

Grado en ingeniería de organización industrial

**PROYECTO PARA EL SEGUIMIENTO I CONTROL DE LA MERMA EN UNA
MÁQUINA HOTMELT**

Memoria

ÀLEX PELEGRÍN

PONENTE: FRANCESC FLORES

PRIMAVERA 2022

Resum

El present projecte pretén establir les bases d'una mecànica de seguiment i control del malbaratament generat durant un procés industrial. Amb aquest control, es contempla obtenir la reducció d'aquest malbaratament i de les desviacions d'inventari que provoca. Fent ús de les eines i coneixements adquirits durant el desenvolupament del grau, el projecte se situa en un context dirigit per polítiques d'economia circular que pretenen fer front a una situació de crisi global.

Resumen

El presente proyecto pretende establecer las bases de una mecánica de seguimiento y control del desperdicio generado durante un proceso industrial. Con este control, se contempla obtener la reducción de este desperdicio y de las desviaciones de inventario que provoca. Haciendo uso de herramientas y conocimientos adquiridos durante el desarrollo del grado, el proyecto se sitúa en un contexto dirigido por políticas de economía circular que pretenden hacer frente a una situación de crisis global.

Abstract

The present project aims to establish a monitoring mechanics basis of the produced waste during an industrial process. With this control, the objective is to reduce the waste and the inventory deviations it produces. Using the tools and knowledge obtained during the development of the degree, this project is situated in a context led by circular economy policies that aims to address a global crisis situation.

Índice.

Índice de figuras.	V
Índice de tablas.	VII
Glosario de términos.....	IX
1. Objetivos.....	1
1.1. Propósito.....	1
1.2. Finalidad.	1
1.3. Objeto del proyecto.	1
1.4. Alcance.	2
1.5. Contexto en las líneas de búsqueda.	3
2. Perspectiva de género.	5
3. Economía circular.....	7
4. Introducción.....	9
4.1. Situación actual	9
4.2. Clasificación de la merma generada.....	9
4.3. Antecedentes.....	10
4.4. Mecánica del proceso.	12
4.4.1. Fases.	14
4.4.1.1. Desbobinado inicial	14
4.4.1.2. Eliminación de microbios.....	15
4.4.1.3. Aplicación del adhesivo.	16
4.4.1.4. Perforación mediante aire comprimido	19
4.4.1.5. Unión con bobina de TP	20
4.4.1.6. Rebobinado.....	20
4.4.2. Diagrama de flujo.	21
5. Objetivos de detalle y especificaciones técnicas.	22
6. Justificación de prestaciones	28
6.1. Alternativas para el seguimiento de los adhesivos.	28
6.1.1. Sensor de gramaje en un punto.....	28
6.1.2. Control de pesajes en las fases de vida útil de los bidones.	29
6.1.3. Control de pesajes en los cambios de formato.	31
6.2. Alternativa para el seguimiento de los soportes.....	32

II

6.2.1. Contador de metros calibrado por una empresa externa.....	32
6.2.2. Contabilizar retales.....	34
6.2.3. Contabilizar defectos.....	34
7. Datos tomados.....	36
7.1. Control de adhesivos.....	41
7.1.1. Registro de gramajes.....	41
7.1.1. Registro de pesajes.....	44
7.2. Control de soportes.....	46
7.2.1. Registro de metros.....	47
7.2.2. Registro de defectos.....	48
8. Propuestas.....	51
8.1. Adhesivos.....	51
8.2. Soportes.....	53
9. Planificación.....	57
9.1. Listado de tareas.....	57
9.2. Diagrama de Gantt.....	59
10. Análisis de Riesgos.....	61
10.1. Análisis AMFE.....	61
10.2. Conclusiones del análisis.....	76
11. Plan de contingencia.....	79
11.1. Determinación parámetros Hotmelt.....	79
11.2. Determinación ciclos de producción.....	80
11.3. Riesgo por contagio de COVID.....	81
12. Ejecución de la planificación.....	83
12.1. Fases de la ejecución.....	83
12.1.1. Primera fase.....	83
12.1.2. Segunda fase.....	84
12.2. Análisis de las incidencias.....	85
12.2.1. Incidencia actividad 1.....	85
12.2.2. Incidencia actividad 3.....	86
12.2.3. Incidencia actividad 15.....	87
13. Análisi de viabilidad econòmica.....	89
13.1. Presupuesto global.....	89

13.2. Cálculo de la rentabilidad	89
14. Análisis de viabilidad medioambiental.....	91
14.1. Fase de construcción y ejecución	91
14.2. Fase de funcionamiento o explotación	91
14.3. Fase de uso	92
15. Conclusiones.....	93
16. Bibliografía.....	96

Índice de figuras.

Figura 4.1. Clasificación de la merma.....	10
Figura 4.2. Bobina de soporte en máquina Hotmelt.....	13
Figura 4.3. Bidón de adhesivo termosufisble.....	14
Figura 4.4.: Visión sistema revólver.....	16
Figura 4.5. Bidón de adhesivo colocado en fusor.....	17
Figura 4.6. Diagrama de bloques de proceso.....	21
Figura 6.1. Sensor de gramaje.....	29
Figura 6.2. Etiqueta de control de fases de vida útil.....	30
Figura 6.3. Etiqueta de monitorización de cambio de adhesivo.....	32
Figura 6.4. Contador de metros.....	33
Figura 6.5. Etiquetas de datos de proveedor.....	33
Figura 6.6. Cajas de depósito de merma.....	35
Figura 7.1: Sensor de gramaje instalado.....	37
Figura 7.2: Báscula.....	38
Figura 7.3: Contador de metros.....	39
Figura 8.1. Rollo de sección defectuosa de soporte.....	50
Figura 8.2. Sección defectuosa de soporte.....	48
Figura 10.1. Diagrama de Gantt.....	59
Figura 12.1. Diagrama de flujo determinación parámetros Hotmelt.....	80
Figura 12.2. Diagrama de flujo determinación de ciclos de producción.....	81
Figura 12.3. Diagrama de flujo riesgo por COVID.....	82

Índice de tablas.

Tabla 6.1. Etiqueta de bidones recuperados.....	31
Tabla 8.1. Resultados gramaje Elastic	42
Tabla 8.2. Resultados gramaje One fabric	43
Tabla 8.3. Resultados gramaje Classic.....	44
Tabla 8.4. Porcentajes de la vida útil de los bidones.....	45
Tabla 8.5. Registro del cambio de formato.....	46
Tabla 8.6. Diferencia de metros con proveedor.....	47
Tabla 8.7. Merma por cambio de bobina.....	48
Tabla 8.8. Defectos de Hotmelt.....	49
Tabla 8.9. Defectos Sensitive Kids.....	49
Tabla 9.1. Pérdida estándar cambio de formato.....	52
Tabla 9.2. Resultado gramaje Elastic.....	53
Tabla 9.3: OPL empalmes proveedor Tenox.....	54
Tabla 10.1. Planificación.....	58
Tabla 11.1. Análisis AMFE actividad 1.....	61
Tabla 11.2. Análisis AMFE actividad 2.....	62
Tabla 11.3. Análisis AMFE actividad 3.....	63
Tabla 11.4. Análisis AMFE actividad 4.....	64
Tabla 11.5. Análisis AMFE actividad 5.....	65
Tabla 11.6. Análisis AMFE actividad 6.....	66
Tabla 11.7. Análisis AMFE actividad 7.....	67
Tabla 11.8. Análisis AMFE actividad 8.....	67
Tabla 11.9. Análisis AMFE actividad 9.....	68

VIII

Tabla 11.10. Análisis AMFE actividad 10.....	69
Tabla 11.11. Análisis AMFE actividad 11.....	70
Tabla 11.12. Análisis AMFE actividad 12.....	71
Tabla 11.13. Análisis AMFE actividad 14.....	72
Tabla 11.14. Análisis AMFE actividad 15.....	73
Tabla 11.15. Análisis AMFE actividad 16.....	73
Tabla 11.16. Análisis AMFE actividad 17.....	74
Tabla 11.17. Análisis AMFE actividad 18.....	75
Tabla 11.18. Análisis AMFE actividad 19.....	75
Tabla 11.19. Análisis AMFE actividad 20.....	76
Tabla 11.20. Análisis AMFE riesgo actividad 18.....	77
Tabla 11.21. Análisis AMFE riesgo actividad 18.....	77
Tabla 11.22. Análisis AMFE riesgo actividad 18.....	78
Tabla 13.1. Ejecución de la planificación 1.....	83
Tabla 13.2. Ejecución de la planificación 2.....	84
Tabla 13.3. Desviación tiempo actividad 1.....	83
Tabla 13.4. Desviación tiempo actividad 3.....	86
Tabla 13.5. Desviación tiempo actividad 15--.....	87
Tabla 14.1. Presupuesto global.....	89
Figura 15.1. Acciones impactantes.....	92

Glosario de términos.

Soporte: Componente exterior que junto al adhesivo y la gasa forma un apósito. Comúnmente es conocido por ser de color marrón.

Hotmelt: Máquina de aplicación de adhesivo termosfusible.

Masa traspasada: Incidencia que se produce cuando el adhesivo traspasa la capa de soporte sobre la que esta aplicada.

Revólver: Sistema dinámico de cambio de bobinas cuyo objetivo recae en el cambio de alimentación de un circuito sin necesidad de detener el flujo productivo.

Scrap: Indicador que representa el desperdicio total de material producido respecto a la materia prima que se adquirió.

Polipasto: Grúa mecánica utilizada para la sujeción y transporte de cargas pesadas.

TP: Papel utilizado en la producción para proteger a los soportes en los rebobinados.

X

Retal: Sección de soporte que queda sin aprovechar cuando se realiza un cambio de bobina.

33.36: Tipo de adhesivo acrílico que se utiliza en el proceso de producción.

36.19: Tipo de adhesivo acrílico que se utiliza en el proceso de producción, la diferencia en este caso con el adhesivo 33.36 recae en la viscosidad que los compone.

FC: Cabezal “full contact”, que aplica adhesivo mediante el contacto directo con los materiales, concretamente los que tiene una composición formada por tela.

NPR: Coeficiente que representa el grado de atención que cabe

EPI: De “Equipo de protección individual”, representa un elemento de seguridad que el trabajador debe llevar equipado obligatoriamente.

OPL: De “One point Lesson”, es una herramienta de uso común en los entornos industriales para transmitir una información simple que generalmente va dedicada a los operarios de las líneas.

Backup: Acción de relevar durante un período de tiempo reducido a un compañero de otra línea de la planta.

1. Objetivos.

1.1. Propósito.

El propósito de este proyecto será el de implementar una mecánica de seguimiento y control del desperdicio de materia prima generado durante la producción de un bien de consumo. La función principal será la de abastecer a la empresa de una información continua del estado de su producción, indicando cuáles son los principales focos generan incidencias, para de esta manera mecanizar la toma de decisiones y garantizar la máxima eficiencia del sistema productivo.

1.2. Finalidad.

La finalidad de otorgar una mecánica de control periódica y efectiva para la compañía es la de seguir aportando valor en términos productivos para contribuir con el crecimiento que lleva experimentando durante los últimos años la planta. Ser conscientes del estado de su producción en tiempo real y poder actuar de manera metodológica en función de las circunstancias representará para la compañía el próximo paso para alcanzar la excelencia productiva.

1.3. Objeto del proyecto.

Se pretende definir una mecánica de control para la correcta trazabilidad del desperdicio o merma de materia prima que una planta industrial de producción de apósitos puede generar. Esta metodología ofrecerá la posibilidad de llevar a cabo una cuantificación detallada del flujo de merma originado en los diferentes procesos que componen la fase de revestimiento en la producción de un apósito.

La cuantificación del flujo de merma proporcionará una información clave a la hora de determinar aquellos puntos más críticos, en los cuales sería necesario un enfoque prioritario de los recursos en un futuro plan de acción.

Por otra parte, la correcta trazabilidad de la merma generada permitirá evitar errores relacionados con el control de inventario que ya se dieron recientemente. Esto se debe a que la compañía incluye procesos de recuperación de materia prima, los cuales no fueron correctamente monitorizados en su momento, además de la errónea sincronización de los datos informáticos con los físicos, puesto que la realidad siempre era que las cantidades de materia prima que había físicamente era menor que la programada en las órdenes.

Esta monitorización también permitirá a la compañía regular el consumo de dos de sus materias primas más utilizadas en el proceso de producción, el soporte y el adhesivo. Por lo que en consecuencia significará un menor coste en su producción a largo plazo.

1.4. Alcance.

Como se ha mencionado en el objeto, este proyecto se acotará principalmente al realizarse en la fase inicial del proceso de producción de un apósito. Esta fase representa la del revestimiento del soporte con el adhesivo, proceso necesario para otorgar la función adhesiva al producto final.

Todas las características intrínsecas en este proceso productivo limitarán el proyecto en cuanto las diferentes alternativas a tomar, ya que el estudio tomará en cuenta las distintas materias primas que se consumen en esta fase y que características técnicas componen este proceso, tanto las que se puedan encontrar actualmente en uso por la compañía, como aquellas alternativas que ofrezca el mercado paralelamente.

Las materias primas sobre las que se focalizará el estudio serán dos, por un lado, los metros de tejido que se consumen en cada uno de los diferentes soportes que la compañía adquiere, estos metros vienen enrollados en bobinas de diferentes tamaños.

El principal foco estará relacionado con un seguimiento cuyo objetivo será el de determinar la diferencia entre la cantidad teórica que se está comprando a los proveedores, y la que finalmente se utiliza para realizar las correspondientes producciones. Para establecer un plan de acción adecuado, será indispensable clasificar cada valor tomado en relación con la merma con el motivo que la origina, es decir, distinguir entre que parte del proceso genera cada porcentaje relativo de merma, incluyendo al propio proveedor, ya que se tiene constancia de que los proveedores no entregan siempre los metros totales que se indican en las órdenes de compra. El seguimiento se llevará a cabo con un total de 3 familias de soportes para las diferencias de metros con los proveedores y con todos los soportes para calcular el porcentaje de merma que originan los procesos.

En cuanto a los adhesivos, existen 3 tipos de adhesivos diferentes, dos de ellos acrílicos, nombrados adhesivo 33.36 y 36.19. Este dato es importante a la hora de tratar con los procesos que estos siguen, ya que los bidones de adhesivos acrílicos siguen un tratamiento de recuperación distinto una vez acaba su vida útil. El seguimiento a desarrollar en este caso se basará en 3 puntos principales, la monitorización del proceso

de recuperación de los dos adhesivos acrílicos, tanto en niveles cuantitativos como cualitativos, el control de las cantidades que se desechan cuando se realiza un cambio de formato, y al igual que con los proveedores de soportes, las comparaciones entre las cantidades teóricas y realistas que el proveedor entrega. Sobre el otro tipo de adhesivo, el nombrado 32.11, y el cuál no tiene las mismas propiedades que los acrílicos, no se realizará un estudio de su seguimiento, ya que los valores estudiados.

Se sabe con anterioridad que el principal foco del proyecto estará relacionado con la aplicación de adhesivo de uno de los dos cabezales de los que dispone la máquina Hotmelt. Por lo que se estudiarán dos de los tres adhesivos consumidos, ya que debido a datos tomados con anterioridad es sabido que en la aplicación de este cabezal se produce un gran volumen de merma en comparación con los demás focos.

1.5. Contexto en las líneas de búsqueda.

En cuanto al contexto en las líneas de búsqueda, este proyecto sigue las directrices adquiridas en el grado de ingeniería de organización industrial, donde se ha podido obtener el conocimiento necesario para el análisis y la sintetización de la información relativa al propio proyecto, haciendo uso de herramientas relacionadas con la mejora continua i la innovación en los diseños de sistemas productivos.

Por otro lado, también se ha utilizado parte del conocimiento adquirido relativo a la gestión de equipos humanos en momentos de coordinación y presentación de propuestas, tanto de seguimiento, como de futuras mejoras.

2. Perspectiva de género.

Este TFG no diseña ningún producto ni servicio tecnológico, simplemente se limita a definir una mecánica de seguimiento y control de la merma generada por una planta industrial a diferentes niveles, para posteriormente establecer unas bases de información que permitan diseñar un plan de acción de cara a la reducción de esta. Los resultados obtenidos servirán únicamente para focalizar los recursos en dicho plan, por lo que en este proyecto no aplicaría la perspectiva de género.

Prueba de ello viene representado por la objetividad de la información que se maneja en la operativa de la máquina Hotmelt. Todos los datos relacionados con la producción, incluyendo documentación y conocimientos adquiridos mediante las formaciones, no implican distinción de género en cuanto a su interpretación.

En cuanto a los operativos que se llevan a cabo en la línea, requieren acciones capaces de ser realizadas de manera objetiva por ambos géneros, donde tampoco aplica la distinción cultural de comportamiento entre géneros. Del mismo modo, las herramientas que se utilizan en la línea pueden ser empleadas con total igualdad de género, y a su vez, toda la normativa establecida para la ejecución de la operativa no presenta ninguna diferencia en función del género al que se aplique.

La propia empresa siempre ha potenciado la igualdad para todas las personas que trabajan en la planta, por lo que todos y cada uno de ellos tienen las mismas posibilidades de formación, así como de promoción y posibilidad de conseguir una retribución determinada.

3. Economía circular.

Durante el desarrollo de este proyecto se podrán observar dos principales líneas de actuación relacionadas con las nuevas directrices de la ya presente economía circular. El propio Core del proyecto se basa en la reducción del desperdicio de materia prima durante la producción de un bien para el cliente final, por lo que se puede observar como este trabajo lleva implícitamente la esencia de esta nueva cultura.

El reciclaje de todo el material de oficina utilizado también estará presente en el momento de la ejecución de la mecánica de seguimiento, ya que día a día, se llevará a cabo este proceso con todas y cada una de las materias que posibiliten su reciclaje.

Las diferentes materias o componentes que se ahorrarán durante todo el desarrollo del proyecto serán: papel, cartón, plástico, tela y adhesivo. En cuanto al papel, será una materia que se reciclará durante todo el transcurso del proyecto, ya que se utilizará como herramienta para la documentación. Respecto al cartón, se reducirá su consumo, ya que actualmente la compañía usa esta materia como elemento principal de los depósitos de desperdicio de materia prima, por lo que se puede deducir que, la reducción de este desperdicio implicará la reducción del uso de estos dispositivos. Por último, el plástico, la tela y el adhesivo serán materias sobre las que se reducirá su desperdicio, ya que representan los elementos que componen el producto final.

Para poder contextualizar todas estas acciones dentro de la cultura de la economía circular, se relacionarán con las diferentes estrategias y a qué nivel están aplicadas. Estas estrategias se podrán consultar en los anexos, donde se pueden observar los diferentes ciclos técnicos que componen las distintas posibilidades que ofrece esta cultura.

En el caso de este proyecto existen dos vertientes principales, la primera de ellas está relacionada con el reciclaje del papel utilizado, ya que se puede asignar a la estrategia que supone un proceso más longevo, donde aparece la necesidad de procesar esta materia antes de pasar a su comercialización, y por último, su consumo. En el caso de la reducción del desperdicio de materia prima se podría relacionar con el nivel equivalente a redistribución, ya que una materia que se iba a desechar pasará a ser comercializada.

4. Introducción.

En el siguiente proyecto se desarrollará una mecánica de seguimiento del desperdicio de materia prima ocasionado en una planta industrial de fabricación de apósitos, más concretamente en la primera sección o proceso productivo, lugar donde se lleva a cabo el revestimiento del apósito en una máquina Hotmelt.

4.1. Situación actual

La compañía en cuestión siempre ha tenido como uno de sus principales problemas la generación de desperdicio de materia prima, también nombrada “merma”, donde cada sección de la planta tiene un indicador por separado de cuanta produce. Así entonces, la razón de ser de este proyecto se basa en este hecho, más concretamente en la sección de revestimiento, donde se utiliza una técnica de aplicación de adhesivo industrial mediante máquinas nombradas Hotmelt, debido a la aplicación en caliente de esta materia prima.

Durante años la compañía ha intentado implementar diferentes acciones, las cuales definirán con más detalle en el punto de antecedentes, y pese a ello, nunca ha conseguido los objetivos de la dirección general en cuanto a los volúmenes de merma producidos, ya que los indicadores que se utilizan, siempre acaban dando valores por encima de los objetivos propuestos a principios de año, esto ha provocado diversos cambios en los equipos que conforman a la empresa, por lo que se han generado nuevos proyectos de seguimiento y control.

Esta causa provocaba un efecto por partida doble, ya que además de la propia merma generada por la compañía, el hecho de no cumplir con los parámetros de consumo especificados por defecto producía desviaciones en los inventarios que se realizaban cada año, debido a que los datos físicos y digitales nunca cuadraban. Esta desviación en la sección Hotmeltl se encuentra actualmente en un 7%.

4.2. Clasificación de la merma generada

Esta merma se produce principalmente por motivos que se pueden agrupar en dos bloques. el primero de ellos, es referente al propio proceso de producción, dónde por diversos motivos, como pueden ser paros, cambios de bobina, funcionamiento ineficiente de la maquinaria (sobreconsumo de materia prima), los cuales provocan incidencias por masa traspasada en procesos posteriores, entre otros.

También se pueden encontrar focos de merma cuyo origen proviene de los proveedores, pudiéndose dar en dos tipos de formato, ya sea por diferencia de metros adquiridos y contabilizados por la compañía, o por defectos en diferentes secciones de las bobinas, que pueden encontrarse en forma de defectos de impresión en aquellos soportes que lleven algún diseño, o por lo contrario secciones que han sido afectadas por cambios de bobina en el proceso del propio proveedor, hecho que supone verse obligado a desperdiciar dicha sección por motivos de calidad.

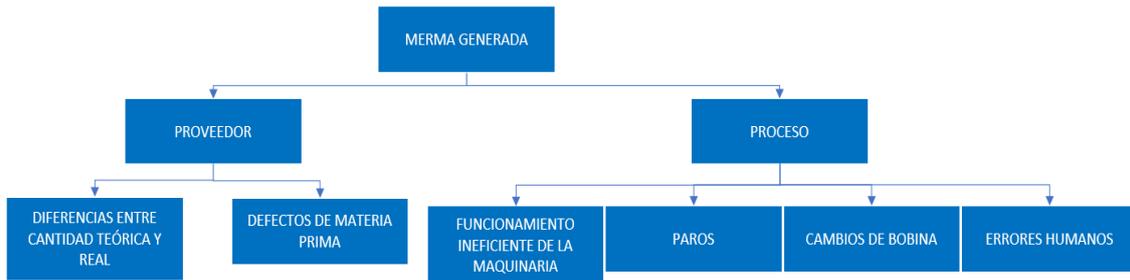


Figura 4.1: Clasificación de la merma

Para cuantificar estos desperdicios, se ha utilizado siempre un indicadores principal, el Scrap. Durante el último año su valor ha sido del 0,65%.

4.3. Antecedentes

Respecto al seguimiento de la merma producida, la compañía no había seguido hasta el momento una metodología efectiva, puesto que no estaba definida una mecánica de control sistemática que proporcionase datos de manera exhaustiva sobre los tipos de merma que se generaban. Es cierto que se llevaban a cabo acciones con el fin de conocer de manera aproximada las cantidades de materia prima que se desechaban, pero estas acciones eran incompletas y los datos que se obtenían no daban lugar al diseño de un plan estructurado.

En cuanto a los soportes, la única acción que se llevaba a cabo consistía en contabilizar los metros que proporcionaba una bobina en cuestión, una vez contabilizados se registraban los datos proporcionados por un contador integrado en la máquina Hotmelt. Una vez tomados los datos se calculaban las diferencias de metros respectivas a cada bobina y su porcentaje de merma.

El inconveniente de realizar este tipo de seguimiento radica principalmente en la herramienta utilizada, ya que el contador mecánico de la maquinaria Hotmelt no contiene ningún tipo de garantía de calibración en caso de posible reclamación al proveedor en cuestión, por lo tanto, esta acción tendría únicamente una utilidad informativa pero no aportaría ningún valor de cara a cumplir el objetivo de reducir dicha merma.

Otro de los inconvenientes que contiene la metodología utilizada hasta el momento se basa en la nula clasificación de la merma generada respecto a los soportes, el motivo se debe a que durante el proceso de cambio de bobina se desecha una cierta cantidad de metros de tejido. Debido a que el contador simplemente ofrece los datos de los metros que pasan por la máquina estos no indican que cantidad es generada por el proceso y que cantidad es responsabilidad del proveedor.

Además, hay que tener en cuenta que los defectos producidos por el proveedor y por el propio proceso, no se estaban midiendo en ninguno de los casos, ya que estos se retiran en la sección posterior por motivos productivos, ya que la naturaleza de las máquinas Hotmelt no permite realizar paros para retirar estos defectos de proveedor. En el caso de los defectos creados por el proceso, se producen cuando hay algún paro de la máquina, ya sea por de los operarios o mantenimiento.

En referencia a los adhesivos, también se había realizado alguna acción de monitorización al respecto, pero al igual que con los soportes, estas acciones no habían surgido efecto. Uno de los controles hasta el momento consistía la monitorización de los bidones recuperados, los cuales pasaban por un proceso de aplicación de calor en un horno durante un tiempo determinado, y se apuntaban los bidones totales que se habían procesado para generar un nuevo bidón de adhesivo recuperado, sin embargo, no se apuntaba la cantidad que se recuperaba por cada bidón consumido, información clave a la hora de cuadrar datos físicos y digitales.

El último método de control que se realizaba buscaba medir la cantidad de gramaje de adhesivo que se aplicaba en los tejidos, para ello, se llevaba a cabo un control de calidad al final del proceso, donde un operario recortaba una sección de 40 centímetros de la parte final de la bobina, para posteriormente realizar tres cortes circulares en los diferentes anchos para obtener tres muestras y enviarlas a calidad, de esta manera, se controlaba la cantidad aplicada de adhesivo en tres secciones diferentes.

Al igual que con los soportes, este método contiene inconvenientes importantes, ya que por un lado, no se puede obtener una información exhaustiva de la cantidad de adhesivo aplicada durante todo el recorrido, sino que simplemente se obtienen tres zonas, y por lo tanto, una información muy orientativa, además que solamente otorgaba la información de la aplicación de adhesivo en una sección de la bobina, cuando éstas suelen medir miles de metros.

Por otro lado, este control representa un proceso de calidad final, y no de proceso, el cual tiene la ventaja de proporcionar datos en tiempo real, sin olvidar que la sección extraída acabará representando más metros de merma al final del año, ya que se extrae una sección por cada bobina que se produce.

También cabe recalcar aquellos posibles focos de merma que la compañía no ha estado monitorizando hasta el momento, y que, sin duda, habrá que tener presentes durante el desarrollo del proyecto.

En primer lugar, los cambios de formato de adhesivo generan un desecho significativo de materia prima, ya que se deben desechar unos 20 kg de adhesivo, cuya cantidad recae casi en su totalidad en el adhesivo que se introduce. Estas cantidades no se han medido hasta el momento, hecho que ha ocasionado desviaciones de inventarios por valor de más de 100.000€ el último año. Estos cambios de formato serán muy útiles de cuantificar para poder tener en cuenta los datos una vez se generen planificaciones de producción.

Por último, en relación con los adhesivos no se ha estado desarrollando un control del pesaje de los bidones proporcionados por el proveedor, materia prima que al igual que con los soportes, requeriría de un control de la evolución de los pesajes durante su ciclo de vida, es decir, desde antes de consumirse, hasta pasar por el proceso de recuperación.

4.4. Mecánica del proceso.

Para cubrir las necesidades de información que se requieren para poder comprender a fondo el objeto del proyecto, se llevará a cabo una explicación detallada del funcionamiento del proceso de aplicación de adhesivo termofusible en la máquina Hotmelt.

El proceso productivo que se estudiará en este proyecto se lleva a cabo en una máquina nombrada Hotmelt, este tipo de maquinaria industrial se caracteriza por la aplicación en flujo continuo de adhesivo termofusible. En el caso de la fabricación de los apósitos, este adhesivo se aplica a lo largo de un tejido, el cual se presenta enrollado en un eje, donde a través de éste es colocado en la máquina para ser desbobinado como se muestra en la siguiente imagen.

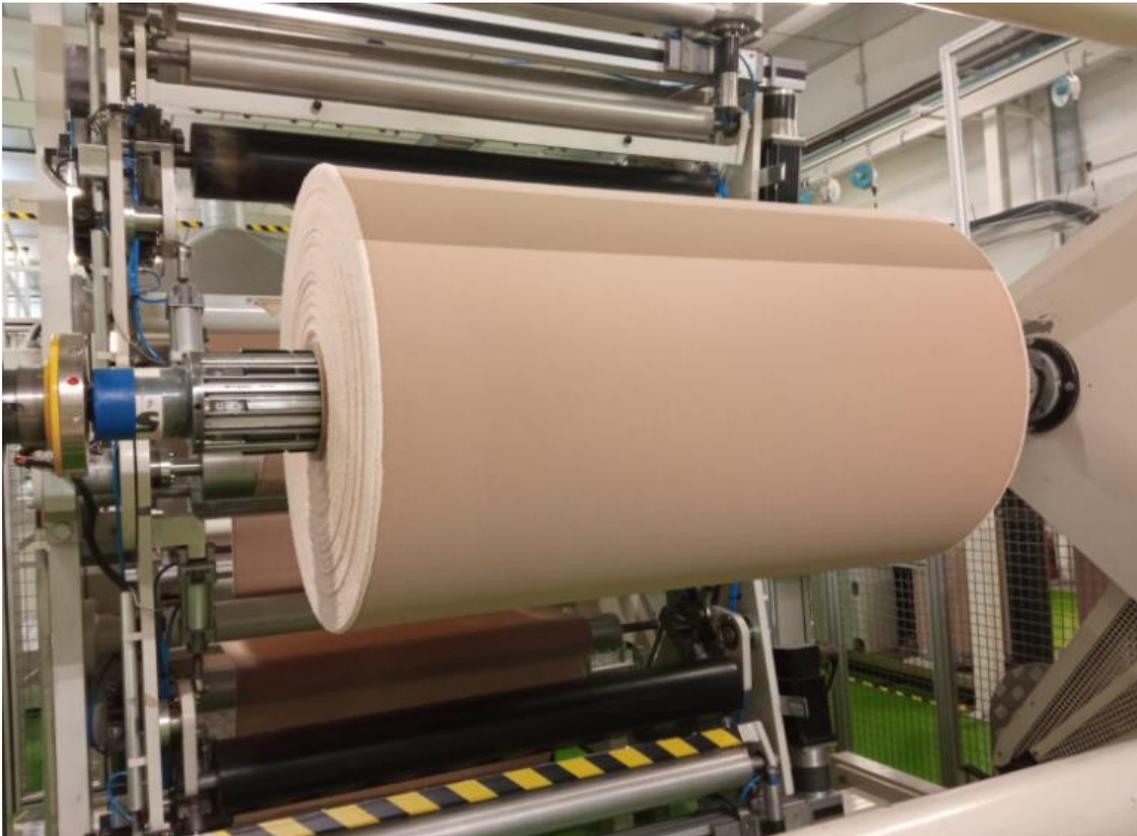


Figura 4.2: Bobina de Soporte en máquina Hotmelt.

El otro principal componente de este proceso es el adhesivo, cuyo formato se presenta en unos bidones que dependiendo del tipo del que se trate, pueden llegar a pesar entre 170 y 190 kg.



Figura 4.3: Bidones adhesivo termofusible.

Para consultar una figura relativa al paso del material y poder tener una idea más clara del recorrido de este proceso, ver anexo 5.1.

4.4.1. Fases.

Una vez introducido el funcionamiento a nivel general de este primer proceso, se detallarán las partes o subprocesos que lo componen, teniendo en cuenta todos los factores que pueden afectar al rendimiento de cada uno de ellos, y, por lo tanto, al rendimiento del proceso en general. Toda la información relacionada con el desarrollo de los siguientes apartados ha sido consultado en la documentación relativa a la instrucción general de trabajo de esta línea, como se podrá observar en la bibliografía.

4.4.1.1. Desbobinado inicial

La primera parte del proceso de unión hace referencia al desbobinado del soporte, o tejido exterior del apósito, este material naturalmente es proporcionado por el proveedor. Cabe resaltar que dependiendo de que tipo se trate, puede proporcionar defecto en las bobinas, los cuales siempre van indicados mediante unas marcas con cartulina de color naranja, de esa manera, los operarios podrán observar aquellas zonas conflictivas y corregir aquellos errores.

Estos defectos normalmente se suelen corregir en la segunda sección del proceso de producción, ya que la mecánica de la producción en Hotmelt impide parar la máquina salvo ocasiones donde no quede otra opción, ya que interrumpir el flujo del soporte supondría volver a tener que pasar todo el material por el recorrido de la máquina, hecho que representaría una inversión de tiempo muy importante.

La parte más crítica de este subproceso recae en el cambio de bobina, ya que lógicamente cuando una bobina está a punto de consumirse en su totalidad es necesario realizar la sustitución pertinente, y esta se desarrolla con el proceso en marcha, por lo que se debe realizar un empalme entre las dos telas de manera manual, reproceso que se puede consultar en mayor detalle en el documento oficial de manipulación de bobinas, el cual se puede observar reflejado en la bibliografía. Este empalme representa la criticidad mencionada anteriormente, ya que el operario se ve obligado a asegurar un cierto margen de seguridad (el cual se traduce en soporte que no se utiliza de la anterior bobina) para no comprometer la producción, es decir, en el momento de unir las dos bobinas es necesario no sobrepasar un límite que marca el final de la anterior bobina, porque de lo contrario, no se podrían unir las bobinas correspondientes.

En cuanto a la merma que se estudiará posteriormente, en este punto podemos encontrar el primer foco que, perteneciente al proceso propio, produce merma, más adelante se estudiará a fondo las cantidades que cada foco representa para diseñar el plan de acción correspondiente.

4.4.1.2. Eliminación de microbios.

Esta segunda parte corresponde a un proceso que simplemente busca eliminar los microbios que el soporte pueda contener, no hay que olvidar que el producto que se fabrica corresponde a un producto que está dentro del marco de regulación de la normativa que afecta a los productos sanitarios, por lo que las exigencias en cuanto a Higiene, desinfección y calidad son muy elevadas. Debido a esto, ha sido necesario conocer en mayor profundidad los procesos de limpieza del entorno, consultando la documentación que define la instrucción general de limpieza, la cual sale reflejada en la bibliografía.

Para llevar a cabo este proceso, una vez el material avanza a través de los cilindros se dispone a pasar por una estación cerrada donde se le aplica un tratamiento mediante luces ultravioleta. Cabe resaltar que en esta sección es indispensable llevar puestas

gafas de protección ocular debido al contacto con dichas luces, así mismo se indica en un cartel colocado en la zona.

Es cierto que respecto a la merma este proceso probablemente no represente un foco actualmente, ya que no existe ningún problema con la calidad de los apósitos producidos en ese sentido, pero cabe tener en cuenta este proceso, ya que la compañía se enfrentó a problemas graves en un pasado con el asunto de los microbios, todo debido finalmente a que un proveedor entregaba materia prima contaminada.

4.4.1.3. Aplicación del adhesivo.

Una vez el material está desinfectado la siguiente fase del proceso consta de la aplicación del adhesivo correspondiente, el mecanismo para realizar esta aplicación trata de un labio que aplica el adhesivo a lo largo del recorrido del soporte, dejando un pequeño margen en los extremos para que el adhesivo no se derrame una vez se le aplique el papel TP.

Para el TP se utiliza un desbobinador auxiliar que integra un sistema revólver para poder realizar cambios de bobina sin necesidad de parar la máquina, ya que éste puede con tener dos bobinas al mismo tiempo por lo que el cambio de alimentación al proceso se realiza mientras el eje del revólver rota. A continuación se mostrarán una fotografía que facilitará el entendimiento de este sistema.



Figura 4.4: Visión sistema revólver.

Es de vital importancia remarcar que existen tres tipos de adhesivos que se suelen emplear en las producciones, tal y como se puede consultar en la documentación oficial de condiciones de formato de máquina. Para estos tres, existen dos tipos de formatos para su aplicación, es decir, uno de los formatos puede servir para dos tipos de adhesivos, mientras que el otro solamente serviría para uno de ellos. Siempre que se necesite un cambio de formato, el tiempo empleado para ello es de aproximadamente 1h 30 min.

El procedimiento para aplicar estos 3 tipos de adhesivos es similar, este consta de unos fusores que aplican un calor suficiente para poder derretir el adhesivo (ya que este es presentado en estado sólido por el proveedor). Una vez derretido, se transporta mediante una bomba por unos conductos hacia los labios correspondientes. Hay en total 6 fusores, los cuales tienen definidos que formato pueden consumir cada uno de ellos.



Figura 4.5: Bidón de adhesivo colocado en el fusor.

Para la aplicación del adhesivo, como se ha mencionado anteriormente, existen dos tipos de formatos diferentes, estos hacen referencia al tipo de labio que se utiliza para su aplicación, ya que se cuenta con dos tipos de labios que funcionan mediante una mecánica distinta, mientras que uno funciona por contacto directo con el soporte, el otro lo deja caer desde un pequeño margen de espacio predefinido.

Los dos cabezales se caracterizan por dividir su ancho de aplicación en 6 zonas, dónde a través de unos tornillos se puede regular el caudal que cada una de estas zonas va aplicando durante la producción. El principal problema de este mecanismo, es que las zonas no son completamente independientes, es decir, si hay una gran diferencia de aplicación entre 2 zonas cercanas, es posible que las adyacentes se vean afectadas, por lo que regular eficientemente esta herramienta es relativamente complejo.

Sobre el formato en el que vienen los adhesivos, estos se presentan en unos bidones de aproximadamente 180-190 kg de peso, dependiendo del adhesivo. Por motivos de seguridad, siempre se deja una pequeña cantidad de adhesivo en el fondo de cada bidón una vez finalizada su utilidad, cantidad la cual se aprovecha posteriormente en futuras producciones. La metodología que se sigue para no desaprovechar estos adhesivos varia.

Uno de los adhesivos, concretamente el nombrado 32.11 simplemente se deja reposar o enfriar hasta que se vuelve a transformar en estado sólido, una vez hecho esto, se vierte en otro bidón. A partir del conjunto de pequeñas porciones que se van vertiendo en el nuevo bidón se acaba consiguiendo uno nuevo. En este caso no merece la pena hacer un estudio de la merma generada por este adhesivo, ya que la sencillez de su proceso de recuperación permite aprovechar prácticamente la totalidad del bidón.

El otro procedimiento representa un nivel más avanzado en cuanto a complejidad se refiere. Este proceso aplica a los adhesivos 36.19 y 33.36. Para poder aprovechar los restos de adhesivo, los bidones indicados deberán ser colocados y volcados en un horno que a partir del calor aplicado va haciendo caer progresivamente los restos de los antiguos bidones hacia unos nuevos bidones que están situados en la parte anterior. Para definir mejor este proceso, la compañía cuenta con un documento que detalla la mecánica de recuperación de adhesivo acrílico, como se puede ver en la bibliografía.

Uno de los subprocesos de valor no agregado que generan más merma trata del proceso de cambio de formato, en este se pueden llegar a desechar hasta 20 kg de adhesivo, cantidad representada casi en su totalidad por el adhesivo que se esté introduciendo.

Ya que una vez que se realiza el cambio de formato, se vacían las mangueras que conectan los fusores con el labio correspondiente y se derrama el adhesivo que va a ser sustituido en los bidones que ya se estaban utilizando, de ese modo se recupera el adhesivo saliente.

En cambio, una parte del adhesivo que se va a introducir debe ser desechada, ya que las primeras unidades que se consuman se mezclarán con los restos que queden en las mangueras de los anteriores adhesivos. Naturalmente, ya se ha valorado la opción de cambiar las mangueras en los cambios de formato, pero la complejidad a nivel técnico supondría una inversión de tiempo del que no se dispone en los ciclos operativos de esta sección.

Este apartado representará un de los principales focos en el proyecto, ya que la suma de diversos factores técnicos y organizacionales produce un campo de trabajo muy interesante de cara al seguimiento.

Por un lado, será necesario monitorizar las diferentes etapas de los bidones durante su uso, desde que llega hasta que pasa por el proceso de recuperación, de este modo, se podrá observar hacia donde se dirige cada cantidad de adhesivo consumido y donde se generan los puntos de merma relativos a esta materia prima. Como se mencionó en el objeto, la errónea trazabilidad de estos recursos supuso una desviación de más de 100.000 € en el inventario del año anterior.

También será clave controlar los cambios de formato que se produzcan, para ello, se cuantificarán las cantidades de materia prima que se pierden en cada uno de estos cambios, y se definirán parámetros a registrar como el tipo de cambio de formato, para determinar las pérdidas que produce tipo de cambio, y el turno, donde se determinará si existe algún operario en cuestión que realice el cambio de adhesivo de manera más eficiente, ya que este es un proceso muy manual.

4.4.1.4. Perforación mediante aire comprimido

A raíz de la aplicación del adhesivo en cuestión, es necesario realizar una perforación utilizando una técnica que se basa en la aplicación de aire comprimido para abrir de nuevo los poros del material. La razón por la cual se aplica este subproceso es simple, y es que teniendo en cuenta el producto final que se está fabricando, concretamente apósitos, uno debe ser consciente de que al tratarse de un producto que se aplicará en la piel, este debe dejar respirar a la zona dónde se aplique.

En este subproceso la merma generada en cuanto a materia prima es nula, por lo que no se pondrá foco en esta parte del proceso durante el diseño del plan de seguimiento y acción.

4.4.1.5. Unión con bobina de TP

Una vez se obtiene la tela con el adhesivo aplicado, se procede a la unión de esta superficie con otro material, en este caso se observó la unión con una bobina de papel llamada “TP”. El proceso para desbobinar el material es similar al de la tela inicial, incluyendo un empalme manual entre las dos bobinas.

La unión se desarrolla mediante dos cilindros que rotan de manera inversa para unir los dos materiales en la zona central de su separación, es decir, estos cilindros están colocados de manera horizontal uno justo por encima del otro para poder realizar la unión en la parte central.

4.4.1.6. Rebobinado

Para acabar la parte final de proceso, la unión entre la tela inicial y el papel TP se vuelve a rebobinar en otro cilindro que se encuentra en la parte final del recorrido.

Cabe mencionar que el cambio de bobina en este caso conlleva un proceso en el cual se utiliza una técnica distinta a la detallada anteriormente, y es que en esta situación se puede reducir la velocidad del movimiento de los cilindros, y por consiguiente la velocidad de rebobinado, lo que produce una mayor exactitud por parte del operario a la hora de realizar el cambio de bobina en un punto más adecuado. Al igual que con la bobina de tela, el transporte se lleva a cabo mediante unos ganchos y grúa que contiene una guía en el tejado.

Para acabar, se secciona una superficie circular del material final para realizar un control de calidad respecto al gramaje del material. Estos datos se toman en cuenta para monitorizar la evolución de la consecución del objetivo estándar en cuanto al gramaje, como se puede observar, este control de calidad supone un punto de mejora claro de cara a futuro debido a dos principales motivos, por una parte, produce una sección que más tarde será desechada en cada bobina que se produce, y por otro lado, el hecho de realizar un control de calidad al final de proceso no permite avanzar a los errores como si lo permitiría un control durante el proceso.

Es importante recalcar que los metros defectuosos que presentan los proveedores (sobre todo aquellos que proveen diseños complejos) no se desechan en Hotmelt, y por consiguiente no se contabiliza como una merma generada por el proveedor, lo que provoca errores al realizar los inventarios a final de año.

4.4.2. Diagrama de flujo.

A continuación, se incorpora el diagrama. Este hace referencia al flujo de todo el proceso, indicando las fases, que tipo de merma se produce y el motivo aparente.

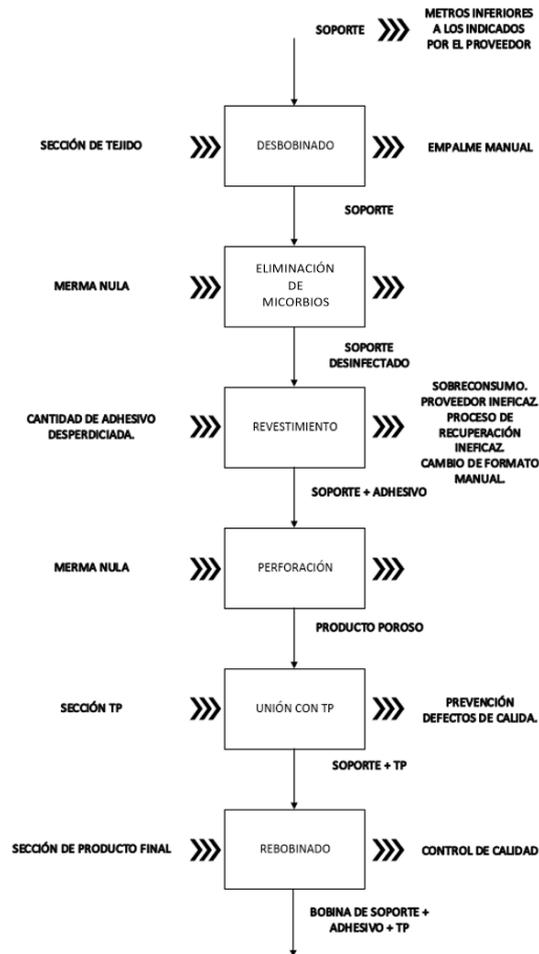


Figura 4.6: Diagrama de bloques proceso.

Podemos observar como el principal volumen de merma referente al propio proceso se produce en 2 fases, el primero de ellos es en el rebobinado, justo en el momento de hacer el cambio de bobina, ya que como se ha detallado anteriormente se debe a los metros de soporte que se desaprovechan al someterse al riesgo de no poder unir la sección final de la anterior bobina con el principio de la nueva.

5. Objetivos de detalle y especificaciones técnicas.

A partir del caso presentado se definirán los objetivos a cumplir con el proyecto, los cuales estarán fuertemente correlacionados con los objetivos que tiene la compañía en un entorno productivo real. También se definirán las correspondientes especificaciones técnicas que posibilitarán el cumplimiento de estos objetivos.

Gracias a toda la investigación llevada a cabo para poder redactar los antecedentes, se ha podido establecer una base dónde situar a la compañía, de esta manera, se pueden definir los objetivos de manera alcanzable y realista.

Los objetivos y sus correspondientes especificaciones técnicas son los siguientes:

1. **Implementar una trazabilidad que permita reducir las desviaciones de inventario de Hotmelt a un 4%:** Se pretende mejorar la coordinación entre los datos físicos y digitales referentes a los flujos de merma producidos, ya que la compañía el último año se vio afectada por una desviación de más de 100.000€ en concepto de inventario de materias primas, en lo que a bobinas y adhesivos se refiere. Esta desviación se sitúa actualmente en un valor de un 6,5% relativo a la sección Hotmelt, dato registrado del último año. El principal componente de estas desviaciones es el adhesivo 33.36, tal y como se puede consultar en el registro de documentos oficiales de inventarios de la compañía, dónde este representa el 43 % del total de Hotmelt, y el 13% de la planta completa.
 - Implementar un contador de metros calibrado por una empresa especializada → Gracias a la certificación de una empresa que calibre este tipo de contadores, se podrá garantizar la correcta toma de datos y su posterior reclamación a los proveedores.
 - Contabilizar los metros defectuosos desechados en secciones posteriores → Para contabilizar de manera correcta las cantidades útiles aportadas en cada bobina por el proveedor, será necesario no solamente medir los metros entregados, sino también descontar aquellos defectuosos. Por motivos de productividad, estos deben de ser desechados en la sección posterior (corte), ya que la máquina Hotmelt generaría una gran cantidad de ineficiencias si se tuviera que parar para retirarlos.

- Contabilizar los metros desechados en los cambios de bobina → También será necesario tomar constancia de la merma producida por el propio proceso, y una de las fases del proceso que genera desperdicio corresponde al cambio de bobina, donde se pierde una sección de soporte. La idea es contabilizar estas secciones y clasificar las pérdidas ocasionadas en cada bobina en función de la etapa donde se haya producido.
 - Monitorizar los pesajes en las diferentes etapas de los bidones de adhesivo → De la misma forma que con los soportes, será necesario monitorizar qué cantidades de adhesivo se utilizan en cada fase de su ciclo de vida útil, para luego determinar donde se ha originado cada merma. Se llevarán a cabo diferentes pesajes para calcular las diferencias entre ellos y determinar las cantidades consumidas.
 - Monitorizar las cantidades desechadas en los cambios de formato de adhesivo → Como se mencionó en los antecedentes, anteriormente nos estaba monitorizando las cantidades que se perdían en los diferentes cambios de formato relativos a los adhesivos. En este caso, se creará una ficha para que los operarios la vayan rellenando a medida que se vayan produciendo estos cambios de formato, donde indicarán qué cantidades se han perdido en cada cambio.
2. **Sustituir el control de calidad final por un control de proceso:** Actualmente se pretende sustituir un control de calidad final por uno de proceso, el motivo es simple, y es que un control de proceso permite reaccionar con mucha más previsión en cuanto se detectan anomalías en la aplicación de adhesivo. Mientras que el control de calidad final simplemente mide el gramaje aplicado en un punto de la sección longitudinal, el control por proceso permite establecer un control periódico de la aplicación del adhesivo durante la producción, pudiendo monitorizar las regulaciones de las aplicaciones de adhesivo durante las variaciones de algunos parámetros como puede ser la velocidad. Del mismo modo, el control por proceso permite detectar anomalías durante el desarrollo de la producción, por lo que representa un control más exhaustivo de los diferentes orígenes que pueden causar merma para la compañía. En este caso, se pretende conseguir un ahorro entorno a los 1500€ únicamente con los metros que se ahorrarían eliminando este control de calidad.

- Implementar un sensor de gramaje calibrado por una empresa especializada → Para garantizar la correcta monitorización de la aplicación de adhesivo, será necesario implementar una herramienta que permita dicha monitorización en flujo continuo, y no como control de calidad final.
El sensor medirá a un punto específico de la bobina, donde indicará la cantidad de gramaje en tiempo real que se está aplicando a lo largo del recorrido, lógicamente, la posición de este punto podrá ser modificado mediante un mando que controlarán los operarios.
 - Conectar el sensor de gramaje a un ordenador con un software programado para mostrar datos de las aplicaciones de gramaje → Todos estos datos tomados no serían útiles si posteriormente no se recogieran gestionarán a través de una herramienta que permitirá la visualización de la aplicación en diferentes tipos de soportes y adhesivos. de esta manera se podrá obtener una información muy detallada y específica sobre la producción de la merma en diferentes ámbitos.
3. **Cuantificar e identificar los focos de merma:** El principal beneficio de la cuantificación de los focos de merma es la de una generación de una base de datos sobre la que priorizar futuras acciones de mejora, además de entregar a la compañía un control mucho más detallado del rendimiento de sus producciones que con una simple consulta en los indicadores definidos anteriormente, ya que de esta manera, se pueden llegar a las diferentes conclusiones que provocan el registro de los diferentes resultados obtenidos a lo largo del tiempo. Se pretende obtener una cuantificación donde se pondrá principal objetivo en el 20% de la causa que generen el 80% de los volúmenes de merma.
- Implementar un contador de metros calibrado por una empresa especializada → Gracias a la certificación de una empresa que calibre este tipo de contadores, se podrá garantizar la correcta toma de datos y su posterior reclamación a los proveedores.
 - Contabilizar los metros defectuosos desechados en secciones posteriores → Para contabilizar de manera correcta las cantidades útiles aportadas en cada bobina por el proveedor, será necesario no solamente medir los metros entregados, sino también descontar aquellos defectuosos. Por motivos de productividad, estos deben de ser desechados en la sección posterior (corte), ya que la máquina

Hotmelt generaría una gran cantidad de ineficiencias si se tuviera que parar para retirarlos.

- Contabilizar los metros desechados en los cambios de bobina → También será necesario tomar constancia de la merma producida por el propio proceso, y una de las fases del proceso que genera desperdicio corresponde al cambio de bobina, donde se pierde una sección de soporte. La idea es contabilizar estas secciones y clasificar las pérdidas ocasionadas en cada bobina en función de la etapa donde se haya producido.
- Monitorizar los pesajes en las diferentes etapas de los bidones de adhesivo → De la misma forma que con los soportes, será necesario monitorizar qué cantidades de adhesivo se utilizan en cada fase de su ciclo de vida útil, para luego determinar donde se ha originado cada merma. Se llevarán a cabo diferentes pesajes para calcular las diferencias entre ellos y determinar las cantidades consumidas.
- Monitorizar las cantidades desechadas en los cambios de formato de adhesivo → Como se mencionó en los antecedentes, anteriormente nos estaba monitorizando las cantidades que se perdían en los diferentes cambios de formato relativos a los adhesivos. En este caso, se creará una ficha para que los operarios la vayan rellenando a medida que se vayan produciendo estos cambios de formato, donde indicarán qué cantidades se han perdido en cada cambio.
- Realizar un Pareto sobre los focos de merma → Para poder gestionar los recursos en un futuro plan de acción, será necesario organizar toda la información de los datos tomados, una herramienta muy utilizada en el mundo industrial son los diagramas de Pareto, la cual te permite clasificar los orígenes de merma en función del impacto total en la merma. Esta es una de las herramientas de las que se han adquirido su conocimiento durante el desarrollo del grado, tal y como se podrá ver en la bibliografía, en asignaturas como diseño de sistemas productivos, o estrategia de producción, entre otras.
- Implementar un sensor de gramaje calibrado por una empresa especializada → Para garantizar la correcta monitorización de la aplicación de adhesivo, será necesario implementar una herramienta que permita dicha monitorización en flujo continuo, y no como control de calidad final. El sensor medirá a un punto específico de la bobina, donde indicará la cantidad de gramaje en tiempo real

que se está aplicando a lo largo del recorrido, lógicamente, la posición de este punto podrá ser modificado mediante un mando que controlarán los operarios.

- Conectar el sensor de gramaje a un ordenador con un software programado para mostrar datos de las aplicaciones de gramaje → Todos estos datos tomados no serían útiles si posteriormente no se recogieran gestionarán a través de una herramienta que permitirá la visualización de la aplicación en diferentes tipos de soportes y adhesivos. de esta manera se podrá obtener una información muy detallada y específica sobre la producción de la merma en diferentes ámbitos.

4. **Ajustar los parámetros Hotmelt para optimizar el consumo de adhesivos:**

Mediante los experimentos a realizar, se pretende identificar la combinación de los valores de cada parámetro que optimice la aplicación del adhesivo en los distintos soportes. Para poder optimizar el consumo de adhesivo, se deberá tener en cuenta que el avión disponible aplica cantidades de adhesivo irregulares en función de la zona correspondiente. Por el momento, se han definido 6 zonas diferentes con el control de gramaje final que se estaba realizando.

El gran reto relacionado con este objetivo será el de definir el conjunto de parámetros necesarios para que las diferentes zonas estén dentro de los requisitos mínimos productivos y al mismo tiempo se pueda minimizar el consumo de adhesivo. El objetivo numérico en este caso pasará por recortar la desviación total respecto al objetivo en un 50%.

- Implementar un sensor de gramaje calibrado por una empresa especializada → Para garantizar la correcta monitorización de la aplicación de adhesivo, será necesario implementar una herramienta que permita dicha monitorización en flujo continuo, y no como control de calidad final. El sensor medirá a un punto específico de la bobina, donde indicará la cantidad de gramaje en tiempo real que se está aplicando a lo largo del recorrido, lógicamente, la posición de este punto podrá ser modificado mediante un mando que controlarán los operarios.
- Conectar el sensor de gramaje a un ordenador con un software programado para mostrar datos de las aplicaciones de gramaje → Todos estos datos tomados no serían útiles si posteriormente no se recogieran gestionarán a través de una herramienta que permitirá la visualización de la aplicación en diferentes tipos de

soportes y adhesivos. de esta manera se podrá obtener una información muy detallada y específica sobre la producción de la merma a diferentes niveles.

6. Justificación de prestaciones

Una vez se ha detallado los objetivos relativos al desarrollo del proyecto, el siguiente paso consistirá en justificar las prestaciones de las alternativas seleccionadas, en este caso se detallarán las acciones relacionadas con la implementación de estas herramientas definirán sus prestaciones técnicas, enumerando sus principales ventajas.

Debido a la dualidad del foco del proyecto, se dividirán las alternativas en dos principales bloques a tratar. En ellos se seguirán una serie de pasos para mecanizar el control del volumen de merma generado, de la trazabilidad de su flujo y de la causa que lo genere, de esta forma se pretenden establecer las bases y proporcionar la información que determinarán los pasos a seguir en un futuro plan de acción.

6.1. Alternativas para el seguimiento de los adhesivos.

6.1.1. Sensor de gramaje en un punto.

En cuanto a las opciones para medir el gramaje aplicado, la alternativa seleccionada finalmente ha estado el sensor de gramaje en un punto, esto se debe principalmente a que las prestaciones que puede ofrecer son muy elevadas en comparación al bajo coste que esta implementación supone.

Esta alternativa ofrecerá principalmente los datos de gramaje aplicados en diferentes puntos a lo ancho de la bobina, se conoce con anterioridad que la aplicación de adhesivo por parte del cabezal es asimétrica, y viene distribuida de manera que se pueden determinar diferentes zonas en función del flujo de aplicación, por lo que se tendrá que determinar un número exacto de pruebas a lo ancho de la bobina.

El sensor permite ajustarse mediante un mando con dos botones que regulan la posición horizontal del sensor. Se conectará a un ordenador que contendrá un software programado para generar gráficas donde se mostrará el flujo de adhesivo aplicado en los diferentes anchos y soportes utilizados. Se mencionó anteriormente, este seguimiento se realizará en el cabezal FC, debido a que éste es el que mayor flujo de merma genera por volumen producido e ineficiencias técnicas.

La idea es realizar un seguimiento con el fin de determinar la parametrización óptima para cada tipo de producción, dónde se considerarán variables relacionadas con el proceso tales como la velocidad, la tensión, el flujo de aplicación y el soporte.

Para conseguir el objetivo de aplicación, se deberá seguir el volumen mínimo requerido en aquel punto donde la aplicación del flujo sea la menor posible, con tal de cumplir con las especificaciones del cliente y consumir la menor cantidad posible.

El aspecto del sensor es el siguiente.



Figura 6.1: Sensor de gramaje.

Para consultar más información sobre el desarrollo técnico del sensor de gramaje en un punto, ver anexo 3.1.

6.1.2. Control de pesajes en las fases de vida útil de los bidones.

Otra de las soluciones relacionadas con la monitorización de los adhesivos es la de controlar los diferentes pesajes que los bidones pueden obtener en las fases de su ciclo de vida.

Para tomar constancia de estos datos, se entregará a los operarios unas etiquetas donde identificarán datos adjuntos al bidón y su lote, además del número de orden Y los correspondientes pesajes. El aspecto de las etiquetas en cuestión sería el siguiente.

ADHESIVO _____
LOTE/BACH PROVEEDOR _____
LOTE BMA _____
Nº BIDÓN _____
PESO BMA _____ KG
FUSOR EMPLEADO _____
PESO BIDÓN CONSUMIDO _____ KG
PESO BIDÓN VACÍO _____ KG

Figura 6.2: Etiqueta de control de fases de vida útil.

Como se observa en la imagen también se pretende diferenciar el tipo de adhesivo en cuestión y el número de fusor en el cual ha sido utilizado, con el fin de identificar diferencias de rendimiento que tengan raíz en estos componentes.

Una vez se haya tomado constancia de los datos en cuestión, se realizarán los correspondientes cálculos en una tabla Excel donde se mostrarán los resultados de la merma generada en cada uno de los procesos, desde el propio proveedor, hasta la fase de recuperación.

Del mismo modo, los bidones recuperados dispondrán de otra etiqueta donde los operarios indicarán a partir de que bidones de materia prima están formados y cuánta cantidad ha aportado cada 1 de ellos. de esta forma, se podrá trazar de manera óptima los bidones generados por la propia compañía, hecho que representaba un problema en el inventario de años anteriores. Esta etiqueta tendrá el siguiente formato.

BIDON 2					
	LOTE PROVEEDOR	LOTE BMA	Nº BIDÓN	CANTIDAD APORTADA	FECHA RECUP.
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

Tabla 6.1: Etiqueta de bidones recuperados.

6.1.3. Control de pesajes en los cambios de formato.

Como se explicó anteriormente en el proceso de revestimiento, muchas veces es necesario realizar un cambio de formato en la máquina Hotmelt en relación con los adhesivos que se utilizan, y por consecuencia de este proceso se pierden unos kilos muy valiosos de adhesivo, los cuales hasta el momento no se estaban cuantificando.

Para depositar estos desechos los operarios disponen de un bidón vacío dónde van vertiendo los restos de adhesivos hasta que éste está lleno, una vez hecho esto, se sustituye el bidón y se vuelve a comenzar el proceso. para controlar las pérdidas ocasionadas se realizarán a partir de este momento pesajes cada vez que se lleve a cabo un cambio de formato, y para tomar los datos correspondientes, se entregarán unas etiquetas a los operarios dónde apuntarán los datos relacionados con el peso del bidón, el tipo de cambio de adhesivo, la fecha y el turno donde se realizó el cambio.

Una vez hecho esto se pasarían los datos a un sistema informático, donde se irían recolectando todos y cada uno de los valores registrados en cada tipo de monitorización que se haga, para finalmente identificar los diferentes tipos de merma generada.

La etiqueta que se entregará a los operarios tendrá el siguiente aspecto.

IDENTIFICACIÓN BIDÓN DE DESECHO _____		
TODOS LOS PESAJES SE REALIZARÁN SIN TAPA		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> PESO INICIAL _____ KG </div>		
TIPO DE CAMBIO	FECHA Y TURNO	PESO DESPUÉS DEL CAMBIO
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG
DE _____ A _____	__/__/__ TURNO	_____ KG

Figura 6.3: Etiqueta monitorización cambio de adhesivo.

Para poder consultar la información relativa a la viabilidad técnica de las diferentes herramientas empleadas durante estos procesos, se deberá consultar el anexo 3.2.

6.2. Alternativa para el seguimiento de lo soportes.

6.2.1. Contador de metros calibrado por una empresa externa.

Finalmente, en cuanto a los soportes he decidido tomar la alternativa de implementar un contador mecánico calibrado por una empresa externa especializada, este contador ofrecerá el volumen exacto irreal de los metros proporcionados por el proveedor en cada una de las bobinas que se consuman, y de ese modo permitirá a la empresa verificar si los datos que proporciona el proveedor son ciertos para realizar posibles reclamaciones en un futuro.



Figura 6.4: Contador de metros.

Para llevar a cabo este seguimiento, los operarios en cuestión apuntarán la cifra de metros proporcionada por el contador, adjuntando la con la etiqueta del proveedor, donde se indicarán los datos de la bobina. Para ello, estos operarios en cuestión dispondrán de unas plantillas donde colocarán la etiqueta de cada bobina con dicha cifra registrada. Esta plantilla simplemente será un recuadro donde indicará el lugar en el que habrá que adjuntar la etiqueta.

NºORDEN:
PONER ETIQUETA PROVEEDOR

Figura 6.5: Etiqueta datos proveedor.

En el punto 3.3 de los anexos se podrá consultar toda la información necesaria para garantizar la calidad técnica de este elemento de medición.

6.2.2. Contabilizar retales.

Otra de las acciones para contabilizar la merma generada durante el proceso, constara de archivar y medir los retales producidos en cada cambio de bobina. Para llevar a cabo esta acción, los operarios dispondrán de una caja señalizada y dedicada especialmente a depositar retales. Una vez estos estén colocados, se apuntará el número de orden y bobina sobre la cual afecto este cambio, para poder llevar a cabo un seguimiento exhaustivo en cada una de las órdenes que se lleven a cabo.

Una vez al día, se hará una ronda donde se pasarán a medir estos retales y apuntarán las cifras correspondientes, en función de la evolución de los datos tomados, se tomará la decisión futura de continuar haciendo este proceso, ya que por poco que sea, incluye una inversión de tiempo por parte de los operarios.

6.2.3. Contabilizar defectos.

Para llevar a cabo la monitorización de los defectos, se seguirá un procedimiento similar al de los retales, entregándose una caja a los operarios de las dos líneas de corte existentes para que puedan guardar todas las secciones extraídas. En este caso, habrá que diferenciar entre 2 tipos de cajas, la primera, enfocada al depósito de secciones defectuosas con origen en la línea de corte, y otra caja donde colocarán las secciones que tengan un defecto que se haya originado en la línea Hotmelt. Cabe mencionar que en este proyecto tal y como se remarcó en el alcance solamente se llevará a cabo la monitorización de la merma de Hotmelt, por lo que solo se registrarán y tomarán en cuenta los datos relativos a esta sección.

Una vez se tenga constancia de todos y cada uno de los datos referentes a las bobinas producidas, se estimará que flujo de merma produce cada componente.



Figura 6.6: Cajas de depósito

7. Viabilidad técnica.

Además de justificar los parámetros, las prestaciones y las ventajas de las alternativas de soluciones seleccionadas, también se hará una descripción del desarrollo técnico que posibilitará la implementación de estas herramientas, respecto al análisis económico y medioambiental.

Cabe mencionar que previamente al análisis de viabilidad técnica, se ha llevado a cabo una metodología para seleccionar la alternativa más adecuada, ya que el inicio del proyecto se barajaron diferentes opciones con sus respectivos pros y contras, en el punto 3 de los anexos se podrán observar las valoraciones que finalmente se atribuyeron a cada una de las alternativas.

En este primer análisis de viabilidad se determinará la posibilidad desde el punto de vista técnico de implementar las soluciones planteadas, para ello, se hará un análisis de las especificaciones técnicas de cada producto o solución, y posteriormente se definirá qué tipo de coste supondrá para la empresa la implementación de cada solución.

En este documento se describirá de manera conceptual los análisis de viabilidad realizados, para poder consultar más información acerca de las características técnicas de los dispositivos y herramientas, ver anexo 4.

7.1. Sensor de gramaje en un punto.

Esta será la solución que supondrá una complejidad técnica más elevada, Tratándose de un elemento de alta precisión que mediante sensores infrarrojos mide la cantidad aplicada en un punto con un diámetro de 1cm. Gracias a visión óptica mejorada este sensor es inmune a los cambios de humedad y temperatura, proporcionando una fiabilidad elevada.

El sensor se compone principalmente de una estructura horizontal protegida por una carcasa de alta resistencia, conteniendo la lente en su cara posterior, mientras que en el lado contrario posee unas guías para poder desplazarse horizontalmente a lo largo del ancho de la bobina.



Figura 7.1: Sensor de gramaje instalado.

Una vez el sensor está instalado, será necesario conectar la salida de los datos tomados a un ordenador con un software programado, este monitorizará los datos en cuestión y generará gráficas de consumo, distinguiendo así entre los diferentes soportes y adhesivos que se están utilizando en cada momento. Para ello será necesario introducir toda la información relativa a las diferentes producciones que se pueden seleccionar, incluyendo los nombres de los soportes.

En cuanto a la mecánica que seguirán los operarios, se basará en ir modificando la posición del sensor a través del selector, para ello, se definirán una serie de posiciones a medir para cada soporte, y posteriormente se definirá el orden en el que este operario deberá realizar las modificaciones.

De cara a la implementación de este proceso, se estudiarán en qué tiempos muertos pueden realizar estas acciones los operarios en cuestión, ya que habrá que tener en cuenta que se está sumando una nueva actividad en sus tiempos de trabajo, por suerte, la sección Hotmelt es con diferencia la línea donde los operarios disponen de más tiempos muertos, convirtiéndose en un lugar idóneo para implementar acciones de seguimiento.

7.2. Control de pesajes en las fases de vida útil de los bidones.

Para llevar a cabo el seguimiento de los pesajes de los bidones, será necesario utilizar dos herramientas principales, de las se deben escoger características técnicas adaptadas a las acciones a realizar.

La primera herramienta consistirá en una báscula que permitirá pesar los bidones con un alto grado de exactitud, dicha báscula, naturalmente estará calibrada por otra empresa

externa, también especializada en este tipo cuestiones. los resultados del pesaje aparecerán en una pequeña pantalla dónde los operarios podrán consultar el resultado y apuntarlo en las correspondientes etiquetas mostradas anteriormente.



Figura 7.2: Báscula.

La otra herramienta que se utilizará para manipular los bidones, es una grúa nombrada polipasto, la cual permite elevar y transportar el bidón con seguridad. esta herramienta ya estaba presente en la propia compañía, ya que es necesario utilizarla para colocar los bidones en los fusores, en este caso no representará un coste de inversión por dicho motivo.

El primero de los pesajes será el correspondiente al peso inicial del bidón, éste se realizará una vez se haya identificado con un número y se haya extraído la tapa. Los operarios apuntarán el dato obtenido en el campo correspondiente de la etiqueta diseñada. También será necesario apuntar el número del fusor en el que se va a consumir el bidón.

El siguiente pesaje, se realizará una vez el bidón haya sido extraído del fusor, se llevará a cabo una vez se haya enfriado el adhesivo por motivos de seguridad, y de nuevo, se apuntará el dato en el siguiente campo de la etiqueta.

Por último, se introducirá el bidón en el horno de recuperación. Previamente se indicará en la etiqueta de bidones recuperados a que lote, orden y número de bidón corresponde.

Una vez el proceso de recuperación haya terminado, los operarios se dispondrán a pesar el bidón por última vez, y para finalizar, apuntarán este dato en el último campo de la etiqueta.

7.3. Control de pesajes en los cambios de formato.

Para realizar los pesajes al final de cada cambio de formato se utilizará la misma báscula que con la opción anterior, en este caso, los operarios simplemente deberán apuntar la cifra otorgada por la báscula al final De cada cambio de formato. También deberán apuntar qué tipo de cambio de adhesivo se ha realizado y en qué fecha y turno Toda esta información se registrará en las etiquetas mostradas anteriormente, y una vez se complete un bidón entero, los datos se traspasaran a un sistema informático donde se contabilizará la merma generada.

7.4. Contador de metros calibrado por una empresa externa.

A continuación, se mostrarán los detalles técnicos del contador de metros que se adquirirá a una empresa especializada, este contador funciona mediante un sistema de rotación que va registrando el número de vueltas que da el rodillo para calcular los metros de soporte que se producen.



Figura 7.3: Contador de metros.

8. Datos tomados.

En el siguiente capítulo se mostrarán los datos obtenidos hasta el momento en esta primera fase del proyecto de detalle. hoy en día, ya se tienen datos suficientes relativos a los diferentes orígenes de merma que se relacionan con los soportes y los adhesivos como para poder ir definiendo algunas pequeñas acciones a corto plazo, las cuales están relacionadas con la estandarización de procesos y mejora de la efectividad de la cadena de suministro, ya que se han podido detectar posibles carencias en la definición de algunos contratos de los proveedores.

8.1. Control de adhesivos.

El primer gran bloque de datos que se mostrarán serán los relacionados con el control de la merma de los dos tipos de adhesivos que se están monitorizando, cabe recordar que estos dos son aquellos de tipo acrílico nombrados 33.36 y 36.19 por parte de la compañía. los resultados obtenidos en la primera toma de datos se dividirán, por una parte, en el registro de los datos tomados por el sensor de gramaje, y, por otro lado, el registro de los diferentes paisajes a lo largo de la vida útil de los bidones, conjunto el cual nos permitirá obtener diferentes conclusiones relativas tanto al rendimiento de los proveedores, como del propio proceso.

8.1.1. Registro de gramajes.

En este primer punto se mostrarán los datos que se han tomado en cuanto a la aplicación de adhesivo, estos permitirán extraer conclusiones de cara a la definición de propuestas, que se basarán en el ajuste de los diferentes tornillos que regulan el caudal de adhesivo que se reparten en las 6 diferentes zonas del cabezal.

Se podrá observar que estos datos se dividen en función de la especificación inicial de aplicación de adhesivo, es decir, este cabezal tienes la posibilidad de producir aplicando 3 diferentes cantidades de adhesivo, las cuales equivalen a 120, 94,47 y 104,71.

Estos valores serán asignados al nombre del soporte con el cual se relacionan, que son los nombrados Elastic, One fabric y Classic.

Elastic

ELASTIC							
Nº BOBINA	GRAMAJE EN LAS DIFERENTES ZONAS						ESTÁNDAR
1	118	120	118	121	120	121	120 ± 10 gr/m ²
2	120	121	119	122	119	122	
3	124	122	120	121	119	121	
4	124	121	123	124	123	125	
5	121	121	118	120	119	123	
6	122	120	119	118	117	122	
7	124	123	120	123	122	124	
8	124	121	120	120	120	122	
MEDIA	122,13	121,13	119,63	121,13	119,88	122,50	
	121,06						

Tabla 8.1: Resultados gramaje Elastic.

La primera especificación estudiada corresponde a valor nominal de 120 gr/m², con una tolerancia de 10 gr/m². Como se puede observar en la tabla, la media total aplicada es de 121,06 gr/m², por lo que se pierde una media de 1,06 gr/m². Teniendo en cuenta que el material elástico es un soporte que se fabrica constantemente y corresponde a 1 de las principales producciones de la empresa, esta desviación supondrá un coste muy elevado al final del año.

La principal conclusión que se puede extraer, es que en este caso las zonas donde sería necesario reducir el consumo se encuentran en los bordes del labio, ya que la zona 1 y 6 son las que más aplicación de gramaje realizan.

En un futuro se podrá estudiar la principal propuesta de optimización de gramaje, que irá acompañada con el potencial ahorro que puede suponer esta acción, ya que se pueden contabilizar los metros totales producidos en el último año de cada soporte.

One fabric

ONE FABRIC							
Nº BOBINA	GRAMAJE EN LAS DIFERENTES ZONAS						ESTÁNDAR
1	46	42	45	48	48	45	45±5 gr/m ²
2	47	42	41	45	46	48	
3	45	41	43	46	46	46	
4	47	43	41	46	50	46	
5	48	44	41	45	47	46	
6	44	42	43	49	47	50	
7	47	42	43	50	49	48	
8	48	42	42	49	49	46	
9	44	42	41	46	46	48	
10	44	40	44	48	48	47	
11	44	44	42	47	46	43	
MEDIA	45,82	42,18	42,36	47,18	47,45	46,64	45,27

Tabla 8.2: Resultados gramaje One fabric.

El siguiente soporte estudiado corresponde al One fabric, este soporte tiene una especificación de 45 gr/m² como valor nominal, y una tolerancia de 5 gr/m². en este caso la desviación que se puede observar como media total no es tan elevada, pero debido a la diferencia de aplicación entre algunas zonas, se puede observar un problema operativo en el propio labio cuando trabaja con esta especificación, ya que se pueden observar diferencias de hasta 5 gr/m², lo que representa una necesidad de ajuste en la mecánica del proceso.

Debido a la complejidad de la acción necesaria, Esta acción está planificada para ser implementada de cara a un futuro plazo, por lo que no se implementará una acción como tal en la memoria intermedia, ya que la necesidad de llevar a cabo un estudio de la propia maquinaria para poder detallar la acción La convierte en una propuesta a medio-largo plazo.

Classic

CLASSIC							
Nº BOBINA	GRAMAJE EN LAS DIFERENTES ZONAS						ESTÁNDAR
1	67	65	68	75	71	76	75±5 gr/m ²
2	68	67	69	71	73	72	
3	70	68	68	69	73	74	
4	72	68	73	73	73	76	
5	71	68	72	68	69	71	
6	72	67	71	74	75	73	
7	69	68	70	73	72	71	
MEDIA	69,86	67,29	70,14	71,86	72,29	73,29	70,79

Tabla 8.3: Resultados gramaje Classic.

La última especificación estudiada correspondía al soporte nombrado como Classic, este soporte corresponde al formato más antiguo fabricado por la compañía, el cual tiene un estándar de aplicación de gramaje de 75 gr/m², Con una tolerancia de 5 gr/m². Respecto a los datos obtenidos, cabe remarcar la importancia de calcular las medias diferenciadas entre las zonas del labio, ya que puede parecer a primera vista que la media total aplicada es la óptima, ya que está muy cerca de los 70 gr/m², el cual es el valor mínimo necesario.

Como se puede observar en la figura, actualmente hay más de una zona que no cumple el estándar requerido, por lo que será necesario ajustar el cabezal para subir ese gramaje, y del mismo modo, esta acción provocará que las zonas que más consumen actualmente también experimenten este crecimiento de consumo, por lo que será necesario por una parte subir el gramaje general, y por otra ajustar las diferencias entre las diferentes zonas.

8.1.1. Registro de pesajes.

El otro gran foco de resultados será el de los diferentes datos tomados en relación con los pesajes realizados. En este apartado simplemente se detallaran las conclusiones extraídas de estos datos, ya que el volumen de información registrado conlleva la implementación de un gran número de filas de información, por lo que estos datos se reflejarán en los anexos.

Para poder definir las acciones relativas los adhesivos, se deberán tomar en cuenta por separado los dos diferentes formatos en el momento de presentar los datos adquiridos, ya que pueden existir diferencias en torno al rendimiento que ambos formatos ofrecen.

Fases de vida útil

ADHESIVO	Promedio de % MERMA DE PROVEEDOR	Promedio de % CANTIDAD CONSUMIDA	Promedio de % CANTIDAD RECUPERADA	Promedio de % MERMA POR VALOR RESIDUAL
33.36	0,30%	94,50%	4,55%	0,65%
36.19	0,37%	94,57%	4,72%	0,35%
Total general	0,31%	94,51%	4,58%	0,61%

Tabla 8.4: Porcentajes de la vida útil de los bidones de adhesivo.

Una vez obtenidos los siguientes resultados se pueden extraer diferentes conclusiones al respecto del proceso de vida útil que siguen estos bidones.

En primer lugar, el porcentaje de merma de los proveedores es del 0,3% y 0,37%, y siendo conscientes del hecho de que en los contratos se permiten unas tolerancias de hasta el 0,5%, este foco relativo a los proveedores no sería un punto a tener en cuenta de cara a mejoras futuras.

Un dato interesante, es que poco más del 5% del valor neto que trae el bidón no se consume con el primer ciclo, por lo que es un valor a tener en cuenta de manera acumulativa, ya que de cara a futuras propuestas, una de ellas puede estar relacionada con la idea de consumir toda la cantidad de materia prima sin necesidad de ser reprocesada.

Cambios de formato

El principal uso que se le quiere dar a la información obtenida con los kilogramos perdidos por cambio de formato servirá en el momento de definir los ciclos de producción más eficientes.

BIDÓN DE DESECHO	ADHESIVO SALIENTE	ADHESIVO ENTRANTE	FECHA	TURNO	Kg	APORTACIÓN
1	Peso en vacío: 22,5 Kg					
	33.36	36.19	11/02/2022	1	39,1	16,6
	36.19	33.36	POLIPASTO AVERIADO			49,63
	33.36	36.19				
	36.19	33.36				
	33.36	36.19	10/03/2022	3	88,73	49,63
	36.19	33.36	14/03/2022	2	98,99	10,26
	33.36	36.19	22/03/2022	2	114,09	15,1
	36.19	33.36	23/03/2022	1	129,12	15,03
	33.36	36.19	06/04/2022	1	147,6	18,48
	36.19	33.36	13/04/2022	2	161,34	13,74
	33.36	36.19	26/04/2022	1	173,13	11,79
	36.19	33.36	03/05/2022	2	187,05	13,92
	33.36	36.19	11/05/2022	2	198,24	11,19
TOTAL					175,74	

Tabla 8.5: Registro y cambios de formato.

Una vez se ha completado un bidón entero de adhesivo desechado por cambios de formato, el siguiente paso será extraer los datos obtenidos para poder coordinar los cambios de inventario, es decir, a partir de la media registrada, se podrá definir un estándar que se introducirá en el sistema con el que los operarios registran los consumos de materia, y de esta forma, ya se tendrá en cuenta estos consumos extras durante los ciclos productivos.

En la tabla se puede observar como 3 de los pesajes no se pudieron llevar a cabo individualmente en términos de registro, ya que la herramienta con la que los operarios podían movilizar el bidón hasta la báscula estaba inoperativa.

8.2. Control de soportes.

El registro de datos de posibles orígenes de merma de soportes es el otro gran bloque de análisis que se deberá de llevar a cabo, en este punto, se tomarán en cuenta dos vías. en el registro de metros se indicarán las diferencias de metrajes en los 3 diferentes soportes que se comentaron al inicio, estableciendo el porcentaje de merma que representa, y por ende, su coste aplicando el valor base de cada formato.

También se implementarán los datos registrados en la sección de corte, los cuales hacían referencia a las mermas originadas en el proceso de Hotmelt, pero que, debido al flujo continuo de producción de esta máquina, no se podían retirar durante este primer proceso. este análisis será el que más posibilidades ofrecerá, ya que se identificaran diferentes focos de merma detectados y cuantificados que se generan en Hotmelt, los cuales no habían sido monitorizados hasta el momento.

8.2.1. Registro de metros.

Siguiendo la filosofía aplicada hasta el momento, se dividirán los datos tomados en función de los 3 soportes enumerados. Sobre los retales registrados, se asignarán dependiendo del operario que los haya producido, y en el caso de encontrar alguna relación dónde se puede observar que algún operario tiene la técnica mejor dominada se pretenderá realizar el traspaso de la información necesaria para que todos los operarios puedan realizar la acción de la misma forma.

Metros de proveedor

SOPORTE	Suma de Diferencia metros proveedor	Promedio de Diferencia metros proveedor	Promedio de % Merma por diferencia metros proveedor
JUNIOR	-1110	-17,08	0,85%
SENSITIVE KIDS	-2036	-119,76	3,32%
TENOX	-2329	-22,18	0,42%
Total general	-5475	-29,28	0,83%

Tabla 8.6: Diferencias de metros con proveedores.

En cuanto a los datos obtenidos, se puede observar cómo la previsión de potenciales ahorros se quedó muy corta en el momento de definir las cantidades, gracias a este seguimiento, se está pudiendo comprobar los diferentes motivos que originaban las grandes diferencias de inventario que la empresa obtenía, ya que la monitorización de las mermas registrada hasta el momento no era correcta.

Se puede observar cómo el soporte más conflictivo es el sensitive Kids, ya que la media de diferencia de metros por cada orden es de más de 100. En cuanto a los soportes junior y Tenox, se puede prever que en ese sentido no se podrá actuar ya que cumplen los parámetros especificados en los contratos, el cual equivale a un máximo de 0,5% de merma para el soporte de Tenox y un 1% para el junior, ya que al ser este impreso pasa por un doble proceso en cuanto a proveedores y convencionalmente se asume un porcentaje de mi hermano mayor.

Pese a que no se refleja en la tabla de resumen mostrada, una de las alternativas que ha surgido durante el desarrollo del proyecto consiste en aprovechar las cantidades restantes de los bidones que a su vez estaban formados por otros cantidades recuperadas, ya que hasta el momento, se estaba desechando este valor.

Retales

OPERARIO	Promedio de Merma por metros perdidos en cambio de bobina
1619	5,482
1840	5,618
1939	5,405
1960	5,998

Tabla 8.7: Merma por cambio de bobina

Finalmente, en cuanto a los resultados de los metros desperdiciados por operario en cada cambio de bobina, se puede observar como la diferencia entre los diferentes operarios es prácticamente mínima, ya que el proceso que define los metros que se perderán en un cambio de bobina consiste en accionar un botón que activa el corte de la máquina, por lo que esta diferencia de medio metros como máximo se traduce en que los operarios accionan el botón con una diferencia máxima de dos segundos.

La conclusión extraída a partir de estos resultados es que no será necesario aplicar ninguna acción sobre la operativa manual de los operarios, ya que las mínimas diferencias entre ellos hacen que la capacidad de mejora sea muy pequeña, por lo que no sería factible invertir tiempo en este origen.

8.2.2. Registro de defectos.

En cuanto a los defectos, la clave para idear una base sólida sobre la que garantizar planes de acción efectivos estará en la combinación de la clasificación de los diferentes focos de merma que se originan, ya que además de la principal separación entre proveedor y proceso, se deben seguir extrayendo subcategorías dentro del propio proceso de la empresa, ya que como se observará a continuación, existen cuatro principales defectos que se suelen producir con ocurrencia en esta sección Hotmelt.

Defectos de Hotmelt

ORÍGENES	CANTIDAD	% RESPECTO EL TOTAL	PARETO ASCENDENTE	PARETO DESCENDENTE
Suma de Merma por Paros de Hotmelt	322,59	55,88%	100,00%	55,88%
Suma de Merma por Roturas de Hotmelt	182,77	31,66%	44,12%	87,54%
Suma de Merma por Arrugas de Hotmelt	59,62	10,33%	12,46%	97,87%
Suma de Merma por masa traspasada	12,32	2,13%	2,13%	100,00%
TOTAL	577,3			

Tabla 8.8: Defectos de Hotmelt.

En estos ciclos de toma de datos, se ha podido obtener una fuente solida de información en cuanto a los principales problemas de la compañía. Se puede observar que la principal causa de merma relativo al proceso tiene raíz en los paros que se realizan en la máquina, estos vienen debidos principalmente a los cambios de turno y a los descansos de los operarios, ya que hacen falta dos operarios para poder operar la máquina, donde al menos 1 de ellos debe de ser titular, es decir, tener una formación íntegra en cuanto a los conocimientos necesarios.

Pese a que todavía es pronto para poder tomar decisiones, estos primeros datos pueden ofrecer la posibilidad de realizar un estudio relativo a los metros que se pierden en los diferentes paros por falta de personal, ya que se podría estudiar la posibilidad de realizar formaciones a diferentes operarios ya existentes en la planta para poder realizar relevos momentáneos, o lo que se denominan backups.

Defectos de proveedor

Etiquetas de fila	Suma de Metros marcador mecánico Hotmelt	Suma de Merma por metros defectuosos de proveedor	Promedio de % Merma por metros defectuosos de proveedor
SENSITIVE KIDS	55.401	338,53	0,55%
Total general	55.401	338,53	0,55%

Tabla 8.9: Defectos Sensitive Kids.

En cuanto a los defectos del proveedor de sensitive kids, los datos tomados muestran que el % de merma que viene incorporado en la bobina representa un 0,5%, dato que a primera vista puede parecer poco significativo al lado de los datos tomados en cuanto a las diferencias de metros, pese a esto, hay que tener en cuenta que estas mermas pueden generar otros inconvenientes, como la necesidad de la inversión de tiempo por parte del operario para retirarlas, por lo que también será necesario actuar en este punto con el proveedor de cara a definir futuras tolerancias en los contratos, ya que las cantidades que se están aflorando en este sentido son muy importantes.



Figura 8.1: Rollo de sección defectuosa de soporte



Figura 8.2: Sección defectuosa de soporte

9. Propuestas.

A continuación, se presentarán las diferentes propuestas que pretenden ser implementadas a corto plazo, todas ellas han sido cautelosamente analizadas para garantizar una sencilla implementación, ya que el principal requisito a satisfacer es la velocidad con la que esta acción surja efecto.

9.1. Adhesivos.

Consumición cantidades finales recuperadas

En cuanto a los adhesivos, una de las propuestas que garantizarán una reducción instantánea de la misma está relacionada con la consumición de las cantidades excedentes de los bidones recuperados, Ya que se tenía el pensamiento de que esta materia no se podía consumir por la posibilidad de generar algún problema relacionado con la contaminación del producto final.

Este hecho se generó por la necesidad de mejorar la coordinación entre el departamento productivo y el laboratorio existente dentro de la propia compañía, pero gracias al seguimiento realizado, se pudo realizar una proposición de revisión por parte del laboratorio para poder obtener el visto bueno en cuanto a su consumición. Gracias a esta acción, se podrán recuperar aproximadamente 15 kg por bidón, a su vez, hecho por materia prima recuperada anteriormente.

Estándar de cambios de formato

La primera de las propuestas que estará enfocada en ofrecer rendimiento a largo plazo trata sobre la definición de dos estándares para realizar cambios de formato. El objetivo de definir este parámetro será el de implementar el valor en cuestión en el sistema que registra todos los consumos de materia de la línea.

Como se explicó en los antecedentes, anteriormente no se registraban estos valores, por lo que cuando se llevaban a cabo diferentes órdenes de producción, los valores del sistema informático se descuadraban con los valores que existían físicamente, ya que estos consumos ajenos a la producción no se registraban.

Los valores obtenidos con los pesajes realizados durante los cambios de formato han permitido obtener y definir los siguientes estándares.

ADHESIVO	PÉRDIDA MEDIA (kg)
33.36	13,24
36.19	14,63

Tabla 9.1: Pérdida estándar en cambios de formato.

Las diferencias que se pueden observar en los cambios de formato, se consultaron con los operarios y se llegó a la conclusión de que la diferencia en la viscosidad que compone a los dos tipos de adhesivos es la causa origen por la que el adhesivo 36.19 pierde más kilogramos a la hora de realizar una purga en el circuito.

Para entender más a fondo esta causa, cuando se realiza un cambio de adhesivo, se vacían unas mangueras utilizando una bomba que propulsiona el adhesivo, y a raíz de la velocidad con la que el adhesivo sale de las mangueras, a medida que es más viscoso, se puede llegar a perder menor cantidad, ya que se obtiene más control sobre el flujo.

Parámetros específicos de producción

Gracias a los datos obtenidos por el sensor de gramaje, se podrá contemplar la posibilidad de ajustar los parámetros específicos de producción para obtener una mayor ciencia en relación al consumo de materia prima.

Como se ha podido observar, en los formatos estudiados, hay margen para poder ajustar el consumo de cola en relación a la especificación definida, ya que mientras los valores obtenidos estén dentro de las tolerancias permitidas, el grado de responsabilidad con el que se actuará siempre dependerá de la política de la compañía.

El formato escogido sobre el que actuar para reducir el consumo de cola será el nombrado Elastic, ya que se han podido identificar un total de cuatro zonas sobre las que se podría actuar, que interpretadas de izquierda a derecha en la tabla que se mostró en anterioridad, serían las zonas 1,2,4 y 6.

ELASTIC							
Nº BOBINA	GRAMAJE EN LAS DIFERENTES ZONAS						ESTÁNDAR
1	118	120	118	121	120	121	120 ± 10 gr/m ²
2	120	121	119	122	119	122	
3	124	122	120	121	119	121	
4	124	121	123	124	123	125	
5	121	121	118	120	119	123	
6	122	120	119	118	117	122	
7	124	123	120	123	122	124	
8	124	121	120	120	120	122	
MEDIA	122,13	121,13	119,63	121,13	119,88	122,50	121,06

Tabla 9.2: Resultados gramaje Elastic.

Para ajustar estas zonas, la política que se decidió con la compañía fue de rebajar un total como objetivo de 3gr/m², ya que se tomó el dato inferior de los cuatro seleccionados como referencia, el cual equivale a 121,13gr/m².

Otros parámetros como la velocidad de producción se mantendrán, esto se debe a que una vez estudiada la posibilidad de variar este parámetro, se concluyó en que por temas de seguridad y calidad la opción más responsable era mantener los parámetros actuales. Los principales riesgos estaban relacionados con roturas de soporte y desviaciones elevadas en la aplicación de cola, hechos potenciales que finalmente motivaron a mantener las recetas de producción ya definidas.

Pese a que esta acción no está relacionada con los objetivos principales del proyecto, cabe remarcar que gracias a este estudio también se llevaron a cabo acciones como el ajuste de tornillos en recetas en las que se observaron que se estaba produciendo aplicación de cola por debajo del estándar definido, un ejemplo de ello sería el nombrado Classic, donde se puede observar que en ciertas zonas la desviación con el mínimo requerido era mayor a 3gr/m².

9.2. Soportes.

Definir tolerancias con los proveedores

La primera de las acciones relacionadas con la reducción de la merma de soportes será la de definir exhaustivamente y estipular las tolerancias que se permitirán en cuanto a la falta de material. La raíz se origina a través de la observación de que no se han podido llevar a cabo reclamaciones a los proveedores como se tenía pensado desde un inicio, ya

que no existían unas cláusulas en el contrato que limitaron la cantidad de producto defectuoso entregado.

En el caso del soporte sensitive Kids, se limitará la cantidad de merma relativa a la diferencia de metros al 1 %, y los defectos al 0,2%, cantidades que ha sido acordada por las dos partes, ya que la idea era la de definir un objetivo alcanzable y realista.

Cubrir empalmes de Tenox con cinta negra

EMPALMES PROVEEDOR TENOX				OPL Nº 181		
Alcance: LINEA 220		Conocimiento básico		Comunicación de problema		Ejemplo de mejora X
Producción X	Calidad	Seguridad/ M.Ambiente	Logística	Mantenimiento	General	
Los empalmes de proveedor del soporte Tenox no se retirarán en la sección Hotmelt. Se recubrirá este empalme con cinta negra.						
			→			
Responsable: Alex Pelegrín		Fecha: 18/04/2022		¿Contenido OPL afecta doc.	NO	SÍ X DOC: IGT 100

Tabla 9.3: OPL empalmes proveedor Tenox.

La propuesta más sencilla que se implementará consistirá en la aplicación de una OPL, La principal función de este documento consistirá en entregar a los operarios la información relativa a la mecánica llevar a cabo siempre que se encuentren una bobina del soporte tenox, ya que se sabe que está siempre trae un empalme por parte del proveedor (como se ve en la primera imagen), el cual era retirado por los operarios durante el proceso de cambio de bobina, y debido a que la máquina funciona a velocidad constante, sí extraían también una parte del soporte que era válida.

A raíz de ser conscientes de este hecho se consultó con los responsables de proceso de la empresa, y se llegó a la conclusión de que este empalme sería retirado en secciones posteriores, debido a que suponía retirar menos material, ya que los procesos posteriores son mucho más específicos y trabajan a velocidades más reducidas, lo que conlleva una retirada inferior de material.

Eliminar paros por descansos simultáneos

Como ya se mostró en los resultados obtenidos sobre los defectos cuantificados, los paros de máquina por pausas para descansos representaban un coste muy elevado para la empresa, ya que se perdían tanto metros de soporte, como de TP, además de kg de cola.

Una vez se ha llevado a cabo un estudio con el departamento de producción de la empresa, se ha podido llegar a la conclusión de que no hace falta realizar un paro por descanso, ya que al tratarse de dos operarios, estos pueden hacer relevos en relación a estas pausas.

Es cierto que el motivo principal por el que esta posibilidad no se había contemplado era que por definición la línea Hotmelt necesitaba dos operarios para llevar a cabo la producción, pero pese a esto, se ha podido llegar a la conclusión de que la necesidad de tener dos operarios en la línea simplemente es necesario cuando hay que realizar tareas que se llevan a cabo de manera periódica, como pueden ser los cambios de bobina, o de bidón de cola, ya que para el resto de la operativa, simplemente es necesario un control visual por parte del operario, además de registrar los diferentes datos de la producción.

Gracias a la tecnología ya implementado de la compañía, se pueden consultar los tiempos referentes a cuando se va a producir cada acción, ya que a partir de los m que se contabilizan, se puede calcular el tiempo teniendo en cuenta la velocidad a la que va la máquina.

Con estos dos factores se ha podido concluir en que no será necesario realizar un paro por descanso de dos operarios, ya que simplemente será necesario establecer un rango de una hora, el cual se encontrará entre las 9-10 de la mañana para el turno de mañana, entre las 17-18 h para el turno de tarde, y entre la 2-3 h para el turno de noche.

Es muy importante tener en cuenta que esta política solo se puede aplicar cuando estén trabajando dos titulares en ese turno, ya que cuando la fábrica funciona a tres turnos siempre existe alguno de ellos dónde no estén trabajando dos operarios titulares.

10. Planificación.

10.1. Listado de tareas.

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto en la fase de detalle, se realizará el diseño de la planificación de las tareas a realizar, dónde se indicará la duración de todas ellas, y posteriormente, se especificará que recursos serán asignados para todas y cada una.

En cuanto a esta planificación, el primer paso será revisar todos los conceptos y errores cometidos en el diseño del anteproyecto, de esta manera se perfeccionará la base sobre la que se trabajará posteriormente. Una vez hecho esto, se pasará a la explicación a los operarios del proceso de seguimiento, se ha querido ser prudente y dejar dos días de margen para que se asienten las instrucciones otorgadas.

El siguiente paso será el de adquirir instalar el sensor y el contador, se ha tenido en cuenta el tiempo que las empresas externas tardaran en entregar el producto, debido a esto, estas tareas se alargan significativamente. Cuando estos dispositivos estén disponibles, se realizará la implementación de las etiquetas correspondientes.

Cuando todas las herramientas estén disponibles y el proceso pueda empezar a llevarse a cabo, se abrirán dos tareas que se realizarán de forma paralela, la recopilación de datos y los ajustes de los parámetros Hotmelt. Cabe remarcar que cuando se menciona recopilación de datos se hace referencia tanto a los datos relacionados con los adhesivos como con los soportes. Este proceso se dividirá en dos etapas, las cuales estarán divididas por la entrega de la memoria intermedia del propio proyecto.

Para finalizar, se llevará a cabo la síntesis de la información recopilada y se valorarán todos los resultados obtenidos antes de realizar la entrega del informe final.

TAREA	DÍAS	INICIO	FÍN	PRELACIONES	RECURSOS	SIGLAS
REVISIÓN DE CONCEPTOS Y ERRORES	5	lun 14/02/22	vie 18/02/22		Ingeniero Junior	IJ
INSTALACIÓN DEL SENSOR	1	vie 18/02/22	lun 21/02/22	1	Técnico 1; Técnico 2	T1; T2
CALIBRACIÓN DEL SENSOR	2	jue 24/02/22	vie 25/02/22	2	Informático	INF
VALIDACIÓN DEL SENSOR	4	lun 28/02/22	jue 03/03/22	3	Supervisor de calidad	SC
INSTALACIÓN DEL CONTADOR	3	vie 18/02/22	mié 23/02/22	1	Técnico 3	T3
CALIBRACIÓN DEL CONTADOR	2	mar 01/03/22	mié 02/03/22	5	Informático	INF
VALIDACIÓN DEL CONTADOR	3	jue 03/03/22	lun 07/03/22	6	Supervisor de calidad	SC
IMPLEMENTACIÓN ETIQUETAS	1	vie 18/02/22	lun 21/02/22	1	Ingeniero Junior	IJ
RECOPIACIÓN DATOS	26	mar 08/03/22	lun 04/04/22	8;4;7	Operario1; Operario2; Operario3; Operario4; Ingeniero Junior	IJ; O1; O2; O3; O4
REVISIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS	6	mar 05/04/22	mar 12/04/22	9	Ingeniero Junior	IJ
CUANTIFICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE LA MERMA	9	mar 05/04/22	vie 15/04/22	9	Ingeniero Junior	IJ
ESTUDIO DE PROPUESTAS A CORTO PLAZO	4	lun 18/04/22	jue 21/04/22	11;10	Responsable de proceso; Ingeniero Junior	IJ; RPR
ENTREGA MEMORIA INTERMEDIA	1	vie 22/04/22	vie 22/04/22	12	Ingeniero Junior	IJ
RECOPIACIÓN DATOS	15	lun 25/04/22	vie 13/05/22	13	Operario1; Operario2; Operario3; Operario4; Ingeniero Junior	IJ; O1; O2; O3; O4
REVISIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS	5	lun 16/05/22	vie 20/05/22	14	Ingeniero Junior	IJ
CUANTIFICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE LA MERMA	8	lun 16/05/22	mié 25/05/22	14	Ingeniero Junior	IJ
ESTUDIO DE PROPUESTAS A MEDIO-LARGO PLAZO	7	jue 26/05/22	vie 03/06/22	15;16	Responsable de proceso; Ingeniero Junior	IJ; RPR
DETERMINACIÓN PARÁMETROS HOTMELT	2	lun 06/06/22	mar 07/06/22	17	Responsable de proceso; Ingeniero Junior	IJ; RPR
DETERMINACIÓN CICLOS DE PRODUCCIÓN	1	lun 06/06/22	lun 06/06/22	17	Responsable de proceso; Ingeniero Junior	IJ; RPR
PREPARACIÓN DEL INFORME FINAL	5	mié 08/06/22	mar 14/06/22	18;19	Ingeniero Junior	IJ

Tabla 10.1: Planificación

10.2. Diagrama de Gannt.

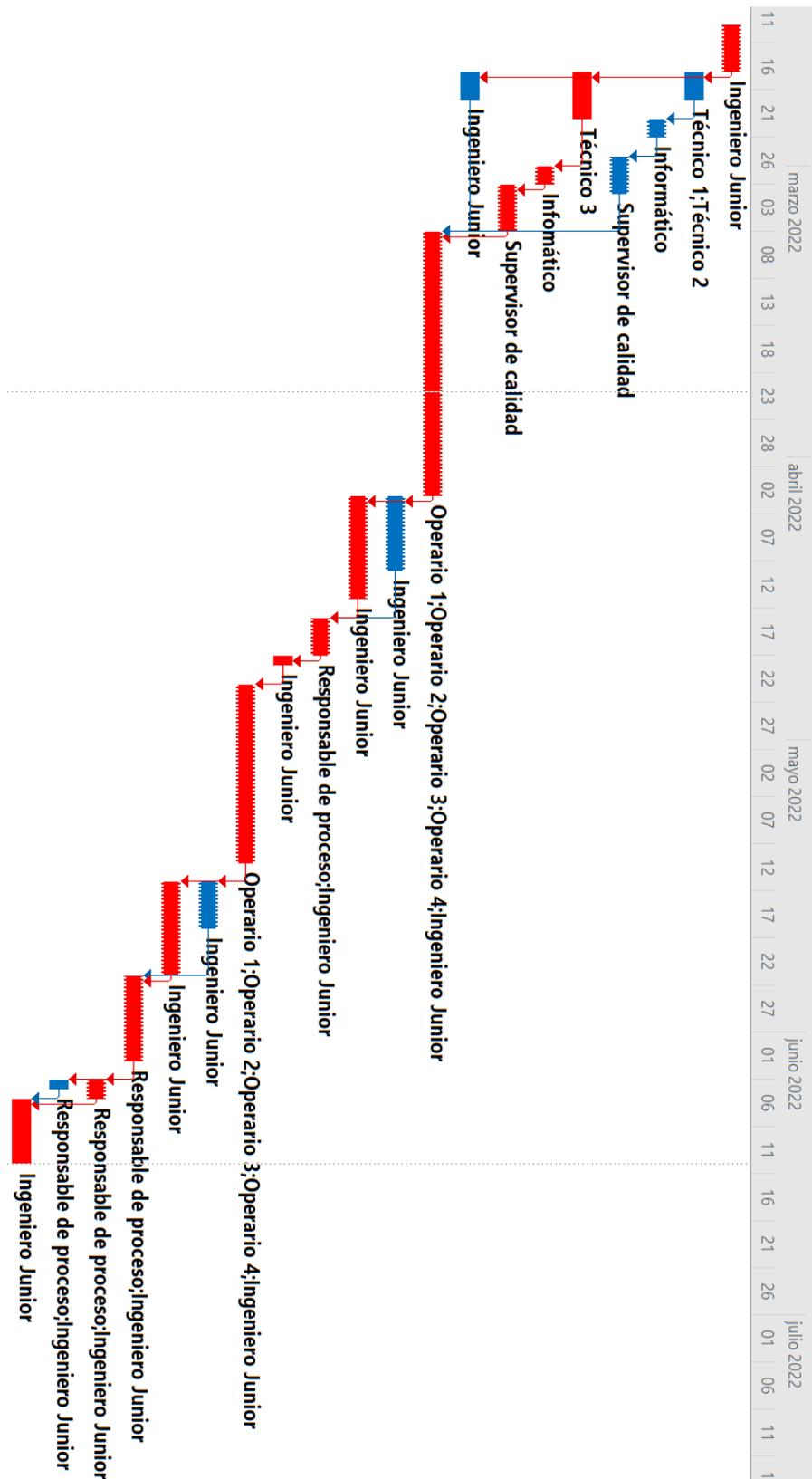


Figura 10.1: Diagrama de Gannt

En cuanto al diagrama de Gantt, se puede observar que la etapa donde transcurrirán más actividades de manera simultánea será durante el inicio del proyecto, ya que se llevarán a cabo las instalaciones y posteriores actividades relacionadas con el contador y el sensor de gramaje. Debido a la necesidad de realizar pruebas con los diferentes tejidos que se fabrican, la instalación del contador mecánico tendrá una duración mayor que la del sensor.

Esta primera instalación determina la criticidad de la primera parte del proyecto, dejando cierto margen para la instalación del sensor, hecho necesario, ya que al tratarse de la primera vez que la compañía adquirirá este tipo de producto posiblemente se necesite pasar por un periodo adaptación.

En el siguiente punto de análisis de riesgos se detallará de manera más exhaustiva lo que puede componer cada una de las actividades, teniendo en cuenta el espacio físico donde se llevarán a cabo, y qué tipo de recursos se utilizarán.

La duración total del proyecto asciende a 110 días, siendo el camino crítico el formado por las actividades 1-5-6-7-9-11-12-13-14-16-17-18-20.

Cuando todo este proceso finalice, se llevará a cabo una revisión del cumplimiento de la planificación, ya que se podrán extraer conclusiones a partir de las incidencias registradas, y del mismo modo, de la forma en que esto se solucionó.

El objetivo es aplicar una metodología PDCA durante el desarrollo de las actividades, que se utilizará como herramienta de obtención de datos para el seguimiento de la planificación, es decir, se realizará un análisis individual de cada actividad utilizando esta herramienta una vez haya finalizada la planificación.

11. Análisis de Riesgos.

Para poder hacer frente a cualquier imprevisto que se presente durante el desarrollo de esta planificación, se llevará a cabo un análisis de riesgo AMFE, donde se definirá para cada actividad los posibles riesgos que puedan darse, enumerando los efectos y las causas pertenecientes a cada una.

Posteriormente se realizará un cálculo del coeficiente NPR, teniendo en cuenta 3 diferentes factores. Por un lado, la gravedad de la causa que ha provocado el riesgo, atributo el cual se puede traducir en sobrecostos y retrasos temporales de las actividades. También se tendrá en cuenta la posible frecuencia con la que estas causas pueden aparecer, y del mismo modo, se valorará la dificultad con la que pueden ser detectadas.

Este análisis permitirá realizar un seguimiento del desarrollo de la planificación, donde se aplicará la metodología PDCA una vez se hayan detectado anomalías durante el transcurso de las actividades.

11.1. Análisis AMFE.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
REVISIÓN DE CONCEPTOS Y ERRORES	Detección de errores fundamentales	Rediseño del concepto base del proyecto	Error en la planificación de las acciones	Control de la inversión de capital	7	7	6	294
			Error en la detección de necesidades	Seguimiento exhaustivo de los orígenes de merma	9	3	4	108
	Positivo por COVID	Baja de Ingeniero Junior	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.1: Análisis AMFE actividad 1

La primera actividad del proyecto de detalle consistirá en revisar los conceptos de solución ideados y los posibles errores en el diseño de la mecánica de seguimiento, además de corregir e implementar todos aquellos detalles necesarios que carecían en el anteproyecto.

El principal riesgo relacionado con el desarrollo de esta actividad se trata de la posibilidad detectar errores fundamentales que puedan ocasionar grandes inversiones de tiempo debido a la magnitud del potencial error. para evitar estos errores habrá que realizar un seguimiento periódico y comprobar que los datos obtenidos tengan similitud a las sensaciones transmitidas por los trabajadores de la planta.

El posible contagio por COVID será un riesgo permanente durante el desarrollo de todo el proyecto, ya que en caso de que cualquiera de los empleados encargados de llevar a cabo el proyecto dé positivo en un test, deberá obtener la baja durante un periodo de 5 días como mínimo, hasta la confirmación de un test negativo.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
INSTALACIÓN DEL SENSOR	Circuito sin alimentación	Sensor apagado	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	7	5	7	245
			Error humano	Protocolo de trabajo definido	6	6	3	108
	Electrocución	Lesión o baja de T1 y T2	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada; EPI's de seguridad	9	2	4	72
			Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	8	3	2	48
	Caída/Golpe	Lesión o baja de T1 y T2	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	8	3	4	96
	Positivo por COVID	Baja de T1 y T2	Contagio	Medidas de precaución	8	6	4	192

Tabla 11.2: Análisis AMFE actividad 2

La segunda actividad consistirá en la instalación del sensor de gramaje, la cual será llevada a cabo por los técnicos 1 y 2. En este caso se pueden observar que aparecen riesgos relacionados con el espacio físico donde se llevará a cabo la actividad, ya que al tener en cuenta que estas instalaciones se realizan dentro de planta, hay que visibilizar los posibles riesgos relacionados con el entorno.

Estos riesgos vienen dados por la posible electrocución relacionada con la manipulación de aparatos electrónicos, y la posibilidad de una caída o un golpe con algún elemento físico del entorno. Del mismo modo los propios empleados también podrían ver si aceptados por un posible contagio por COVID.

El principal riesgo relacionado con el desarrollo técnico de la actividad viene porque el sensor no pueda quedar correctamente instalado, es decir, que no se pueda garantizar su correcta alimentación, para un posterior funcionamiento. En este caso se puede observar como este riesgo representa el principal foco a tener en cuenta durante la actividad, obteniendo un valor de 244 en el coeficiente NPR la posible causa de que el producto pueden ser defectuoso.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
CALIBRACIÓN DEL SENSOR	Parametrización defectuosa	Entrega de datos erróneos	Conexión entre los dispositivos defectuosa	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	8	3	6	144
			Error humano	Definición y control de parámetros	5	3	4	60
	Caída/Golpe	Lesión o baja de INF	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	7	3	4	84
	Positivo por COVID	Baja de INF	Contagio	Medidas de precaución	6	5	3	90

Tabla 11.3: Análisis AMFE actividad 3

Una vez se haya llevado a cabo la actividad de la instalación del sensor, se pasará a su posterior calibración, donde en este caso desaparece el peligro por electrocución, ya que la manipulación de aquellos elementos que puedan suponer dicho riesgo desaparece. De todos modos, el riesgo por una posible caída o golpe sigue presente, ya que el desarrollo de la calibración del sensor también se tiene que llevar a cabo dentro de la propia planta.

En este caso el encargado de llevar a cabo la acción será el informático de la compañía, el cual de verdad parametrizar el sensor para que se puedan obtener unos datos reales y sobre los que poder trabajar.

por lo que a esta actividad representa el principal riesgo relacionado vendrá representado por la posibilidad de que la parametrización del sensor pueda otorgar algún tipo de fallo, en ese caso, se estaría hablando de una situación donde los datos obtenidos serían erróneos, por lo que la base sobre la que diseñar futuras acciones no sería la adecuada. este supuesto hecho se puede ver reflejado en el cálculo del coeficiente NPR, ya que la causa relacionada con una conexión defectuosa entre los dispositivos representa el valor más alto dentro de las posibilidades que aparecen en esta actividad.

Por último, cabe remarcar la importancia del riesgo permanente durante esta actividad, ya que también se puede observar como el posible contagio por COVID sigue siendo uno de los principales riesgos debido a todos los retrasos temporales que puede ocasionar.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
VALIDACIÓN DEL SENSOR	Validación no conforme	Nueva calibración del sensor	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	9	3	5	135
			Error humano	Definición y control de parámetros	6	3	4	72
	Caida/Golpe	Lesión o baja de SC	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	7	3	4	84
	Positivo por COVID	Baja de SC	Contagio	Medidas de precaución	6	5	3	90

Tabla 10.4: Análisis AMFE actividad 4

Una vez el sensor haya sido parametrizado y calibrado, se pasará a realizar la validación del mismo, en este caso, el encargado de la actividad será el supervisor de calidad, cal también se encargará de realizar el mismo procedimiento con el contador de metros.

En esta ocasión, el tipo de riesgo más significativo que aparece está relacionado con la posibilidad de que la validación de como resultado una “no conformidad”. Esta supuesta situación significaría tener que volver a realizar una nueva calibración del dispositivo antes de volver a realizar la prueba de validación, y tal y como se ha explicado anteriormente, en el caso del sensor se dispone de un cierto margen en relación con el contador para realizar estas pruebas, ya que el proceso de instalación, calibración y validación requiere un tiempo menor.

Del mismo modo que en las situaciones anteriores, al realizarse esta actividad dentro de planta, hay que tener en cuenta los posibles riesgos por caída y golpes, los cuales nunca serán los más frecuentes, pero sí que pueden tener una gravedad importante en cuanto a las afectaciones en las actividades.

De nuevo se puede concluir que en el desarrollo de esta actividad el principal riesgo a tener en cuenta será el que esté relacionado con el apartado técnico de la misma, ya que el propio cálculo del coeficiente NPR así lo indica, todo hay que hay que tener en cuenta que la causa que representa toda esta atención es debido a la confianza en el producto adquirido, información que indica que será de vital importancia la selección de la compañía para la implementación tanto del contador como del sensor.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
INSTALACIÓN DEL CONTADOR	Círculo sin alimentación	Contador apagado	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	7	5	7	245
			Error humano	Protocolo de trabajo definido	6	6	3	108
	Electrocución	Lesión o baja de T3	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada; EPI's de	9	2	4	72
			Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	8	3	2	48
	Caída/Golpe	Lesión o baja de T3	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	6	3	3	54
	Positivo por COVID	Baja de T3	Contagio	Medidas de precaución	6	5	3	90

Tabla 11.5: Análisis AMFE actividad 5

Paralelamente al proceso mencionado anteriormente, se llevará a cabo la misma secuencia de operaciones en el caso del contador de metros para los soportes. para esta actividad solamente hará falta la colaboración de un técnico, ya que la complejidad técnica representa un desafío menor en comparación al sensor de gramaje.

Durante el desarrollo de esta actividad el principal riesgo que aparecerá será la posibilidad de que la instalación pueda llevarse a cabo de manera defectuosa, y por ende, que el dispositivo se quede sin alimentación y no sea posible seguir con los futuros procesos de la planificación. se puede observar que al igual que con el sensor de gramaje, la variable de la calidad del producto adquirido representa 1 de los puntos más importantes a tener en cuenta.

La posible electrocución, caídas y golpes que puedan surgir durante esta instalación vuelven a ser uno de los riesgos emergentes en este análisis, cabe remarcar que por parte de la compañía se tiene abordado de manera exhaustiva este tema, ya que se tiene a disposición una serie de EPI's que garantizan el desarrollo de las actividades de manera segura en condiciones estándar, además de tener un plan definido de seguridad para casos excepcionales dónde está pueda verse altamente comprometida.

En el caso de los contagios por COVID, también cabe remarcar que la propia compañía facilita protocolos que incentivan a seguir las medidas de precaución necesarias para evitar al máximo un posible contagio, y como también es susceptible de imaginar, se facilita mascarillas y geles desinfectantes para poder llevar a cabo estos protocolos.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
CALIBRACIÓN DEL CONTADOR	Parametrización defectuosa	Entrega de datos erróneos	Conexión entre los dispositivos defectuosa	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	8	3	6	144
			Error humano	Definición y control de parámetros	5	3	4	60
	Caída/Golpe	Lesión o baja de INF	Acción imprudente	Protocolo de seguridad	7	3	4	84
	Positivo por COVID	Baja de INF	Contagio	Medidas de precaución	6	5	3	90

Tabla 11.6: Análisis AMFE actividad 6

Una vez se tenga el contador ya instalado y correctamente alimentado, se podrá pasar al siguiente paso, el cual tratará de la propia calibración del elemento. En este caso se puede observar cómo los tipos de riesgos que aparecen y vuelven a tener un carácter muy similar con los presentados en la calibración del propio sensor, ya que los procesos también constan de una naturaleza semejante, por lo que se puede observar que el recurso encargado de llevar a cabo ambas calibraciones es el informático de la compañía.

Cabe remarcar que la posibilidad de llevar a cabo diferentes acciones simultáneas recae en que las actividades de este proyecto no requieren una implicación total de la jornada laboral, por lo que un solo recurso puede dedicar su tiempo a llevar a cabo diferentes acciones relacionadas con el proyecto.

En relación con el riesgo que presenta una causa con un coeficiente NPR más alto, se vuelve a destacar la importancia de la calidad de los productos seleccionados, todo y que de la misma forma, no hay que olvidar que la posibilidad de que un error humano propio del desarrollo del proceso de la actividad también puede llegar a aparecer. para evitar esto, se llevan a cabo la definición de los protocolos de trabajo relacionados con las actividades de este carácter, donde siempre hay cabida a diferentes modificaciones en función de los aprendizajes queridos a base de la experiencia. este último punto mencionado será fundamental en el desarrollo del plan de contingencia, ya que siempre habrá que tener en cuenta la posibilidad de modificar algunas directrices ya definidas.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
VALIDACIÓN DEL CONTADOR	Validación no conforme	Nueva calibración del contador	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	9	3	5	135
			Error humano	Definición y control de parámetros	6	3	4	72
	Caída/Golpe	Lesión o baja de SC	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	7	3	4	84
	Positivo por COVID	Baja de SC	Contagio	Medidas de precaución	6	5	3	90

Tabla 11.7: Análisis AMFE actividad 7

La siguiente fase para la completa implementación del contador será la validación final del propio elemento. Todo este proceso de implementación conllevará un tiempo más extendido que en el caso del sensor de gramaje debido a la necesidad de realizar pruebas en diferentes condiciones que no comprometan la producción de la planta, ya que esta última variable siempre será la máxima prioridad de la compañía por razones obvias.

Más concretamente, este motivo viene relacionado con que la rotación de los soportes mencionados para el estudio de los metros es menor a la rotación de los adhesivos sobre los cuales también se realizará el seguimiento, por lo que el tiempo de implementación del dispositivo relacionado con los soportes con llevará un valor más elevado.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
IMPLEMENTACIÓN ETIQUETAS	Etiquetas no conformes	Rediseño de la estructura del seguimiento	Error humano	Control de las necesidades relativas a los datos a monitorizar	5	2	2	20
	Caída/Golpe	Lesión o baja de IJ	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	4	2	4	32
	Positivo por COVID	Baja de IJ	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.8: Análisis AMFE actividad 8

Una vez se tengan instalados ambos dispositivos sobre los que obtener la fuente de datos, se pasará a la implementación de las etiquetas diseñadas y mostradas en el anteproyecto, donde cabe remarcar que siempre habrá un espacio para él la modificación en función del feedback recibido por los operarios.

En este caso habrá que contemplar el riesgo relacionado con un error fundamental en el diseño de las propias etiquetas, todo y que se puede observar que el coeficiente NPR de dicho riesgo representa un valor mínimo en comparación a otros riesgos mencionados anteriormente, y a los propios riesgos que también se presentará en esta actividad.

El motivo viene dado por la baja frecuencia con la que se puede dar un error de diseño fundamental, ya que éste se hizo precisamente con la colaboración de las personas encargadas de trabajar con las etiquetas.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFFECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
RECOPIACIÓN DE DATOS	Monitorización no continua	Pérdida de eficacia de los datos tomados	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	5	2	2	20
			Error humano	Control de las necesidades relativas a los datos a monitorizar	5	2	2	20
	Caída/Golpe	Lesión o baja de IJ, O1, O2, O3, O4	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	4	2	4	32
	Positivo por COVID	Baja de IJ, O1, O2, O3, O4	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.9: Análisis AMFE actividad 9

El comienzo de la actividad de la recopilación de datos del proyecto de detalle se puede considerar como la segunda etapa del proyecto en sí, ya que todas las actividades mencionadas anteriormente consistían en una preparación para la adquisición de datos. una vez todas estas herramientas estén preparadas, comenzará una secuencia de 3 principales pasos, la cual se repetirá posteriormente a la entrega de la memoria intermedia.

En cuanto a la propia recopilación de datos, el principal riesgo está relacionado con la monitorización no continua de los valores necesarios, que viene a ser una toma de datos no constante, y por ende, menos significativa que en otras supuestas situaciones donde se estuviera realizando el seguimiento de manera óptima. habrá que tener muy presente este posible riesgo, ya que de cara a un futuro puede representar Una toma de decisiones erróneas por el hecho de haber fundamentado una solución con unos datos equívocos.

Cómo está monitorización se llevará a cabo dentro de la propia planta, vuelven a estar presentes los riesgos relacionados con una posible caída o un golpe, dónde en este caso hay que tener en cuenta que los posibles afectados pueden ser los cuatro operarios encargados de llevar a cabo el traspaso de datos, ya que la empresa consta de una producción de dos turnos, con dos operarios por cada turno.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
REVISIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS	Valores de inventario inadecuado	Revisión de los orígenes de merma y su monitorización	Concepto de mecánica de monitorización ineficaz	Control de las necesidades y los orígenes de la merma generada	9	4	3	108
			Ejecución de la mecánica ineficaz	Garantía de calidad de las herramientas utilizadas y del trabajo de las personas implicadas	8	3	6	144
	Positivo por COVID	Baja de IJ	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.10: Análisis AMFE actividad 10

Una vez se haya ejecutado un periodo dedicado a la toma de datos definido, se podrá pasar a la revisión de los valores obtenidos, esta revisión consistirá en una auditoría que se llevará a cabo comparando los valores obtenidos de la merma generada con los resultados de los inventarios periódicos que la empresa va realizando.

El principal riesgo relacionado con el desarrollo de esta actividad tendrá lugar en un supuesto caso donde los valores obtenidos no coincidan de manera precisa con los resultados de dichos inventarios. las posibles causas están relacionadas tanto con la planificación del seguimiento como con la propia ejecución del mismo, ya que cualquiera de los dos motivos podría desembocar en una toma de datos ineficaz.

Como se puede observar en la tabla, la posible causa más importante está relacionada con la ejecución del seguimiento, pese a que la inversión necesaria en caso de rectificación sería mucho más elevada en una supuesta situación donde el error se estuviera produciendo en la fase de planificación, hay que tener en cuenta que el gran punto en contra de la ejecución del seguimiento es la dificultad para detectar errores durante el desarrollo de aquellas actividades que dependan de una dedicación propia durante una jornada completa, ya que la necesidad de ir modificando parámetros para tomar datos en diferentes condiciones, implica la delegación de esta faena a terceras partes re por la cantidad de tiempo que eso supone a lo largo de un día.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
CUANTIFICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE MERMA	Priorización de focos errónea	Inversión de capital ineficaz	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	7	4	5	140
	Valores de inventario inadecuado	Revisión de los orígenes de merma y su monitorización	Concepto de mecánica de monitorización ineficaz	Control de las necesidades y los orígenes de la merma generada	9	4	3	108
			Ejecución de la mecánica ineficaz	Garantía de calidad de las herramientas utilizadas y del trabajo de las personas implicadas	8	3	6	144
	Positivo por COVID	Baja de IJ	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.11: Análisis AMFE actividad 11

De forma paralela a la actividad que consistirá en la revisión de los valores obtenidos, se realizará la cuantificación de los diferentes orígenes mostrados y detectados que generan los valores de merma para la empresa. Pese a que esta actividad puede parecer mecánica y simple, la importancia que recae sobre ella es muy grande, ya que el posterior estudio de propuestas a corto, medio y largo plazo se llevarán a cabo en función de los resultados obtenidos en este proceso.

Es por ello, que el primer riesgo recae en la errónea priorización de los focos de merma que se detecten, es decir, llevar a cabo una mala interpretación de los datos, o simplemente, a raíz de errores en actividades previas, obtener una serie de valores que no sean los reales. Para poder controlar este riesgo, se irán realizando revisiones periódicas de los diferentes valores obtenidos, y contrastando estos resultados con las sensaciones de los propios operarios, además de los valores de inventario registrados históricamente.

Estos inventarios periodicos serán muy útiles para comparar los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto de detalle, hecho que supone la aparición de un modo posible riesgo durante el desarrollo de esta actividad, ya que habrá que tener en cuenta, que además de suponer un riesgo en inversiones ineficaces, también está presente la posibilidad de registrar de manera errónea las cantidades de materia prima de las que la compañía dispone.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
ESTUDIO DE PROPUESTAS A CORTO PLAZO	Priorización de focos errónea	Inversión de capital ineficaz	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	7	4	5	140
	Positivo por COVID	Baja de IJ, RP	Contagio	Medidas de precaución	6	4	4	96

Tabla 11.12: Análisis AMFE actividad 12

Una vez se haya completado el primer ciclo de toma y sinterización de datos, se pasará al primero de los estudios de posibles propuestas, en este caso, se tratarán de propuestas a corto plazo, las cuales puedan tener un efecto inmediato y una inversión mínima. Estas propuestas estarán enfocadas en la estandarización de ciertas operaciones que se llevan a cabo de forma manual, por lo que quedan a criterio del operario y la compañía ya es consciente de que en función del empleado que lleve a cabo la acción el resultado puede llegar a ser diferente.

También se llevarán a cabo el uso de herramientas relacionadas con la filosofía de mejora continua, como puede ser la implementación de OPL's. esta herramienta se utilizará para la comunicación de acciones simples que pueden llegar a reducir la merma de manera significativa, ya que contienen información muy útil y concreta sobre algunas acciones a realizar cuando se trabaja con formatos en específico, y que debido a la desinformación por parte de algunos operarios, se desarrollan de manera diferente por los integrantes del personal.

El principal riesgo relacionado con esta actividad consta de la posibilidad de seleccionar diferentes focos de trabajo de manera errónea, lo que significaría inversión de tiempo en acciones que no traerían un resultado acorde a lo esperado, y que no representarían un primer paso de cara a conseguir los objetivos definidos al principio del proyecto. para evitar que esto pueda pasar, esta actividad contará con el soporte del responsable del proceso de la línea, donde aportará su gran experiencia al respecto para poder enfocar y alinear las acciones a desarrollar.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
RECOPIACIÓN DE DATOS	Monitorización no continua	Pérdida de eficacia de los datos tomados	Producto defectuoso	Garantía de calidad en el producto y la empresa seleccionada	7	2	2	28
			Error humano	Control de las necesidades relativas a los datos a monitorizar	5	2	2	20
	Caida/Golpe	Lesión o baja de IJ, O1, O2, O3, O4	Acción imprudente	Protocolo de seguridad definido	4	2	4	32
	Positivo por COVID	Baja de IJ, O1, O2, O3, O4	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.13: Análisis AMFE actividad 14

Una vez entregada la memoria intermedia, se pasará al nuevo comienzo del ciclo de las diferentes tareas para la toma, revisión y conclusión de los datos disponibles. Se volverá a comenzar con la recopilación de datos mediante el uso de las herramientas definidas anteriormente.

Cómo se detallará en el análisis de las actividades de las propuestas a medio largo plazo, pese a que pueda parecer una simple repetición del proceso de toma de datos, esta segunda etapa representa una fase mucho más importante que el anterior, debido a que la información y las propuestas diseñadas tendrán un efecto mucho mayor.

Al tratarse de una actividad que ya se ha llevado a cabo en anterioridad, los riesgos presentes tendrán la misma tipología, pero con la magnitud aumentada, ya que como se ha explicado anteriormente, este segundo ciclo conlleva una mayor importancia de cara al rendimiento del proyecto general.

Cabe destacar que se puede observar cómo las posibilidades de obtener resultados negativos por un producto defectuoso han sido drásticamente reducidas con el paso del tiempo en el proyecto, esto es debido a los dispositivos ya han pasado por un control previo durante el desarrollo de actividades anteriores, por lo que la posibilidad de que puedan otorgar algún tipo de defecto.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
REVISIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS	Valores de inventario inadecuado	Revisión de los orígenes de merma y su monitorización	Concepto de mecánica de monitorización ineficaz	Control de las necesidades y los orígenes de la merma generada	10	4	3	120
			Ejecución de la mecánica ineficaz	Garantía de calidad de las herramientas utilizadas y del trabajo de las personas implicadas	9	3	6	162
	Positivo por COVID	Baja de IJ	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.14: Análisis AMFE actividad 15

De nuevo, la fase posterior a la toma de datos será la de la revisión de los valores obtenidos, en este caso, se puede volver a observar cómo los principales riesgos relacionados con la actividad son cualitativamente hablando idénticos.

La principal diferencia que se puede apreciar recae en la gravedad de una posibilidad de una ejecución ineficaz de la mecánica de seguimiento, lo que da lugar a un aumento del coeficiente NPR en relación con esta posible causa. Todo esto es fruto del aumento de responsabilidad en esta fase del proyecto.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
CUANTIFICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE MERMA	Priorización de focos errónea	Inversión de capital ineficaz	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	8	4	5	160
	Valores de inventario inadecuado	Revisión de los orígenes de merma y su monitorización	Concepto de mecánica de monitorización ineficaz	Control de las necesidades y los orígenes de la merma generada	9	4	3	108
			Ejecución de la mecánica ineficaz	Garantía de calidad de las herramientas utilizadas y del trabajo de las personas implicadas	8	3	6	144
	Positivo por COVID	Baja de IJ	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.15: Análisis AMFE actividad 16

En el caso de la actividad de la cuantificación de los orígenes de la misma, se puede observar cómo, del mismo modo que en la anterior, el principal cambio se puede observar en el aumento de la gravedad de un posible error relacionado con la toma de datos.

En esta fase tan avanzada del desarrollo del proyecto, este riesgo sobre todo afectará en dos sentidos, tanto en el tiempo y recursos que se abran malgastado en el desarrollo de este proyecto, como los futuros recursos que se seguirían consumiendo de manera inadecuada durante el futuro, por lo que es de vital importancia asegurar que toda la información recolectada tiene sentido lógico.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
ESTUDIO DE PROPUESTAS A MEDIO-LARGO PLAZO	Priorización de focos errónea	Inversión de capital ineficaz	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	10	5	6	300
	Positivo por COVID	Baja de IJ, RP	Contagio	Medidas de precaución	6	4	4	96

Tabla 11.16: Análisis AMFE actividad 17

En el instante en el que se haya completado el segundo ciclo de toma y sintetización de datos relacionados con la producción y merma generada por la compañía, se pasará al estudio de las propuestas de cara a medio y largo plazo. Naturalmente, esta segunda etapa conllevará un riesgo muy elevado de cara a la toma de decisiones final, Es por ello que se puede observar en la tabla como la gravedad de un posible error relacionado con la toma de datos errónea tiene un valor de 10.

Esto da como resultado un coeficiente NPR de 300, que hasta el momento, es 1 de los mayores valores que se ha registrado en relación al desarrollo del proyecto de detalle, por lo que se puede concluir esta actividad como una de las más críticas en cuanto a la importancia y la gravedad de los posibles riesgos aparentes.

De nuevo cabe recalcar que esta actividad estará supervisada por el responsable del proceso de la compañía, el cual se encargará de dar soporte al ingeniero junior en la toma de decisiones finales.

Respecto a este último, la principal idea es que solamente esté presente en momentos muy importantes como la toma de decisiones, de esa forma, se conseguirá obtener un valor respecto al recurso muy elevado frente a la poca inversión de tiempo necesaria por su parte, lo que conlleva un ahorro de costes importante, ya que este empleado es uno de los más valorados.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
DETERMINACIÓN PARÁMETROS HOTMELT	Definición errónea de los parámetros	Rendimiento ineficaz del proceso	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	9	6	6	324
			Aplicación errónea de las herramientas de trabajo	Fuentes de información contrastadas	8	3	5	120
			Sintetización de la información errónea	Revisión del Responsable de proceso	8	2	4	64
	Positivo por COVID	Baja de IJ, RP	Contagio	Medidas de precaución	6	4	4	96

Tabla 11.17: Análisis AMFE actividad 18

Entrando ya en la fase final de este proyecto de detalle, la siguiente actividad constará de la determinación de los parámetros adecuados de funcionamiento para la máquina Hotmelt. Habrá que tener en cuenta que estos parámetros están divididos en función de los 3 diferentes formatos que componen los soportes presentados con anterioridad.

El riesgo correspondiente a esta acción viene definido por la posibilidad de una errónea determinación de parámetros, la cual desembocaría en una parametrización inadecuada para la máquina y por consiguiente un consumo ineficiente e ineficaz de los recursos. hecho que representaría una situación contraria a lo que se busca con este proyecto, ya que se pasaría de querer hacer más eficiente el consumo de materias primas, a posiblemente pasar a tener un consumo más elevado que en contextos anteriores al proyecto.

Este riesgo viene fundamentalmente causado por tres diferentes posibilidades, la primera hace referencia a la posibilidad de tomar los datos de forma errónea, riesgo que viene dependiendo de actividades anteriores. el segundo paso que causaría una posible alteración el resultado final sería la sinterización de estos datos, donde un error causaría de nuevo un posible fallo de todo el proyecto, y por último, la errónea instalación y uso de las herramientas disponibles.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
DETERMINACIÓN CICLOS DE PRODUCCIÓN	Definición errónea de las relaciones entre los ciclos productivos	Rendimiento ineficaz del proceso	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	8	4	5	160
			Sintetización de la información errónea	Revisión del Responsable de proceso	8	2	4	64
	Positivo por COVID	Baja de IJ, RP	Contagio	Medidas de precaución	6	4	4	96

Tabla 11.18: Análisis AMFE actividad 19

De manera simultánea la determinación de los parámetros de la máquina Hotmelt, también será necesario definir aquellos ciclos de producción más adecuados, es decir, aquellos que conlleven unos cambios de formato que representen el menor coste posible para la empresa, teniendo en cuenta el precio de los diferentes adhesivos y soportes que se producen. es cierto que siempre hay que tener en cuenta de manera prioritaria las necesidades productivas más urgentes para la empresa, pero siempre y cuando se pueda respetar el ciclo que se definirá, se garantizará una reducción de costes respecto a los cambios de formato.

Los diferentes errores que se pueden presentar en esta actividad son cualitativamente hablando idénticos a los de la actividad anterior, ya que elementalmente el proceso se compone de las mismas fases, y simplemente la diferencia estaría en el posible efecto a nivel práctico que conllevaría un error en las distintas actividades.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
PREPARACIÓN INFORME FINAL	Errónea sintetización de los resultados del proyecto	Conclusiones inciertas	Interpretación errónea	Revisión de la información tratada	9	3	2	54
	Positivo por COVID	Baja de IJ	Contagio	Medidas de precaución	5	3	3	45

Tabla 11.19: Análisis AMFE actividad 20

La última actividad consistirá en la preparación del informe final, simplemente se tratara de un proceso de extracción de conclusiones donde el principal riesgo está en la posible incertidumbre en cuanto a la información obtenida. Aunque a primera vista parece que este riesgo puede traer consecuencias de gran magnitud, el punto a favor de la situación recae en la baja probabilidad de que se materialice, ya que indirectamente se habrá sometido a un control periódico durante todo el desarrollo del proyecto.

11.2. Conclusiones del análisis.

Para poder diseñar un plan de contingencia adecuado, se llevará a cabo la extracción de unas conclusiones en referencia el desarrollo del análisis de riesgo que se ha expuesto anteriormente sobre las diferentes actividades incluidas en la planificación. en estas conclusiones, se tomarán en cuenta aquellas causas que han obtenido un coeficiente NPR más elevado en cualquiera de las actividades, y de la misma forma, también se tendrán en cuenta aquellos riesgos que se hayan ido repitiendo de manera más frecuente.

A continuación se muestran los 3 principales riesgos más significativos que aparecerán durante alguna de las actividades.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
DETERMINACIÓN PARÁMETROS HOTMELT	Definición errónea de los parámetros	Rendimiento ineficaz del proceso	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	9	6	6	324

Tabla 11.20: Riesgo actividad 18

El riesgo que ha resultado proporcionar un coeficiente NPR más elevado está relacionado con la posibilidad de una definición errónea de los parámetros de la máquina Hotmelt.

Este resultado se debe a la combinación de diversos factores, ya que la gravedad del error conllevaría un sobre consumo de materia prima para la compañía, por lo que se podría llegar a obtener un resultado negativo en el proyecto, al mismo tiempo, la complejidad de los diferentes formatos de producción provoca que la frecuencia con la que es posible no optimizar la máquina Hotmelt sea relativamente elevada.

Por último, cabe tener en cuenta que la dificultad de detección de este riesgo también es muy complejo, ya que no se tienen históricos de hasta qué punto la máquina podría llegar a funcionar correctamente, debido a que los formatos de producción son relativamente nuevos.

Para tratar de mitigar este riesgo, se desarrollarán controles continuos donde se revisarán los parámetros en función de las condiciones que se apliquen, la mejora continua y el ciclo PDCA estarán muy presentes durante el desarrollo del proyecto.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DIFICULTAD DE DETECCIÓN	NPR
ESTUDIO DE PROPUESTAS A MEDIO-LARGO PLAZO	Priorización de focos errónea	Inversión de capital ineficaz	Toma de datos errónea	Control continuo de los valores obtenidos	10	5	6	300

Tabla 11.21: Riesgo actividad 17

El segundo riesgo con el coeficiente NPR más alto equivale a la posible priorización errónea de los focos de merma detectados, esto hace referencia a la posibilidad de distribuir de manera equivocada los puntos donde actuar para reducir la merma generada y alcanzar los objetivos propuestos por la compañía, lo que se traduciría en

una base más diseñada para futuros planes de acción, por lo que el hecho de que este riesgo aparezca en esta lista está más que justificado.

Por un lado, la gravedad que supondría la materialización de este riesgo se refleja con un valor máximo, todo esto es debido a los efectos que se acaban de mencionar. Al mismo tiempo, el otro gran motivo que provoca que este riesgo sea tan crítico, se debe a la dificultad de la detección de terror, ya que conllevaría cierto tiempo detectarlo, y también hay que tener en cuenta que no se está realizando otro tipo de análisis de merma en esta sección, por lo que no existe otra fuente que pueda contrastar los datos obtenidos.

ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	EFEECTO	CAUSA	CONTROL
TODAS	Positivo por COVID	Baja de IJ, T1, T2, T3, INF, SC, RP, O1, O2, O3, O4	Contagio	Medidas de precaución

Tabla 11.22: Riesgo COVID

Por último, también habrá que tener en cuenta el posible riesgo que se mencionó y el cual aparecería durante todas las actividades, el cual se trata de un posible contagio por COVID de alguno de los empleados mencionados. El principal problema de este riesgo recae en el tiempo de baja que el empleado podría tener que pasar, y como consecuencia el posible retraso del proyecto, siempre y cuando no se pueda suplir su servicio. La compañía proporcionara todo material para hacer las medidas de precaución lo más efectivas posibles, dotando de mascarillas, geles hidráulicos y test para los empleados en caso de sentir síntomas.

12. Plan de contingencia.

El paso posterior al análisis de riesgos trata en la creación de un plan de contingencia relativo a los riesgos identificados como más críticos y que pueden comprometer el correcto desarrollo del proyecto. Para poder explicar de forma más visual los protocolos y las acciones que se llevarán a cabo para mitigar estos principales riesgos, se diseñarán unos diagramas bloques, donde se indicarán las diferentes fases a ejecutar en función de las condiciones que se presenten, también se detallará qué personal actuará en cada caso, y de qué maneras se podrán identificar los indicativos de que el riesgo se ha materializado.

12.1. Determinación parámetros Hotmelt.

La clave para controlar el riesgo de la parametrización de los formatos de la máquina Hotmelt recaerá en la continua monitorización de los resultados obtenidos, para ello, se seguirán utilizando la herramienta del sensor de gramaje, por lo que la implementación de esta misma cobra una doble importancia, ya que además de detectar las mermas que se están produciendo actualmente, también sirve como herramienta de control de cara a propuestas a largo plazo.

A nivel general se puede dividir el control del riesgo de la parametrización de la máquina Hotmelt en dos principales bloques, el primero hace referencia a la mejora casi inmediata una vez se hayan instaurado los nuevos parámetros, si la implementación de estos no supone una mejora en los consumos de adhesivo se deberán de revisar de nuevo para poder detectar el error cometido.

En el caso de que dicha implementación se consiga mejorar los números de aplicación de adhesivo, se prolongará esta producción hasta que se comparen los valores finales obtenidos con los requisitos de merma propuestos, y en el caso de no ser los adecuados, se deberá de volver a revisar los parámetros establecidos, para de esa forma volver a hacer un reinicio del ciclo donde se volvería a hacer un primer análisis instantáneo de la mejora de los cambios en los parámetros.

Si la parametrización inicial cumple los requisitos establecidos, no será necesario ningún cambio posterior, por lo que la producción con estos parámetros se prolongarán hasta futuros cambios, los cuales pueden venir por la definición de nuevos objetivos de parte de la compañía, o sin embargo por el deterioro de la propia maquinaria.

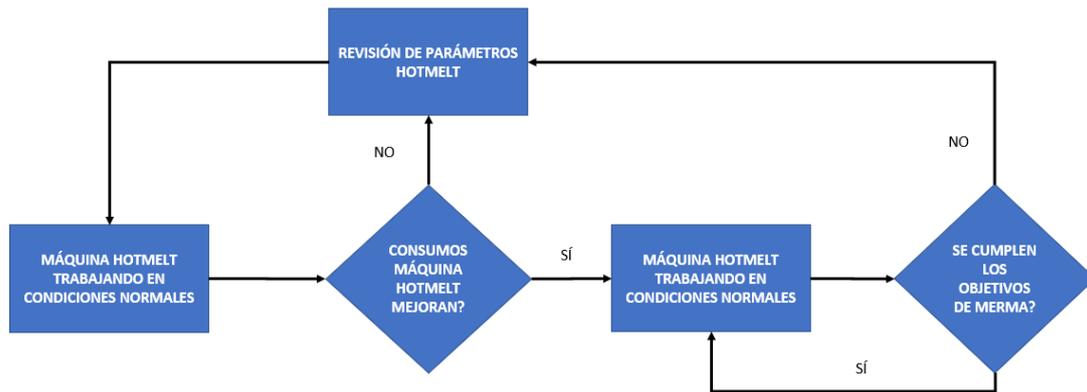


Figura 12.1: Diagrama de flujo Determinación parámetros Hotmelt.

Respecto al personal que se encargará de llevar a cabo este proceso, se encargarán de recopilar los datos los operarios y el ingeniero junior, ya que esta actividad se llevará a cabo dentro de planta, posteriormente, el encargado de contrastar los datos obtenidos con los objetivos marcados será el propio ingeniero junior, y en el caso de ser necesario una revisión de los parámetros, la deberán de llevar a cabo el responsable del proceso junto al ingeniero junior.

12.2. Determinación ciclos de producción.

Al igual que en el riesgo anterior, la posibilidad de cometer errores la determinación de los ciclos de producción más eficientes será un riesgo que se controlará mediante dos fases, a corto plazo, o a efecto efecto inmediato, donde simplemente se comprobará que la combinación de ciclos establecida es la más eficiente posible, teniendo en cuenta los costes que equivalen los cambios de los diferentes adhesivos.

El otro gran bloque de control estará enfocado a cubrir mejoras en un futuro, para ello, se tendrá consciencia de los diferentes formatos que la empresa vaya implementando a lo largo del tiempo, del mismo modo, se considerarán las nuevas posibles combinaciones de ciclos productivos que estas implementaciones pueden aportar. en el caso de encontrar una nueva combinación más eficiente, se procederá a definir el nuevo ciclo productivo y a su posterior ejecución.

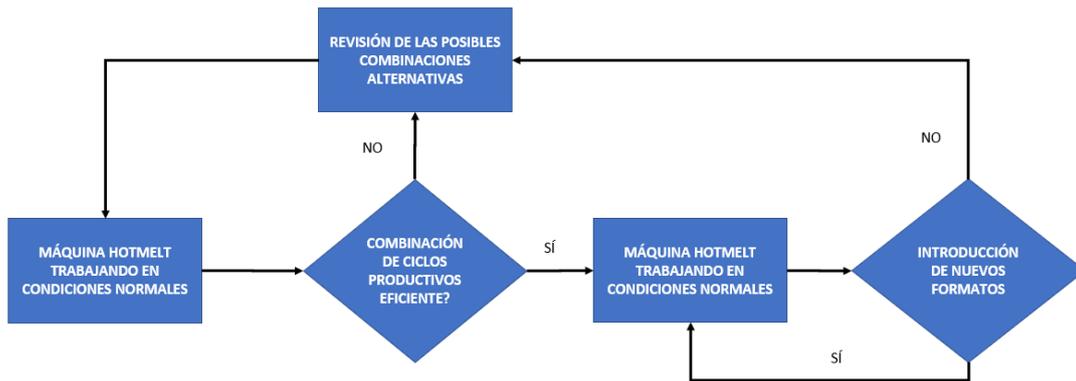


Figura 12.2: Diagrama de flujo determinación ciclos de producción.

Al igual que en el riesgo anterior, los encargados de llevar a cabo esta actividad eran el ingeniero junior y el responsable del proceso, y debido a que ambos tienen información al día de la actualidad productiva de la planta, ambos ocuparán la tarea de ser conscientes de los nuevos formatos y comprobar las nuevas combinaciones posibles.

12.3. Riesgo por contagio de COVID.

El último de los riesgos concluido como potencialmente peligroso para el desarrollo del proyecto de detalle era el de un posible contagio de alguno de los empleados por el virus COVID, es cierto que la mecánica de este control es muy simple, pero al mismo tiempo necesaria de aclarar para comprometer lo menos posible el retraso del proyecto en un supuesto caso de contagio.

este proceso se detonaría mediante alguno de los empleados y su identificación de síntomas que posibiliten la aparición de un contagiado, en ese caso, se llevará a cabo una prueba PCR, donde en función del resultado se decidirá si el empleado puede seguir trabajando en condiciones normales o se debe iniciar la cuarentena de 5 días establecida por ley. si la segunda opción es la que finalmente se materializa, este proceso de 5 días de cuarentena se deberá realizar hasta que la persona de negativo en alguno de los test, solo entonces podrá volver al trabajo en condiciones normales.

Cabe remarcar un aspecto muy importante, y es que si este decreto ley cambia de aquí a un futuro, y puede llegar a afectar al desarrollo de esta planificación, se deberá modificar este plan de contingencia en función a la evolución futura.

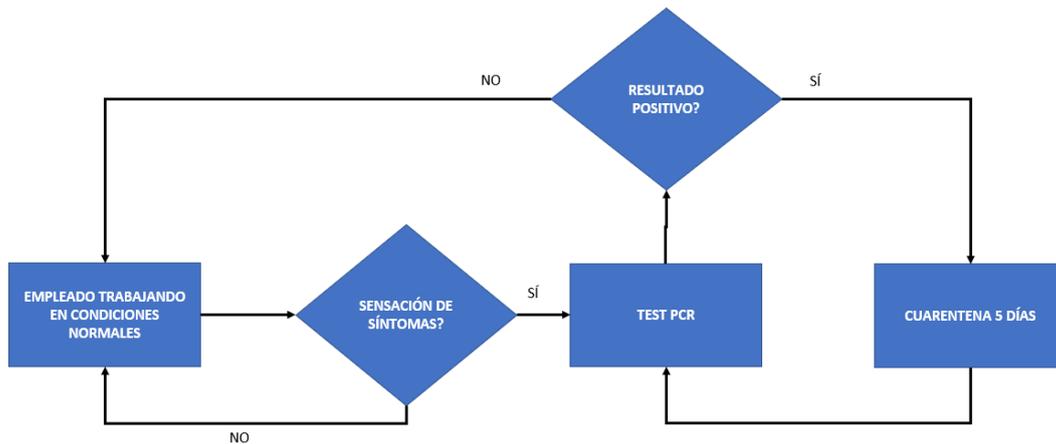


Figura 12.3: Diagrama de flujo riesgo por COVID

Naturalmente que este proceso puede afectar a todos los empleados que participarán en el proyecto, desde el ingeniero junior, pasando por el supervisor de calidad, el responsable del proceso, el informático, los tres técnicos y los cuatro operarios. Lo que hacen un total de once posibles empleados que pueden llegar a contagiarse, y al tratarse de una posibilidad permanente, se trata de un riesgo muy a tener en cuenta.

13. Ejecución de la planificación.

13.1. Fases de la ejecución

13.1.1. Primera fase.

TAREA	DÍAS TEÓRICOS	FIN TEÓRICO	DÍAS REALES	FIN REAL	PENALIZACIÓN POR TAREA		PENALIZACIÓN ACUMULADA	
					DÍAS	DINERO	DÍAS	DINERO
REVISIÓN DE CONCEPTOS Y ERRORES	5	18/02/2022	7	21/02/2022	2	80 €	2	80 €
INSTALACIÓN DEL SENSOR	1	21/02/2022	1	23/02/2022	0	0 €	2	80 €
CALIBRACIÓN DEL SENSOR	2	25/02/2022	3	29/02/2022	1	0 €	2	80 €
VALIDACIÓN DEL SENSOR	4	03/03/2022	4	05/03/2022	0	0 €	2	80 €
INSTALACION DEL CONTADOR	3	23/02/2022	3	23/02/2022	0	0 €	2	80 €
CALIBRACION DEL CONTADOR	2	02/03/2022	2	02/03/2022	0	0 €	2	80 €
VALIDACION DEL CONTADOR	3	07/03/2022	3	07/03/2022	0	0 €	2	80 €
IMPLEMENTACIÓN ETIQUETAS	1	21/02/2022	1	21/02/2022	0	0 €	2	80 €
RECOPIACIÓN DATOS	26	07/04/2022	24	07/04/2022	0	0 €	0	80 €
REVISIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS	3	12/04/2022	3	12/04/2022	0	0 €	0	80 €
CUANTIFICACION DE LOS ORÍGENES DE LA MERMA	2	15/04/2022	2	15/04/2022	0	0 €	0	80 €
ESTUDIO DE PROPUESTAS A CORTO PLAZO	4	21/04/2022	4	21/04/2022	0	0 €	0	80 €

Tabla 13.1: Ejecución de la planificación 1.

En la primera fase del proyecto de detalle, la planificación solo ha experimentado dos incidencias relacionadas con el coste y el tiempo que supone para la compañía. Como se puede observar estas incidencias han supuesto una desviación en el coste mínima y no han repercutido en el periodo de la planificación diseñada hasta el momento.

La principal incidencia se dio en la primera actividad que se llevó a cabo, donde debido a la carga de trabajo necesaria para poder solventar los problemas a nivel de detalle en la planificación inicial, ya que esta se tuvo que cambiar en gran parte. en este caso la penalización por esta tarea será de 2 días, que teniendo en cuenta el sueldo y las horas que le dedica el ingeniero general proyecto, tendrán un coste de solamente 80€.

El otro problema relacionado con la duración del proyecto, sucedió durante el desarrollo de la calibración del sensor de gramaje, donde es importante mencionar que el error no estuvo relacionado con la actividad en sí, sino que fue debido a la nula producción de una de los 3 soportes que se querían parametrizar, por lo que esta actividad simplemente tuvo un retraso temporal pero no supuso un coste adicional, ya que el encargado de llevarla a cabo simplemente tuvo que esperar un día más, por lo que no dedicó su tiempo el segundo día.

Debido al retraso acumulado de 2 días por la incidencia ocurrida en la primera actividad del proyecto, se llevaron a cabo reducciones de 2 días en las actividades de la toma de datos. Esto se decidió en función de las duraciones de las actividades disponibles, ya que teniendo en cuenta que la actividad de toma de datos correspondía a un total de 26 días, donde sí se recortaban dos días, el riesgo estaba relacionado con perder eficacia de los datos, se llegó a la conclusión esta pérdida de eficacia sería mínima, ya que la relación de días recortados ideas totales era muy baja.

El último detalle a tener en cuenta, pero que no se puede observar en la planificación como tal, es el de que se llevó a cabo la implementación de la OPL de los empalmes de proveedor de Tenox durante el periodo de toma de datos, ya que era técnicamente posible por la sencillez de la acción, debido a que se incluyó dentro del tiempo de la actividad de toma de datos, no supuso ningún coste adicional.

13.1.2. Segunda fase.

TAREA	DÍAS TEÓRICOS	FIN TEÓRICO	DÍAS REALES	FIN REAL	PENALIZACIÓN POR TAREA		PENALIZACIÓN ACUMULADA	
					DÍAS	DINERO	DÍAS	DINERO
RECOPILACIÓN DE DATOS	15	13/05/2022	15	13/05/2022	0	0,00 €	0	80,00 €
REVISIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS	5	20/05/2022	6	23/05/2022	1	30,00 €	1	110,00 €
CUANTIFICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE MERMA	8	25/05/2022	8	26/05/2022	0	30,00 €	1	110,00 €
ESTUDIO DE PROPUESTAS A MEDIO-LARGO PLAZO	7	03/06/2022	7	03/06/2022	0	30,00 €	0	110,00 €
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HOTMELT	2	07/06/2022	2	07/06/2022	0	30,00 €	0	110,00 €
DETERMINACIÓN DE CICLOS DE PRODUCCIÓN	1	06/06/2022	1	06/06/2022	0	30,00 €	0	110,00 €
PREPARACIÓN DEL INFORME FINAL	5	14/06/2022	5	14/06/2022	0	30,00 €	0	110,00 €

Tabla 13.2: Ejecución de planificación 2.

En esta segunda fase, se volverá a iterar el ciclo de toma de datos y cuantificación de merma, en este caso, se añadirán las actividades determinación de ciclos productivos y de parámetros Hotmelt, además de la actividad final de la preparación del informe.

Durante el desarrollo de esta segunda fase, únicamente ha aparecido una incidencia en el transcurso de una de las actividades. Esta apareció en el momento de realizar la revisión de los valores obtenidos, una vez ya se ha finalizado la toma de datos. Todo se produjo a raíz de no haber documentado correctamente la información de las etiquetas durante el traspaso al sistema informático, ya que surgió la necesidad de realizar una reclamación a una bobina, y se necesitaba un dato que no se había traspasado correctamente.

Debido a que esta actividad no pertenece al camino crítico, no será necesario retrasar el tiempo del proyecto, pese a que el coste por el tiempo extra empleado sí que se tendrá en cuenta de cara a la confección final del presupuesto ejecutado.

Por último, pese a que no ha supuesto una desviación en el tiempo ni en los costes planificados, cabe tener en cuenta que una de las ideas iniciales, finalmente se enfocó con otra perspectiva, ya que la idea inicial trataba de definir ciclos de producción eficientes con los cambios de formato registrados, pero finalmente los datos obtenidos sirvieron para definir un estándar de pérdida de cola en función del tipo de adhesivo.

13.2. Análisis de las incidencias.

A continuación se realizará un análisis contextualizado para aplicar la metodología PDCA, o también conocida como ciclo de Deming, en este análisis se tendrán en cuenta las actividades en las que se han producido incidencias durante la ejecución de la planificación diseñada.

Para poder garantizar que las incidencias que han surgido no se vuelvan a repetir en un futuro, se llevarán a cabo una serie de pasos metodológicamente diseñados, donde se llevará a cabo una secuencia de planificación, ejecución, verificación y revisión.

13.2.1. Incidencia actividad 1.

En esta primera actividad, la incidencia que produjo el retraso en el tiempo planificado estaba directamente relacionada con el error de cálculo de este mismo en relación a las cargas de trabajo necesarias. En un primer momento, se puede pensar que este tipo de errores se solventan simplemente con la adquisición de experiencia, pero del mismo

modo, se pueden revisar las tareas pendientes que habían por entonces y relacionarlas con el tiempo que se planificó en aquel momento para ellas.

TAREA	DÍAS TEÓRICOS	DÍAS REALES
REVISIÓN DE CONCEPTOS Y ERRORES	5	7

Tabla 13.3: Desviación tiempo actividad 1

La desviación de 2 días respecto al tiempo planificado, es principalmente debido a la falta de detalle en la cuantificación del tiempo de las diferentes actividades a realizar. para seguir la metodología PDCA, de cara a planificaciones futuras donde esta actividad de revisión de errores se lleve a cabo, será necesario incluir un nivel de detalle individualizado por tareas a corregir, para de esta forma no volver a cometer el mismo error.

13.2.2. Incidencia actividad 3.

La incidencia que se produjo durante el desarrollo de la tercera actividad, tuvo una causa raíz muy distinta al estudiada anteriormente con la actividad 1, ya que en este caso se produjo un error relacionado con la errónea adquisición de información sobre el periodo de pruebas para la calibración, ya que 1 de los formatos con el que se tenía que calibrar el contador no estaba en ese momento en producción, por lo que se tuvieron que retrasar hasta que ese momento llegara.

TAREA	DÍAS TEÓRICOS	DÍAS REALES
CALIBRACIÓN DEL SENSOR	2	3

Tabla 13.4: Desviación tiempo actividad 3

En este caso se puede observar cómo la desviación de tiempo simplemente ha representado un retraso de un día en el tiempo total, y de la misma forma, el error que se ha producido está relacionado simplemente con la estimación del tiempo en el momento de consultar la planificación de la propia producción de la empresa, ya que esta tiene programadas unas producciones a una horas concretas, que se pueden ver retrasadas en algunas ocasiones por incidencias durante los propios procesos de producción.

En conclusión, en este caso no se puede detectar un error propio de la planificación del proyecto, al menos con el objetivo de poder corregirlo, ya que hay factores que no se pueden controlar y que afectan al tiempo de ejecución. La única lección cualitativa que se puede extraer de esta experiencia, es que se debería de barajar un backlog para futuras planificaciones a las que le influyen los tiempos de producción, de este modo, se conseguiría afinar más los tiempos planificados respecto a los realistas, con todos los beneficios que eso conlleva a la hora de actuar.

13.2.3. Incidencia actividad 15.

La tercera y última incidencia que ha aparecido en el desarrollo de la planificación se ha producido en la actividad número 15, la cual representa la segunda fase de revisión de valores obtenidos. El foco del error ha estado en no traspasar todos los datos que venían adjuntos a la etiqueta física al sistema informático con el que se trabajaba, es decir, este error ha producido que se retrase el periodo de tramitación de una reclamación a un proveedor, y por consecuencia, se han tenido que traspasar todos los datos que con anterioridad no se habían procesado, por lo que la actividad de revisión de valores obtenidos se ha tenido que retrasar por 1 día.

TAREA	DÍAS TEÓRICOS	DÍAS REALES
REVISIÓN DE VALORES OBTENIDOS	5	6

Tabla 13.5: Desviación tiempo actividad 15

Aplicar la metodología PDF en este tipo de errores es muy simple, ya que el origen y el efecto del error están claramente identificados y al mismo tiempo muy simplificados a primera vista.

De cara a futuros proyectos donde se recopilen datos que tengan un origen físico, es decir, proyectos donde la toma de datos inicial tenga unas condiciones similares a las de éste, será necesario registrar todos y cada 1 de los datos en el sistema digital para poder agilizar todas las acciones que sean fruto de la Información captada a través de estos.

14. Análisi de viabilidad econòmica.

14.1. Presupuesto global

Cómo se mencionó en apartados anteriores, este proyecto no va dirigido a la venta de un cliente final, sino que es un coste que la propia empresa asume, para posteriormente conceptualizar los futuros ahorros como los ingresos derivados de este proyecto.

Este aspecto será importante a tener en cuenta en el momento de incorporar el IVA, ya que éste ya ha sido tenido en cuenta a la hora de calcular los costes de las amortizaciones de los dispositivos adquiridos, y como este presupuesto no estará dirigido a la venta de una empresa externa, no se aplicará el IVA en la conformación de este presupuesto final.

CAPÍTULOS	COSTE
I	9.088,75 €
II	287,5 €
III	3.658,6€
TOTAL	13.034,85 €

Tabla 14.1: Presupuesto global.

Como se observa en la tabla, el principal coste de este proyecto estará reflejado en el coste de la mano de obra dedicada al desarrollo de la planificación del proyecto.

Para obtener la información detallada sobre el cálculo de los diferentes capítulos que componen el presupuesto, ver punto 1 del estudio económico.

14.2. Cálculo de la rentabilidad

VAN

Para calcular el VAN se tendrá en cuenta la inversión realizada en los dos dispositivos y el proyecto como coste de inversión inicial, los futuros ahorros obtenidos serán los ingresos contemplados. Los resultados son los siguientes.

Cabe destacar que el coste de capital para la empresa será de un 3% y la inflación se contemplará en un 2%.

VAN

$$\begin{aligned} VAN = & -13.034,85 + \frac{20490,17}{(1,03^1 * 1,02^1)} + \frac{20490,17}{(1,03^2 * 1,02^2)} + \frac{20490,17}{(1,03^3 * 1,02^3)} \\ & + \frac{20490,17}{(1,03^4 * 1,02^4)} + \frac{20490,17}{(1,03^5 * 1,02^5)} = 75.529,91\text{€} \end{aligned}$$

IPC

$$IPC = \frac{75.529,91\text{€}}{13034,85} \cdot 100 = 579,44\%$$

Como se puede observar los datos de las previsiones económicas son bastante favorables y acompañan para motivar a realizar el proyecto, el ICP alcanzaría un valor teórico del 579,44%, todo esto sin contar los posibles ahorros potenciales que nos garantizarían la minimización de defectos y las posibles optimizaciones de los ciclos de Hotmelt.

Para consultar información detallada sobre el cálculo de estos valores ver punto 2 del estudio económico.

15. Análisis de viabilidad medioambiental.

El proyecto no presentará grandes afectaciones a nivel medioambiental, ya que el uso de las materias primas se limitará al consumo de papel realizado por las etiquetas, material de oficina, cómo pueden ser carpetas o fundas de plástico y la propia energía que consumirán las herramientas introducidas tales como el sensor de gramaje o el contador de metros.

15.1. Fase de construcción y ejecución

En la fase de diseño y construcción del proyecto, habrá que tener en cuenta como principal factor a la energía consumida en forma de electricidad, ya que no hay que olvidar que todo el seguimiento y planteamiento del proyecto se realizará mediante herramientas informáticas, las cuales gestionan información, y por consecuencia producen un gasto energético. También será necesario tener en cuenta aquel material de oficina que se utilice para la toma de datos inicial, ya que para el diseño implementación de los procesos que los operarios llevarán a cabo ha sido necesaria la colaboración y el intercambio de información entre ambas partes.

15.2. Fase de funcionamiento o explotación

En la fase de explotación el mayor consumo de recursos estará enfocado en el mismo punto que en el apartado anterior, es decir, el consumo energético producido por las herramientas utilizadas. en este caso, este consumo se debe a la implementación tanto del sensor de gramaje, como de la báscula y el contador de metros. Además de ello, también se deberá tener en cuenta de nuevo el material de oficina que se utilizará, cuya mayor parte acabará siendo reciclada, debido a que la compañía ya tiene implementado puntos de desecho de materiales reciclables.

15.3. Fase de uso

Respecto a la fase de uso, el principal factor que afectará medioambientalmente será positivo, ya que principal Se optimizarán los volúmenes de materias primas consumidas para las producciones, en lo cual repercutirá en un menor consumo de materias primas fabricando el mismo producto acabado. es cierto que habrá que tener en cuenta el mismo consumo de material de oficina y energía que este control seguirá produciendo, pero si se hace un balance general, se obtiene que a través de un consumo mínimo de materias primas, se está obteniendo un ahorro que cubre con creces la inversión inicial. Por lo tanto, este proyecto puede ser considerado como una inversión con retorno económico, y al mismo tiempo medioambiental.

Acciones Impactantes		Observaciones
Fase de Construcción o Ejecución	Uso de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenadores • Hojas, carpetas y fundas de plástico.
	Uso de material de oficina	
Fase de Funcionamiento o Explotación	Uso de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenadores • Hojas, carpetas y fundas de plástico. • Sensor de gramaje • Báscula de pesaje • Contador de metros.
	Uso de material de oficina	
Fase de Uso	Uso de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenadores • Hojas, carpetas y fundas de plástico. • Adhesivo ahorrado
	Uso de material de oficina	
	Ahorro de materia prima para la producción	

Tabla 15.1: Acciones impactantes.

En el punto 4 de los anexos se podrán consultar las tablas relativas al estudio medioambiental que describe al proyecto.

16. Conclusiones.

Para poder llevar a cabo el desarrollo de las conclusiones del proyecto, se analizarán los diferentes datos, propuestas y perspectivas a largo plazo en relación con los objetivos definidos al comienzo.

Como se ha remarcado en varias ocasiones durante la memoria, la razón de ser de este proyecto estaba asignada a la necesidad de reducir la merma o desperdicio generado en un proceso productivo, así como paralelamente se ha pretendido hacer hincapié en la importancia de cuadrar los consumos reales y los que se acaban registrando en el sistema, ya que las diferencias de inventario acaban suponiendo pérdidas muy notables para la empresa.

En este sentido, se han podido estudiar los diferentes orígenes que producían toda esta problemática, dividiendo su estudio en las dos principales materias primas que se utiliza en la línea sobre la que se está llevando a cabo el proyecto. Las propuestas estudiadas se han clasificado en función del periodo temporal para las cuales estuvieran diseñadas, es decir, si eran propuestas a corto plazo, o a medio largo plazo.

En cuanto a los adhesivos, la primera propuesta estaba relacionada con la posibilidad de consumir una cantidad de materia que anteriormente no se estaba llevando a cabo, el motivo era que en un pasado no se había verificado por parte del laboratorio existente la posibilidad de consumir esa cantidad, pero gracias al seguimiento y a la proposición del departamento de mejora continua, se pudo revisar dicha posibilidad y finalmente se concluyó en que era viable.

Por otro lado, gracias a los datos obtenidos por el sensor de gramaje se puede ajustar el consumo de las especificaciones, en uno de los casos sirvió para reducir el consumo, y por ende, la merma del adhesivo usado. En el caso del Classic se pudo observar cómo en otro formato se estaba aplicando adhesivo por debajo de la especificación definida, por lo que gracias al proyecto de seguimiento se ha podido corregir este error. También cabe destacar que la implementación de este sensor de gramaje ha permitido eliminar el control de calidad final para ser sustituido por este control por proceso, hecho el cual ha permitido cumplir otro de los objetivos planteados.

La definición de un estándar para los cambios de formato también ayudó a corregir el otro foco del proyecto, ya que desde este momento, las desviaciones se están reduciendo por debajo del 4%, el cual era el objetivo inicial del proyecto.

En cuanto a los soportes, se pudo observar cómo la principal mermó estaba relacionada con las diferencias de m que entregaban los proveedores de los formatos analizados, y gracias a este estudio, se pudo definir un estándar con el proveedor más problemático para la compañía, ya que era necesario definir unos estándares y unos límites de defectos que se podían entregar. esto permitirá reducir de manera directa el Scrap, tal y como se comentó al definir los objetivos iniciales.

No hay que olvidar de las pequeñas propuestas que a día de hoy ya han sido implementadas en la propia compañía debido a su sencillez, como la de cubrir los empalmes del proveedor tenox para poder consumir de manera más eficiente el material.

La última propuesta que se llevó a cabo y que tendría impacto en los soportes trataba de reducir los paros por descansos simultáneos, la cual conllevó una necesidad de coordinación entre diferentes componentes de la compañía para poder tomar la decisión de cambiar este tipo de operativa, ya que hasta día de hoy, nunca se había llevado a cabo la situación de dejar a un operario solo en la línea.

Es de remarcar que gracias a este seguimiento se han podido llevar acciones extra como pueden ser reclamaciones a proveedores que han entregado bobinas con un número de metros muy inferior al declarado, y de la misma forma, también se han planteado ideas de futuro cómo puede ser la optimización de pruebas para el seguimiento del gramaje utilizando el método Taguchi, o mejorar el sistema de seguimiento de defectos en la línea de corte implementando contadores de metros.

Por último, en materia de gestión de conocimiento, la parte más valiosa de este proyecto está relacionado con la posibilidad de aprender de un ciclo productivo en un entorno real, de todos los retos a los que hay que enfrentarse día a día en un entorno productivo donde nada ni nadie es perfecto, pero existe una necesidad muy grande de trabajar en equipo si se quieren desarrollar proyectos que mejoren la eficiencia productiva de la planta, por eso, la realización de este proyecto ha supuesto una gran adquisición de experiencia relacionada con el sector industrial.

.

17. Bibliografía

- [1] (2021) Estratègia de producció 1. Lean Manufacturing.
- [2] (2020) Disseny de sistemes productius. T3: Selecció i disseny de processos productius.
- [3] (2017) Condiciones de formato de máquina Hotmelt.
- [4] (2018) Documentación de seguridad y medio ambiente coating.
- [5] (2017) Instrucción general de limpieza Hotmelt.
- [6] (2020) Instrucción general de trabajo Hotmelt.
- [7] (2021) Limpieza de lámparas Hotmelt.
- [8] (2017) Manipulación de bobinas Hotmelt.
- [9] (2015) Recuperación adhesivo acrílico.
- [10] (2013) Documentación técnica BEF-MR-010020G.
- [11] (2016) Documentación técnica mm710e-nd.
- [12] (2017) Documentación técnica Gram K2 Tortuga.
- [13] (2008) Documentación técnica Polipasto.
- [14] (2021) Innovación para la economía circular.



Centres universitaris adscrits a la



**PROYECTO PARA EL SEGUIMIENTO I CONTROL DE LA MERMA EN UNA
MÁQUINA HOTMELT**

Memoria

ÀLEX PELEGRÍN

PONENTE: FRANCESC FLORES

PRIMAVERA 2022

