



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MEJORA DE LA EFICIENCIA Y RENDIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRECOCINADO DE PESCADO CONGELADO

Autor: Jorge Díaz Fontenla

Director: Roi Vilela López

Madrid

MEJORA DE LA EFICIENCIA Y RENDIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRECOCINADO DE PESCADO CONGELADO

Autor: Díaz Fontenla, Jorge.

Director: Vilela López, Roi.

Entidad Colaboradora: Grupo Nueva Pescanova S.A.

RESUMEN DEL PROYECTO

En este proyecto se ha realizado un estudio de la Línea 3 de la fábrica de Porriño de la empresa Grupo Nueva Pescanova S.A. Se ha incrementado la capacidad de producción de los cuellos de botella empleando técnicas del *Lean Management*, aumentando así el OEE de la línea en un 2%.

Palabras clave: línea, Lean, OEE

1. Introducción

El Grupo Nueva Pescanova S.A. es una empresa multinacional española cuya actividad económica principal es la comercialización de pescado. Este proyecto trata del periodo de prácticas realizadas durante los meses de Junio y Julio del verano de 2019, en una de las fábricas en Galicia, más concretamente en la de Porriño.

2. Definición del proyecto

Este proyecto basa sus fundamentos en la filosofía de *Lean Management*, reduciendo al máximo los desperdicios de la línea de fabricación y mejorando su OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). A través de estas herramientas, el proyecto se centra en los cuellos de botella y propone mejoras para los puntos críticos.

3. Descripción de la línea

La línea que está bajo estudio en este proyecto se divide en tres partes: cabecera, túnel de ultracongelado y final de línea. En esta línea se fabrican hasta 3 productos diferentes con dos variantes de empaquetado, en bolsa o en estuche.

El foco del proyecto se centra en proponer mejoras en el final de línea, y más concretamente en los robots y la cerradora de estuches, ya que son los elementos que más fallos acumulan y donde hay un mayor margen de mejora.

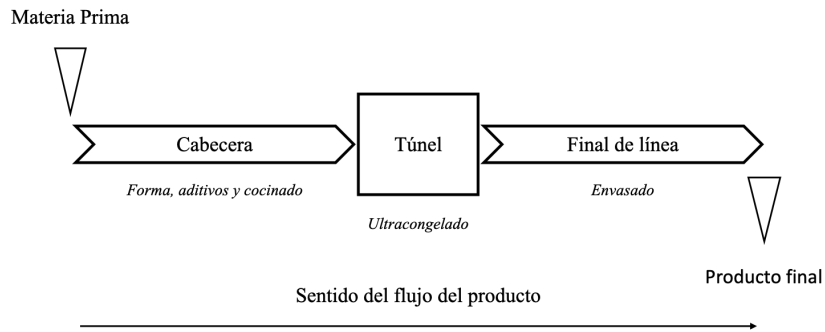


Ilustración 1. Esquema de la Línea 3.

4. Resultados

- Aumento del OEE de la línea de un 78,56% a un 80,68%
- Reducción de la producción de granel y de su coste de fabricación durante la primera hora de cada turno de Varitas.

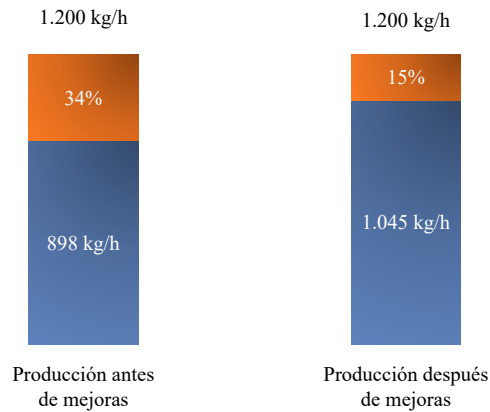


Ilustración 2. Reparto de la producción antes y después de las mejoras, representándose en naranja el porcentaje de granel.

- Reducción de los rechazos de la Varpe situada después de los robots.

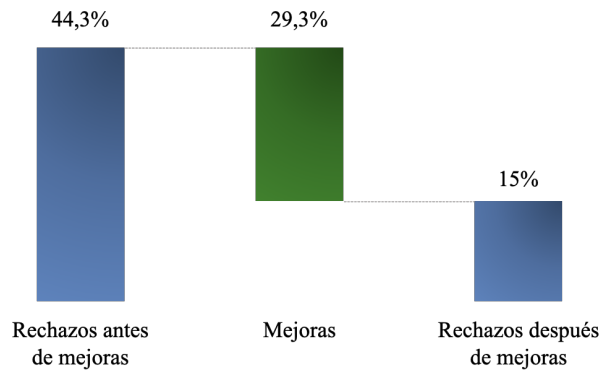


Ilustración 3. Reducción de los rechazos de la Varpe situada después de los robots.

- Reducción de las paradas de la línea debidas a los fallos de la cerradora de estuches.

5. Conclusiones

Las actuaciones sobre la línea son de gran valor, y abren la puerta a futuros proyectos para mejorar aún más la eficiencia y el rendimiento de esta línea.

El OEE es uno de los mejores indicadores para medir estas mejoras, aunque sin duda, el factor que más influye y más condiciona este indicador es el porcentaje de productividad, seguido de el de la disponibilidad y el de la calidad.

IMPROVING THE EFFICIENCY AND PERFORMANCE OF A FROZEN FISH PRECOOKING LINE

Author: Díaz Fontenla, Jorge.

Supervisor: Vilelea López, Roi.

Collaborating Entity: Grupo Nueva Pescanova S.A.

ABSTRACT

In this project a study has been carried out of Line 3 of the Porriño factory of the company Grupo Nueva Pescanova S.A. The production capacity of the bottlenecks has been increased using Lean Management techniques, thus increasing the OEE of the line by 2%.

Keywords: Line, Lean, OEE

1. Introduction

The Nueva Pescanova S.A. Group is a Spanish multinational company whose main economic activity is the marketing of fish. This project deals with the internship period carried out during the months of July and July of the summer of 2019, in one of the factories in Galicia, more specifically in the factory of Porriño.

2. Project definition

This project is based on the philosophy of Lean Management, reducing to the maximum the waste of the manufacturing line and improving its OEE (Overall Equipment Effectiveness). Through these tools the project focuses on the bottlenecks and proposes improvements for the critical points.

3. Line description

The line under study in this project is divided into three parts: header, deep-freeze tunnel and end of line. In this line, up to 3 different products are manufactured with two packaging variants, in bags or in cases.

The focus of the project is on the end of the line, and more specifically on the robots and the carton sealer, since these are the elements that accumulate the most failures and where there is the greatest margin for improvement.

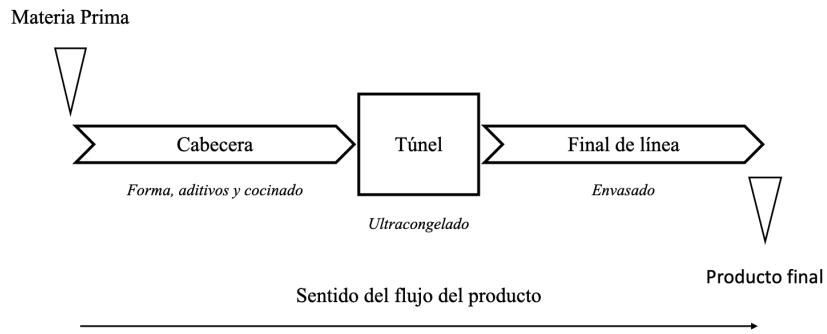


Ilustración 4. Diagram of Line 3.

4. Results

- Increase of the OEE of the line from 78.56% to 80.68%.
- Reduction of bulk production and manufacturing cost during the first hour of each Wand shift.

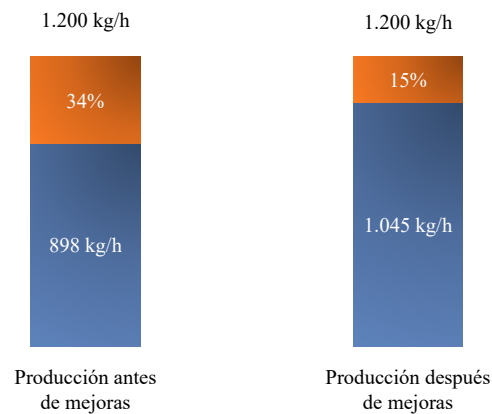


Ilustración 5. Distribution of the production before and after the improvements, representing in orange the percentage of bulk.

- Reduction of rejects from the Varpe located after the robots.

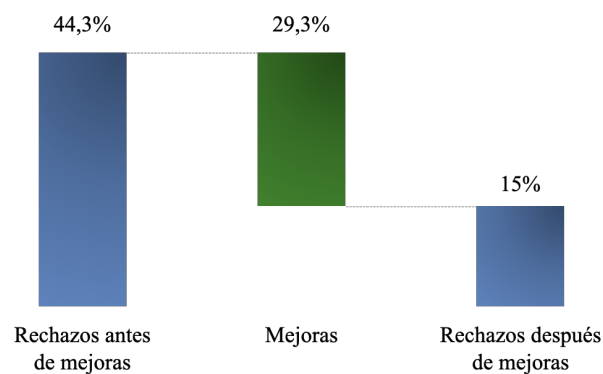


Ilustración 6. Reduction of rejects from the Varpe located after the robots.

- Reduction of line stops due to case sealer failures.

5. Conclusions

The actions on the line are of great value and open the door to future projects to further improve the efficiency and performance of this line.

The OEE is one of the best indicators for measuring these improvements, although without doubt the factor that most influences and conditions this indicator is the percentage of productivity, followed by availability and quality.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción.....	4
1.1 Motivación del proyecto	6
Capítulo 2. Estado de la Cuestión.....	8
Capítulo 3. Definición del Trabajo.....	10
3.1 Justificación.....	10
3.2 Objetivos	10
3.3 Metodología	11
3.4 Planificación y Estimación Económica.....	13
Capítulo 4. Desarrollo.....	16
4.1 Detección de los puntos débiles de la línea.....	16
4.1.1 Descripción y análisis general de la línea.....	16
4.1.2 Captura de datos y establecimiento de prioridades.....	26
4.1.3 Análisis específico y búsqueda de la raíz del problema.....	30
4.2 Elaboración e implementación de mejoras	35
4.2.1 Acciones contra las paradas en la línea	36
Capítulo 5. Análisis de Resultados	42
5.1 Acciones sobre los robots.....	42
5.2 Acciones sobre la cerradora	44
5.3 Escenario cero granel	47
5.4 OEE final.....	48
Capítulo 6. ODS.....	49
Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros.....	51
Capítulo 8. Bibliografía.....	52
ANEXO I	53

Índice de figuras

Figura 1. Cadena de valor sector pesquero	5
Figura 2. Mapamundi con las 6 plantas de procesamiento de Pescanova.....	6
Figura 3. Metodología para detectar puntos débiles de la línea.	12
Figura 4. Metodología para la elaboración e implementación de mejoras.....	13
Figura 5. Cronograma de la estancia en la fábrica.	14
Figura 6. Disposición esquemática de la Línea 3.....	17
Figura 7. Secuencia de máquinas en la cabecera de la Línea 3.....	19
Figura 8. Robots de vacío similares a los empleados en la fábrica. [3]	31
Figura 9. Rechazos de la Varpe en la producción de varitas 300.....	32
Figura 10. Rechazos de la Varpe en las dos primeras horas de producción de varitas 300.	32
Figura 11. Representación del funcionamiento de la cerradora	33
Figura 12. Ritmo de producción y granel generado.	34
Figura 13. Rechazos de la Varpe en la primera hora de producción de varitas 300.	37
Figura 14. Ritmo de producción y granel generado.	41
Figura 15. Disminución de rechazos en la Varpe.....	42
Figura 16. Reparto de producto final vs. granel durante la primera hora de producción antes y después de las mejoras.	44

Índice de tablas

Tabla 1. Familias y subfamilias de los productos fabricados en la Línea 3.	18
Tabla 2. Estaciones de trabajo en la cabecera según familia de producto.	21
Tabla 3. Estaciones de trabajo en el final de línea según envasado.	22
Tabla 4. Capacidad de producción en condiciones estándar.	25
Tabla 5. TOP 5 según tiempo total acumulado en parada.	27
Tabla 6. TOP 5 según número de paradas.	28
Tabla 7. TOP 5 según tiempo medio de la parada.	29
Tabla 8. Fallos y sus causas de la cerradora de estuches.	35
Tabla 9. Parámetros del HMI de la cerradora de estuches.	39
Tabla 10. Estructura de costes antes y después de las mejoras.	45
Tabla 11. Estructura de costes con el escenario de cero granel.	47

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se recoge el trabajo realizado en la empresa Grupo Nueva Pescanova S.L. durante los meses de verano Junio y Julio del año 2019.

Grupo Nueva Pescanova S.L. es una empresa española que fue fundada en Junio del año 1960 por José Fernández López, cuya actividad económica principal es la comercialización de pescado. La visión José Fernández era la de crear una empresa capaz de capturar y transportar el pescado desde puntos lejanos sin que se deteriorase en los largos meses de travesía. Esto se conseguiría más adelante al ser la primera empresa en aplicar el congelado a la cadena pesquera.

En sus inicios, Pescanova opera desde el puerto de Vigo, desde donde envía sus primeros bacos hacia caladeros situados en Argentina y Sudáfrica. En cuestión de pocos años su flota aumenta hasta los más de 100 barcos, situándola como la compañía pesquera líder en Europa. Como en todos los mercados, la competencia se hace más fuerte, y la innovación está casi obligada para poder ser competitivos. En los últimos años, Pescanova desarrolla alianzas estratégicas y crea nuevas empresas mixtas con operatividad fuera del territorio nacional facilita su acceso a nuevas aguas y con ello asegura su actividad.

Dentro del sector pesquero, está especializada en la captura, cultivo, producción y comercialización de productos del mar, tanto frescos como congelados. Además, su estrategia se ha centrado en diversificar los riesgos por especies y países, tanto en la producción como en la venta de proteínas marinas.

La propuesta de la cadena de valor que presenta Pescanova se trata de una integración vertical parcial, aunque casi total. A continuación en la Figura 1, se puede apreciar una síntesis de la cadena de valor del sector pesquero y, en verde, se destaca las actividades que pescanova lleva a cabo.



Figura 1. Cadena de valor sector pesquero

A grandes rasgos, se aprecia como el primer eslabón de la cadena corre a cargo de empresas externas. El diseño y fabricación de barcos o instalaciones de cultivo supondrían un incremento demasiado grande a la complejidad de la empresa y a la estructura de costes. Por esto, no participar en esta actividad es la mejor solución que Pescanova ha encontrado para maximizar el valor del producto final. Sin embargo, la influencia de Pescanova sobre el diseño de los barcos es muy alta para poder, con lo que obtienen barcos a medidas que se adaptan perfectamente a sus requerimientos operacionales. Los demás eslabones en los que se añade valor al producto final son realizados por Pescanova, aunque, el nivel de procesado dependerá de a quién se comercialice. Por ejemplo, en caso de vender el pescado a restaurantes, el procesado será mucho menor que si se pretende vender a consumidor final en supermercados, donde el pescado listo para comer está mucho más valorado.

Por otro lado, el Grupo Nueva Pescanova es una empresa internacional con presencia en todo el mundo. Siguiendo la cadena de valor mostrada anteriormente, Pescanova pesca en los mejores caladeros del hemisferio sur en países como Sudáfrica, Mozambique, Namibia y Angola en África, y Argentina y Uruguay en Sudamérica. Las plantas de procesado se encuentran repartidas por Europa, Sudamérica, África y Asia. A continuación, en la Imagen 2, se observa un mapamundi sobre el que se sitúan las plantas de procesado a excepción de las españolas que se muestran más adelante en la Figura 2.



Figura 2. Mapamundi con las 6 plantas de procesamiento de Pescanova.

De estas plantas de procesamiento, el proyecto desarrollado a continuación en este documento se enmarca en la planta de precocinados, en la localidad de Porriño, Pontevedra. Esta planta dispone de 4 líneas de procesamiento de pescado versátiles y flexibles, ya que pueden combinar diferentes configuraciones para procesar diferentes productos y satisfacer así la demanda.

1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

Las fábricas y las líneas de fabricación son a primera vista complejas e incomprensibles y desde luego no se aprecia su eficiencia fácilmente. Con el paso de los años han aparecido nuevas herramientas y técnicas que permiten a todas las fábricas, igual cual sea el sector, mejorar y no desperdiciar recursos importantes.

El tiempo es uno de los recursos más preciados y del cual todos disponemos en la misma medida. Este proyecto se inspira en disminuir el esfuerzo y el tiempo requerido para lidiar con problemas y fallos relacionados con procesos industriales para poder dedicarlos a las personas.

Además, este proyecto no trata únicamente de la mejora de la eficiencia y del resultado económico. Este proyecto es la culminación de toda una vida de estudios, por lo que significa mucho más, y pondrá de manifiesto conocimientos y aptitudes adquiridos durante los últimos 7 años de estudios.

El enriquecimiento personal es un gran motor de este proyecto. Trabajar por primera vez, día tras día, con todos los empleados de una fábrica, desde operarios de línea hasta el director de la fábrica, es una experiencia única. Charlar con los empleados de temas personales y profesionales, escucharlos, conocerlos y aprender de su larga experiencia en el sector, moldea fuertemente la perspectiva profesional y da una visión real de como operan plantas de fabricación.

Realizar un proyecto que aporte valor nunca es fácil, sino ya lo habrían hecho. Por lo tanto, la satisfacción personal que genera ver como el esfuerzo y sacrificio puesto en el proyecto pone a la empresa en una situación más favorable y con un mejor resultado económico, es también una gran motivación. Sin embargo, no solo se busca esto. Tras años de estudios y formación, el mayor activo a aportar es uno mismo. Con aptitudes adquiridas como la metodología de trabajo, disciplina y esfuerzo, además de buscar una mayor calidad del proyecto, se pretende influir, motivar e inspirar a cada uno de los compañeros de trabajo.

Capítulo 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La historia y el desarrollo de las cadenas de producción y fabricación están ligadas en sus inicios a la innovación creada en la industria del automóvil. A continuación, se presenta a grandes rasgos la evolución a lo largo del tiempo de la innovación en este ámbito hasta llegar a lo que se conoce hoy en día como *Lean Manufacturing*.

A principios del siglo XX surgen las primeras técnicas de optimización de las cadenas de fabricación de la historia reciente, siendo F.W. Taylor y H. Ford los pioneros de esta nueva corriente de manufacturación y producción en masa. Taylor dedicó su trabajo a mejorar el rendimiento de los obreros en sus puestos de trabajo, mientras que Ford fue capaz de diseñar la primera cadena de montaje.

Allá por el año 1908, *Ford Motor Company*, empresa fundada por Henry Ford, introdujo en el mercado el conocido modelo Ford T. El objetivo de este coche era el de hacer posible que la mayor parte de los ciudadanos de a pie pudieran optar a poseer un vehículo. Esto era algo impensable en la época debido al bajo nivel económico de las personas y al elevado coste de fabricación de un automóvil. Entonces, ¿Cómo fue capaz Henry Ford de fabricar un vehículo al alcance de todo el mundo? Introdujo, a través de la innovación, nuevas metodologías para elaborar cadenas de montaje. A través de procesos de estandarización e intercambiabilidad de las partes del vehículo, Ford fue capaz de fabricar cada Ford T en 93 minutos. Este avance supuso el inicio de una producción en masa que disminuyó los costes asociados a la fabricación de cada vehículo.

El siguiente hito innovador en la historia reciente ocurre a mano de los japoneses Kiichiro Toyoda y Taiichi Ohno en los años 30. Toyoda y Ohno, empresario e ingeniero de *Toyota Motor Corporation* respectivamente, fueron capaces de ver las limitaciones que presentaba el modelo de fabricación de Ford. A través de un nuevo enfoque basado en la flexibilidad y calidad de la cadena de producción, desarrollaron el denominado *Toyota Production System*

(TPS). El TPS recoge una serie de innovaciones complejas y detalladas que establecen los principios de los sistemas Lean modernos:

1. Definir el valor desde el punto de vista del cliente.
2. Identificar la cadena de valor.
3. Crear un flujo.
4. Establecer el *Pull*.
5. Buscar la perfección.

Actualmente la filosofía Lean se aplica en una gran mayoría de ámbitos profesionales y se pueden identificar diferentes corrientes, como Lean Management, Lean Thinking, Lean Startup o Lean Manufacturing, entre otras. Estas corrientes, además de compartir los 5 principios anteriores, basan su esencia en diferentes puntos de la filosofía Lean, aunque siempre manteniendo el concepto íntegro.

Lean Startup es un método creado por Eric Reis en su libro “El método lean startup” orientado al mundo empresarial, más concretamente a los startups. Este método se basa principalmente en el ciclo construye – mide – aprende, y en la rapidez en la que los startups son capaces de recorrerlo. Este sistema sigue claramente los principios de flexibilidad y de búsqueda de la perfección.

Por otro lado, el Lean Manufacturing, que se aplica en ámbitos de manufacturación, sigue también la filosofía Lean. En él se han desarrollado a lo largo del tiempo diferentes técnicas como los 7 desperdicios, la Teoría de las restricciones, el *Total Quality Management*, la casa del Lean Manufacturing, *Value Stream Mapping* (VSM), *Six sigma*, etc..., enfocadas a la mejora continua de los sistemas productivos.

Estas nuevas herramientas suponen una revolución en la eficiencia y rendimiento de fábricas de todo tipo. A lo largo del desarrollo de este proyecto se emplearán algunas de ellas con el objetivo de mejorar el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) de la planta de producción de pescado congelado situada de la empresa Grupo Nueva Pescanova en la localidad de Porriño.

Capítulo 3. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

3.1 JUSTIFICACIÓN

Tal y como se ha visto anteriormente, el desarrollo de las técnicas de optimización en procesos industriales ha avanzado mucho durante los últimos años. Con ello, el potencial margen de mejora que se genera en las líneas de fabricación aumenta.

La filosofía de *Lean Management* centra su utilidad en hacer más eficiente los procesos industriales y reducir al mínimo el desperdicio. De la misma forma, en este proyecto se van a aplicar diferentes herramientas de esta filosofía para cumplir con los objetivos.

Además, la fábrica de Porriño es adecuada para un proyecto de este tipo, ya que sin contar la Línea 5, la eficiencia y rendimiento del resto de las líneas tienen un margen de mejora considerable.

Por último, gracias a los conocimientos adquiridos durante mi formación de grado y de máster, los problemas que se van a plantear se pueden abordar de mejor manera posible, ofreciendo una solución viable a sostenible.

3.2 OBJETIVOS

Así y como el título del proyecto indica, el principal objetivo es el de mejorar el resultado operativo neto de la planta de fabricación. Esto se conseguirá a través de la mejora de la eficiencia y rendimiento de una de sus 4 líneas de producción mediante el uso de técnicas propias de la filosofía Lean.

A primera vista, este objetivo puede parecer poco específico al no fijar valor a alcanzar. Sin embargo, cualquier mejora que se obtenga sobre la situación inicial será considerada un logro. Además, todas las medidas que se aplicarán a lo largo del proyecto para alcanzarlo serán concretas y específicas. Esto se conseguirá empezando con un entendimiento general

de las líneas, analizando sus puntos débiles, buscando la causa primera de estos fallos y proponiendo soluciones atacando directamente a la raíz del problema.

Para medir estos resultados y por tanto poder decidir si se ha logrado o no el objetivo propuesto, se aplicará el indicador OEE (del inglés *Overall Equipment Effectiveness*). Este indicador se calcula, según lo mostrado en la Ecuación 1, multiplicando tres porcentajes que tasan la eficiencia del ritmo de producción, la calidad y el tiempo disponible para la producción. Primero, se obtendrá el OEE actual bajo el cual operan las líneas para así establecer un punto de partida sobre el cual medir los resultados futuros.

$$E\ 1. OEE = Producción(\%) \times Calidad(\%) \times Disponibilidad(\%)$$

Por otro lado, el objetivo de este proyecto es tanto alcanzable como realista, ya que el OEE asociado a las líneas de esta planta difiere del 100% ideal que toda línea de producción busca. Además, tal y como directivos y empleados de la propia empresa sugieren, la denominada Línea 3 tiene un gran margen de mejora.

Por último, al tratarse de un proyecto de 2 meses, el tiempo para el estudio y la implementación de las medidas de mejora es, aunque escaso, conocido. Esto permite una mejor planificación del proyecto a través de la fijación de hitos a lo largo del mismo. Además, los resultados que se puedan obtener se pueden medir de un día para otro, aunque siempre a falta de una mantención a lo largo del tiempo.

3.3 METODOLOGÍA

Para conseguir los objetivos mencionados anteriormente, es necesario establecer una metodología de trabajo que ayude a alcanzarlos. Ésta, junto con la planificación del proyecto, establecerá el camino a seguir.

Para este proyecto se puede decir que la metodología se divide en dos pasos. Primero, la metodología general para detectar puntos débiles de la línea. Consiste en seguir 4 pasos de manera secuencial que constituyen la primera fase del proyecto. Y, segundo, la metodología para implementar las mejoras desarrolladas. Esta fase consiste en también 4

pasos que se aplicarán a cada una de las mejoras desarrolladas y se realiza acorde con la filosofía del *Lean Startup Cycle: Build – Measure – Learn*.

A continuación, en la Figura 3 se representa esquemáticamente el primer paso de la metodología seguida.

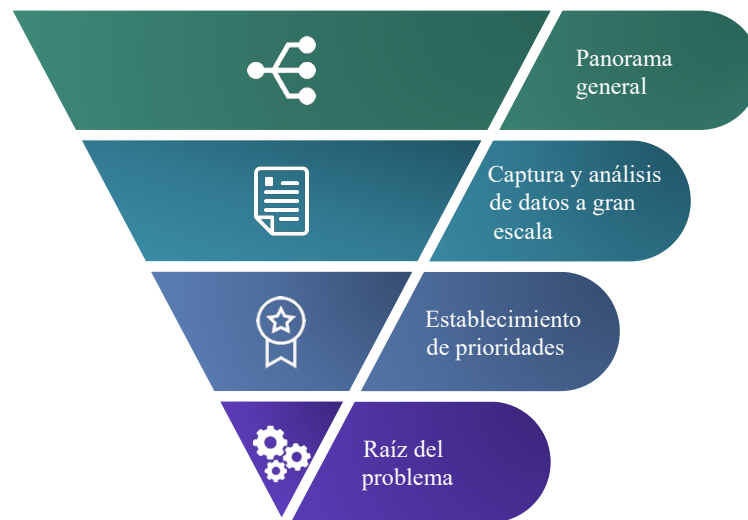


Figura 3. Metodología para detectar puntos débiles de la línea.

En primer lugar, se realizará un análisis del panorama general de la línea, realizando un *Value Stream Mapping* para un mejor entendimiento de la misma. Después, se continuará con una captura de datos a gran escala con su posterior procesamiento. A raíz del análisis de estos datos se establecen unas prioridades sobre las que se centrará el estudio del proyecto. Por último, se emplearán técnicas y herramientas para conocer la raíz de los problemas encontrados.

Por otro lado, en la Figura 4 se representa esquemáticamente el segundo paso de la metodología empleada.



Figura 4. Metodología para la elaboración e implementación de mejoras.

Una vez detectado el problema o fallo, se comienza con un paso previo a este esquema, que consiste en las medidas aplicadas previamente para combatir los fallos detectados. Con esto, se puede ahorrar bastante tiempo y esfuerzo y no emplearlos en vano.

Una vez en contexto, el primer paso consiste en construir las mejoras necesarias para solventar el problema. Después, se capturarán y se medirán los resultados para compararlos con el estado anterior y así poder interpretarlos y aprender de ellos en el tercer y último punto del ciclo.

3.4 PLANIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Tal y como se ha mencionado anteriormente, este proyecto se realiza a lo largo de dos meses en el verano de 2019. Sin previo conocimiento de la fábrica ni de su estructura o funcionamiento, las capacidades de adaptación y de interiorización de la información son claves para comenzar a aportar soluciones lo antes posible. A continuación, en la Figura 5, se recoge un cronograma con la planificación de este proyecto.

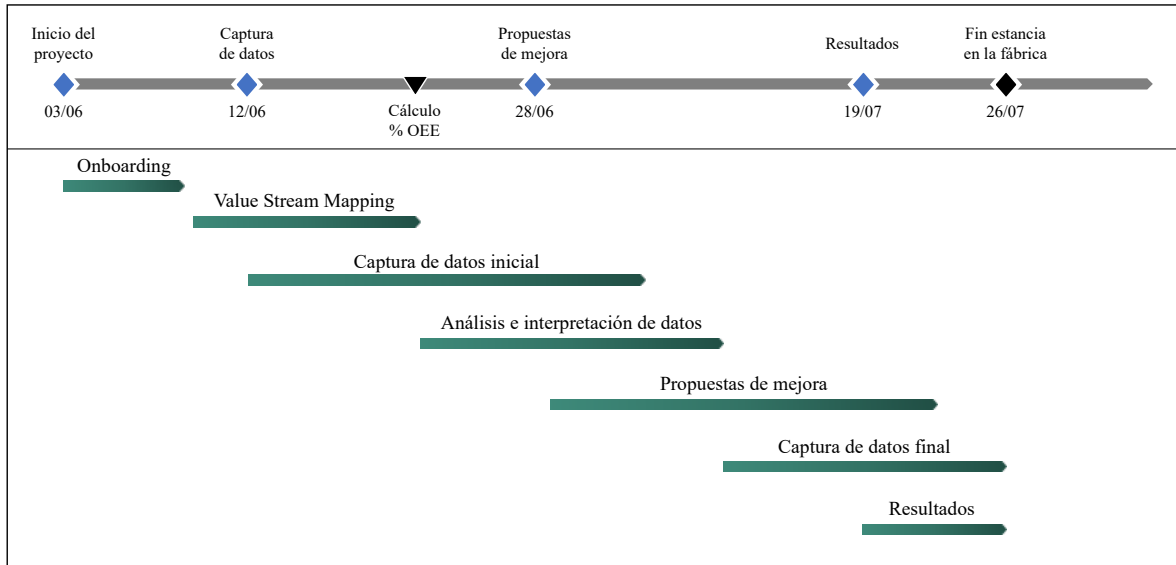


Figura 5. Cronograma de la estancia en la fábrica.

La planificación del proyecto se puede estructurar en 5 etapas, 4 de ellas dentro de la fábrica y 1 fuera.

La primera etapa dentro de la fábrica es el *onboarding*. Esta etapa durará aproximadamente 2 semanas que principalmente se emplean para entender la fábrica y las líneas de fabricación, conocer a todos los empleados y comenzar con el *Value Stream Mapping* (VSM). Con este ejercicio se pretende dar forma a la estructura de la línea, conocer el flujo de la materia prima, los puestos de trabajo y las máquinas presentes.

A continuación, durante las dos o tres semanas siguientes se pretende comenzar con la primera captura de datos. Por un lado, se capturan datos que permiten finalizar el VSM, conocer cuellos de botella y otras peculiaridades de la línea, y, por otro lado, se capturan todos los datos necesarios para el cálculo del OEE inicial. Además, en esta etapa se pretende realizar diferentes TOP 5 de los fallos de la línea, que sirvan para direccionar el foco del trabajo.

Las siguientes dos o tres semanas, se dedicarán a la búsqueda de la raíz de los problemas y la elaboración e implementación de mejoras. Aquí, se pretende examinar uno a uno los

problemas detectados en la etapa anterior, y siguiendo el ciclo explicado en la metodología de trabajo, proponer mejoras y capturar e interpretar los resultados.

La cuarta y última etapa dentro de la fábrica consistirá en la captura de datos final una vez implementadas las mejoras. Con estos datos se pretende calcular nuevamente el OEE y compararlo así con el calculado inicialmente. Una mejora en el OEE de la línea significará una mejora en la eficiencia y rendimiento de la misma.

Por último, y ya habiendo finalizado la estancia en la fábrica, la quinta etapa del proyecto se centra en la elaboración del documento y de los cálculos económicos resultantes de los datos obtenidos. Estos resultados se pueden ver en el Capítulo 5.

En cuanto a la estimación económica de este proyecto, se pueden observar principalmente dos tipos de costes. Primero, los costes monetarios generados por la utilización de recursos materiales, y segundo, los costes no monetarios generados por el consumo de tiempo de los empleados de la fábrica.

I. Recursos materiales.

- a. Transporte desde la residencia hasta la fábrica: 4 EUR al día – 160 EUR en total.
- b. Depreciación del ordenador personal: despreciable
- c. Bata, gorro y resto de material de seguridad para entrar en la planta: despreciable

II. Recursos no materiales.

- a. Tiempo y dedicación de los empleados dedicados a mi formación y resolución de dudas

Capítulo 4. DESARROLLO

Siguiendo con la misma división que en el apartado 3.3, a continuación, se desarrollan en detalle los pasos seguidos para realizar este proyecto. En primer lugar, en el apartado 4.1 se pretende responder a la pregunta ¿cuáles son los sucesos que penalizan en mayor medida el OEE de la línea? y, en segundo lugar, en el apartado 4.2 a ¿qué medidas pueden mejorarlo?

4.1 DETECCIÓN DE LOS PUNTOS DÉBILES DE LA LÍNEA

A lo largo de este apartado se responderá a la primera pregunta. Para ello, primero es necesario conocer el OEE inicial sobre el que opera la línea. Este cálculo se desarrolla a continuación con el análisis general de la línea.

4.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS GENERAL DE LA LÍNEA

La línea en cuestión, denominada internamente como Línea 3, es una de las cuatro líneas dentro de la fábrica del Centro Industrial de Porriño y en ella se fabrica pescado precocinado congelado. La línea se puede dividir en tres partes: la cabecera, el túnel y el final de línea.

La cabecera es donde comienza la línea. Aquí, la materia prima es introducida y procesada por una serie de máquinas hasta llegar al túnel de ultracongelado. Estas máquinas le dan forma, añaden el resto de los ingredientes y cocinan el producto. Una vez en el túnel, el producto lo recorre durante 30 minutos desembocando en el final de línea. En esta parte de la línea es donde se envasa el producto y se deja listo para comercializar. A continuación, en la Figura 6 se presenta forma esquemática y resumida la disposición de la línea.

Materia Prima

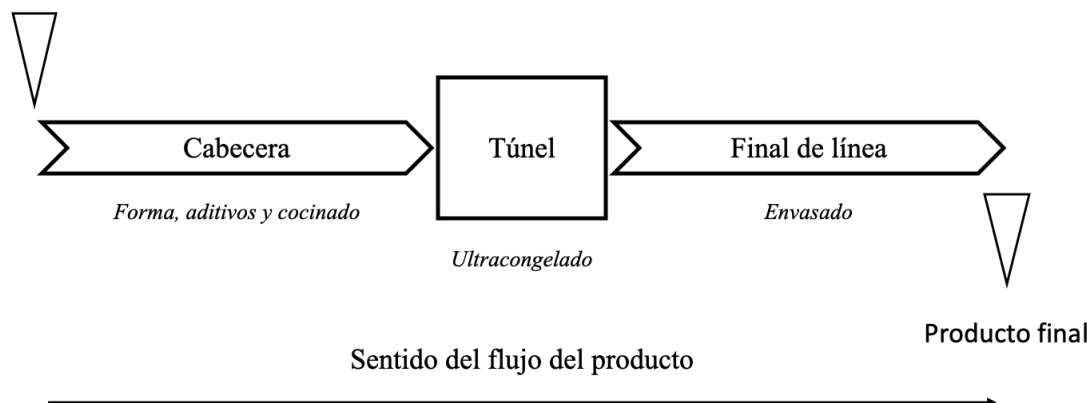


Figura 6. Disposición esquemática de la Línea 3.

4.1.1.1 Configuraciones de la línea según el producto fabricado

A diferencia de las demás líneas en esta fábrica, en esta línea se fabrican hasta 19 variantes de 3 familias diferentes de producto (Tabla 1). Esto le exige alta flexibilidad y versatilidad a línea, que combina secuencias de diferentes máquinas a la vez que mantiene la configuración cabecera – túnel – final de línea.

Familia	Envase	Peso [gramos]
Varitas	Estuche	250
		270
		300
		375
		450
		900
	Bobina	450
		750
		1000
		1200
		2000
		5000

Peskitos	Estuche	320
		400
	Bobina	1000
Nuggets	Bobina	240
		330
		500
		1000

Tabla 1. Familias y subfamilias de los productos fabricados en la Línea 3.

4.1.1.1.1 Cabecera

Para la fabricación de cada una de las familias, indiferentemente del envasado y del peso, se parte siempre de la misma materia prima. En el caso de las Varitas y los Nuggets, la materia prima viene compactada en forma de prisma rectangular, mientras que para los Peskitos los bloques han sido triturados previamente y llega a la línea en forma de masa. A este estado de la materia prima se le denomina como *picado*.

Dado que el estado en el cual se introduce la materia en la línea es diferente, la máquina también lo es. En el primer caso, los bloques de las Varitas y Nuggets se introducen en una seccionadora, que a través de 3 cortes en los diferentes planos consigue las dimensiones deseadas para cada producto. En cambio, el picado de los Peskitos es introducido en una embutidora CFS, que a través de un molde les da la forma y los introduce en la línea (Figura 7).

A continuación, las siguientes etapas en la línea son iguales para todas las familias de producto. Una vez con forma, la materia prima pasa una doble etapa de rebozado, en la que primero se encola y luego se empana. Para concluir, antes de llegar al túnel, el producto pasa a través de la freidora, donde se cocina a 160° durante 20 segundos.



Figura 7. Secuencia de máquinas en la cabecera de la Línea 3.

4.1.1.1.2 Túnel

El túnel de ultracongelado es una máquina que como su propio nombre indica congela el producto hasta los -18°C . El producto recorre esta máquina durante 30 minutos en una cinta que no se para durante todo el turno de fabricación de la línea. Esto es así, ya que el producto que permaneciera más de 30 minutos puede no cumplir con los estándares de calidad.

4.1.1.1.3 Final de línea

Para el envasado del producto, el final de línea está dotado de dos configuraciones diferentes. Independientemente de la familia o el peso, hay una configuración para el envasado en bobina y otra para el envasado en estuche.

En el envasado en bobina, el producto sale del túnel y recorre una serie de cintas que lo introducen en una máquina de 12 cabezales. Esta máquina calcula, en peso, la mejor combinación de los cabezales e introduce el producto en la bolsa. Posteriormente, las bolsas salientes de esta máquina son introducidas en cajas de cartón en la estación de encajonado y puestas sobre un pallet manualmente en la estación de paletizado.

Por otro lado, el envasado en estuche es más laborioso. Se denomina estuche a las pequeñas cajas de cartón que se pueden encontrar en los supermercados (Ilustración 7).



Ilustración 7. Varitas Pescanova 300 gramos envasadas en estuche [2].

Aquí, el producto sale del túnel de ultracongelado y una cinta lo transporta a través de 10 robots encargados de depositarlo dentro del estuche. El producto que no es cogido por los robots entra en un circuito de recirculación para volver a ser introducido en esta cinta. Una vez que el estuche está lleno, pasa por la primera báscula dinámica (Varpe) para comprobar el peso y entra en la máquina encargada de cerrarlo (Cerradora). Una vez cerrados, los estuches pasan a través de una máquina de rayos x (RX) que permite hacer un control de calidad del producto comprobando tanto el contenido de metales como el número de unidades. Por último y, al contrario que con el envasado en bobina, estos estuches se encajonan y se ponen sobre un pallet a través del uso de robots.

4.1.1.2 Estaciones de trabajo

Siguiendo la misma división que en el apartado anterior 4.1.1.1, la mejor manera de explicar las estaciones de trabajo de esta línea es separando una vez más entre cabecera y final de línea. Cabe destacar que, salvo en una o dos estaciones de trabajo (dependiendo del producto fabricado), las tareas a realizar no son altamente especializadas y no requieren una alta cualificación. Esto permite que algunos operarios roten entre estaciones cubriendo los descansos de sus compañeros y evitando la excesiva monotonía.

4.1.1.2.1 Cabecera

En la cabecera, es necesario diferenciar entre las tres familias de productos, ya que las estaciones de trabajo y el número de operarios varían entre ellas. A continuación, en la Tabla 2 se resume el número y las tareas de cada estación de trabajo.

Familia	Posición en línea	Tareas
Varitas	PO1 – Seccionadora	Recibe materia prima y la introduce en la seccionadora.
	PO2 y PO3 – Cinta	Situados entre la seccionadora y el encolado I, se aseguran de la correcta disposición de las varitas en la cinta. Dan apoyo a PO4.
	PO4 – Línea	Abastece encolado y empanado. Control de ganancia cada 20 minutos.
Nuggets	PO1 – Seccionadora	Recibe materia prima y la introduce en la seccionadora.
	PO2 – Seccionadora	Recoge tablillas procedentes del segundo corte y las introduce en el tercero.
	PO3 y PO4 – Cinta	Situados entre la seccionadora y el encolado I, se aseguran de la correcta disposición de los nuggets en la cinta. Dan apoyo a PO2 y a PO4.
	PO5 – Línea	Abastece encolado y empanado. Control de ganancia cada 20 minutos.
Peskitos	PO1 – Picados	Recibe la materia prima y la introduce en la picadora.
	PO2 – Picados	Mantiene en marcha la picadora y añade aditivos, colorante y agua a la mezcla.
	PO3 – Embutidora CFS	Recoge la masa de la picadora y la introduce en la CFS.
	PO4 – Línea	Abastece encolado y empanado. Control de ganancia cada 20 minutos.

Tabla 2. Estaciones de trabajo en la cabecera según familia de producto.

4.1.1.2.2 Final de línea

Al contrario que en la cabecera, en el final de línea es necesario diferenciar entre estaciones de trabajo según el envasado del producto. A continuación, en la Tabla 3, se resumen de mismo modo las actividades de los operarios.

Envase	Posición en línea	Tareas
Bobina	PO1 – Embolsadora	Se encarga de la embolsadora abasteciéndola y asegurando su funcionamiento. Recoge los rechazos por peso y los recircula.
	PO2, PO3 y PO4 – Encajonado	Introducen las bolsas en cajas de cartón antes de ser embaladas
	PO5 – Formadora cajas	Supervisa la formadora, comprueba las cajas y las pone en el pallet.
Estuche	PO1 – Línea	Da relevos. Se sitúa entre los robots y la Varpe rellenando estuches a mano.
	PO2 – Cinta	Recoge rechazos de la Varpe y completa los estuches a mano.
	PO3 – Cinta	Recoloca las Varitas o Peskitos dentro del estuche antes de entrar en la cerradora.
	PO4 – Cinta	Situado entre máquina de rayos x y Fanuc. Comprueba que se han cerrado correctamente los estuches y atiende a posibles atascos en el Fanuc.
	PO5 – Formadora estuches	Atiende a atascos en la formadora y en la cerradora. Recoge rechazos de los rayos x y los reprocesa.
	PO6 – Paletizadora	Alimenta la formadora de cajas y comprueba las cajas que salen del Fanuc. Da apoyo a PO4 y PO5.
	PO7 – Granel	Recoge las bolsas que se hayan podido formar por paradas en la línea

Tabla 3. Estaciones de trabajo en el final de línea según envasado.

4.1.1.3 Vale Stream Mapping

Una vez conocidas las diferentes configuraciones de la línea con las máquinas que están presentes y las estaciones de trabajo es necesario juntar toda esta información de manera fácil y entendible, y así comprender el funcionamiento de la línea. Para esto se utiliza la herramienta de *Lean Management* el *Value Stream Mapping*.

El *Value Stream Mapping (VSM)*, o diagrama de flujo de valor, es una herramienta Lean que permite visualizar de manera gráfica el flujo tanto de información como de materia en el proceso productivo [1].

A continuación, en la Ilustración 8 se introduce una representación del *lay-out* de la cabecera de la línea con sus dos configuraciones posibles. La rama superior pertenece a los Pesquitos, mientras que la inferior a los Nuggets y Varitas.

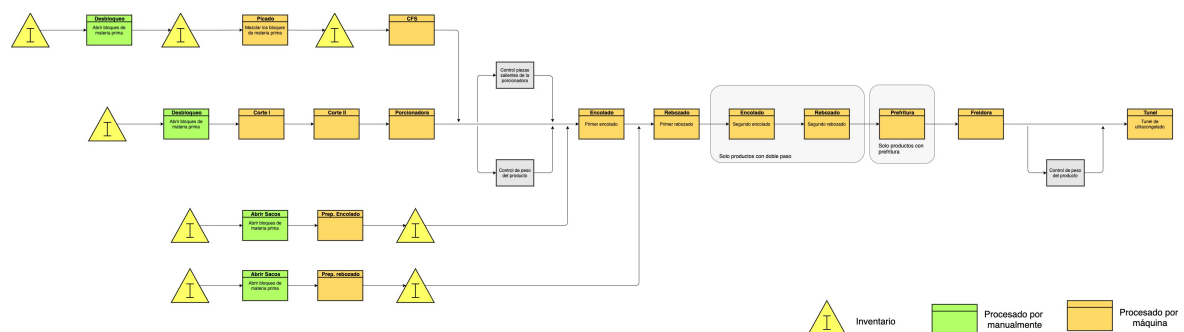


Ilustración 8. VSM de la cabecera de la línea.

De la misma forma, en la Ilustración 9 se muestra el *lay-out* del final de línea, también con sus dos posibles configuraciones, la empleada en el embolsado y la empleada en el estuchado.

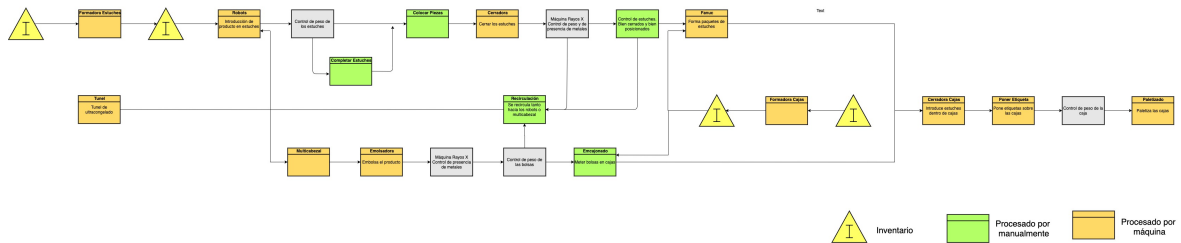


Ilustración 9. VSM del final de línea.

En estas dos ilustraciones se identifican 4 elementos básicos.

- El triángulo amarillo, que indica la existencia de un inventario de producto en ese punto.
- El rectángulo verde, que indica un procesado manual del producto.
- El rectángulo naranja, que indica un procesado automático del producto realizado por una máquina.
- El rectángulo gris, que indica una estación de control de calidad.

4.1.1.4 Capacidad de producción de la línea en condiciones estándar

Para completar el punto anterior, a continuación, se procede con el estudio individual de cada una de las máquinas. Así, se pueden establecer los límites de la línea, los cuellos de botella y la capacidad productiva en condiciones estándar. Aunque este proyecto esté centrado en la producción de varitas, también se expondrán las demás variantes.

La Tabla 4, que se muestra a continuación, recoge la capacidad de producción de cada una de las máquinas para las 4 variantes de familia de producto. En gris, se resaltan el transporte en cintas que no influye a la capacidad productiva de la línea. Mientras que en naranja se resaltan los cuellos de botella para cada una de las configuraciones.

Tabla 4. Capacidad de producción en condiciones estándar.

Capacidad estándar					
Proceso	Units	Producto			
		Nuggets	Varitas Estuche	Varitas Bolsa	Peskitos
Cabecera	Desbloqueo	[kg/h]	1655	1655	1655
	Corte 1	[kg/h]	971	971	971
	Corte 2	[kg/h]	979	979	979
	Corte 3 - Porcionadora	[kg/h]	670	670	670
	Picado	[kg/h]	N/A	N/A	N/A
	CFS	[kg/h]	N/A	N/A	N/A
	Cinta Porcionadora/CFS - Encolado	[s]	7	7	2
	Encolado	[s]	6	6	11
	Rebozado		11	11	18
	Cinta Rebozado - Prefrito	[s]	18	18	9
	Prefrito	[s]	9	9	16
	Cinta Prefrito - Freidora	[s]	16	16	17
	Freidora	[s]	17	17	76
	Cinta Freidora - Tunel	[s]	76	76	30
	Tunel	[s]	1800	1800	27
	Cinta Tunel - Multicabezal	[s]	54	N/A	54
Final de Línea	Multicabezal	[kg/h]	1200	N/A	1250
	Embolsadora	[kg/h]	1200	N/A	1250
	Cinta Embolsadora Encajonado	[s]	19	N/A	19
	Encajonado	[s]	36	N/A	3
	Cinta Encajonado - Paletizado	[s]	107	N/A	107
	Cinta Tunel - Robots	[s]	N/A	27	N/A
	Robots	[kg/h] teorico	N/A	1440	N/A
		[kg/h] real	N/A	1220	1050
	Formadora Estuches	[kg/h]	N/A	1220	N/A
	Cinta Formadora - Robots	[s]	N/A	63	-
	Cinta Robots - Cerradora	[s]	N/A	48	N/A
	Cerradora	[kg/h]	N/A	1220	N/A
	Cinta Cerradora - Fanuc	[s]	N/A	21	N/A
	Fanuc	packs/min	N/A	1220	N/A
	Cinta Fanuc - Paletizadora	[s]	N/A	116	N/A

Por un lado, las configuraciones de embolsado ven su cuello de botella en la cabecera, en el **corte de los bloques de materia prima**, la porcionadora, mientras que las configuraciones en estuche ven su cuello de botella en los **robots**.

Sin embargo, a base de estudiar la línea y ver su funcionamiento, el segundo cuello de botella en configuraciones de estuchado es la cerradora de estuches. Esto se debe a que en condiciones normales no lo es, pero debido a sus atascos y mal funcionamiento, es a veces el factor limitante para la productividad de la línea.

4.1.2 CAPTURA DE DATOS Y ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES

Conocer el punto de partida al detalle antes de comenzar con la implementación de mejoras puede ahorrar mucho tiempo a posteriori y hacer más eficiente el trabajado desarrollado. Por eso, el siguiente hito en este proyecto es del calcular el OEE actual y desglosar cada uno de los indicadores que afectan a su cálculo. Por consiguiente, en este punto del documento se pretende responder a preguntas como, ¿dónde se para la línea?, ¿porqué se para la línea?, ¿qué máquina da mas problemas?

4.1.2.1 Premisas

Como premisa para el desarrollo de este punto, se ha establecido que la tasa de calidad del producto final es del 100%. Esto no es del todo correcto, aunque tiene una explicación. Por un lado, los defectos en el producto final en esta línea se dan por fallos en las máquinas encargadas de envasar el producto, ya sea la cerradora de estuches o la embolsadora. Estos fallos provocan en su inmensa mayoría paradas de línea para realizar pequeños ajustes en las respectivas máquinas. Sin embargo, este producto es reprocesado y no se desperdicia. Esto, junto al hecho de que los datos sobre paradas de línea son mucho más accesibles, lleva a centrar la captura de datos y el establecimiento de prioridades a acciones relacionadas con las paradas de la línea.

4.1.2.2 Captura de datos

Cada una de las máquinas de la línea está cableada de tal forma que cuando se para se registran los datos de la parada. Todos estos registros generan una base de datos que será la

base para el análisis y el establecimiento de prioridades. Cada uno de los registros categoriza las paradas según subárea (Cabecera o Final de línea), máquina y categoría (causa a nivel general de la parada).

Gracias a esta base de datos y, depurando y filtrando esta información se obtiene una idea más precisa sobre los fallos en la línea. A continuación, en las Tabla 5 - Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos del procesado de la información. Cada una de estas tablas recopila el TOP 5 de incidencias según 3 criterios, tiempo acumulado en parada, número de paradas y tiempo medio por parada, respectivamente. Así mismo, se ofrecen los resultados no solo por máquina sino también por causa del fallo. Cabe destacar que la información tratada en la base de datos tiene como fecha de inicio el 01-01-2019 y como último día tenido en cuenta el 31-05-2019. Con esto se obtiene información suficientemente relevante de los últimos 5 meses de fabricación.

TOP 5 tiempo total en parada		
Máquina	horas	%
1. Cerradora	1.160	43%
Ajustes	389	15%
Cambio formato	195	7%
Atascos	194	7%
2. Embolsadora	501	19%
Cambio de bobina	212	8%
3. Robots	436	16%
Avería en el introductor estuches	220	8%
4. Elton	177	7%
5. Formadora	126	5%

Tabla 5. TOP 5 según tiempo total acumulado en parada.

De la Tabla 5 se extrae que la cerradora y en concreto los ajustes de la cerradora es la causa que mantiene parada la línea en mayor medida. Así mismo, cuando se trabaja con la

embolsadora, ésta también presenta una gran acumulación de paradas. Por último, los robots se emplean únicamente a la vez que se utiliza la cerradora y es la segunda causa de paradas de la línea.

TOP 5 número de paradas		
Máquina	#	%
1. Cerradora	152	42%
Ajustes	60	17%
Atascos	40	12%
Cadenas/Correas	18	5%
2. Embolsadora	84	23%
Cambio de bobina	43	12%
3. Robots	49	14%
Ajustes visión	16	4%
4. Elton	24	7%
5. Formadora	16	4%

Tabla 6. TOP 5 según número de paradas.

Categorizando las paradas según el número de veces que ocurre, da una idea de la frecuencia con la que se produce y es también un buen indicador para valorar la gravedad de la parada. Igual que en la Tabla 5, ajustes en la cerradora vuelve a ser la causa más grave seguido de los atascos en la misma. Cabe destacar que el cambio de bobina es inevitable, ya que hay que realizarlo cada vez que se acaba una de las bobinas.

TOP 5 tiempo medio de parada		
Máquina	Min.	%
1. Cerradora		
Cambio formato	21,71	296%
2. Robots		
Avería en el introductor de estuches	18,34	250%
3. Elton		
Cambio de mordazas	17,55	239%
4. Embolsadora		
Fallo codificador	15,17	207%
5. Formadora		
Falta envases	15,12	206%

Tabla 7. TOP 5 según tiempo medio de la parada.

Conocer el tiempo medio que ocupa cada uno de los tipos de fallos puede aumentar considerablemente la gravedad del fallo si la frecuencia de este es relevante. Del TOP 5 recogido en esta tabla cabe destacar la avería en el introductor de estuches, ya que es la segunda causa que acumula más minutos teniendo la línea parada.

4.1.2.3 OEE inicial

Conocer el punto de partida siempre es muy importante para poder medir el progreso que se hace, Para ello, se procede a continuación, con cálculo del OEE. Se necesitan conocer 3 porcentajes: calidad, producción y tiempo en funcionamiento o disponibilidad.

1. Calidad: Se parte de la base que la calidad es siempre el 100%, y que todo producto que sale de la línea está listo para su comercialización.

2. Producción: A pesar de que el objetivo a alcanzar en cuanto a ritmo de producción es de 1220 kg/h, debido a paradas y fallos, se logran aproximadamente 895 kg/h de producto final durante la primera hora de producción, y 1050 de media durante el resto del turno. Esto deja un porcentaje de productividad del 84,47%

3. Tiempo en funcionamiento o disponibilidad: El objetivo a alcanzar son las 8 horas que dura el turno. Sin embargo, como se ha visto en el punto anterior, la media de tiempo que la Línea 3 pasa parada durante la fabricación de Varitas es estuche es de 30 minutos. Esto deja un porcentaje de tiempo en funcionamiento de un 93,75%.

Multiplicando estos 3 datos se puede hallar el OEE inicial de la línea, un **78,56%**.

4.1.2.4 Establecimiento de prioridades

A la vista de los datos expuestos en las tablas anteriores en el punto 4.1.2.2, se puede decir que en el final de línea tanto la cerradora como los robots son las máquinas más problemáticas y las que causan un mayor tiempo de paradas. Como consecuencia, estas dos máquinas serán objeto de estudio investigando el inicio de los fallos (4.1.3) y proponiendo soluciones que los mitiguen (4.2).

Sin embargo, no sólo el estudio de los tiempos de las paradas puede mejorar la eficiencia de la línea. Se estudiarán también otro tipo de mejoras que se presentará en el punto 4.2.

4.1.3 ANÁLISIS ESPECÍFICO Y BÚSQUEDA DE LA RAÍZ DEL PROBLEMA

4.1.3.1 Robots

Tal y como se ha comentado en el punto 4.1.1, esta línea cuenta con 10 robots situados en serie en la parte final de la misma. En la Figura 8 se muestra un robot similar al empleado en la fábrica que, por cuestiones de privacidad no se muestran explícitamente.



Figura 8. Robots de vacío similares a los empleados en la fábrica. [3]

La función de estos robots es coger el producto de una cinta transportadora y situarlo dentro de los estuches. Su funcionamiento principal se basa en situarse sobre el producto y generar un efecto vacío en la boquilla de plástico para recoger el producto. Sin entrar en detalles técnicos, los robots tienen un software en el *backend* que permite programar numerosos parámetros como velocidad de movimiento (con y sin producto) o la presión que genera el efecto vacío. Además, los robots están dotados de una cámara de visión situada sobre la cinta transportadora que le permite al robot decidir que unidad de producto recoger. Todos estos parámetros han sido establecidos y testados en el pasado con equipos de ingenieros del fabricante y de la propia Pescanova.

Sin embargo, tras observar durante semanas el funcionamiento del final de línea, salta a la vista como al inicio de varios turnos y veces de forma periódica, la Varpe situada entre los robots y la cerradora de estuches rechaza de manera constante estuches con menos peso del requerido. Este echo se produce porque alguno de los robots está fallando y no se consigue introducir en los estuches el número de piezas requeridas. Además, esto obliga a que los operarios desatiendan su estación de trabajo. A menudo este echo que se produce de forma repetitiva provoca paradas en la línea y la producción de granel.

Habiendo detectado este problema, es necesario hacer una valoración del impacto que tiene sobre la producción para conocer la gravedad del problema. Para ello, dado que la Varpe no está monitorizada, se toman datos manualmente de forma reiterativa. A continuación, se muestra una representación gráfica de los datos obtenidos en un turno de fabricación de las varitas 300. En la Figura 9 se muestran los datos recogidos durante el turno entero en intervalos de media hora, mientras que en la Figura 10 se muestran en detalle los datos de las dos primeras horas de funcionamiento en intervalos de 10 minutos.

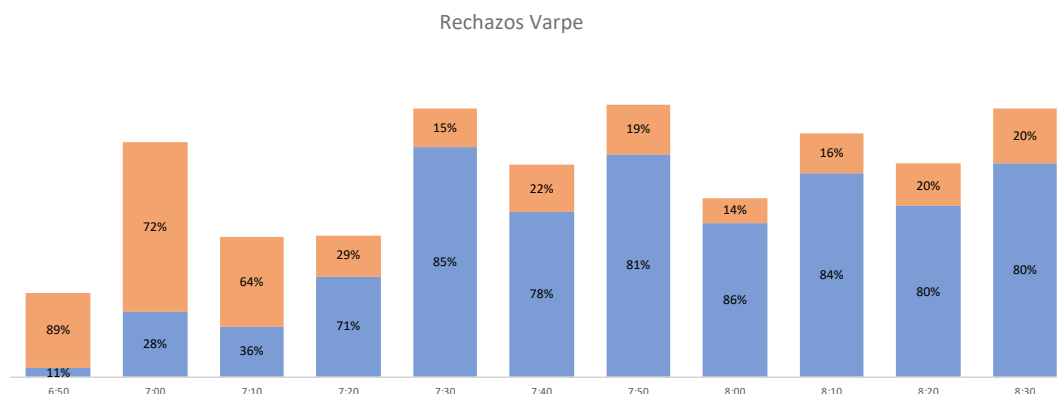


Figura 9. Rechazos de la Varpe en la producción de varitas 300.

Con estos datos se puede confirmar que durante la primera hora de producción el porcentaje de estuches rechazado es muy superior (una media de 44,3% y alcanzando un pico del 72% sobre una producción de casi 1000 kg/h) a la media durante todo el turno de producción (15-20%). Durante la toma de datos realizada también se ha observado que los 10 robots estaban en funcionamiento y la cinta transportadora por la que circula el producto estaba suficientemente abastecida. Además, también se comprobó que el programa instalado en el *backend* era el correcto y la cámara de visión estaba trabajando correctamente. Sin embargo, durante la recogida de datos se pudo apreciar como en numerosas ocasiones **el producto se desprendía de la boquilla del robot** mientras era trasladada de la cinta al estuche. Habiendo corroborado que las boquillas se instalan nuevas al inicio de cada turno, el último elemento

que puede estar fallando es el efecto vacío. Más adelante, en el punto 4.2 se discutirá el enfoque adoptado para solucionar este problema, así como los resultados obtenidos.

4.1.3.2 Cerradora de estuches

Partiendo de la base de que la cerradora de estuches es la máquina que más paradas de línea provoca y sabiendo que no el 100% de los estuches se cierran correctamente, a continuación, se buscan las causas de los fallos de esta máquina.

Siguiendo el flujo que el producto sigue en la línea de fabricación, después de que los estuches hayan pasado la Varpe, llegan a la cerradora. A continuación, en la Figura 11 se muestra de manera esquemática el funcionamiento de esta máquina.

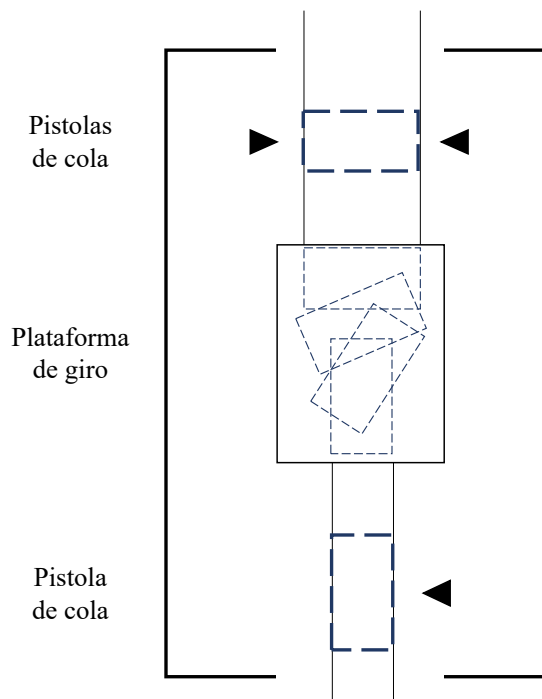


Figura 11. Representación del funcionamiento de la cerradora

La función de esta máquina es la de cerrar los estuches aplicando cola en los bordes de estos. Igual que los robots, esta máquina también tiene numerosos parámetros que deben ser ajustados para cada uno de los estuches. Por un lado, los parámetros introducidos a través de un HMI que regulan la velocidad de las cintas que transportan los estuches y el tiempo de

aplicación de la cola. Por otro lado, un ajuste manual, que regula la anchura y altura de los railes por los que son transportados los estuches.

Los estuches son introducidos con su lado largo paralelo al movimiento de la cinta. Una vez dentro de la cerradora, se aplica cola sobre este lado antes de ser girado 90°. Una vez girado, se le aplica cola en los laterales, se cierran las dos solapas y el estuche sale de la máquina.

Para conocer el impacto de las paradas provocadas por los fallos en esta máquina, igual que con los robots se ha hecho una recolecta de datos manual. Se han recogido los datos proporcionados por la máquina de Rayo X situada a la salida de la cerradora y la varpe situada a la salida de la máquina multicabezal. En la Figura 12 se muestra el ritmo de producción y los valores de granel generados.

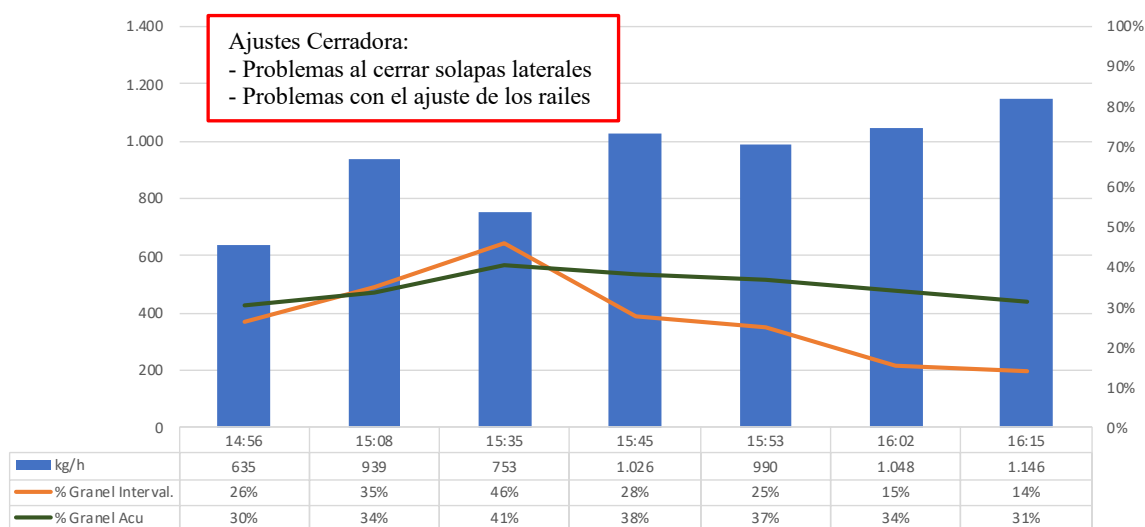


Figura 12. Ritmo de producción y granel generado.

En la gráfica se observa como durante la primera hora de producción los ajustes en la cerradora provocaron un ritmo de producción considerablemente inferior a los 1.000 kg/h, y la producción de una proporción de granel bastante elevada con un porcentaje acumulado del 37% y un pico del 46%. Cabe destacar que la producción de granel se considera indeseada y que repercute negativamente en los costes de fabricación. El impacto económico de la producción de granel se medirá más en profundidad en el Capítulo 5.

Tras observar durante semanas esta máquina, se recogen a continuación en la Tabla 8 los fallos que se producen con su causa asociada.

Fallo	Causa
Estuches mal cerrados	Aplicación defectuosa de la cola. Los sensores de las pistolas de cola no están en su posición
Giro de 90° incompleto	El estuche se ralentiza en los railes (mal ajuste o restos de cola) y hay una mala coordinación entre el estuche y el robot de giro.
Atasco de estuches dentro de la máquina	Mal ajuste manual de los railes. Los restos de cola no permiten girar a los railes y por consecuencia los estuches se atascan.
Estuches en el suelo	El estuche se ralentiza en los railes (mal ajuste o restos de cola) y hay una mala coordinación entre el estuche y el robot de giro.

Tabla 8. Fallos y sus causas de la cerradora de estuches.

A la vista de los datos recogidos durante el estudio de esta máquina, queda claro que sus puntos débiles son la cola y los ajustes manuales. Estos dos parámetros son la raíz de los fallos y las paradas provocadas por la cerradora. Igual que con los robots, las soluciones se presentan más adelante en el punto 4.2.

4.2 ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

En este apartado del documento se finaliza el trabajo comenzado en el punto 4.1.3 construyendo e implementando las mejoras a los problemas.

Para cada una de las mejoras se siguen los 4 pasos explicados en la Metodología. A continuación, se explicarán de manera consecutiva todas las propuestas de mejora.

4.2.1 ACCIONES CONTRA LAS PARADAS EN LA LÍNEA

4.2.1.1 Robots

Como se ha comentado en el punto 4.1.3.1 el mal funcionamiento de los robots durante la primera hora del turno de producción provoca paradas en la línea que derivan en una menor tasa de producción de producto final y una mayor producción de granel.

Conociendo en detalle la raíz del problema, la generación del efecto vacío, y tras reuniones con el equipo de mantenimiento y de ingenieros, se decide plantear la realización de un test para mejorar la eficiencia de los robots.

¿En qué consiste?

Es un ejercicio que pone en funcionamiento los robots nada más comenzar con la producción en la cabecera de la línea. Un especialista en los robots del equipo de mantenimiento los pondrá en funcionamiento y se encargará de engrasar las clapetas y los raíles del sistema del efecto vacío.

¿Qué implicaciones tiene?

Se necesita un participante del equipo de mantenimiento presente durante la media hora ocupándose de los robots.

¿Qué trabajo previo requiere?

Se necesita un programa en el *backend* que ponga a funcionar a los robots sin necesidad de que haya producto circulando por la cintra transportadora. Este programa pondrá en funcionamiento los robots a la misma velocidad que lo hacen normalmente.

¿Cuál es el potencial?

Solucionando el problema con el efecto al vacío en los robots, se puede reducir el número de rechazos de la Varpe situada tras los robots y consecuentemente el tiempo de parada de

la línea. Esto lleva a una mayor producción que a su vez se traduce en que se necesita menos tiempo para fabricar la misma cantidad de producto.

A continuación, se muestran los resultados del test. En la Figura 13 se muestra una gráfica de los rechazos de la Varpe situada a continuación de los robots. En ella se observa el porcentaje de rechazos, en naranja, y el porcentaje de aceptaciones, en azul, de esta máquina. En este periodo de tiempo se observa como la Varpe rechaza de manera consistente aproximadamente un 14% de los estuches. Este es un nivel de rechazos aceptable que se asemeja al habitual en correcto funcionamiento (no durante la primera hora). Sin embargo, comparando este resultado con la captura de datos realizada antes del test, se observa una reducción de aproximadamente 30 puntos porcentuales de un escenario a otro.

A la vista de los resultados obtenidos, se decide estandarizar esta medida y comenzar a aplicarla al inicio de cada turno en el que funcionen los robots. En el Capítulo 5. se presenta un análisis más detallado de los beneficios que conlleva esta acción.

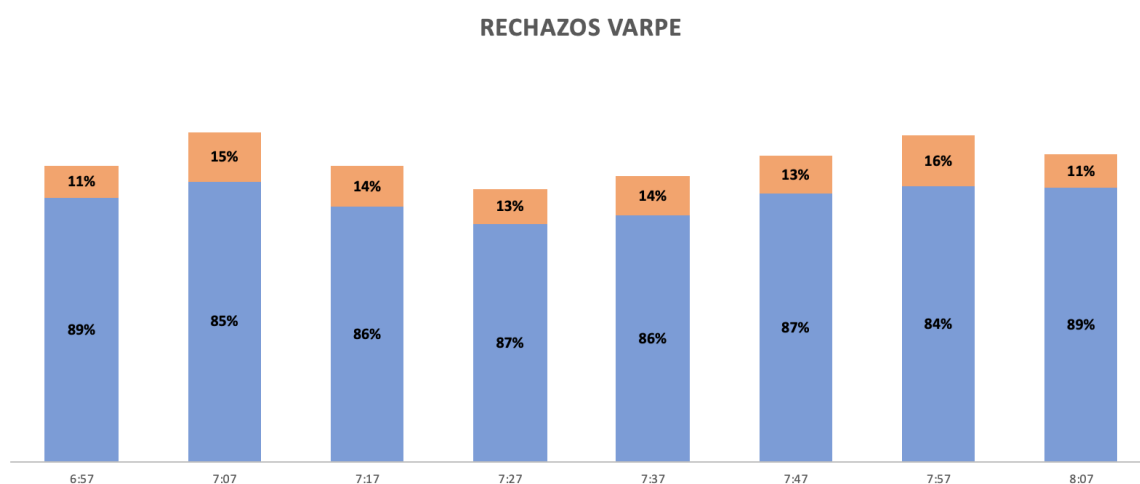


Figura 13. Rechazos de la Varpe en la primera hora de producción de varitas 300.

4.2.1.2 Cerradora de estuches

En el punto 4.1.3.2 se expusieron los resultados de la primera captura de datos de la cerradora de estuches, en la que se puede comprobar como el elevado número de paradas provoca grandes cantidades de granel y una baja producción de producto final.

Para atacar los problemas de que se generan con los excesos de cola y con los ajustes manuales se propone lo siguiente:

1. Reducir la cantidad de cola utilizada para cada formato de los estuches empleados, con el compromiso de que no sea demasiado poco y el estuche no se cierre.
2. Estandarizar el ajuste manual de los raíles internos y externos de la máquina, así como la posición de las pistolas de cola para que siempre se sitúen en el mismo sitio.

Hasta el momento ninguna de estas dos medidas se ha implementado correctamente en la línea. Es verdad que se han hecho algunos intentos para solucionar estos problemas, pero no pasaban más allá de marcar con un rotulador la posición en la que se debían de situar los raíles o las pistolas de cola. Entre las escasas indicaciones y la libertad que los empleados se tomaban para realizar ajustes de esta máquina, nunca se ha llegado a erradicar el problema.

1. Reducir cantidad de cola utilizada

Para reducir primero la cantidad de cola utilizada sin comprometer la calidad del estuche, hay que comprender primero los parámetros que se pueden configurar en el HMI de la máquina. A continuación, en la Tabla 9, se muestran dichos parámetros. Cada uno de ellos será específico para cada formato de estuche dependiendo de sus dimensiones.

Parámetro	Descripción
Velocidad de Máquina	
Velocidad de máquina $[m/s]$	Determina la velocidad de las correas principales por las que circula el estuche.
Velocidad zona de rotación $[\%]$	Determina la velocidad a la que circula el estuche en la zona de rotación de 90 grados. Se expresa como un porcentaje de la velocidad de máquina
Pistola de Cola	
Cola caja frontal $[ms]$	Determina el tiempo durante el cual se aplica cola en la parte frontal del estuche.

Cola caja flanco	[ms]	Determina el tiempo durante el cual se aplica cola en los laterales del estuche.
Velocidad de los Accionamientos		
Transportador de entrada	[%]	Determina la velocidad a la que se introduce el estuche en la máquina. Se expresa como un porcentaje de la velocidad de máquina.
Correa de entrada	[%]	Determina la velocidad de la correa de entrada a la que se acelera el estuche antes de ser arrastrado por las correas principales. Se expresa como un porcentaje de la velocidad de máquina.
Corrección de tapa	[%]	Determina la velocidad de la correa encargada del cierre de la tapa del estuche. Se expresa como un porcentaje de la velocidad de máquina.

Tabla 9. Parámetros del HMI de la cerradora de estuches.

Los estuches antes de entrar en la cerradora circulan a una velocidad relativamente lenta y prácticamente pegados. Sin embargo, dentro de la máquina es necesario aumentar la distancia entre ellos para que tanto los sensores de las pistolas de cola como los sensores que accionan el mecanismo de giro los detecten sin problemas. Para ello, se requiere que la velocidad de los estuches dentro de la máquina sea elevada y se establecerá siguiendo las recomendaciones del fabricante. Cabe destacar también, que la velocidad del transportador de entrada debe coincidir con la velocidad a la que circula el producto por la línea, y que la correa de entrada y la corrección de tapa deben tener la misma velocidad.

Para determinar el tiempo de aplicación de cola en el estuche se han realizado varios ensayos de prueba y error para cada uno de los formatos de estuches. Primero, se ha fijado en una posición determinada, y no alterable, la pistola de cola, y segundo, se han modificado los parámetros hasta encontrar un compromiso aceptable entre el departamento de calidad y el de producción.

2. Ajustes manuales

La naturaleza de esta máquina permite que se realicen dos tipos de ajustes manuales. El primero consiste en regular con una llave la distancia en anchura y altura entre los raíles que

transportan los estuches. El segundo, se basa en mover los railes aflojando la tornillería que los sujeta. Esta segunda forma se pretende evitar a toda costa por lo que decide prohibirse su modificación, y emplear así únicamente las llaves de ajuste situadas en el exterior de la máquina, Ilustración 10.

Igual que en el punto anterior, se realizan varios ensayos para estandarizar el valor de estas llaves para cada uno de los formatos de estuches y tener así un valor de referencia al que ceñirse cuando se ajuste la máquina.



Ilustración 10. Llaves para ajustar la cerradora de estuches.

Una vez elaboradas estas dos propuestas y haberlas ensayado, se recogen datos reales de producción para compararlos con la situación inicial. A continuación, en la Figura 14 se muestra una gráfica con los datos recogidos de la producción de varitas 300.

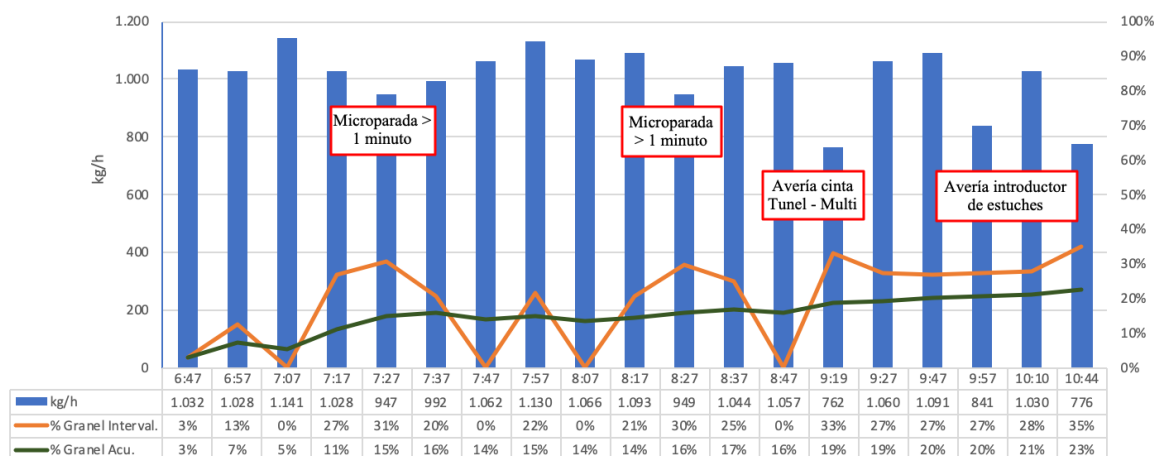


Figura 14. Ritmo de producción y granel generado.

En la gráfica se puede comprobar como, salvo en contados intervalos, el ritmo de producción se mantiene por encima a los 1000 kg/h gracias a las escasas paradas de la cerradora. Así mismo, el porcentaje de granel acumulado se mantiene estable sobre el 15%, que en comparación con los datos obtenidos antes de las mejoras supone una mejora de 22 puntos porcentuales. Salta a la vista como estas acciones sobre la cerradora de estuches traen mejoras que si se mantienen a largo plazo pueden tener un gran impacto.

Estas dos soluciones no son complejas sobre el papel, pero sí lo son en su aplicación. El personal de mantenimiento lleva trabajando con esta máquina durante años y la resistencia al cambio siempre está presente. La estrategia seguida para consolidar estas acciones se basa en la elaboración junto al jefe del equipo de mantenimiento de unos estándares de configuración y de ajustes de la máquina que cualquier participante del equipo de mantenimiento pueda seguir. Además, los especialistas de esta máquina han llevado a cabo durante una semana varias sesiones de formación para que todos sus compañeros sean válidos para la manipulación de la cerradora de estuches.

Los estándares tanto del ajuste manual de las llaves como de la configuración del HMI se recogen en el ANEXO I.

Capítulo 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados de las propuestas de mejora implementadas en el Capítulo 4. y se hace un balance económico sobre la producción anual de la línea 3 de la fábrica en cuestión.

Siguiendo la misma estructura seguida en los capítulos anteriores, se comienza con la acción implementada sobre los robots y después, las acciones sobre la cerradora.

5.1 ACCIONES SOBRE LOS ROBOTS

Volviendo a los datos obtenidos en el Capítulo 4. con las acciones implementadas en los robots se pasa de un porcentaje de rechazo del 44,3% a un 15%, lo que supone una mejora de prácticamente 30 puntos porcentuales, Figura 15.

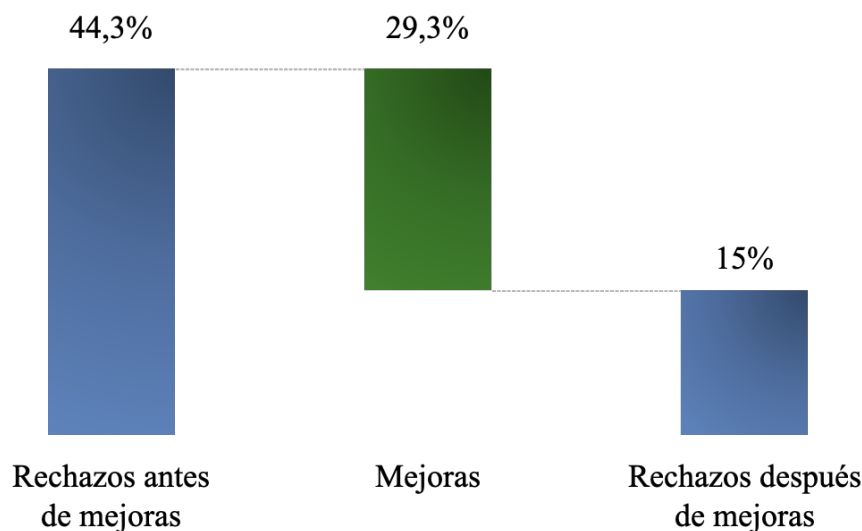


Figura 15. Disminución de rechazos en la Varpe.

Los rechazos generados en este punto no tienen una repercusión directa sobre las paldas de la línea o sobre la producción de granel, por lo que medir el impacto económico de esta mejora no es fácil. Sin embargo, dado que los rechazos producidos por la Varpe se combaten

a través de más mano de obra, el efecto directo de esta mejora es que los operarios de la línea no tienen que abandonar sus tareas para atender a este fallo. Esto, sin duda, colabora a una mejor eficiencia de la línea y a la eliminación de desperdicio.

Por otro lado, en las gráficas presentadas sobre esta mejora en el punto 4.2, se aprecia un aumento en el número de estuches procesados independientemente de si son rechazados o no. Este hecho está relacionado con las paradas en la línea y, aunque no se puede asegurar con certeza, la mejora de la eficiencia de los robots además de descargar el trabajo de varios operarios elimina la posibilidad de que se generen atascos por diferentes motivos como atascos en las cadenas y los raíles por restos de materia prima.

Esta acción sobre los robots es muy sencilla a la vez que aporta un gran beneficio sobre su utilización.

5.2 ACCIONES SOBRE LA CERRADORA

Las acciones sobre la cerradora conducen principalmente a dos resultados directamente relacionados entre sí: (1) un aumento de la producción de producto final, y (2) una disminución de la cantidad de granel producido. Por un lado, la producción de producto final ha pasado de 898 kg/h durante la primera hora a 1.045 kg/h, mientras que la producción de granel ha disminuido de un 34% a un 15%,

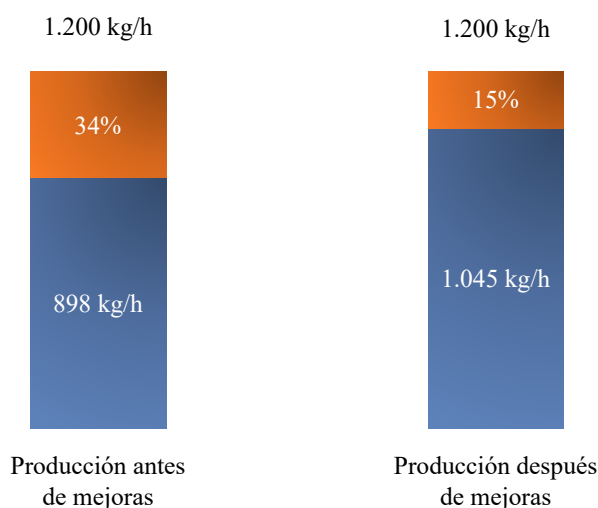


Figura 16. Reparto de producto final vs. granel durante la primera hora de producción antes y después de las mejoras.

Como se ha comentado anteriormente, la producción de granel no es deseada y se intenta reducir al mínimo. Esto es porque una vez embolsado el producto, se guarda en las cámaras frigoríficas a la espera de ser reprocesado y estuchado (introducido dentro de los estuches poniendo en funcionamiento de nuevo el final de la línea). El reprocesado de este granel supone un sobre coste de 0,42 euros por kilo. Dentro de este valor están incluidos los salarios de los operarios y la amortización del equipo utilizado.

Para comprender el impacto en los costes de fabricación que tiene la reducción de un 34 a un 15% de granel, se recoge a continuación, en la Tabla 10, la estructura de costes íntegra en la producción de la Línea 3 empleando la configuración de estuchado en el final de línea.

Primero se definen los dos escenarios a comparar para el análisis de costes. Por un lado, en el escenario de estudio antes de la mejora, con 7 operarios en el final de línea y 1.200 kg/h de producción en cabecera, del cual 896 se estucha y 304 se deriva al granel. Por otro lado, en el escenario correspondiente a después de las mejoras, con también 7 operarios y 1.200 kg/h. Sin embargo, en este escenario se pueden estuchar 1.045 kg/h y se derivan a granel únicamente 155.

			Antes de las mejoras	Después de las mejoras
Operarios final linea			7	7
kg/h	Cabecera		1200	1200
	Final	Estuchado	896	1045
		Granel	304	155
			Costes [€/kg]	
Instal. En Produc			0,0065	0,0065
Consumos de Fabri			0,0190	0,0190
Instal. En Prod	Cabecera	Freidora	0,0248	0,0248
		Emp.	0,0057	0,0057
		Corte	0,0134	0,0134
		Tunel	0,0727	0,0727
		SubTotal	0,1166	0,1166
	Final	Robots	0,0575	0,0566
		Estuchado	0,0251	0,0241
		Palet.	0,0240	0,0231
		SubTotal	0,1066	0,1037
Instal. En Prod		0,1026	0,1026	
Mod Prod	Cabecera	0,0676	0,0676	
	Final	0,1184	0,1184	
Mano obra Ind			0,0701	0,0701
Envase			0,1963	0,1963
MP Congelada			1,5092	1,5092
MP No Cong			0,2793	0,2793
Recuperaciones			-0,0227	-0,0227
SubTotal sin granel			2,5695	2,5667
sobrecoste granel			0,42	0,42
Coste Total			2,6759	2,6209

Tabla 10. Estructura de costes antes y después de las mejoras.

En cuanto a lo que costes implica, las filas en gris representan los costes fijos y las filas en blanco representan los variables. Cabe destacar como todos los costes variables relacionados con la cabecera de la línea son idénticos y como varía la amortización de las máquinas situadas en el final de línea.

En la última fila se obtiene el resultado final del ejercicio de costes. El escenario 1 con un coste de 2,6759 €/kg y el escenario 2 con 2,6209 €/kg. Esto lleva a un ahorro de **0,055 €/kg** durante la primera hora de producción. Considerando que la línea trabaja 12 de los 21 turnos semanales, el ahorro en costes se traduce en 35.864 euros al año.

Los resultados obtenidos a través de las acciones implementadas en esta máquina no se deben medir únicamente en relación con la producción, sino que también incrementan la confianza de los trabajadores en esta zona de la línea, quitando preocupación y pudiendo centrar su atención en otros puntos críticos.

Por último, a pesar de que los fallos y paradas en la cerradora de estuches eran más que evidentes, los datos recogidos después de la implantación de las acciones no son aplicables al transcurso del año. Entran en juego muchos factores, y dejar de dar formación o no prestar suficiente atención a la hora de usar esta máquina puede echar a perder los avances conseguidos.

5.3 ESCENARIO CERO GRANEL

A raíz del resultado del ejercicio de costes del punto anterior, se plantea a continuación un tercer escenario en el que se produce cero granel. Este planteamiento surge del conocimiento de que, si el granel tiene un sobre coste, ¿porqué no producir en cabecera lo que se puede estuchar en el final de línea y así ahorrarnos el granel?

A continuación, en la Tabla 11 se muestra en la columna cero granel el resultado del ejercicio de costes. Como se puede apreciar, el resultado final es de 2,6466 €/kg, ligeramente más caro que el escenario planteado después de las mejoras. Pero ¿Cómo puede ser más caro si no estamos produciendo granel? La respuesta es sencilla: el coste de oportunidad es demasiado alto. Producir menos kg/h en cabecera hace que los costes variables en cabecera aumenten a causa de la amortización de las máquinas empleadas.

Tabla 11. Estructura de costes con el escenario de cero granel.

			Antes de las mejoras	Después de las mejoras	Cero granel
Operarios final linea			7	7	7
kg/h	Cabecera		1200	1200	1045
	Final	Estuchado	896	1045	1045
		Granel	304	155	0
			Costes [€/kg]		
Instal. En Produc			0,0065	0,0065	0,0065
Consumos de Fabri			0,0190	0,0190	0,0190
Instal. En Prod	Cabecera	Freidora	0,0248	0,0248	0,0326
		Emp.	0,0057	0,0057	0,0075
		Corte	0,0134	0,0134	0,0176
		Tunel	0,0727	0,0727	0,0958
		SubTotal	0,1166	0,1166	0,1535
	Final	Robots	0,0575	0,0566	0,0650
		Estuchado	0,0251	0,0241	0,0277
		Palet.	0,0240	0,0231	0,0265
		SubTotal	0,1066	0,1037	0,1191
Instal. En Prod		0,1026	0,1026	0,1026	
Mod Prod	Cabecera	0,0676	0,0676	0,0777	
	Final	0,1184	0,1184	0,1359	
Mano obra Ind			0,0701	0,0701	0,0701
Envase			0,1963	0,1963	0,1963
MP Congelada			1,5092	1,5092	1,5092
MP No Cong			0,2793	0,2793	0,2793
Recuperaciones			-0,0227	-0,0227	-0,0227
SubTotal sin granel			2,5695	2,5667	2,6466
sobrecoste granel			0,42	0,42	0,42
Coste Total			2,6759	2,6209	2,6466

5.4 OEE FINAL

Habiendo implantado las mejoras descritas en los puntos anteriores, solo queda medir el progreso realizado. Para ello, uno de los mejores indicadores que hay es el OEE. En el punto 4.1.2.3 se calculó un OEE del 78,56% para las condiciones antes de las mejoras en la línea. Con los nuevos datos obtenidos se vuelven a obtener los porcentajes de productividad, calidad y disponibilidad.

1. Calidad: Igual que antes, se asume un 100%
2. Productividad: Se ha pasado de producir 895 kg/h de media durante la primera hora a producir 1050 kg/h, como el resto del turno. Con estos nuevos datos se incrementa la productividad hasta un 86,07%.
3. Tiempo en funcionamiento o disponibilidad: Observando los resultados obtenidos, no se puede determinar una mejora medible en el tiempo de parada medio de la línea, por lo que se utiliza el mismo 93,75%.

Con estos nuevos valores se calcula un OEE final del **80,68%**, dos puntos porcentuales mejor que al inicio.

Capítulo 6. ODS

Antes de concluir con el proyecto, en este capítulo, se ligan algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobados por la Organización de las Naciones Unidas en 2015, con la estrategia futura de la empresa, así como con el propio proyecto.

Los ODS, tal y como se cita en su propia página web, son *“una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás”, e “incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades”*. [4]

Los ODS suman hasta 17 objetivos, de los cuales 3 se ligarán con este proyecto a continuación:

Objetivo 2: Hambre Cero

El objetivo de Hambre Cero se enfoca principalmente a la erradicación del hambre en el mundo.

En Pescanova, existen desde hace años políticas de empresa que destinan gran parte del producto no vendido a contribuir con el cumplimiento de este objetivo. Desde donaciones de 7.8 toneladas de alimentos a la Federación Española de Bancos de Alimentos en 2016, hasta más recientemente la donación de 1.100 menús diarios al IFEMA en la lucha contra el COVID-19.

Con el desarrollo del proyecto presentado anteriormente, se ha contribuido a alcanzar hitos futuros en línea con este objetivo de una manera más sostenible y eficiente.

Objetivo 12: Producción y consumo responsable

La ONU enfoca este objetivo principalmente al uso responsable y sostenible de recursos fundamentales como el agua, la energía y la comida.

Por un lado, en Pescanova, la política de Responsabilidad Social Corporativa y la pertenencia a la asociación empresarial AECOC posicionan a la empresa conforme a este objetivo.

Los nuevos planes estratégicos de la empresa se centran en potenciar el uso de energías renovables, principalmente energía sola, y en suprimir el plástico totalmente en los envases de sus productos.

Ligado con el proyecto presentado en este documento, al aumentar la calidad y reducir la tasa de fallos y desperdicios en la cadena de producción, contribuye a 1) reducir el consumo excesivo de plástico y cartón y a 2) reducir la merma de alimento en la cadena de producción.

Por otro lado, a través del apoyo en estudios científicos sobre el beneficio en el consumo de pescado, Pescanova contribuye a la educación de la población para conseguir un consumo sano y saludable de productos de buena calidad.

Objetivo 14: Vida submarina

Este último objetivo se centra en el consumo y conservación de los océanos, mares y todos los recursos marinos.

Las operaciones diarias de Pescanova están estrechamente ligadas a este objetivo, ya que su cadena de valor incluye todo el proceso de pesca y explotación de recursos marinos.

En primer lugar, un consumo responsable de los recursos marinos pasa por maximizar la extracción de valor del recurso disponible. Consiguiendo una cadena de fabricación eficiente se consigue desperdiciar la menor cantidad de materia prima.

Por otro lado, Pescanova participa activamente en el cumplimiento de este objetivo. Por ejemplo, en el pasado propuso la creación de periodos de veda para diferentes especies en el caladero de Namibia. Así mismo, los planes estratégicos de la compañía incluyen, entre otros puntos, la renovación de gran parte de la flota con barcos que consumen hasta un 15% menos de combustibles fósiles o el reciclaje de plásticos y basura recogidos durante la pesca.

Como se puede apreciar en los puntos anteriormente mencionados, tanto el desarrollo de este proyecto como la estrategia de la empresa están completamente alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Esto no quita que el camino para conseguirlos no sea largo y complejo.

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Tras varios meses de trabajo, el objetivo inicial de mejorar el OEE de la Línea 3 se ha conseguido, aunque no todo lo que se hubiera querido. Como se ha visto en el punto 5.4, se ha mejorado el OEE en un 2%. Para lograr este resultado, se han seguido los pasos que se habían definido en un principio. Sin embargo, a lo largo del proyecto se han ido descartando varias ideas de mejora que no aportaban un valor substancial.

Las acciones en la cerradora de estuches y en los robots, aportan valor ha este proyecto ya que se centran en los cuellos de botella de esta línea y se aumenta su capacidad media. Sí es cierto que las soluciones parecen simples, pero requieren de un gran trabajo de procesado de datos y de estudio analítico de ellos.

Por otro lado, haber desarrollado el *Value Stream Mapping* de esta línea, da más visibilidad y transparencia a los procesos que tienen lugar en ella. Esto ayudará en el futuro a realizar nuevos proyectos similares a este que también tengan como objetivo mejorar la eficiencia y el rendimiento de la Línea 3.

Este proyecto es la punta del iceberg de todas las medidas que se pueden aplicar sobre esta línea. Como se expone en el punto 4.1.2.2, el tiempo que pasa parada la línea es demasiado alto. Esto reduce considerablemente su productividad y tiempo disponible, penalizando así el OEE.

Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Lean Solutions “VSM, Value Stream Mapping”, Lean Solutions.
<https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>
- [2] Pescanova España, S.L.U. “Varitas de merluza enriquecidas”, 2019.
<https://www.pescanova.es/productos/pescado-rebozado/varitas-de-merluza-enriquecidas>
- [3] Copyright 2020 ABB. “Lo más destacado en innovación en 2020”, 2020
<https://new.abb.com/news/es/detail/58695/lo-mas-destacado-en-innovacion-en-2020>
- [4] Naciones Unidas. “Objetivos de Desarrollo Sostenible”,
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

ANEXO I

 GRUPO NUEVA PESCANOVA	ES-XXX-XXX OP: Ajuste Cerradora L-3	ESTÁNDARES DE TRABAJO LÍNEA
Descripción		
Con la llave naranja se ajusta el ANCHO de los railes a la entrada de la máquina. El número indicado en la llave será el mismo que el ancho del estuche.		
	Formato	Medida
	- Varitas 300 gr	96,5
	- Varitas 300 gr PopCorn	103
	- Varitas 450 gr	96,5
	- Varitas 900 gr	96,5
	- Peskitos 400 gr	142
Fecha	Edición	Control de cambios
	1	Creación del Documento

 GRUPO NUEVA PESCANOVA	ES-XXX-XXX OP: Ajuste Cerradora L-3	ESTÁNDARES DE TRABAJO LÍNEA
Descripción		
	Con la llave roja se ajusta la ALTURA de los railes a la entrada de la máquina. El número indicado en la llave será el mismo que la altura del estuche.	
	Formato	Medida
	- Varitas 300 gr	35
	- Varitas 300 gr PopCorn	45
	- Varitas 450 gr	35
	- Varitas 900 gr	65
	- Peskitos 400 gr	48
FechaEdiciónControl de cambios		
	1	Creación del Documento

 GRUPO NUEVA PESCANOVA	ES-XXX-XXX OP: Ajuste Cerradora L-3	ESTÁNDARES DE TRABAJO LÍNEA
Descripción		
Con la llave naranja se ajusta el ANCHO de los railes a la salida de la máquina. El número indicado en la llave será el mismo que la longitud del estuche.		
	Formato	Medida
	- Varitas 300 gr	196,5
	- Varitas 300 gr PopCorn	196,5
	- Varitas 450 gr	278
	- Varitas 900 gr	278
	- Peskitos 400 gr	191
Fecha	Edición	Control de cambios
	1	Creación del Documento

 GRUPO NUEVA PESCANOVA	ES-XXX-XXX OP: Ajuste Cerradora L-3	ESTÁNDARES DE TRABAJO LÍNEA
Descripción		
	Con la llave roja se ajusta la ALTURA de los railes a la salida de la máquina. El número indicado en la llave será el mismo que la altura del estuche.	
	Formato	Medida
	- Varitas 300 gr	35
	- Varitas 300 gr PopCorn	45
	- Varitas 450 gr	35
	- Varitas 900 gr	65
	- Peskitos 400 gr	48
Fecha	Edición	Control de cambios
	1	Creación del Documento

 GRUPO NUEVA PESCANOVA	ES-XXX-XXX OP: Ajuste Cerradora L-3	ESTÁNDARES DE TRABAJO LÍNEA												
Descripción														
	Con la llave naranja se ajusta la altura de las ventosas de vacío . El número indicado en la llave será el siguiente según el formato que corresponda.													
	<table><thead><tr><th>Formato</th><th>Medida</th></tr></thead><tbody><tr><td>- Varitas 300 gr</td><td>35</td></tr><tr><td>- Varitas 300 gr PopCorn</td><td>45</td></tr><tr><td>- Varitas 450 gr</td><td>35</td></tr><tr><td>- Varitas 900 gr</td><td>65</td></tr><tr><td>- Peskitos 400 gr</td><td>48</td></tr></tbody></table>	Formato	Medida	- Varitas 300 gr	35	- Varitas 300 gr PopCorn	45	- Varitas 450 gr	35	- Varitas 900 gr	65	- Peskitos 400 gr	48	
Formato	Medida													
- Varitas 300 gr	35													
- Varitas 300 gr PopCorn	45													
- Varitas 450 gr	35													
- Varitas 900 gr	65													
- Peskitos 400 gr	48													
Fecha	Edición	Control de cambios												
	1	Creación del Documento												

	GRUPO NUEVA PESCANOVA	ES-XXX-XXX OP: Ajuste Cerradora L-3				ESTÁNDARES DE TRABAJO LÍNEA
Descripción						
	Formatos					
	Varitas 300	Varitas 300 PopCorn	Varitas 450	Varitas 900	Peskitos 400	
Velocidad de Máquina						
Vel. de máquina [m/s]	80	80	75	65	77	
Vel. zona de rotación [%]	70	70	65	58	60	
Pistola Cola						
Cola caja frontal [ms]	260 - 900	260 - 900	270 - 1200	300 - 1220	265 - 880	
Cola caja flanco [ms]	225 - 490	205 - 535	200 - 500	200 - 500	200 - 630	
Vel. Accionamientos						
Correa de entrada [%]	70	70	80	75	65	
Corrección de tapa [%]	70	70	80	75	65	
Transportador de entrada [%]	40	40	45	30	35	
En el caso de que la cerradora falle, comprobar en la pantalla que las parámetros anteriores están correctamente introducidos.						
Fecha		Edición		Control de cambios		
		1		Creación del Documento		