jaén). En concreto, se implantará sobre una máquina de acabado de etiquetas que se encuentra en la planta de producción de la empresa.

No será objeto del proyecto la implantación de la técnica SMED sobre el resto de máquinas de la empresa, ya que el estudio se ha realizado únicamente sobre una máquina de la cadena de producción de la empresa.

1.2. Objetivos del proyecto.

El objetivo principal del proyecto es implantar una técnica de Lean Manufacturing en el proceso productivo de la empresa con el fin de conseguir que el proceso productivo sea más eficiente y además, que la satisfacción de los clientes sea mayor. Para alcanzar éste objetivo es necesario plantear una serie de objetivos previos, que se irán desglosando a lo largo de la realización del proyecto (estructura del proyecto):

- Planteamiento teórico del enfoque Lean Manufacturing (principalmente de la técnica SMED).
- Realizar una descripción de la organización (situación actual de la empresa, áreas de trabajo, proceso productivo, etc).
- Análisis del proceso productivo en la máquina de acabado (detección de puntos de mejora).
- Aplicación de la técnica SMED en la máquina de acabado.
- Valoración económica de la aplicación de la técnica SMED.

1.3. Justificación del proyecto.

En la actualidad, el sector de las artes gráficas se encuentra sometido a un nivel de competencia muy elevado. El cliente es el que siempre tiene la última decisión y el que decide lo que está dispuesto a pagar por el producto o servicio que se le ofrece.

En el sector existen varios tipos de empresas, desde empresas dedicadas a impresiones editoriales (periódicos, revistas, etc) como empresas dedicadas a impresiones de envases. La empresa sobre la que se va a realizar el proyecto es una empresa dedicada a la impresión de etiquetas.

La empresa se encuentra en una situación económica muy positiva, ya que realiza una gran cantidad de pedidos anualmente y los beneficios son elevados. Las etiquetas que la empresa entrega a sus clientes se caracterizan por ser de una calidad inmejorable y a un precio medio/alto.

Aún así, tras realizar las prácticas en esta empresa, he observado que se acumulan los pedidos considerablemente en las entradas de las máquinas, por lo que a veces no se satisfacen las fechas previstas con los clientes y se incurre en retrasos en su entrega.

Realizando un análisis sobre una de las máquinas más importantes de la empresa (por las múltiples operaciones que realiza), he contemplado que existen importantes pérdidas de tiempo en la preparación de la máquina, así como durante el proceso productivo (ajustes de la máquina). A esto, se le puede sumar las posibles averías de la máquina y la mayor o menor destreza del operario para resolver los problemas que se le presenten.

Por ello, he considerado necesaria la implantación de la técnica SMED en la máquina sobre la que se ha realizado el análisis. Con la implantación de esta técnica, se mejorará la eficacia durante el proceso productivo, se reducirán los costes y se les ofrecerá un mejor servicio a los clientes, con lo que su grado de satisfacción será mayor.

2. Introducción al Lean Manufacturing.

2.1. Definición.

Toda empresa busca continuamente mejorar en su sistema productivo. Para ello, es importante la implicación y el compromiso de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los trabajadores. Para conseguir esta mejora continua, se utilizarán una serie de técnicas que se aplicarán sobre la planta de producción, consiguiendo así preparación de pedidos en menor tiempo, reducción de costes y mejor servicio al cliente.

La serie de técnicas empleadas hacen referencia al Lean Manufacturing, que podría definirse como la forma de mejorar y optimizar el proceso de producción, tratando de eliminar o reducir todas las actividades que no añadan valor en el proceso de producción.

Otra forma de definir el Lean Manufacturing es la siguiente: “Filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y de optimización de un sistema de producción centrándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios” (Hernández y Vizán, 2013).

2.2. Objetivos del Lean Manufacturing.

Los principales objetivos del Lean Manufacturing son:

- Reducir costes.
- Mejorar los procesos.
- Eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes.

Para el cumplimiento de estos objetivos, es importante que las empresas apuesten por la mejora continua en sus procesos, de esta manera será más fácil llegar a la consecución de los objetivos.

2.3. Despilfarros

En la definición de Lean Manufacturing, hemos hecho referencia a eliminar unas actividades que no añaden valor al producto. Estas actividades se conocen como despilfarros o desperdicios.

Los despilfarros son actividades que no añaden valor al producto, es decir, aquellas que no aportan nada al cliente, ni tampoco ayudan a avanzar en el desarrollo del proceso de producción (lo hacen menos eficiente).

En una empresa, nos podemos encontrar con diferentes tipos de despilfarros:

TIPO DE DESPILFARRO	DEFINICIÓN
Sobreproducción	Producir antes del encargo, en exceso o antes de la fecha para la que es necesario el pedido.
Inventario	Materiales almacenados que no son necesarios para ninguna etapa del proceso de producción.
Sobrepceso	Procesos que no son necesarios para la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes.
Retrabajo	Rectificar un trabajo que no ha salido bien a la primera. Se suele producir normalmente por errores del operario o de la máquina.
Transporte	Movimientos de materiales de un proceso a otro o hacia los almacenes que provocan una pérdida de tiempo en la realización del proceso productivo.
Movimiento	Personal se mueve por su área de trabajo sin realizar ninguna actividad productiva o se desplazan para coger elementos que son necesarios para el proceso productivo.
Esperas	Personal esperando a que algo termine de suceder o de llegar para continuar con el proceso productivo.
Desaprovechamiento de las capacidades de las personas	Personal cualificado, competente y con experiencia al que no se le hace partícipe de la resolución de problemas ni aporte de soluciones durante la realización del proceso productivo.

Tabla 1: Tipos de despilfarros. Fuente: Elaboración propia.

2.4. Principios del Lean Manufacturing.

Los principios del Lean Manufacturing son los siguientes:

- Hacerlo bien a la primera: cero defectos.
- Minimizar el derroche: eliminar actividades que no agregan valor al producto.
- Mejora continua: garantizar la calidad del producto o servicio, aumentar la productividad y reducir costes.
- Procesos “pull”: fabricar de acuerdo a la demanda, de esta manera, se evita la sobreproducción.
- Flexibilidad: capacidad para poder fabricar una amplia variedad de productos diferentes y en cantidades diferentes.
- Elaborar y gestionar una relación a largo plazo de fidelidad con los proveedores para compartir riesgos, costes, etc.

2.5. Técnicas del Lean Manufacturing.

La implantación de la filosofía Lean Manufacturing se consigue mediante la aplicación de una serie de técnicas que se clasifican en función de:

- Obligado cumplimiento.
- Aplicables a cualquier situación.
- Específicas.

Técnicas de obligado cumplimiento.

Técnicas, que por su posibilidad de implantación, deberían estar presentes en cualquier empresa.

Mejora continua o Kaizen. Filosofía de trabajo consistente en la eliminación continua del desperdicio. Además, se centra en la búsqueda de oportunidades de mejora en todo momento.

Para llevar a cabo esta filosofía, se necesita de la involucración de todo el personal de la empresa para conseguir una actitud positiva hacia el cambio y la mejora continua.

Una de las herramientas más comunes en el Kaizen es el ciclo PDCA, basado en una estrategia de mejora continua de calidad en cuatro pasos:

- Plan (planificar)
- Do (hacer)
- Check (verificar)
- Act (actuar)

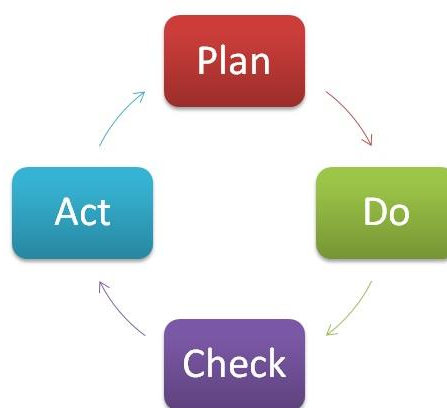


Figura 1: Ciclo PDCA. Fuente: PDCA Home.

Listas de chequeo. Serie de listas de preguntas estandarizadas para buscar oportunidades de mejora, que involucren a todas las áreas y funciones de producción.

5S. Técnica para tener el área de trabajo en unas mejores condiciones, es decir, más organizada, ordenada y limpia. Estas 5S son:

- Seiri: clasificar.
- Seiton: ordenar.
- Seiso: limpiar.
- Seiketsu: estandarizar.
- Shitsuke: disciplina.



Figura 2: Técnica 5S. Fuente: Revista HSEC.

SMED. Técnica que persigue la reducción de los tiempos de preparación de una máquina. Se considera el tiempo de preparación como el plazo de tiempo que transcurre desde que sale la última pieza de un lote hasta que se fabrica la primera pieza buena del lote siguiente.

Estandarización. Técnica que busca elaborar una lista de instrucciones donde se recojan las mejores formas de hacer las cosas. Gracias a esta técnica, se disminuye la probabilidad de cometer errores.

TPM. Conjunto de operaciones de mantenimiento productivo total que persiguen evitar que haya pérdidas de tiempo por paradas de las máquinas.

Control visual. Conjunto de operaciones de control y notificación visual. El objetivo es que el personal tenga una noción de cómo se encuentra el sistema y así, poder avanzar en busca de su mejora.

Técnicas aplicables a cualquier situación.

Se pueden aplicar a cualquier situación pero requieren un mayor compromiso y cambio cultural de la organización al completo.

Jidoka. Técnica basada en la incorporación de dispositivos y sistemas a las máquinas para que, de este modo, éstas sean capaces de averiguar los errores que se están produciendo. En definitiva, se puede definir como un control autónomo de defectos.

Uno de los sistemas más utilizados en esta técnica es el sistema Poka Yoke.

Técnicas de calidad. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de calidad que persiguen eliminar o reducir defectos.

Una de las técnicas de calidad más empleadas es el Seis Sigma, basada en la reducción o eliminación de los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.



Figura 3: Fases del proceso de implementación de Seis Sigma. Fuente: Lean Manufacturing Hoy

Sistemas de participación del personal (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajos de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

Técnicas específicas.

Técnicas que exigen una mayor variedad de recursos para su implantación.

Heijunka. Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten la evolución hacia la producción en flujo, pieza a pieza.

Kanban. Sistema de control y programación sincronizada de la producción basándose en la utilización de tarjetas.

2.6. Beneficios del Lean Manufacturing.

Los beneficios más destacados de la implantación de Lean Manufacturing en una empresa son los siguientes:

- Reducción en el tiempo de preparación de la máquina.
- Reducción en el tiempo de producción.
- Aumento en calidad.
- Menor flujo de materiales.
- Reducción de inventarios.
- Reducción de plazo de entrega.
- Reducción de desperdicios.
- Mayor compromiso de los trabajadores en la resolución de problemas y toma de decisiones.
- Mayor adecuación de la producción a la demanda del mercado.

3. Situación actual de la empresa Quatro Etiquetas S.L.

3.1. Descripción de la empresa.

La empresa sobre la que se va a realizar el presente estudio es Quatro Etiquetas S.L, una empresa que forma parte del sector de las artes gráficas y que se dedica a la impresión de distintos tipos de etiquetas que posteriormente serán utilizadas para el etiquetado de diferentes productos (productos alimenticios y resto de productos que existen hoy por hoy en el mercado). Destaca, también, la importancia que, en los últimos años, se le ha dado a la impresión digital, con la que busca la diferenciación sobre sus competidores.



Figura 4: Logo de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Quatro Etiquetas.

Además, dentro del etiquetado, esta empresa ofrece todo tipo de acabados gracias su especialización en estampaciones en caliente, estampaciones en frío, metalizados, relieve, etc.

La empresa lleva operando desde los años 90, década en la que comenzó a operar con una sola máquina en la planta de producción. Con el paso de los años, la empresa empezó a captar mayor número de clientes, por tanto, el personal de la empresa aumentó y se amplió la zona de producción, con lo que se empezó a operar con más máquinas.

En la actualidad, la empresa opera con quince máquinas, algunas en desuso, dedicadas a impresión, acabado y formación de los rollos de etiquetas. Esto ha provocado que, en este mismo año, se haya tenido que ampliar la zona de producción (creación de un almacén). Además, el personal de la empresa ha aumentado considerablemente.



Figura 5: Fachada actual de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Urbiferga.

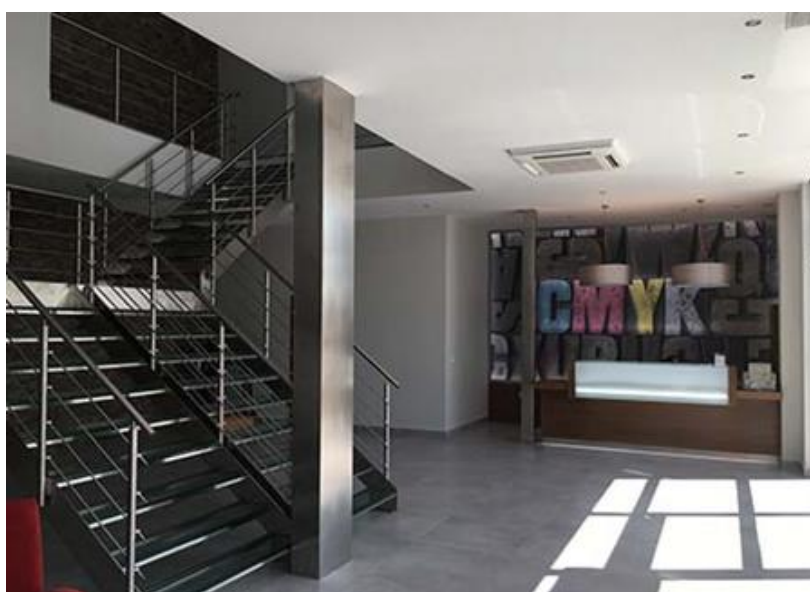


Figura 6: Entrada principal de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Urbiferga.

La actividad de la empresa, actualmente, se basa en llevar a cabo un seguimiento y control de las siguientes etapas:

1) Entrada de pedidos en la empresa (trato con los clientes).

La empresa recibe visitas, llamadas y correos electrónicos de clientes para el encargo de pedidos. La oficina técnica se encarga del trato con el cliente y acuerda el pedido con él (teniendo en cuenta la valoración del personal encargado de realizar los presupuestos de los pedidos). Una vez acordado el pedido, la oficina técnica, mediante un programa de gestión, diseña la orden de trabajo para la realización del pedido (maquinaria a usar, tipo de papel a usar, etc). Esta orden de trabajo pasará por cada etapa de la actividad de la empresa.

Información de Facturación:		ORDEN DE TRABAJO HP	
CERVEZAS DE ASTURIAS, C.B. C/ La Riera, 8, 3º A Oviedo, Asturias 33011 España		Nº Orden: 32656	
Comercial: GESTION COMERCIAL HURTADO S.L. Servicio al Cliente: ROCIO ESPARCIA		Nº Orden Previa: 28191	
		Abierto por: JUAN ANDRES PADILLA CANO	
		TROQUEL # / Z: 100	
		N. Carpeta Archivo: 4105 21	
No Cliente: 3194	Cliente: CERVEZAS DE ASTURIAS, C.B.	Presupuesto:	
Contacto: CRISTIAN, 669 91 93 79	email: contacto@cervezanurse.com		
Teléfono: 669 91 93 79	Fax:	F. Aceptación: 20/04/2017	F. Entrega: 02/05/2017
Trabajo: E: CERVEZAS NURSE (2 MODELOS)		Prensa: 6600	
		Equipo(s): MIDA 350 S	
Especificaciones del Producto:		Herramientas:	
65 X 155 RECTANGULO con 0 radio de la esquina 3 a traves de 2 alrededor con un informe de etiquetas de 158° espacio de la columna 3° espacio fila 3° Perf fila 0°		RHP169 - RECTANGULO como Herramienta Principal 0° 300mm Loc: RHP169 Notas:	
No de Pedido:		Información de Embarque:	
Sustr.Princ: Polipropileno blanco brillo		CERVEZA MICA	
Laminante:		Avda. Portugal, 39 (Esquina calle Oporto)	
Ancho bobina: 300		Aranda del Duero, Burgos 09400	
Metros lineales: 749		A la atención de:	
Mt lineales Máculas: 59		Enviar por: Condiciones 15	
Notas Ticket: **PTO. 781(17)		TRANSFERENCIA 30 DIAS	
Bobinas Asignadas:			
ESPECIFICACIONES DE BOBINADO			
A MANO Si son etiquetas para máquina, rellenar estas casillas			
Diámetros de las bobinas			
A (bobina 40) A			
B (bobina 220) B			
Etiquetas por bobina: 1790			
10 % Excedente			
Total de Productos: 2			
Cantidad Ordenada: 13.000			
CANT. No. Producto: No. Ficha:			
10.000 12658 12663 E. CERVEZA VETUSTA			
C 4 = RESERVA DE BARNIZ			
Tipo Trabajo: Cant. Servida:			
REED. CAMBIOS			

Figura 7: Orden de trabajo de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Fotografía del autor.

2) Diseño de los pedidos a realizar.

Una vez realizado el parte de trabajo, el equipo de diseño se encarga de diseñar la etiqueta y transmitir a producción los matices necesarios para la ejecución del pedido.

3) Fabricación del pedido.

En esta etapa se lleva a cabo la realización del pedido y consta de dos subetapas: preimpresión e impresión (incluye acabado y formación de rollos).

En la preimpresión, se preparan, en un pequeño laboratorio, los polímeros o clichés necesarios para la posterior impresión. Además, este laboratorio sirve de enlace entre la entrada de materiales necesarios (de los que la empresa no dispone en un momento dado) para la impresión y la zona de impresión.

En la impresión, se lleva a cabo la realización de las etiquetas.

Dependiendo del tipo de etiqueta puede requerir las siguientes operaciones:

- Impresión y preparación de etiquetas.
- Impresión, acabado y preparación de etiquetas.

Esta etapa es la que es objeto de estudio y sobre la que se va a realizar el análisis en los siguientes apartados.

4) Distribución de los pedidos.

Es la última etapa en la actividad de la empresa, en la que se gestionan los pedidos para su distribución. La distribución de los pedidos puede ser con flota propia (envíos a zonas cercanas a la empresa) o con flota ajena (envíos a zonas lejanas a la empresa).



Figura 8: Flota propia de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Fotografía del autor.

El modelo de negocio de la empresa Quatro Etiquetas se basa en la fabricación de dos tipos de productos:

- Etiquetado alimentario y de otros productos.

Dentro del etiquetado, ofrece todo tipo de acabados: estampación en caliente, estampación en frío, plastificados, metalizados, relieve serigráfico hinchable, relieve en seco, etc.



Figura 9: Etiqueta de aceite de orujo de oliva fabricada por la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Quatro Etiquetas.



Figura 10: Etiqueta de queso fabricada por la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Quatro Etiquetas.

- Fabricación de bolsas para botellas de consumo alimenticio.



Figura 11: Bolsa fabricada por la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Quatro Etiquetas.

Para terminar con esta primera descripción de la empresa, se van a mencionar dos de los factores claves sobre los que la empresa incide constantemente: la calidad y la atención personalizada al cliente.

La filosofía de calidad de Quatro Etiquetas se basa en cuatro aspectos:

✓ **Solución Integral.**

Quatro Etiquetas destaca por la especialización en la fabricación de todo tipo de etiquetados comerciales, además la versatilidad de la empresa, les permite ofrecer a sus clientes una amplia gama de productos.

✓ **Celeridad de los procesos.**

Las instalaciones y los recursos técnicos y humanos de los que dispone les permite ser una empresa flexible. Se caracterizan por tener unos plazos de entrega ajustados a las necesidades del cliente.

✓ **Garantía de calidad.**

La política de calidad de la empresa se basa en ofrecer al cliente un producto con un acabado excelente, así como en prestar un servicio integral, responsabilizándose de todo el proceso desde la fabricación del producto hasta el packaging o la logística. Los procesos de producción y gestión están totalmente controlados.

✓ **Precio.**

La empresa se caracteriza por ofrecer los productos a unos precios muy competitivos y adaptados a la situación del mercado, siempre teniendo en cuenta las posibilidades económicas de sus clientes.

Cabe destacar que la empresa, aún subiendo sus precios en los últimos años, ha conseguido seguir aumentando sus ventas convirtiéndose en una de las empresas más importantes del sector de las artes gráficas en España.

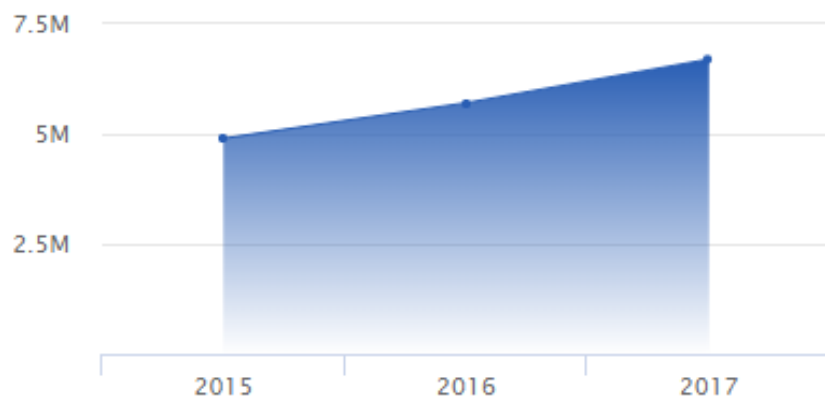


Figura 12: Evolución de ventas de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: elInforma.

3.2. Localización y dimensiones de la empresa.

La empresa Quatro Etiquetas S.L se encuentra en el Polígono Ave María en la Parcela 2-1 (salida 317 de la Autovía de Andalucía A-4 E-5) perteneciente a la localidad de Andújar (Jaén).

La empresa cuenta con las siguientes infraestructuras:

- Edificio dedicado a labores administrativas. Dentro del edificio podemos encontrar:
 - Despacho del director general, de los directores, del jefe de producción y del encargado/a de calidad.
 - Departamento de oficina técnica, de presupuestos y de diseño.
 - Recepción (entrada del edificio).
- Planta de producción. Dentro de la planta de producción podemos encontrar tres zonas diferenciadas:
 - Zona de preimpresión e impresión.
 - Zona de acabado y terminación del pedido (preparación más distribución del pedido).
 - Zona de almacén (almacenaje de pedidos sobrantes y de los diferentes tipos de papeles que se usan para la realización de los pedidos).

En esta infraestructura de la empresa es donde se realiza el proceso productivo que la empresa lleva a cabo y sobre la que se centra el objeto del presente proyecto.

Teniendo en cuenta que la zona de almacén no tiene una gran relevancia en las operaciones que se realizan en las máquinas de la empresa, podemos reducir el proceso productivo de la empresa a dos zonas.



Figura 13: Planta de producción de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Elaboración propia.

En la primera zona (zona de la izquierda) se realizan las labores de preimpresión (zona de preparación de polímeros) e impresión (zona de impresión).

En esta primera zona se cuenta con siete máquinas de impresión (una de ellas en desuso).



Figura 14: Zona de preimpresión e impresión de la planta de producción. Fuente: Fotografía del autor.

En la imagen, sólo se pueden observar cuatro de ellas, ya que las otras tres trabajan en espacios cerrados dentro de esta primera zona. La razón por la que trabajan en espacios cerrados es porque dos de ellas son digitales y las tienen diferenciadas del resto de máquinas de impresión, y la otra máquina restante es porque necesita de una temperatura específica para realizar sus operaciones (impresión offset).

De las cuatro máquinas que se observan en la imagen, sólo funcionan tres (la primera máquina se encuentra en desuso). Estas tres máquinas son flexográficas y funcionan de una forma diferente a las máquinas digitales y a la máquina de offset.

En la segunda zona (zona de la derecha) se realizan las labores de acabado (zona de acabado) y terminación del pedido (zona de preparación de pedidos más zona de distribución de pedidos).

En esta segunda zona se cuenta con cinco máquinas de acabado, una de ellas en desuso, y tres máquinas de preparación de etiquetas (junto a las siete máquinas de impresión forman las quince máquinas de las que dispone la empresa):



Figura 15: Zona de acabado y terminación del pedido de la planta de producción. Fuente: Fotografía del autor.

En la imagen, se pueden observar tanto las máquinas de acabado como de preparación del pedido. Cabe destacar que la máquina sobre la que se va a aplicar la técnica SMED es la primera máquina que se observa a la derecha de la imagen.

3.3. Recursos humanos de la empresa.

El equipo de trabajo de la empresa Quatro Etiquetas S.L tiene una gran importancia en la actividad de la empresa, ya que se caracteriza por tener una gran experiencia en labores de impresión y, además, posee la motivación y el compromiso necesario para seguir aprendiendo las nuevas técnicas de impresión que sigan apareciendo en el sector de las artes gráficas.

Actualmente, la empresa cuenta con una plantilla de 58 trabajadores repartidos en los diferentes departamentos de la empresa. Esta cifra ha aumentado en los últimos años, ya que la empresa empezó a operar en sus inicios solo con 6-7 trabajadores.



Figura 16: Evolución de los empleados en la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: elinforma.

El personal de la empresa tiene la formación necesaria para realizar las tareas específicas que se desarrollan en la empresa. Además, gracias a los directores de la empresa, los trabajadores han adquirido la experiencia necesaria para llevar a cabo con éxito las actividades que se les planteen.

El turno de trabajo de los empleados es de ocho horas diarias. En la planta de producción, existen dos turnos al día (cuando se producen casos de acumulación de pedidos, se pasa a tres turnos).

A continuación, se va a mostrar el organigrama de la empresa para tener una visión más clara del personal que la forma:

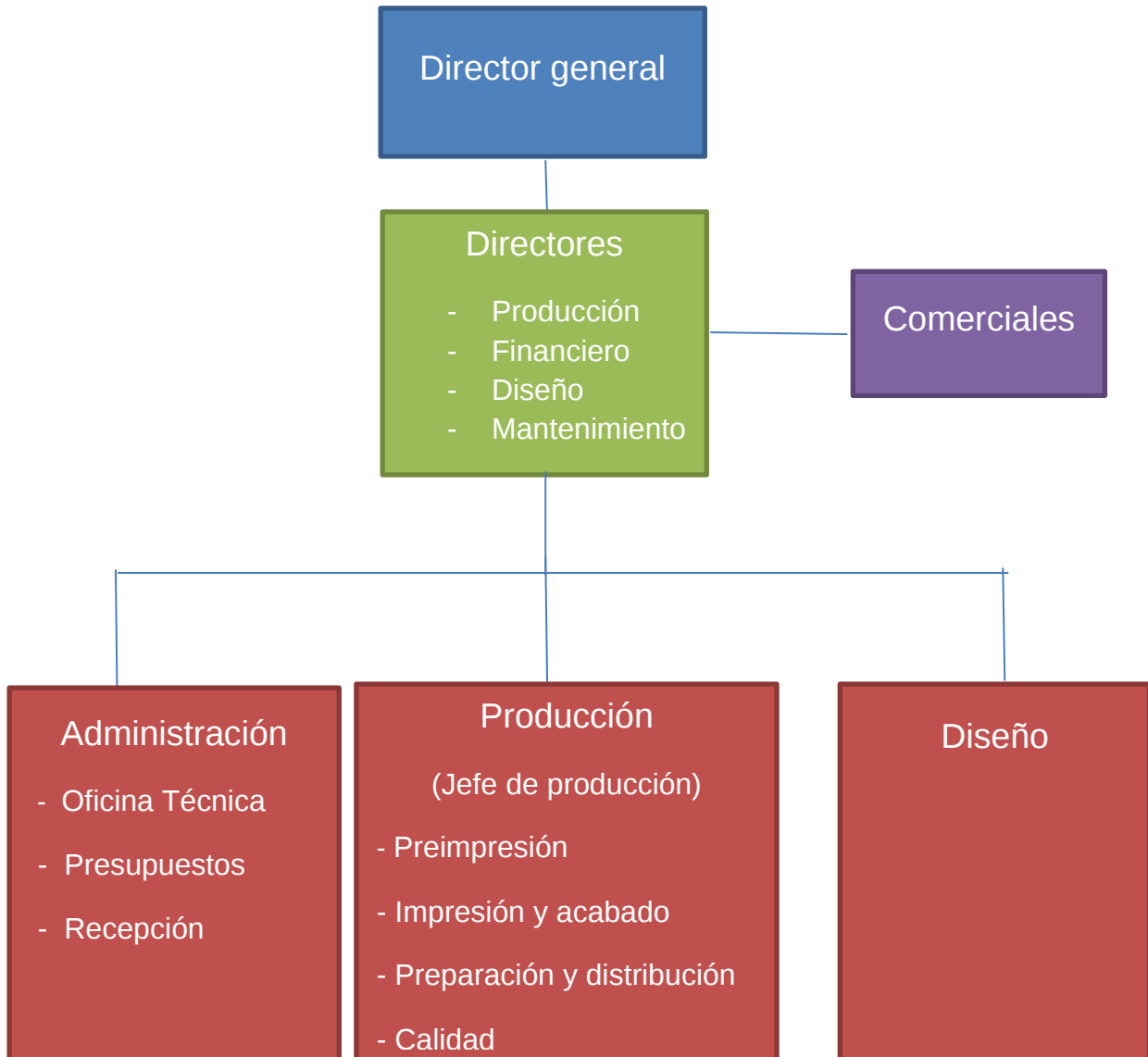


Figura 17: Organigrama de la empresa Quatro Etiquetas S.L. Fuente: Elaboración propia.

Las funciones de cada uno de los trabajadores de la empresa son las siguientes:

- Director general (1 persona)
 - Captar nuevos clientes.
 - Promocionar a la empresa en España y en Europa.
 - Compra de nuevas máquinas en otros países.
 - Ayuda al departamento de presupuestos sobre los precios a los que cobrar los pedidos de etiquetas.
 - Controlar el funcionamiento de la empresa.
- Director financiero (1 persona). Trabaja en un turno: de 9 a 14h y de 16 a 19h.
 - Realiza las cuentas de la empresa.
 - Realiza las mejoras en el programa de gestión de pedidos de la empresa.
 - Trata con proveedores y clientes más importantes.
- Director de producción (1 persona). Es socio de la empresa, por tanto, su horario laboral no se rige por unas horas fijas.
 - Dota al jefe de producción de las pautas a seguir en la planta de producción.
 - Control del proceso productivo.
 - Realiza pedidos a proveedores de materiales necesarios para la realización del proceso productivo.
- Director de mantenimiento (1 persona). Es socio de la empresa, por tanto, su horario laboral no se rige por unas horas fijas.
 - Resuelve problemas en las máquinas.
 - Ayuda a los operarios en la realización de pedidos.
 - Control del proceso productivo.
- Director de diseño (1 persona). Es socio de la empresa, pero su horario es de 9 a 14h y de 16 a 19h.
 - Control de los partes de trabajo en el departamento de diseño.
 - Realiza diseños más importantes de etiquetas.
- Comerciales (2 personas). No tienen un horario fijo.
 - Captar nuevos clientes.
 - Difundir la imagen de la empresa.

- Oficina Técnica (5 personas). Trabajan en un turno: de 9 a 14h y de 16 a 19h.
 - Tratar con clientes para el encargo de pedidos.
 - Manejo del programa de gestión.
 - Realizan los partes de trabajo con las pautas a seguir para el posterior diseño y proceso de producción.
 - Comunicar al cliente el estado del pedido.
- Presupuestos (3 personas). Trabajan en un turno: de 9 a 14h y de 16 a 19h.
 - Tratar con clientes para ver el precio que están dispuestos a pagar.
 - Realizan presupuestos de pedidos.
- Recepción (1 persona). Trabaja en un turno: de 9 a 14h y de 16 a 19h.
 - Recibir a clientes.
 - Transmite a cada departamento instrucciones de otros departamentos.
- Jefe de producción (1 persona). Trabaja en un turno: de 9 a 14h y de 16 a 19h.
 - Planificación de la producción.
 - Sirve de enlace entre producción y la oficina técnica.
 - Control del proceso productivo.
- Preimpresión (2 personas): Trabajan a dos turnos: de 6 a 14h y de 14 a 22h.
 - Preparación de los materiales necesarios para la realización del proceso productivo (clichés, pantallas serigráficas, etc).
 - Sirven de enlace entre los proveedores y la zona de impresión y acabado.
- Impresión (10 personas). Trabajan a dos turnos: de 6 a 14h y de 14 a 22h. Estas diez personas se encuentran repartidas en las seis máquinas de impresión de la empresa (una se encuentra en desuso como ya mencionamos en la descripción de las infraestructuras de la empresa). Cabe destacar que un operario se hace cargo de las dos máquinas de impresión digital.
 - Realizan las labores de impresión en las máquinas.
 - Comunicar al jefe de producción el estado del pedido o algún contratiempo en la realización del proceso productivo.
- Acabado (8 personas). Trabajan a dos turnos: de 6 a 14h y de 14 a 22h. Estas ocho personas se encuentran repartidas en las cuatro máquinas de acabado de la empresa (una se encuentra en desuso como ya mencionamos en la descripción de las infraestructuras de la empresa).

- Realizan las labores de acabado en las máquinas.
- Comunicar al jefe de producción el estado del pedido o algún contratiempo en la realización del proceso productivo.
- Preparación y distribución (12 personas). Trabajan a dos turnos: de 6 a 14h y de 14 a 22h.
 - Formación de los rollos de etiquetas en las máquinas de preparación del pedido.
 - Embalaje de los rollos de etiquetas.
 - Asegurar que los pedidos están bien terminados.
 - Distribución de los pedidos en flota propia o ajena.
 - Realización de albaranes.
 - Transportar con la carretilla elevadora las bobinas de papel a las entradas de las máquinas.
- Calidad (1 persona). Trabaja en un turno: de 6h a 14h.
 - Control de calidad del proceso productivo.
 - Informar de incidencias al jefe de producción.
 - Asegurar el cumplimiento de unas condiciones adecuadas en la zona de trabajo.
- Diseño (8 personas). Trabajan en un turno: de 9 a 14h y de 16h a 19h.
 - Diseñar las etiquetas (medidas, materiales necesarios para su realización, etc).

3.4. Descripción del proceso productivo.

Una vez que la orden de trabajo ha transcurrido por los departamentos de oficina técnica y diseño, se lleva a preimpresión, con lo que comienza el proceso productivo de la empresa.

La producción que se realiza en la empresa es tipo Job Shop por talleres (multitud de referencias en diferentes secuencias de operaciones) y la distribución en planta de la empresa está en función de las operaciones que se vayan a realizar (layout funcional).

En el laboratorio de preimpresión se realiza el diseño de planchas o clichés (en la empresa se les nombra polímeros por estar diseñados algunos con plástico).

Un cliché es una placa de material flexible o rígido con relieve, es decir, que las zonas impresas de la forma están realzadas respecto de las zonas no impresas, que permite la impresión o acabado deseado.

El cliché puede ser de tres tipos:

- De plástico. Se utiliza en las máquinas de impresión, pero sólo en las máquinas flexográficas (no en las digitales o en la offset). Su fabricación se realiza en la empresa.



Figura 18: Cliché de plástico para impresión flexográfica. Fuente: Impressa.

- De aluminio. Se utiliza en las máquinas de impresión, pero sólo en la máquina offset. En la zona de offset se les conoce como planchas. Su fabricación se realiza en la empresa.



Figura 19: Cliché de aluminio para impresión offset. Fuente: Haomei Aluminun.

- De acero. Se utiliza en las máquinas de acabado para la estampación de un relieve sobre la etiqueta. Su fabricación no se realiza en la empresa, se adquieren de proveedores.



Figura 20: Cliché de acero para estampación. Fuente: Propi USA.

La empresa conserva los tres tipos de cliché, tras la realización de los procesos de impresión y acabado, para futuras repeticiones del trabajo, a no ser que el cliché se encuentre muy desgastado.

Una vez que, en el laboratorio de preimpresión, se han realizado los clichés necesarios para la impresión y acabado de las etiquetas, la orden de trabajo junto a los materiales necesarios pasan a la zona de impresión.

Como ya explicamos anteriormente, el proceso de producción puede variar en función de las características de las etiquetas. Por tanto, existen dos variantes en el proceso de producción:

- Impresión y preparación de etiquetas.
- Impresión, acabado y preparación de etiquetas.

A continuación, se van a explicar los tres procesos por separado, teniendo en cuenta el orden que siguen en la empresa.

3.4.1. Proceso de impresión.

La impresión puede ser de tres formas dentro de la empresa:

- Impresión flexográfica.
- Impresión offset.
- Impresión digital.

Impresión flexográfica.

La flexografía es una técnica de impresión en la que se introduce una bobina de papel en una máquina flexográfica, que dispone de diferentes cuerpos, y en las que en cada cuerpo un cilindro recoge tinta de un tintero y la transmite a otro cilindro (anilox), sobre el que se encuentra el cliché de plástico que contiene las imágenes que se quieren plasmar sobre el papel y producir las etiquetas.

Una vez que la impresión está realizada, se realiza, en el último cuerpo de la máquina, el troquelado de las etiquetas.

El troquelado consiste en un cilindro sobre el que se enrolla un troquel y que al girar produce un corte sobre el papel, dándole la forma final deseada a las etiquetas (en caso de que la etiqueta tenga acabado, se le dará el troquelado en la máquina de acabado).

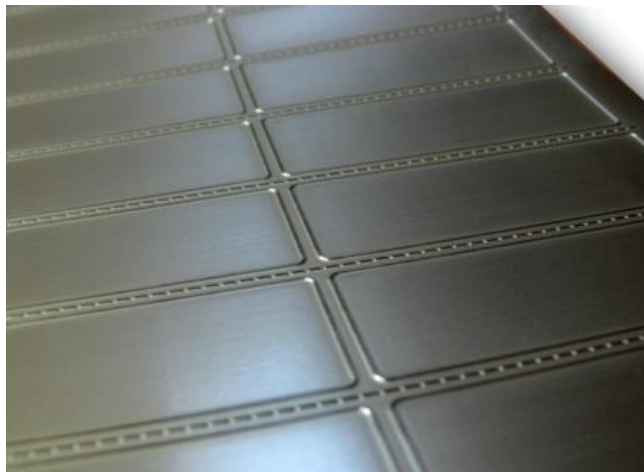


Figura 21: Troquel. Fuente: Lartec.

Las máquinas flexográficas son máquinas rotativas. Una máquina rotativa es una máquina de impresión en la que las imágenes de los clichés a imprimir se curvan sobre un cilindro llamado anilox. El papel al pasar de un anilox a otro sigue una trayectoria curva.

El anilox es un cilindro regulador de tinta sobre el que se colocan los clichés. Dispone de microceldas mediante las que regula el nivel de tinta que transmite al cliché.



Figura 22: Anilox. Fuente: Mark Andy.

En la flexografía se utilizan tintas líquidas que poseen una gran rapidez de secado. Esta rapidez de secado permite que, mediante esta técnica, se puedan imprimir grandes volúmenes de etiquetas. Por tanto, esta técnica de impresión interesa para grandes pedidos de etiquetas desde el punto de vista económico.

En la empresa Quatro Etiquetas, el operario dispone en su puesto de trabajo de diferentes cubos con tintas. El operario será el encargado de usar las tintas que estime necesarias para la formación del color que requieran las etiquetas mediante la utilización de la carta de colores PANTONE. La cantidad de tinta que se le transmite a las etiquetas dependerá de si las etiquetas tienen un acabado posterior o no.

Uno de los puntos fuertes de la empresa en cuanto a impresión flexográfica es el modelo CMYK (cuatricomía), que consiste en la mezcla de tintas de los siguientes colores: cian, amarillo, magenta y negro. Este modelo se utiliza cuando la etiqueta posee una imagen a color y textos en otros colores.

En cuanto a maquinaria, la empresa dispone en la actualidad de tres máquinas flexográficas:

- Mark Andy P4.
- Mark Andy P6.
- Gidue Combat.

Mark Andy P4 y P6.

Son dos máquinas flexográficas de cuatro y seis cuerpos, respectivamente. Realizan las funciones de impresión y troquelado. La diferencia entre elegir una u otra para realizar el proceso de impresión está en el número de tintas que se les puede dar en cada una (en una se le puede dar tres tipos de tintas más troquelado y en la otra cinco tipos de tintas más troquelado). Ambas máquinas disponen de rebobinador (formación de la bobina final).

Se diferencian de la otra máquina de impresión flexográfica (Gidue Combat) en que admiten bobinas de papel de diferentes medidas de ancho.



Figura 23: Máquina flexográfica Mark Andy. Fuente: Proprint.

Gidue Combat.

Es una máquina flexográfica que dispone de seis cuerpos (cinco para tintas y uno para troquelado) más el rebobinador. Realiza las funciones de impresión, troquelado y plastificado.

El plastificado consiste en envolver la etiqueta mediante un plástico para evitar que la etiqueta se ralle, se rompa, etc.



Figura 24: Máquina flexográfica Gidue Combat. Fuente: Fotografía del autor.

Impresión offset.

La impresión en offset es una técnica de impresión similar a la impresión flexográfica, se diferencia en los siguientes aspectos:

- Clichés de aluminio en vez de plástico.
- Máquina de impresión semirotativa en vez de rotativa (tramos de trayectoria recta del papel).
- Se realiza para volúmenes más pequeños de etiquetas.
- Mejor finalización en la impresión de etiquetas.

Los clichés o planchas de aluminio se mojan con agua para repeler la tinta en las zonas donde no hay imagen (la tinta sólo se adhiere a las zonas donde hay imagen). La imagen de la plancha se transfiere al papel mediante la presión de un cilindro cubierto por un material flexible (caucho o silicona), que previamente ha recibido la imagen para transferirla.

En cuanto a maquinaria, la empresa dispone de una máquina de impresión offset:

- Miyakoshi.

Miyakoshi.

Es una máquina de impresión offset que dispone de seis cuerpos en los que se realizan las funciones de impresión y troquelado, más el rebobinador. Esta máquina se encuentra en una habitación separada de las otras máquinas de impresión, ya que trabaja a una determinada temperatura.



Figura 25: Máquina offset Miyakoshi. Fuente: OMC Sae.

Impresión digital.

La impresión digital es una técnica de impresión basada en la impresión directa de un archivo digital sobre papel. El método utilizado en la empresa es la inyección de tinta mediante cartuchos.

El proceso es completamente diferente al de flexografía y offset, pero consta de menos etapas:

- Introducción de la bobina en la máquina.
- Preparación de la máquina e impresión mediante un panel de control (detalles de impresión, características de la etiqueta, etc).
- Mantenimiento y limpieza de la máquina (revisiones por el operario)

Este proceso se utiliza para pedidos de bajo volumen o cuando los tiempos de entrega son muy cortos. Por esta razón, compite en la empresa con la máquina de impresión offset.

La diferencia con la máquina offset, además de en el proceso, está en que las etiquetas tras el proceso de impresión no requieren un tiempo de secado, puesto que las tintas de impresión digital son menos densas.

En cuanto a maquinaria, la empresa dispone de dos máquinas de impresión digital:

- HP Indigo.

HP Indigo.

Es una máquina de impresión digital que consta de una entrada de la bobina de papel y de un panel informático mediante el que se controla el proceso de impresión al completo. Dispone de un pequeño rebobinador a la salida de la máquina.



Figura 26: Máquina digital HP Indigo. Fuente: Fotografía del autor.

Tras explicar los tres procesos de impresión que existen en la empresa, se van a detallar las tareas que desempeñan los operarios en el proceso de impresión. Se van a detallar únicamente las tareas que desempeñan los operarios en flexografía y offset, por ser tareas prácticamente similares (en digital las tareas son muy simples y ya han sido explicadas en el apartado de impresión digital).

Proceso de impresión por los operarios en Quatro Etiquetas:

- 1) El proceso de impresión comienza cuando la orden de trabajo junto a los materiales necesarios son asignados por el jefe de producción a un operario (cabe destacar que cada operario sólo puede trabajar en la máquina designada, salvo para realizar operaciones de troquelado en otras máquinas).
- 2) El operario lee la orden de trabajo y rellena los datos correspondientes a hora y día en el que la realización del pedido ha llegado a la máquina. Para ello, cada operario dispone de un panel informático a pie de máquina, en el que registrar todos los datos correspondientes a la realización del pedido (cantidad de etiquetas, especificaciones, etc).
- 3) El operario, tras realizar estas acciones y observar las premisas para la realización de la etiqueta, se dirige a la máquina y limpia los cuerpos. La limpieza de los cuerpos consiste en quitar con una espátula las tintas sobrantes de los tinteros, de esta forma no se desperdicia nada de tinta, más la limpieza posterior del tintero con alcohol. Tras esta acción, el operario quita del anilox el cliché del trabajo anterior.
- 4) A continuación, se programan en la máquina las características del trabajo a realizar (habilitar/deshabilitar cuerpos, introducir medidas de la bobina que se va a utilizar en el trabajo, etc).
- 5) Una vez lista la máquina para el nuevo pedido, se cortan y se doblan los clichés para adaptarlos a la máquina. Tras su colocación en los cuerpos, se realiza la mezcla de tintas para obtener el color que se desee (carta de colores PANTONE).
- 6) Con la obtención del color, se pasa a retirar las bobinas de papel que queden en la máquina del trabajo anterior y se introduce la bobina de papel requerida para el trabajo (ajuste de utillajes para el nuevo ancho de papel).
- 7) Tras el ajuste de utillajes, se pone en funcionamiento la máquina para comprobar que todos los cuerpos funcionan correctamente.
- 8) Se realizan algunas operaciones previas de limpieza y se da comienzo a la prueba inicial. En esta prueba inicial se comprueba la tensión del papel (utillajes fijados al papel), el color de la impresión y se retira el papel sobrante. Además, si las etiquetas que se van a realizar no requieren acabado (pasan directamente a la zona de preparación de etiquetas), se colocará el troquel en el cuerpo de troquelado.

- 9) Cuando el operario ha realizado los ajustes necesarios, coloca marcadores en la bobina para indicar a partir de donde es aceptable realizar el proceso e inicia el contador, con lo que comienza la impresión final. En caso de problemas durante la impresión, el operario para la máquina e intenta resolver el problema (siempre informando de lo ocurrido al jefe de producción o al director de producción).

Todo el tiempo empleado para la preparación de la máquina lo deja reflejado el operario en el panel y viene recogido en el programa de gestión de la empresa.

- 10) La impresión finaliza cuando el operario realiza un margen de etiquetas superior al que viene marcado en la orden de trabajo (para evitar posibles errores) y lleva la bobina impresa a la nueva zona de trabajo requerida por el pedido. Si se produjera algún error durante el proceso de realización de las etiquetas, se anotaría el error para posibles repeticiones del trabajo.

3.4.2. Proceso de acabado.

El proceso de acabado consiste en aplicar una serie de operaciones sobre la etiqueta impresa para darle unas determinadas características.

Las operaciones que se realizan en las máquinas de acabado son las siguientes:

- Barnizado.
- Serigrafía.
- Estampación (en frío, en caliente o golpe en seco).
- Troquelado (ya fue explicado en impresión flexográfica).

Barnizado.

Consiste en la aplicación de una fina capa de barniz transparente (brillo o mate) sobre la etiqueta impresa. El cuerpo donde se realiza el barnizado dispone de un cilindro donde se coloca el cliché de plástico necesario para el barnizado y de un tintero que proporciona al cilindro el barniz mate o brillo. Este cuerpo va protegido con una mampara para evitar que el operario introduzca la mano mediante se realiza el proceso.

Esta operación sirve para:

- Proteger la etiqueta de roces, cortes, etc.
- Proporcionar un acabado estético a la etiqueta.
- Realzar determinados aspectos de la etiqueta.

Posteriormente al proceso de barnizado, se colocan unos pequeños cuerpos que contienen secadores UVI para realizar el secado de la etiqueta y así posteriores operaciones no afecten a la etiqueta.

Serigrafía.

Consiste en la transferencia de una tinta a través de una malla tensada en un marco (pantalla serigráfica). La tinta sólo pasará a las zonas que no vengan restringidas en la malla y se hará pasar mediante unas espátulas con hojas de caucho. La hilatura de la malla marca si se transfiere más o menos tinta.

Con esta técnica, se le puede aportar a la etiqueta relieve serigráfico (relieve con una tinta especial) o reserva barniz (reservar zonas de la etiquetas para posteriormente poder escribir en ellas). El relieve serigráfico está formado por una tinta blanca que contiene sericol (80%) y flint (20%).



Figura 27: Pantalla serigráfica. Fuente: Newgraphf.

Tras la serigrafía, también se colocan secadores UVI para el secado de la etiqueta.

Estampación.

Aplicación de una presión sobre un cliché fijado entre dos planchas sobre el que pasa una película de un color determinado. En caso de que se aplique calor durante el proceso, estaremos hablando de estampación en caliente (que es la que se suele aplicar en la mayoría de pedidos que la empresa realiza).

Dentro de la estampación, una de las técnicas empleadas en la empresa es el golpe en seco.

El proceso consiste en fijar un cliché de acero (dos moldes: macho y hembra) mediante resinas a una placa con agujeros (para evacuar el calor del proceso), que está contenida entre dos planchas para soportar las presiones de la estampación y que el cliché no se rompa. El papel pasa por medio de las dos planchas y el molde hembra presiona el papel contra el molde macho. De este modo, mediante la presión se marca un relieve sobre el papel.

Tanto para la estampación en caliente como para el golpe en seco, se coloca un cartón (cama) para proteger al cliché de la presión que se ejerce sobre él y evitar que se rompa (amortiguación del golpe).



Figura 28: Películas. Fuente: Comercial Arqué S.A.

En función de la película que se emplee se le dará un aspecto u otro a la etiqueta (oro, plata, metalizados, etc).

Por último, destacar que el barnizado se debe dar antes de la serigrafía (si no hay estampación) y después de la estampación (si no hay serigrafía). En caso, de que se realicen las tres operaciones da igual el orden.

En cuanto a maquinaria, la empresa dispone de cinco máquinas de acabado (todas las máquinas son semirotativas y disponen de rebobinador):

- Berra 250 (desuso).
- Berra 330.
- Lombardi.
- Mida.
- Cartes.

Berra 250 y 330.

Son dos máquinas de acabados que disponen de varios cuerpos que realizan las funciones de estampación (tanto en caliente como en frío), serigrafía (relieve serigráfico) y troquelado.

La diferencia entre las dos máquinas está en el ancho de bobina que admite cada una de ellas y en la cantidad de cuerpos que tiene cada una.

La máquina Berra 250 sólo admite bobinas con un ancho máximo de 250 mm y dispone de menos cuerpos que la Berra 330. La máquina Berra 330 admite hasta bobinas con un ancho de 330 mm y dispone de más cuerpos, con lo que puede realizar más operaciones sobre la etiqueta.

En este momento, la empresa sólo usa la Berra 330 y la utiliza, especialmente, para realizar el acabado de pequeñas producciones de etiquetas.



Figura 29: Máquina de acabado Berra. Fuente: Berra.

Lombardi.

Es la máquina de acabado de la empresa que dispone de menos cuerpos (sólo dos cuerpos: barnizado y troquelado). Sirve para pequeñas producciones de etiquetas que sólo requieren barnizado o que sólo se les quiere dar forma mediante el troquelado.



Figura 30: Máquina de acabado Lombardi. Fuente: Fotografía del autor.

Mida.

Es una máquina de acabado que realiza todas las operaciones de acabado (estampación en caliente, en frío, golpe en seco, serigrafía, barnizado y troquelado). Se utiliza para altos volúmenes de producción y permite diferentes anchos de papel.



Figura 31: Máquina de acabado Mida. Fuente: Fotografía del autor.

Cartes.

Es una máquina de acabado que realiza al igual que la Mida todas las operaciones de acabado. Se diferencia de ella en que dispone de más cuerpos, con lo que puede realizar más operaciones de acabado sobre la etiqueta. La máquina, a diferencia de todas las máquinas de acabado, dispone de paneles en cada cuerpo de la máquina para ajustes de cada cuerpo por separado.

Es la máquina que realiza el acabado de los pedidos de mayor volumen de etiquetas, por lo que su importancia es vital.

Sobre esta máquina es sobre la que se va a aplicar la técnica SMED, ya que reducir los tiempos de preparación en esta máquina supondría una gran mejora con respecto a la situación actual, en la que una cantidad importante de pedidos de gran volumen se acumula en la entrada de la máquina.



Figura 32: Máquina de acabado Cartes. Fuente: Fotografía del autor.

La máquina dispone de ocho cuerpos (más pequeños cuerpos de secado UVI) que son los siguientes:

- 1) Desbobinado integrado con unidad de barnizado (dispositivo Corona para abrir poro de papel y que la serigrafía y estampación se fijen más en el papel).

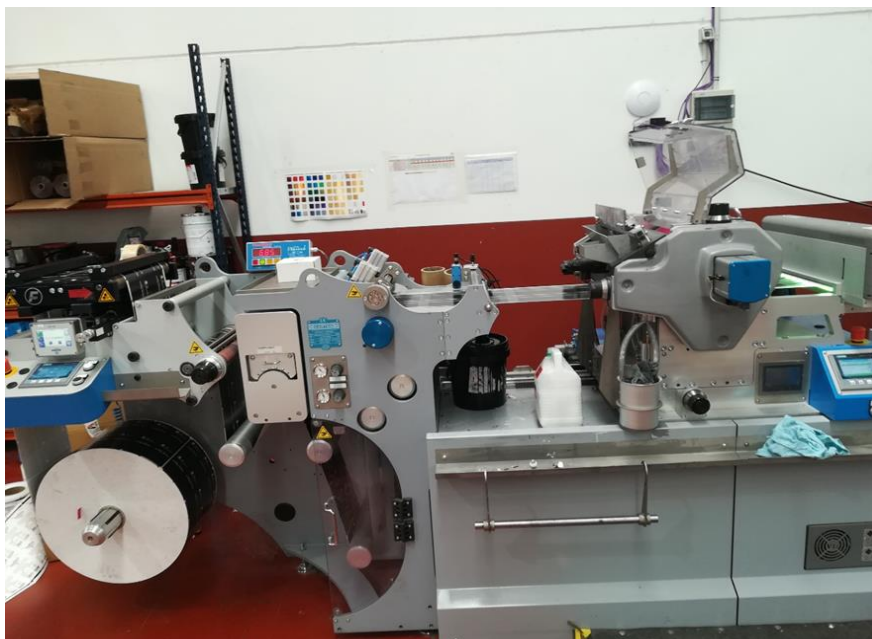


Figura 33: Desbobinado integrado con unidad de barnizado. Fuente: Fotografía del autor.

2) Unidad de serigrafía (puede dar color).



Figura 34: Unidad de serigrafía. Fuente: Fotografía del autor.

3) Unidad de estampación (en caliente).

Dispone de tres brazos para la colocación de la película del color que se requiera. La elección de un brazo u otro depende del recorrido que tenga la película.

4) Unidad de estampación (golpe en seco).

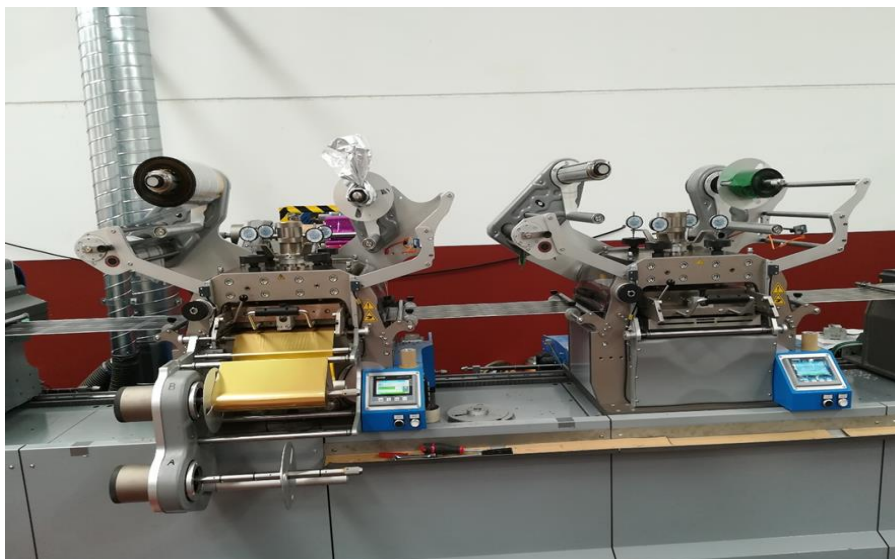


Figura 35: Unidades para estampación en caliente y golpe en seco. Fuente: Fotografía del autor.

- 5) Unidad de serigrafía.
- 6) Unidad de barnizado.
- 7) Unidad de troquelado.

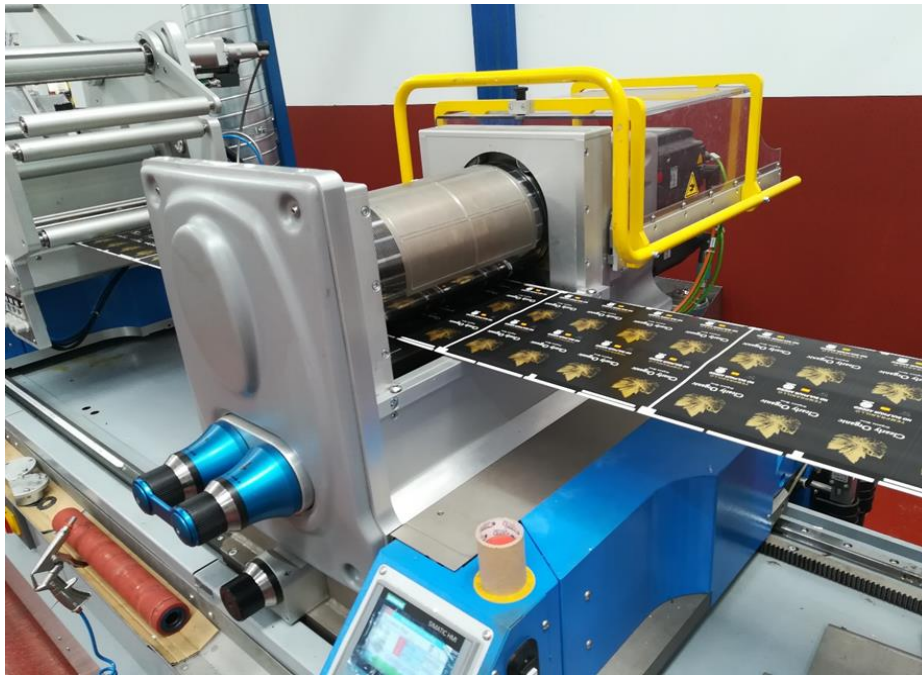


Figura 36: Unidad de troquelado. Fuente: Fotografía del autor.

- 8) Unidad de rebobinador.

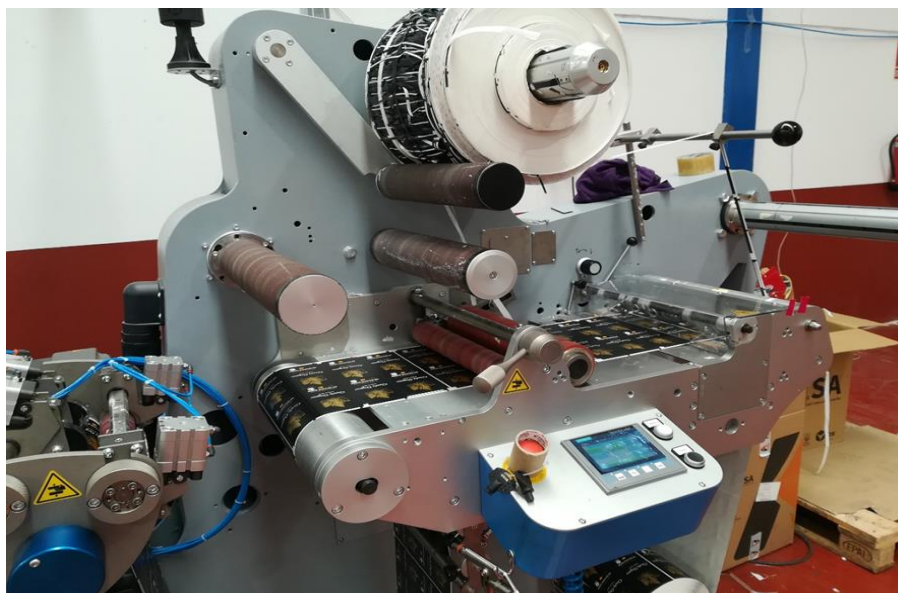


Figura 37: Unidad de rebobinador. Fuente: Fotografía del autor.

Tras la explicación del proceso de acabado y detallar las máquinas de acabado de las que dispone la empresa, se va a proceder a explicar las tareas que realizan los operarios en las máquinas. Esta explicación se hará sobre la máquina que engloba todas las operaciones de acabado de la empresa y que es objeto de estudio en el presente proyecto.

Se va a considerar para la explicación que se van realizan todas las operaciones de acabado sobre las etiquetas.

Proceso de acabado por los operarios en Quatro Etiquetas:

- 1) El proceso de acabado comienza cuando el operario lee la orden de trabajo, que proviene del proceso de impresión. El operario interpreta la orden de trabajo para comenzar a realizar una serie de acciones iniciales.
- 2) Se rellena el parte de trabajo (día, hora de inicio, cantidad de etiquetas a realizar, etc).
- 3) A continuación, se saca la bobina del trabajo anterior y se abren las vías si el ancho de la bobina a realizar es diferente al de la realizada anteriormente.
- 4) Se quita la tensión del bobinador y se coloca la nueva bobina (se colocan platos para que la bobina no se deforme).
- 5) Se meten las medidas del trabajo en el panel de control y se deja pasar el papel hasta antes del cuerpo de barnizado.
- 6) Posteriormente, el operario centra la mesa para la circulación correcta del papel a través de los diferentes cuerpos de la máquina.
- 7) Se pone el pisador para que el papel no circule hacia adelante y se comprueba el sensor de ajuste de papel.
- 8) Tras los ajustes previos del papel en el cuerpo de desbobinado, se inhabilitan los cuerpos y se pasa a la limpieza de los diferentes cuerpos.
- 9) Se limpian el rodillo impresor y el tintero del cuerpo de barnizado y se limpia la pantalla con etilo (todo correspondiente al trabajo anterior).
- 10) Se quitan los clichés del trabajo anterior y se preparan los clichés del trabajo a realizar. Se centra el cliché sobre la plancha y se fija con resina a ella, además se coloca un cartón pegado con precinto a la plancha para amortiguar el golpe. La preparación el cliché para el golpe en seco es similar, salvo que se coloca papel de doble cara sobre el macho.
- 11) Tras la preparación de los clichés, se habilitan los cuerpos de estampación.
- 12) El operario se desplaza a la estantería de películas y coge la requerida para el trabajo (colocándola en uno de los brazos del cuerpo de estampación).

- 13) Se deja pasar el papel hasta las unidades de estampación y se prueba el golpe en ambos cuerpos ajustando la presión (subida de temperatura y velocidad para probar estampación).
- 14) Ajustar ambos cuerpos hasta su funcionamiento correcto.
- 15) Tras el ajuste de los cuerpos de estampación, se pega el polímero en el rodillo impresor y se coloca barniz brillo o mate (dependiendo del trabajo) en el tintero. Una vez realizado, se coloca el rodillo con el tintero en el cuerpo de barnizado (ajustes hasta su funcionamiento correcto).
- 16) Se coloca la nueva pantalla en el cuerpo de serigrafía y la regleta para el aporte de tinta blanca a la etiqueta. La regleta puede ser plana (blanda o dura) para dar poco relieve, de punta de flecha para mayor volumen y redonda (que apenas se utiliza).
- 17) Se ajusta pantalla en el cuerpo de serigrafía y el recorrido de la regleta.
- 18) Se habilitan los cuerpos de barnizado y serigrafía.
- 19) Se coloca el troquel en el cuerpo de troquelado y se ajusta la distancia entre etiquetas.
- 20) Tras los ajustes en el cuerpo de troquelado, el operario cierra las vías y realiza una prueba inicial, en la que comprueba la estampación en caliente y el golpe en seco.
- 21) Se vuelve a ajustar el papel y se coloca el topo, para indicar donde se debe comenzar con el proceso de acabado en las etiquetas.
- 22) Se pone el contador a cero y se realiza el proceso de acabado. Durante el proceso de acabado, se realizan algunos ajustes como: desmallado de las etiquetas y sobrante del soporte (pelado), ajuste de pantalla y troquel (deshabilitar cuerpos si se realizan ajustes) y quitar empalmes para evitar destrozo de clichés (marcan a partir de donde son las etiquetas aceptables).
- 23) Una vez finalizado el proceso de acabado, se inspecciona la bobina terminada y se saca de la máquina para trasladarla a la zona de preparación de etiquetas. El operario vuelve a la máquina y realiza los ajustes necesarios en los diferentes cuerpos para el trabajo posterior.
- 24) Por último, se coloca la nueva bobina y se comprueba la tensión del papel, además de los empalmes para ver a partir de que etiqueta se debe realizar el pedido. Se retiran los desperdicios y se enciende el contador y se inicia un nuevo proceso de preparación de la máquina para realizar el pedido.

A continuación, se va a proceder a detallar en tablas la secuencia de operaciones que los dos operarios realizan en la máquina, así como los tiempos que tardan en realizar cada una de las operaciones (estudio realizado en la empresa). Se va a realizar una tabla para el tiempo de preparación en el proceso de acabado y una tabla para el tiempo de cambio en el proceso de acabado.

Tiempo de preparación en el proceso de acabado.

Cabe destacar, que en la actualidad, los operarios no siguen una secuencia determinada de las operaciones, por lo que es un aspecto a mejorar para llevar siempre la misma secuencia.

Además, gran parte de la pérdida de tiempo en el proceso de preparación se debe a averías de la maquinaria y a incidencias que el operario no sabe resolver sin la ayuda de un superior.

Secuencia	Descripción	Operario	Tiempo max (s)	Tiempo min (s)	Tiempo pro (s)	Procedimiento
1	Leer orden de trabajo	OPE 1	150	60	100	Intepretación de la orden de trabajo.
		OPE 2	130	55	95	
2	Rellenar parte de trabajo	OPE 1	190	80	120	Completar el parte de trabajo con el día, la hora de inicio, cantidad de etiquetas a realizar.
		OPE 2	170	90	130	
3	Sacar bobina y abrir vías	OPE 1	130	80	100	Sacar bobina de la máquina y abrir vías para el nuevo ancho de papel.
		OPE 2	145	95	120	
4	Quitar tensión del bobinador	OPE 1	80	50	65	Quitar tensión del bobinador para introducir la nueva bobina.
		OPE 2	90	45	60	
5	Colocar nueva bobina	OPE 1	60	45	55	Colocación de la nueva bobina.
		OPE 2	70	55	65	
6	Introducir medidas de trabajo	OPE 1	45	35	40	Introducción de las medidas de las etiquetas a realizar.
		OPE 2	50	40	45	
7	Centrar mesa	OPE 1	100	85	95	Colocar mesa según el recorrido del papel.
		OPE 2	110	95	100	

Secuencia	Descripción	Operario	Tiempo max (s)	Tiempo min (s)	Tiempo pro (s)	Procedimiento
8	Poner pisador y comprobar sensor ajuste de papel	OPE 1	100	90	95	Poner pisador y comprobar ajuste adecuado del papel.
		OPE 2	95	85	90	
9	Inhabilitar cuerpos	OPE 1	45	30	35	Inhabilitar los cuerpos de la máquina.
		OPE 2	50	30	40	
10	Limpieza rodillo impresor	OPE 1	90	80	85	Limpieza del rodillo que proporciona el barnizado.
		OPE 2	100	85	90	
11	Limpieza tintero	OPE 1	330	70	270	Limpieza con un pañuelo y con etilo del tintero.
		OPE 2	355	90	290	
12	Limpieza pantalla	OPE 1	130	100	120	Limpieza con un pañuelo y con etilo del tintero.
		OPE 2	150	110	140	
13	Retirar clichés	OPE 1	90	60	80	Quitar clichés de los cuerpos de estampación.
		OPE 2	100	80	95	
14	Preparar y colocar clichés	OPE 1	320	250	280	Fijación de los clichés en las planchas y colocación en los cuerpos de estampación.
		OPE 2	340	280	310	
15	Habilitar cuerpos de estampación	OPE 1	30	20	25	Habilitar cuerpos para la estampación.
		OPE 2	30	25	27	
16	Coger película y colocarla en el cuerpo de estampación	OPE 1	150	110	128	Coger película de la estantería y colocarla en el cuerpo de estampación.
		OPE 2	160	120	139	
17	Ajustes cuerpos de estampación	OPE 1	360	290	325	Comprobar presión en los cuerpos de estampación.
		OPE 2	378	318	345	

Secuencia	Descripción	Operario	Tiempo max (s)	Tiempo min (s)	Tiempo pro (s)	Procedimiento
18	Colocar polímero y rellenar tintero	OPE 1	150	100	122	Pegar polímero en el rodillo y rellenar el tintero de barniz.
		OPE 2	125	95	115	
19	Ajustes cuerpo de barnizado	OPE 1	205	180	197	Ajustes en el cuerpo de barnizado.
		OPE 2	200	175	188	
20	Colocar pantalla y regleta	OPE 1	155	140	150	Colocar pantalla junto a regleta en el cuerpo de serigrafía.
		OPE 2	180	157	167	
21	Ajustes cuerpo de serigrafía	OPE 1	290	271	281	Ajustes en el cuerpo de serigrafía.
		OPE 2	297	277	289	
22	Habilitar cuerpos de barnizado y serigrafía	OPE 1	98	75	86	Habilitar cuerpos de barnizado y serigrafía.
		OPE 2	102	88	95	
23	Colocar troquel	OPE 1	155	137	146	Colocar troquel en el cuerpo de troquelado.
		OPE 2	174	149	159	
24	Ajustar distancia entre etiquetas en el troquelado	OPE 1	205	187	193	Ajustes en el cuerpo de troquelado.
		OPE 2	222	200	210	
25	Cerrar vías	OPE 1	65	47	54	Cerrar vías para que el papel quede en tensión.
		OPE 2	72	50	58	
26	Prueba inicial (ajustes de estampación)	OPE 1	387	325	342	Realización de una prueba inicial para comprobar las operaciones de estampación.
		OPE 2	400	367	388	
27	Ajustar papel y colocar topo	OPE 1	70	45	54	Ajustar papel y colocar topo para saber donde ejecutar el primer golpe válido.
		OPE 2	68	44	53	
28	Ajustes durante el proceso de acabado	OPE 1	400	376	388	Ajustes mientras se realiza el proceso de acabado.
		OPE 2	420	390	405	

Tabla 2: Tiempos de preparación por operarios y operaciones en el proceso de acabado. Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de cambio en el proceso de acabado:

Secuencia	Descripción	Operario	Tiempo max (s)	Tiempo min (s)	Tiempo pro (s)	Procedimiento
1	Sacar bobina de la máquina	OPE 1	75	68	72	Sacar bobina del rebobinador.
		OPE 2	77	70	73	
2	Inspección bobina terminada	OPE 1	20	10	15	Comprobar que la bobina está terminada correctamente.
		OPE 2	22	13	18	
3	Transportar bobina acabada	OPE 1	28	22	24	Trasladar la bobina acabada a la zona de preparación de etiquetas.
		OPE 2	32	25	27	
4	Ajustes de los diferentes cuerpos	OPE 1	100	91	94	Ajustes en los cuerpos de acabado para el trabajo que se va a realizar.
		OPE 2	104	93	96	
5	Colocar nueva bobina y comprobar tensión del papel	OPE 1	125	110	114	Colocar la nueva bobina en el desbobinador y comprobar la tensión del papel.
		OPE 2	122	108	118	
6	Comprobación de empalmes	OPE 1	121	110	117	Comprobar empalmes para ver donde comenzar con el proceso de acabado.
		OPE 2	128	116	122	
7	Retirar desperdicios	OPE 1	100	84	92	Eliminar desperdicios de la zona de trabajo.
		OPE 2	102	88	94	
8	Encender el contador	OPE 1	20	13	15	Pulsar el contador para iniciar el acabado
		OPE 2	18	11	14	

Tabla 3: Tiempos de cambio por operarios y operaciones en el proceso de acabado. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Proceso de preparación de etiquetas.

Tras realizar el proceso de impresión o acabado, la bobina pasa a la zona de preparación de etiquetas. Las labores que se realizan en esta zona son las siguientes:

- Comprobación de la realización de la cantidad de etiquetas que demanda el cliente.
- Eliminación de etiquetas con desperfectos.
- Formación de los rollos (tamaño, posición de la etiqueta al salir del rollo, etc).
- Embalaje de los rollos en cajas de cartón.
- Transportar las cajas con los rollos a la zona de distribución.

En cuanto a maquinaria, la empresa dispone de tres máquinas de preparación de etiquetas (las tres son del mismo modelo):

- Saturn Te.

Saturn Te.

Es una máquina diseñada para controlar bandas de etiquetas y enrollarlas posteriormente para formar las bobinas del producto final.



Figura 38: Máquina de preparación de etiquetas Saturn Te. Fuente: Fotografía del autor.

4. Implantación de la técnica SMED.

4.1. Introducción a la técnica SMED.

SMED es una técnica de Lean Manufacturing que tiene cómo objetivo la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas. Para su aplicación, se deben analizar las operaciones de alistamiento de la máquina y el tiempo que se tarda en desarrollar cada una de las operaciones (relevancia que tienen en el proceso).

Esta técnica proporciona que con unos pequeños cambios se obtenga una mejora muy positiva y para ello, no es necesaria una gran inversión por parte de la empresa que la aplique.

La aplicación de SMED en la empresa Quatro Etiquetas S.L, más concretamente en la máquina de acabado analizada, supondrá un aumento de la capacidad de la máquina, con lo que no será necesaria la compra de máquinas auxiliares y además, se dará un mejor servicio al cliente (menor plazo de entrega de pedidos).

Para una explicación más exhaustiva de esta técnica, es necesario la definición de dos conceptos claves:

- Operación interna: aquella operación que debe realizarse con la máquina parada.
- Operación externa: aquella operación que debe realizarse con la máquina en funcionamiento.

Pasos para la aplicación de la técnica SMED:

1. Observar y comprender el proceso de preparación y cambio.

Es una etapa inicial en la que se debe analizar la situación de partida y entender cómo se realizan cada una de las operaciones y además, añadir los tiempos que se emplean para su realización.

2. Identificar y separar las operaciones internas y externas.

Esta segunda etapa consiste en clasificar las operaciones en internas (máquina parada) y externas (máquina en funcionamiento).

3. Convertir las operaciones internas en externas.

En esta etapa, el objetivo es convertir operaciones con la máquina parada en operaciones con la máquina en funcionamiento. De esta forma, se consigue un ahorro en los tiempos de preparación de la máquina.

4. Mejora a las operaciones internas y externas.

Etapa final de la técnica SMED en la que se proponen una serie de mejoras para tener más capacidad de funcionamiento de la máquina.

4.2. Aplicación de la técnica SMED a la máquina de acabado y resultados de su aplicación.

Aplicación de la técnica SMED:

1. Observar y comprender el proceso de preparación y cambio.

Esta primera fase ya se ha realizado en las Tablas 2 y 3, en donde se recogen todas las operaciones realizadas por los operarios en el proceso de acabado, así como los tiempos empleados en su realización.

Cabe destacar que para calcular el tiempo de acabado empleado (que es el que agrega valor al proceso), se ha estimado un tiempo promedio para un lote de 30000 etiquetas. Además, no se han tenido en cuenta los tiempos de cambio, ya que las operaciones de cambio son menores (al igual que los tiempos empleados para su realización), por tanto, se van a considerar únicamente los tiempos de preparación.

A continuación, se muestran los tiempos de preparación promedio tomados por cada operario y su porcentaje con respecto al tiempo total para obtener en qué medida cada operación es relevante.

Operación	OPE 1		OPE 2	
	Tiempo pro (s)	Porcentaje (%)	Tiempo pro (s)	Porcentaje (%)
Leer orden de trabajo	100	1,62	95	1,47
Rellenar parte de trabajo	120	1,94	130	2,01
Sacar bobina y abrir vías	100	1,62	120	1,86
Quitar tensión del bobinador	65	1,05	60	0,93
Colocar nueva bobina	55	0,89	65	1,00
Introducir medidas de trabajo	40	0,65	45	0,69
Centrar mesa	95	1,54	100	1,55
Poner pisador y comprobar sensor ajuste de papel	95	1,54	90	1,39
Inhabilitar cuerpos	35	0,57	40	0,62
Limpieza rodillo impresor	85	1,38	90	1,39
Limpieza tintero	270	4,38	290	4,49
Limpieza pantalla	120	1,94	140	2,17
Retirar clichés	80	1,30	95	1,47
Preparar y colocar clichés	280	4,54	310	4,8
Habilitar cuerpos de estampación	25	0,40	27	0,41
Coger película y colocarla en el cuerpo de estampación	128	2,07	139	2,15
Ajustes cuerpos de estampación	325	5,27	345	5,35

Operación	OPE 1		OPE 2	
	Tiempo pro (s)	Porcentaje (%)	Tiempo pro (s)	Porcentaje (%)
Colocar polímero y rellenar tintero	122	1,98	115	1,78
Ajustes cuerpo de barnizado	197	3,19	188	2,91
Colocar pantalla y regleta	150	2,43	167	2,59
Ajustes cuerpo de serigrafía	281	4,55	289	4,48
Habilitar cuerpos de barnizado y serigrafía	86	1,39	95	1,47
Colocar troquel	146	2,3	159	2,46
Ajustar distancia entre etiquetas en el troquelado	193	3,12	210	3,25
Cerrar vías	54	0,87	58	0,90
Prueba inicial (ajustes de estampación)	342	5,54	388	6,01
Ajustar papel y colocar topo	54	0,87	53	0,82
Ajustes durante el proceso de acabado	388	6,23	405	6,28
Acabado	2140	34,67	2140	33,18
Total (s)	6171		6448	

Tabla 4: Tiempos promedio por operación de preparación. Fuente: Elaboración propia.

Tras comprobar la relevancia que tiene cada operación en el proceso de acabado, podemos llegar a la conclusión de que alrededor al 65-70% del proceso no agrega valor para el acabado de una etiqueta. Además, observando la tabla, podemos afirmar que el tiempo promedio de realización del acabado, teniendo en cuenta preparación y acabado, de un pedido de 30000 etiquetas es de 6310 segundos aproximadamente (105 min).

Las operaciones que tienen mayor relevancia en el proceso de preparación son:

- Limpieza tintero.
- Preparar y colocar clichés.
- Ajustes cuerpo de estampación.
- Ajustes cuerpo de barnizado.
- Ajustes cuerpo de serigrafía.
- Prueba inicial (ajustes de estampación).
- Ajustes durante el proceso de acabado.

2. Identificar y separar las operaciones internas y externas.

En esta segunda etapa se van a clasificar las operaciones en internas (a máquina parada) y externas (máquina en funcionamiento).

Operación	Operación interna	Operación externa
Leer orden de trabajo	X	
Rellenar parte de trabajo	X	
Sacar bobina y abrir vías	X	
Quitar tensión del bobinador	X	
Colocar nueva bobina	X	
Introducir medidas de trabajo	X	
Centrar mesa	X	
Poner pisador y comprobar sensor ajuste de papel	X	
Inhabilitar cuerpos	X	
Limpieza rodillo impresor	X	
Limpieza tintero	X	
Limpieza pantalla	X	
Retirar clichés	X	
Preparar y colocar clichés	X	
Habilitar cuerpos de estampación	X	
Coger película y colocarla en el cuerpo de estampación		X
Ajustes cuerpos de estampación	X	
Colocar polímero y rellenar tintero	X	
Ajustes cuerpo de barnizado	X	
Colocar pantalla y regleta	X	
Ajustes cuerpo de serigrafía	X	
Habilitar cuerpos de barnizado y serigrafía	X	
Colocar troquel	X	
Ajustar distancia entre etiquetas en el troquelado		X
Cerrar vías		X
Prueba inicial (ajustes de estampación)		X
Ajustar papel y colocar topo		X
Ajustes durante el proceso de acabado		X
Acabado	-	-
Sacar bobina de la máquina	X	
Inspección bobina terminada	X	
Transportar bobina acabada	X	

Tabla 5: Identificación de operaciones internas y externas del proceso de acabado. Fuente: Elaboración propia.

3. Convertir las operaciones internas en externas.

Tras definir las operaciones internas y operaciones externas, se van a convertir ciertas operaciones internas en externas, de este modo, se ahorra tiempo de preparación (que no agrega valor al proceso).

Operación	Operación interna	Operación externa	Operación interna	Operación externa
Leer orden de trabajo	X			X
Rellenar parte de trabajo	X			X
Sacar bobina y abrir vías	X			
Quitar tensión del bobinador	X			
Colocar nueva bobina	X			
Introducir medidas de trabajo	X			X
Centrar mesa	X			
Poner pisador y comprobar sensor ajuste de papel	X			
Inhabilitar cuerpos	X			X
Limpieza rodillo impresor	X			
Limpieza tintero	X			
Limpieza pantalla	X			X
Retirar clichés	X			
Preparar y colocar clichés	X			
Habilitar cuerpos de estampación	X			
Coger película y colocarla en el cuerpo de estampación		X		
Ajustes cuerpos de estampación	X			X
Colocar polímero y rellenar tintero	X			
Ajustes cuerpo de barnizado	X			X
Colocar pantalla y regleta	X			

Operación	Operación interna	Operación externa	Operación interna	Operación externa
Ajustes cuerpo de serigrafía	X			
Habilitar cuerpos de barnizado y serigrafía	X			
Colocar troquel	X			
Ajustar distancia entre etiquetas en el troquelado		X		
Cerrar vías		X		
Prueba inicial (ajustes de estampación)		X		
Ajustar papel y colocar topo		X		
Ajustes durante el proceso de acabado		X		
Acabado	-	-	-	-
Sacar bobina de la máquina	X			
Inspección bobina terminada	X			
Transportar bobina acabada	X			

Tabla 6: Conversión de operaciones internas en externas. Fuente: Elaboración propia.

Las operaciones marcadas en rojo se pueden convertir en operaciones externas. Algunas operaciones, que conllevan una gran cantidad de tiempo, no se pueden convertir en operaciones externas por las siguientes razones:

- Limpieza del tintero: Se requiere una limpieza exhaustiva del tintero, ya que una mala limpieza ocasionaría imperfecciones posteriores en las etiquetas y un peligro para la seguridad del trabajador. Se podría convertir en operación externa si otro operario se encargará de revisar la máquina mientras el operario limpia el tintero.
- Preparar y colocar clichés: La preparación y colocación de los clichés en las unidades de estampación requiere de un operario completamente centrado en estas tareas. Se podría convertir en externa si se diese la misma situación que para el caso de la limpieza del tintero.

En operaciones como prueba inicial (ajustes de estampación) y ajustes durante el proceso de acabado también se pierde una gran cantidad de tiempo no productivo, pero al ser operaciones externas, las mejoras sólo se pueden conseguir si anteriormente se han realizado unos buenos ajustes de estampación (menor pérdida de tiempo posterior) y si todas las operaciones a realizar se han llevado de una manera correcta (mayor o menor experiencia del operario). En este aspecto si sería adecuado buscar una mejora, ya que supone una gran pérdida de tiempo, al igual que en las averías que se puedan ocasionar en las unidades de la máquina.

Las operaciones como ajustes de estampación, de barnizado y de serigrafía si se han podido convertir en operaciones externas, ya que se pueden estar realizando otras operaciones a lo largo de la máquina, mientras se realizan los ajustes necesarios. Con esta conversión, se consigue una mejora de tiempo en los ajustes de estampación y de serigrafía (colocación correcta de la pantalla, rango correcto de aplicación de la película y del cliché en la estampación, etc).

Por último, cabe destacar que otras operaciones internas menos importantes como leer la orden de trabajo, limpiar la pantalla, etc; se podrían realizar mientras la máquina está en funcionamiento, puesto que no supone un problema ni para la realización del pedido ni para la seguridad del operario.

4. Mejora a las operaciones internas y externas.

Teniendo en cuenta que para la empresa sería inviable la contratación de personal auxiliar para la realización de las operaciones de limpieza del tintero y de preparación y colocación de los clichés (se tendría otro sueldo para un mínimo número de operaciones) y que la mayoría de pérdidas de tiempo se producen por averías de las unidades de la máquina e incidentes de los operarios, podemos detallar las siguientes mejoras:

- Mejorar las condiciones de mantenimiento de la máquina para evitar que se pierda tiempo por paradas durante los cambios.
- Formar a los dos operarios de la máquina en la filosofía Lean (así como al director de la empresa). Los operarios podrán realizar operaciones sencillas como introducir las medidas de trabajo, transportar la bobina terminada, etc; sin necesidad de parar la máquina.
- Estandarizar para evitar que los tiempos en los ajustes sean excesivos.
- Facilitar unas instrucciones por los socios de la empresa, además de por el jefe de producción, a los operarios. Así, se podrían resolver los problemas de una manera más rápida y no se dependería tanto del conocimiento de cargos superiores.
- Intentar evitar cambios en la planificación de la producción y dar prioridad a trabajos donde los ajustes de la máquina sean mínimos. Esta mejora se está comenzando a implantar en la empresa y empieza a dar grandes resultados.

5. Valoración productiva y económica de la implantación de la técnica SMED.

1) Valoración productiva.

- Ahorro de tiempo.

Con las mejoras planteadas en el apartado anterior, estamos en condiciones de poder estimar el ahorro de tiempo que se puede conseguir en el proceso de acabado. La mejora de tiempo se va a conseguir en las operaciones relacionadas con los ajustes en las diferentes unidades y en las posteriores pruebas que se realizan (con la máquina ya en funcionamiento). También se va a conseguir una ligera mejora al realizar determinadas operaciones de forma simultánea y con la máquina activa.

A continuación, se van a detallar las operaciones que se realizarían en un menor espacio de tiempo y el tiempo empleado en cada una de ellas (para esta situación de mejora el número de etiquetas es de 30000, al igual que en la situación actual). Con operaciones simultáneas se hace referencia a las siguientes operaciones:

- Leer orden de trabajo.
- Rellenar parte de trabajo.
- Introducir medidas de trabajo.
- Inhabilitar cuerpos.
- Limpieza pantalla.

Para finalizar la tabla se recogerán los tiempos totales de realización del proceso de acabado (preparación y acabado) antes y después de la implantación de las mejoras.

Operación	OPE 1		OPE 2	
	Tiempo actual (s)	Tiempo de mejora estimado (s)	Tiempo actual (s)	Tiempo de mejora estimado (s)
Ajustes cuerpos de estampación	325	280	345	302
Ajustes cuerpo de barnizado	197	165	188	157
Ajustes cuerpo de serigrafía	281	256	289	262
Prueba inicial (ajustes de estampación)	342	297	388	340
Ajustes durante el proceso de acabado	388	321	405	340
Operaciones simultáneas	415	334	450	368
Total (s)	6171	5876	6448	6152

Tabla 7: Mejoras de tiempo estimadas en el proceso de acabado. Fuente: Elaboración propia.

Tras observar la tabla, podemos concluir que, tras aplicar las mejoras, el tiempo promedio estimado de realización del acabado de un pedido de 30000 etiquetas sería de 6014 segundos (100 min). De esta forma, se obtendría un ahorro de tiempo de 5 min en la realización de un pedido de 30000 etiquetas (en la situación actual se tarda 105 min).

Aplicando esta mejora de tiempo sobre las 16 horas diarias (960 min) que trabaja la máquina, el ahorro total de tiempo al día sería de 46,2 min (231 min a la semana) y tras facilitarnos la empresa el número de días que la máquina trabaja al año (225 días), podemos afirmar que el ahorro de tiempo en la realización del acabado tras la implantación de las mejoras sería de 10.395 min/año, es decir, de 173,25 h/año (6 días al año aproximadamente).

- Aumento de la capacidad productiva de la máquina.

Una vez que hemos calculado el número de horas que la máquina se ahorraría al año, también podemos calcular el número de etiquetas que la máquina podría realizar al año y compararlas con las de la situación actual.

En la situación actual, la máquina realiza 30000 etiquetas cada 1,75 horas, con lo que en una jornada laboral de la máquina (16 horas), la cantidad es de 274.285 etiquetas. Teniendo en cuenta que la máquina funciona 225 días al año, la cantidad total de etiquetas que la empresa realiza en la máquina de acabado es de 61.714.125 etiquetas/año.

Comparando con la situación de mejora, podemos comprobar que la máquina realiza 30000 etiquetas cada 1,66 horas (al día 289.156 etiquetas). Con lo que al año, la empresa podría realizar 65.060.100 etiquetas/año.

Con la implantación de las mejoras, la empresa realizaría al año 3.345.975 de etiquetas más, por tanto, la productividad de la máquina aumentaría en un 5,4% al año.

2) Valoración económica.

Tras valorar de forma productiva los beneficios que producirían las mejoras implantadas, podemos evaluar también la optimización en costes para la empresa:

- Optimización de personal.

Para conocer la optimización de personal que se puede conseguir en un año, la empresa nos ha facilitado los siguientes datos:

- Sueldo bruto al año por operario: 15000 €/año.
- Horas de trabajo al día: 8 h/día.
- Días de trabajo al año: 225 días/año.
- Horas de trabajo al año: 1800 h/año.
- Coste de personal a la hora: 8,33 €/h.
- Horas de ahorro al día por operario: 0,385 h/día (23,1 min)

Por tanto, podemos estimar la optimización por operario al año, que sería la siguiente:

Optimización de operario/año: $0,385 \text{ h de ahorro/día} \times 8,33 \text{ €/h} \times 225 \text{ días/año} = 721,59 \text{ €/año}$.

Al contar con dos operarios en la máquina, la optimización de los dos operarios al año es de 1443,18 €/año.

Para obtener la optimización final de personal al año, habría que descontar los gastos de capacitación, ya que se van a dedicar una serie de horas extras para dar formación sobre la filosofía Lean a los dos operarios. La formación va a incurrir en los siguientes gastos:

- 2 horas cada día durante 10 sábados, lo que supone 20 horas extras por operario a 9 €/h. Puesto que son dos operarios, descontando al director de la empresa: el gasto total será de 360 €.
- Presupuesto de 150 € para material necesario para la capacitación.

Esto supone un gasto de 510 € repartidos en dos meses de capacitación.

Finalmente, podemos obtener la optimización final de personal al año que sería de 933,18 €/año.

- Optimización de etiquetas.

Por último, se va a calcular la optimización de etiquetas teniendo en cuenta el número de etiquetas que la empresa produce en la situación actual y en la situación de mejora.

Para este cálculo ha sido necesario que la empresa nos facilite el beneficio que obtiene por etiqueta, siendo éste de 0,09 €/etiqueta. Por tanto, podemos calcular el beneficio de la situación actual y de la situación de mejora:

Beneficio situación actual = $0,09 \text{ €/etiqueta} \times 61.714.125 \text{ etiquetas/año} = 5.554.271,25 \text{ €/año}$.

Beneficio situación actual = $0,09 \text{ €/etiqueta} \times 65.060.100 \text{ etiquetas/año} = 5.855.409 \text{ €/año}$.

Con lo que la optimización final de etiquetas al año sería de 301.137,75 €/año.

Para finalizar, podemos concluir que la optimización de costes de la empresa al año (de personal y de etiquetas) sería de 302.070,93 €/año, siendo la principal fuente de optimización de coste la producción de etiquetas.

6. Conclusiones.

Las conclusiones finales tras la realización del proyecto son las siguientes:

- ✓ Mediante el marco teórico podemos establecer los conceptos sobre los que se basa la filosofía Lean y así poder aplicarlos en la empresa que es objeto de estudio.
- ✓ El proceso de acabado en la máquina objeto de estudio es el principal cuello de botella de la empresa y sobre el que se debe actuar para mejorar la productividad de la empresa.
- ✓ Uno de los principales problemas de la empresa es el retraso en la entrega de sus pedidos, que podría solucionarse mediante la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing.
- ✓ Con la realización de las prácticas en la empresa, he observado que los principales problemas en el proceso productivo son unos tiempos de preparación muy elevados y las constantes averías e incidencias que se producen (aplicación de técnica SMED), pero también he comprobado que se podrían aplicar otras técnicas como TPM (plan de mantenimiento de la máquina para evitar posibles averías), 5S (solucionar el desorden y la falta de limpieza a pie de máquina), etc.
- ✓ Tras la realización del proyecto, se ha comprobado que no es necesaria una gran inversión ni se necesita de una maquinaria sofisticada para conseguir grandes resultados.
- ✓ Sería necesario un cambio cultural y un compromiso de todos los trabajadores de la empresa para conseguir una aplicación correcta de la filosofía Lean dentro de la empresa.
- ✓ Por último, destacar que para que la empresa funcionará de forma sostenible sería necesario aplicar todas las técnicas en su conjunto y no de forma aislada.

7. Bibliografía.

- Falagán Franco, Ana (11 de Julio de 2014): “Análisis de la implantación de técnicas de mejora competitiva en las empresas de Castilla y León: Lean Management”. Universidad de León. Disponible en: https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/3864/45689589C_GADE_Julio2014.pdf
- Iglesias Yague, Aranzazu (Julio 2016): “Modelo para la implantación de técnicas Lean Manufacturing en una empresa del sector de las artes gráficas”. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: http://oa.upm.es/43784/1/TFG_ARANZAZU_IGLESIAS_YAGUE.pdf
- Lean Manufacturing 10: “Metodología Lean Manufacturing: Qué es y cómo implementarla en tu empresa”. Disponible en: <https://leanmanufacturing10.com>
- Progressa Lean: “Los 7+1 tipos de despilfarro en una organización”. Disponible en: <http://www.progressalean.com/los-71-tipos-de-despilfarro-en-una-organizacion>
- Arangua, Manuel (Noviembre de 2012). Revista HSEC: “Mejorando la calidad de vida en la organización”. Disponible en: <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=31&edi=2>
- Lean Manufacturing Hoy. El portal de Lean Manufacturing en español (Abril de 2017): “Anuncian primer programa de certificación Lean y Six Sigma con acreditación internacional”. Disponible en: <http://www.leanmanufacturinghoy.com/anuncian-primer-programa-de-certificacion-lean-y-six-sigma-con-acreditacion-internacional>
- Jimeno Bernal, Jorge (Agosto 2013). PDCA Home: “Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua”. Disponible en: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca>
- Quatro Etiquetas S.L. Disponible en: <https://quatroetiquetas.com/empresa>
- Urbiferga: “Amplificación industria gráfica Quatro Etiquetas”. Disponible en: http://www.urbiferga.com/portfolio_page/ampliacion-industria-grfica-quatro-etiquetas
- Impresa (Mayo 2018): “Flexografía Kodak”. Disponible en: <https://www.impresa.com.mx/flexografia-kodak/>
- Mark Andy: “Anilox Rolls”. Disponible en: <http://www.markandy.com/supplies/flexo-printing-supplies/anilox-rolls/>
- Bendel, Nick (Junio de 2012). Magazine Proprint: “Perth label maker powers up printing with new Mark Andy flexo press”. Disponible en: <http://www.proprint.com.au/News/287996.perth-label-maker-powers-up-printing-with-new-mark-andy-flexo-press.aspx>
- OMC, sae: “Semi-rotativa Impresión Offset UV para Etiquetas - Miyakoshi MLP”. Disponible en: <https://www.omcsae.com/semi-rotativa-impresion-offset-uv-para-etiquetas-miyakoshi-mlp-p186.htm>
- Progressa Lean: “¿QUÉ ES SMED?”. Disponible en: <http://www.progressalean.com/que-es-smed/>

- Espin Carbonell, Francisco (2013). Área de Investigación y Desarrollo S.L.
“TÉCNICA SMED.REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN”. Disponible en:
<https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>
- Boronat Soler, Tamara (2014). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Valencia.
“Mejora de la eficiencia en planta a través del mantenimiento”. Disponible en:
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54499/BORONAT%20SOLER,%20Trabajo%20de%20fin%20de%20grado_14098478688004859968000025959710.pdf?sequence=3

8. Índice de tablas y figuras.**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla	Descripción	Nº de página
1	Tipos de despilfarros	7
2	Tiempos de preparación por operarios y operaciones en el proceso de acabado	45
3	Tiempos de cambio por operarios y operaciones en el proceso de acabado	48
4	Tiempos promedio por operación de preparación	51
5	Identificación de operaciones internas y externas del proceso de acabado	53
6	Conversión de operaciones internas en externas	54
7	Mejoras de tiempo estimadas en el proceso de acabado	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Nº de página
1	Ciclo PDCA	8
2	Técnica 5S	9
3	Fases del proceso de implementación de Seis Sigma	10
4	Logo de la empresa Quatro Etiquetas S.L	12
5	Fachada actual de la empresa Quatro Etiquetas S.L	13
6	Entrada principal de la empresa Quatro Etiquetas S.L	13
7	Orden de trabajo de la empresa Quatro Etiquetas S.L	14
8	Flota propia de la empresa Quatro Etiquetas S.L	15

Figura	Descripción	Nº de página
9	Etiqueta de aceite de orujo de oliva fabricada por la empresa Quatro Etiquetas S.L	16
10	Etiqueta de queso fabricada por la empresa Quatro Etiquetas S.L	16
11	Bolsa fabricada por la empresa Quatro Etiquetas S.L	17
12	Evolución de ventas de la empresa Quatro Etiquetas S.L	18
13	Planta de producción de la empresa Quatro Etiquetas S.L	19
14	Zona de preimpresión e impresión de la planta de producción	20
15	Zona de acabado y terminación del pedido de la planta de producción	21
16	Evolución de los empleados en la empresa Quatro Etiquetas S.L	22
17	Organigrama de la empresa Quatro Etiquetas S.L	23
18	Cliché de plástico para impresión flexográfica	27
19	Cliché de aluminio para impresión offset	27
20	Cliché de acero para estampación	28
21	Troquel	29
22	Anilox	30
23	Máquina flexográfica Mark Andy	31
24	Máquina flexográfica Gidue Combat	31
25	Máquina offset Miyakoshi	32
26	Máquina digital HP Indigo	33
27	Pantalla serigráfica	36
28	Películas	37
29	Máquina de acabado Berra	38
30	Máquina de acabado Lombardi	38
31	Máquina de acabado Mida	39
32	Máquina de acabado Cartes	40
33	Desbobinado integrado con unidad de barnizado	40
34	Unidad de serigrafía	41

Figura	Descripción	Nº de página
35	Unidades para estampación en caliente y golpe en seco	41
36	Unidad de troquelado	42
37	Unidad de rebobinador	42
38	Máquina de preparación de etiquetas Saturn Te	49