



**UNIVERSIDAD DE BURGOS**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**PROPUESTA DE MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA  
AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100**

Autor:

**Javier Melgosa García**

Tutor (es):

**Susana García Herrero**

**Antonio Zamorano Núñez**

**Israel Ovejero Quirce**

Junio de 2023



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

## RESUMEN

En el presente trabajo se va a estudiar la productividad de la troqueladora plana automática Asahi AP 2100 en relación con las máquinas que están en su línea de proceso, la impresora Göpfert y máquinas complementarias. El objetivo es obtener el valor de 3000 m<sup>2</sup>/ hora , actualmente el dato de productividad está en torno a los 2300/2400 m<sup>2</sup>/ hora. La productividad se intentará mejorar a través de diversos análisis, empezando por un análisis de productividad, seguido de análisis de los tiempos de parada y tiempos improductivos, ya que, son un gran problema para la productividad. Reduciendo estos tiempos de parada y tiempos improductivos se espera conseguir un aumento significativo de la productividad.

## ABSTRACT

In this study, the productivity of the Asahi AP 2100 automatic flat die cutter will be examined in relation to the machines in its process line, the Göpfert printer and complementary machines. The objective is to achieve a productivity rate of 3000 m<sup>2</sup>/hour, whereas the current productivity data stands around 2300/2400 m<sup>2</sup>/hour. Productivity improvement will be pursued through various analyses, starting with a productivity analysis, followed by an examination of downtime and unproductive times, as they significantly affect productivity. By reducing these downtime and unproductive times, a significant increase in productivity is expected.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---



**UNIVERSIDAD DE BURGOS**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**  
**GRADOS EN INGENIERÍAS**  
**INDUSTRIALES TRABAJO FIN DE GRADO**

D<sup>a</sup> Susana GARCÍA HERRERO, profesora del departamento DE INGENIERIA DE ORGANIZACIÓN, área de ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS.

EXPONE:

Que el alumno D. Javier MELGOSA GARCÍA, con DNI número 71311198C, de la titulación **GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL**, ha realizado el Trabajo Fin de Grado titulado,

**PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100.**

y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección de quien suscribe, en virtud de lo cual, SE AUTORIZA su presentación y defensa

En Burgos, a 6 de junio de 2023

El tutor, **GARCIA  
HERRERO  
SUSANA -**  
Fdo.: **71260723F**  
.....

Firmado digitalmente por GARCIA HERRERO SUSANA - 71260723F  
Fecha: 2023.06.06 18:05:24 +02'00'

Avda. Cantabria, s/n 09006 Burgos

*Javier Melgosa García*



## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dar la gracias antes de comenzar a mi familia por su apoyo y paciencia durante mi etapa universitaria y en especial durante la elaboración de este trabajo, también dar las gracias a mis amigos por ayudarme siempre que tenido alguna necesidad.

Quiero agradecer especialmente a la empresa Smurfit Kappa Burgos por darme la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones, al departamento de planificación y producción y en especial a Israel y Saioa por la ayuda brindada para la realización del presente trabajo.

A la tutora Dña. Susana García Herrero por su ayuda, tiempo y pautas proporcionadas para la elaboración del proyecto.

¡Gracias a todos ellos!



## INDICE

1. OBJETIVOS .....	1
1.1. Empresa .....	1
1.2. Personales .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	1
2.1. Smurfit Kappa .....	1
2.1.1. Smurfit Kappa Burgos .....	2
2.2. Procesos y máquinas .....	3
2.2.1. Alimentador .....	3
2.2.2. Göpfert .....	6
2.2.3. Sincronización Göpfert-Asahi AP 2100 .....	8
2.2.4. Asahi AP 2100 .....	10
2.2.5. Partidor y paletizador Alliance .....	12
2.2.6. Rodillos de salida .....	14
3. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Metodología <i>Lean Manufacturing</i> .....	15
3.2. Técnicas <i>Lean Manufacturing</i> .....	16
3.2.1. KPIs (Key Performance Indicator) .....	16
3.2.2. Mejora continua Kaizen .....	16
3.2.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE) .....	18
3.2.4. Diagrama de Pareto .....	19
3.2.5. Benchmarking interno .....	21
3.2.6. Estandarización .....	22
4. SITUACIÓN DE PARTIDA .....	23
4.1. Antecedentes .....	23
4.1.1. Datos de productividad .....	23
4.1.2. Datos de paradas .....	26



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

4.1.3.	Datos de pedidos .....	28
4.2.	Técnica .....	28
4.2.1.	Análisis de productividad .....	29
4.2.1.1.	Análisis mensual de producción por turnos .....	30
4.2.1.2.	Resumen total de la producción .....	36
4.2.1.3.	Conclusiones análisis de productividad por turnos .....	40
4.2.1.4.	Análisis de productividad por equipos .....	41
4.2.1.5.	Resumen total productividad por equipos .....	47
4.2.1.6.	Conclusiones análisis de productividad por equipos .....	53
4.2.1.7.	OEE .....	54
4.2.2.	Análisis de paradas .....	56
4.2.2.1.	Análisis general de paradas por mes .....	60
4.2.2.1.	Conclusiones análisis de paradas .....	72
4.2.2.2.	Análisis de paradas con motivo atasco por equipo .....	72
4.2.2.3.	Conclusión análisis de paradas con motivo atasco y rodillos de salida llenos .....	78
4.2.2.4.	Análisis clasificación de plancha por equipos .....	79
4.2.2.5.	Análisis de lugar de atasco .....	80
4.2.3.	Análisis de setup por equipo .....	82
4.2.3.1.	Conclusiones análisis de setup .....	83
4.2.4.	Análisis de pedidos .....	83
4.2.4.1.	Análisis de tamaño de pedidos .....	85
4.2.4.2.	Conclusiones análisis tamaño de pedidos .....	86
4.2.4.3.	Análisis de canal utilizado .....	86
4.2.4.4.	Conclusiones análisis canal .....	92
5.	PROPUESTA DE MEJORA. ESTANDARIZACIÓN .....	93
5.1.	Listado de operaciones a realizar .....	94



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

5.2. Layout ilustrativo .....	97
6. CONCLUSIONES .....	103
7. BIBLIOGRAFÍA .....	104



## INDICE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos productividad abril, mayo, junio y julio 2022. Fuente (Smurfit Kappa)	24
<b>Tabla 2.</b> Distribución de horas en un turno. Fuente (Smurfit Kappa)	25
<b>Tabla 3.</b> Lugares de parada con sus respectivas horas en abril, mayo, junio y julio 2022. Fuente (Smurfit Kappa)	28
<b>Tabla 4.</b> Datos productividad por turnos enero 2023. Fuente (Elaboración propia)	30
<b>Tabla 5.</b> Datos productividad febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)	32
<b>Tabla 6.</b> Datos productividad marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)	34
<b>Tabla 7.</b> Datos productividad abril 2023. Fuente (Elaboración propia)	35
<b>Tabla 8.</b> Distribución horas en un turno enero 2023. Fuente (Elaboración propia)	37
<b>Tabla 9.</b> Distribución horas en un turno febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)	38
<b>Tabla 10.</b> Distribución horas en un turno marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)	38
<b>Tabla 11.</b> Distribución horas en un turno abril 2023. Fuente (Elaboración propia)	39
<b>Tabla 12.</b> Datos productividad por equipos enero 2023. Fuente (Elaboración propia)	41
<b>Tabla 13.</b> Datos productividad por equipos febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)	43
<b>Tabla 14.</b> Datos productividad por equipos marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)	44
<b>Tabla 15.</b> Datos productividad por equipos abril 2023. Fuente (Elaboración propia)	46
<b>Tabla 16.</b> Comparación de enero entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)	48
<b>Tabla 17.</b> Comparación de febrero entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)	49
<b>Tabla 18.</b> Comparación de marzo entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)	51
<b>Tabla 19.</b> Comparación de abril entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)	52
<b>Tabla 20.</b> Motivo parada enero 2023. Fuente (Elaboración propia)	60
<b>Tabla 21.</b> Paradas 80% enero. Fuente (Elaboración propia)	61
<b>Tabla 22.</b> Paradas descartadas enero. Fuente (Elaboración propia)	62
<b>Tabla 23.</b> Motivos parada febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)	63
<b>Tabla 24.</b> Paradas 80% febrero. Fuente (Elaboración propia)	64



<b>Tabla 25.</b> Paradas descartadas febrero. Fuente (Elaboración propia) .....	64
<b>Tabla 26.</b> Motivos parada marzo 2023. Fuente (Elaboración propia).....	65
<b>Tabla 27.</b> Paradas 80% marzo. Fuente (Elaboración propia).....	66
<b>Tabla 28.</b> Paradas descartadas marzo. Fuente (Elaboración propia).....	67
<b>Tabla 29.</b> Motivos parada abril 2023. Fuente (Elaboración propia) .....	68
<b>Tabla 30.</b> Paradas 80% abril. Fuente (Elaboración propia) .....	69
<b>Tabla 31.</b> Paradas descartadas abril. Fuente (Elaboración propia) .....	70
<b>Tabla 32.</b> Total horas atasco y rodillos de salida llenos por equipos. Fuente (Elaboración propia).....	77
<b>Tabla 33.</b> Lugar de parada total. Fuente (Elaboración propia).....	81
<b>Tabla 34.</b> Variables setup por equipos. Fuente (Elaboración propia) .....	82
<b>Tabla 35.</b> Datos canal enero 1. Fuente (Elaboración propia) .....	86
<b>Tabla 36.</b> Datos canal enero 2. Fuente (Elaboración propia) .....	87
<b>Tabla 37.</b> Datos canales febrero 1. Fuente (Elaboración propia) .....	88
<b>Tabla 38.</b> Datos canales febrero 2. Fuente (Elaboración propia) .....	88
<b>Tabla 39.</b> Datos canales marzo 1. Fuente (Elaboración propia).....	89
<b>Tabla 40.</b> Datos canales marzo 2. Fuente (Elaboración propia).....	90
<b>Tabla 41.</b> Datos canales abril 2. Fuente (Elaboración propia) .....	91
<b>Tabla 42.</b> Datos canales abril 1. Fuente (Elaboración propia) .....	91



## INDICE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Rodillos de entrada. Fuente (Elaboración propia) .....	4
<b>Figura 2.</b> Rodillos de entrada. Fuente (Smurfit Kappa) .....	4
<b>Figura 3.</b> Planchas escamadas. Fuente ( J,Gilbert S.A. <a href="https://jgsa.es/prefeeder-rapid/">https://jgsa.es/prefeeder-rapid/</a> ) .....	5
<b>Figura 4.</b> Fotografía introductor. Fuente (Elaboración propia).....	6
<b>Figura 5.</b> Layout impresora Göpfert. Fuente (Smurfit Kappa) .....	7
<b>Figura 6.</b> Fotografía impresora Göpfert. Fuente (Elaboración propia) .....	7
<b>Figura 7.</b> Layout sincronización. Fuente (Smurfit Kappa) .....	8
<b>Figura 8.</b> Pila de plancha de cartón "teja". Fuente (Elaboración propia).....	9
<b>Figura 9.</b> Fotografía sincronización Göpfert-Asahi. Fuente (Elaboración propia) ....	9
<b>Figura 10.</b> Esquema sistema introducción Asahi. Fuente (Elaboración propia).....	10
<b>Figura 11.</b> Layout Asahi AP 2100. Fuente (Smurfit Kappa) .....	11
<b>Figura 12.</b> Fotografía Asahi AP 2100. Fuente (Elaboración propia).....	11
<b>Figura 13.</b> Layout partidor y paletizador Alliance. Fuente (Smurfit Kappa).....	12
<b>Figura 14.</b> Esquema funcionamiento partidor 1. Fuente (Elaboración propia).....	13
<b>Figura 15.</b> Esquema funcionamiento partidor 2. Fuente (Elaboración propia).....	13
<b>Figura 16.</b> Fotografía paletizador. Fuente (Elaboración propia).....	14
<b>Figura 17.</b> Layout rodillos de salida. Fuente (Smurfit Kappa) .....	14
<b>Figura 18.</b> Diagrama de Pareto. Fuente (leanmanufacturing10.com) .....	20
<b>Figura 19.</b> Grafica paradas abril, mayo, junio y julio 2022. Fuente (Smurfit Kappa) .....	26
<b>Figura 20.</b> Gráfico lugar de parada. Fuente (Smurfit Kappa) .....	27
<b>Figura 21.</b> Gráfico pedidos en función de su cantidad. Fuente (Smurfit Kappa) ....	28
<b>Figura 22.</b> Gráfico resumen productividad, stop, setup y media m <sup>2</sup> /open hour 2023. Fuente (Elaboración propia).....	39
<b>Figura 23.</b> Gráfico Pareto paradas enero 2023. Fuente (Elaboración propia).....	61
<b>Figura 24.</b> Gráfico Pareto paradas febrero 2023. Fuente (Elaboración propia).....	63
<b>Figura 25.</b> Gráfico Pareto paradas marzo 2023. Fuente (Elaboración propia) .....	66
<b>Figura 26.</b> Gráfico Pareto paradas abril 2023. Fuente (Elaboración propia) .....	69
<b>Figura 27.</b> Comparación atasco y rodillos de salida llenos enero. Fuente (Elaboración propia) .....	73
<b>Figura 28.</b> Comparación atasco y rodillos de salida llenos febrero. Fuente (Elaboración propia).....	74



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

<b>Figura 29.</b> Comparación atasco y rodillos de salida llenos marzo. Fuente (elaboración propia) .....	75
<b>Figura 30.</b> Comparación atasco y rodillos de salida llenos abril. Fuente (elaboración propia) .....	76
<b>Figura 31.</b> Gráfico comparación horas totales atasco y rodillos de salida llenos por equipos. Fuente (Elaboración propia) .....	77
<b>Figura 32.</b> Gráfico comparación atasco y clasificación de plancha por equipos. Fuente (Elaboración propia).....	79
<b>Figura 33.</b> Gráfico circular lugar de atasco. Fuente (Elaboración propia).....	81
<b>Figura 34.</b> Comparación datos setup. Fuente (Elaboración propia).....	82
<b>Figura 35.</b> Gráfico tamaño de pedidos. ....	85
<b>Figura 36.</b> Gráfico comparación canales enero. Fuente (Elaboración propia).....	87
<b>Figura 37.</b> Gráfico comparación canales febrero. Fuente (Elaboración propia).....	89
<b>Figura 38.</b> Gráfico comparación canales marzo. Fuente (Elaboración propia) .....	90
<b>Figura 39.</b> Gráfico comparación canales abril. Fuente (Elaboración propia) .....	91
<b>Figura 40.</b> Layout línea Asahi AP 2100 distribución operaciones. Fuente (Smurfit Kappa) .....	98



## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Empresa

El principal objetivo buscado a nivel empresarial por Smurfit Kappa es el aumento de la productividad, aumentar la producción de  $m^2/h$ , concretamente llegar a  $3000 m^2/h$ . Otro objetivo es la reducción del número de paradas, así como la duración de éstas, que, por ende, mejorarán la producción.

Por último, también se busca la reducción del tiempo de setup, tiempo de utillajes entre un pedido y otro, el cual se quiere reducir lo máximo posible.

Con todos estos objetivos se busca la máxima reducción posible de los tiempos improductivo.

### 1.2. Personales

Los objetivos personales son igual de claros que los empresariales, el principal, el desarrollo personal, enfrentarse a nuevos retos y proyectos, intentar aprender cada día algo nuevo, saber equivocarse, aceptarlo y aprender de ello, así como saber tomar las mejores decisiones.

## 2. INTRODUCCIÓN

Pequeña introducción sobre la empresa y el proceso en el que nos vamos a enfocar.

### 2.1. Smurfit Kappa

Es una empresa líder en el sector de la fabricación de embalajes de cartón ondulado a nivel europeo, cuenta con 355 plantas en 35 países diferentes y con 48000 empleados a nivel global. (*Smurfit Kappa, 2023*)

En España cuenta con 16 plantas en la península y una en las Islas Canarias.

En el año pasado la compañía facturó un total de 12.800 millones de euros. (*Smurfit Kappa, 2023*)

Su visión es “Ser una empresa admirada a nivel mundial, que ofrezca de forma dinámica y sostenible retornos seguros y superiores para todas las partes interesadas.” (*Smurfit Kappa, 2023*)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Y sus valores “La lealtad, integridad y confianza son los valores y los cimientos que sustentan Smurfit Kappa. Nuestros actos reflejan lo que somos, y la continuidad de nuestro éxito depende de si esos actos, además de legítimos, también son éticos.”(*Smurfit Kappa, 2023*)

Adquirida por Jefferson Smurfit en 1938, muy pronto pasó a ser un negocio dinámico y con visión de futuro, convirtiéndose en uno de los fabricantes líderes de Irlanda y cotizando en la Bolsa de Valores Irlandesa en 1964. (*Smurfit Kappa, 2023*)

En 1998, Jefferson Smurfit se estableció en Estados Unidos y fusionó la empresa con Stone Container Corporation, con sede en Chicago. Con nuevos mercados y nuevas operaciones, la compañía se estaba convirtiendo en líder de la industria de la producción de embalaje de papel. (*Smurfit Kappa, 2023*)

Parte de ese éxito llegó de nuestro exclusivo sistema de producción integrada. Esto significa que nuestros centros de producción se abastecen de materias primas de nuestros propios bosques y plantas de papel. Como líderes en producción sostenible, hemos invertido también fuertemente en plantas de reciclaje para obtener fibra recuperada que se reutiliza en la producción de papel. (*Smurfit Kappa, 2023*)

En 2005, Jefferson Smurfit se fusionó con Kappa Packaging, una compañía con sede en los Países Bajos fundada en 1974, hasta entonces el fabricante más grande de Europa de embalaje de cartón y cartón ondulado, para formar Smurfit Kappa. (*Smurfit Kappa, 2023*)

### **2.1.1. Smurfit Kappa Burgos**

Smurfit Kappa Burgos comenzó, como Smurfit, con una planta localizada en el polígono de Villayuda, esto fue en el año 1986.

A mitad del año 2007, Smurfit Kappa, compró un terreno en Villalonquéjar, pero, no fue hasta el año 2019 cuando comenzó el traspaso completo a la nueva planta, de mucho mayor tamaño, ubicada en el polígono de Villalonquéjar, hoy en día, mayo de 2023, la totalidad de la actividad de Smurfit Kappa Burgos se realiza en esta planta del polígono de Villalonquéjar.

Su principal actividad es la fabricación de embalaje de cartón para la industria agroalimentaria.



## 2.2. Procesos y máquinas

El proceso en el cual interviene la troqueladora de cama plana automática, ASAHI AP 2100, se compone de más máquinas colocadas en línea y sincronizadas entre sí.

En cuanto a las máquinas, a parte de la ASAHI AP 2100, está la impresora Göpfert y también una serie de máquinas complementarias.

Las llamadas máquinas complementarias lo componen, el alimentador, la sincronización Göpfert-ASASHI AP 2100, el paletizador y partidur Alliance y finalmente los rodillos de salida.

Todos estos elementos forman parte del proceso de impresión y troquelado de las planchas de cartón ondulado corrugado, y en el cual está presente la máquina objeto de este estudio.

También se hablará del transfer, el cual es plataforma de transporte autónoma que circula sobre unos railes y es capaz de transportar las planchas.

En la planta hay dos, uno para transportar la plancha del almacén a los rodillos de entrada de las máquinas y otro para mover las planchas ya fabricadas a la zona de expediciones.

### 2.2.1. Alimentador

Esta parte del proceso se encarga de transportar la plancha desde el transfer hasta la entrada del introductor de la impresora Göpfert, es la primera etapa de las planchas de cartón en el proceso.

El alimentador lo componen dos partes:

- Rodillos de entrada

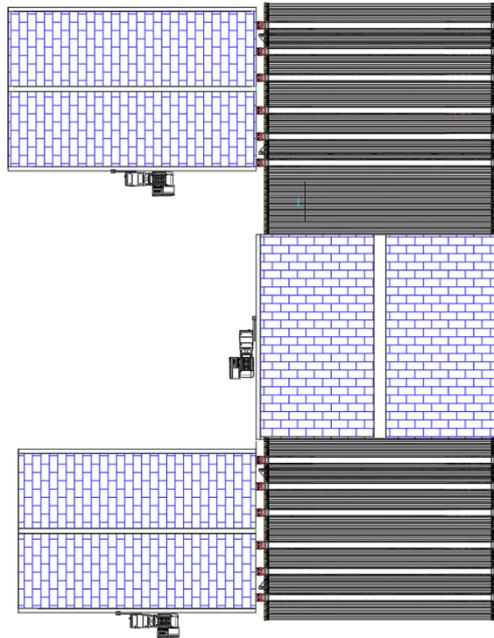
Se trata de las cintas (conveyors) que se encargan de transportar las pilas de planchas de cartón al introductor.

Las cintas azules solo pueden variar en dirección (adelante o atrás), en cambio las blancas pueden ir en ambas direcciones además de girar las planchas (para que vayan en la misma dirección al hacer la L). (Ver figuras 1 y 2)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---



**Figura 2.** Rodillos de entrada. Fuente (Smurfit Kappa)



**Figura 1.** Rodillos de entrada. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Introdutor de entrada

Después de pasar por los rodillos de entrada las planchas llegan al introdutor, que es el encargado de introducirlas en la impresora Göpfert.

Las planchas se deben introducir por separado, no puede entrar una pila, como las de la imagen anterior, directamente a la impresora, con lo cual, el introdutor es capaz de tumbarlas en una cinta con una cierta pendiente negativa.

Cabe aclarar que las pilas de planchas son elevadas para que puedan ser introducidas en este introdutor. (Ver figura 4).

Una vez tumbadas quedan escamadas, en esta posición la impresora ya es capaz de introducirlas e imprimirlas. (Ver figura 3).



**Figura 3.** Planchas escamadas. Fuente ( J,Gilbert S.A. <https://jgsa.es/prefeeder-rapid/>)



**Figura 4.** Fotografía introductor. Fuente (Elaboración propia)

### 2.2.2. Göpfert

Después de haber sido transportadas son introducidas en la impresora Göpfert, la cual es la encargada de dar la impresión requerida por el cliente a las planchas de cartón.

Se trata de una impresora flexográfica modular que se compone de 4 cuerpos.

En cada cuerpo se pone el bote de tinta requerido para imprimir los colores que sean necesarios en las planchas de cartón.

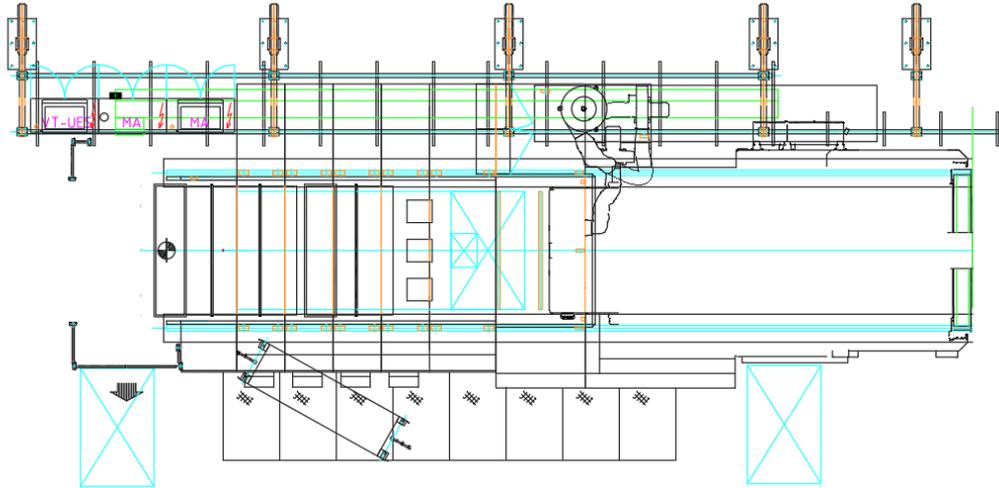
Como solo tiene 4 cuerpos, solo se podrán realizar impresiones de máximo 4 colores.(HERMAVILLA, 2021)

A continuación, se mostrará el layout y una foto para tener una mejor visión de la máquina.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---



**Figura 5.** Layout impresora Göpfert. Fuente (Smurfit Kappa)

La máxima velocidad de esta impresora es de 10.000 planchas/hora.



**Figura 6.** Fotografía impresora Göpfert. Fuente (Elaboración propia)



### 2.2.3. Sincronización Göpfert-Asahi AP 2100

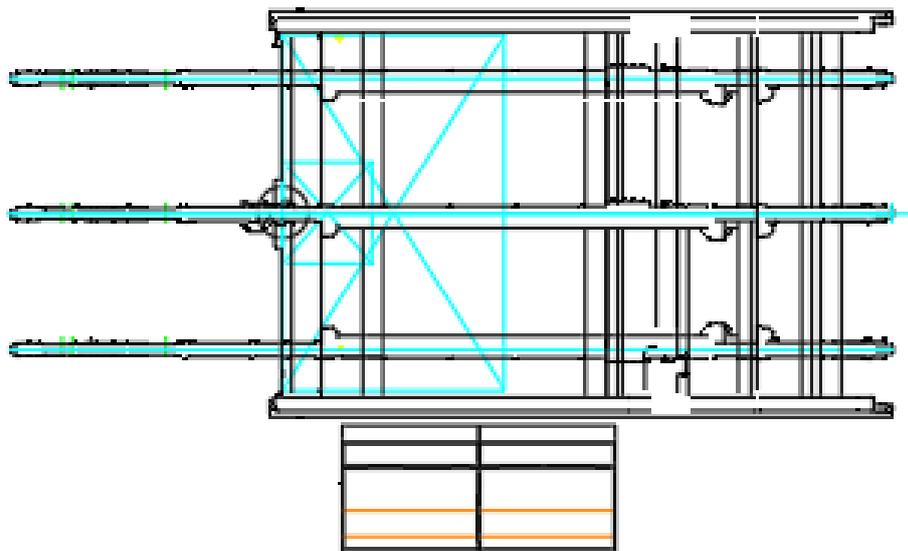
Una vez las planchas son impresas, necesitan pasar por la troqueladora para dejar de ser planchas y convertirse en cajas.

Para pasar de la impresora a la troqueladora se utiliza una cinta transportadora la cual se llama sincronización Göpfert-Asahi.

Esta cinta es especial, ya que, por diseño, la salida de la impresora está a un nivel distinto que la entrada de la troqueladora.

Por ello la cinta sincronizadora tiene una cierta pendiente positiva.

Como se puede observar en el layout la cinta la componen tres brazos (dos en los extremos y uno en el medio), y cada brazo tiene una pequeña cinta que se mueve a lo largo del mismo y es la que posibilita el movimiento de las planchas.



**Figura 7.** Layout sincronización. Fuente (Smurfit Kappa)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Este sistema puede traer ciertas complicaciones, ya que cuando el cartón viene “teja” (se dice cuando la plancha de cartón no viene plana de su fabricación y tiene cierta curvatura) puede traer problemas por el poco apoyo o simplemente porque choque con algún elemento de la salida de la Göpfert o del cajón de entrada de la Asahi.



**Figura 8.** Pila de plancha de cartón "teja". Fuente (Elaboración propia)

Estos brazos acaban en el cajón de entrada de la troqueladora Asahi.



**Figura 9.** Fotografía sincronización Göpfert-Asahi. Fuente (Elaboración propia)



#### 2.2.4. Asahi AP 2100

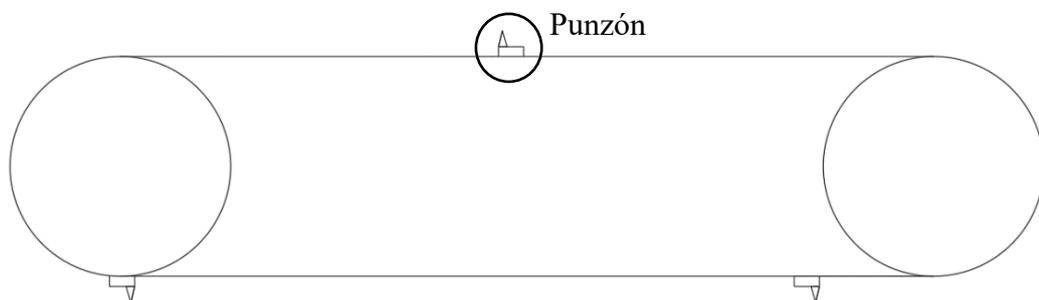
Una vez la cinta sincronizadora transporta las planchas de la impresora Göpfert comienza el proceso de troquelado en la Asahi.

En un primer momento llegan al cajón de entrada, el cual está al final de los brazos de la cinta sincronizadora, este cajón necesita de un pequeño stock de planchas, si este stock no llega a la cantidad mínima, las fotocélulas que tiene instaladas el cajón hacen que la máquina se pare ya que necesita tener ese stock mínimo para funcionar.

Una vez el cajón de entrada tiene las planchas suficientes, comienza el proceso de troquelado.

El primer paso es introducir las planchas dentro de la máquina, de esto se encargan unos punzones que se ocupan de pinchar y enganchar la plancha de cartón, agarra la plancha desde el inicio hasta el final del troquelado, son los que se encarga de transportarlo a lo largo de la máquina, con una cinta y dos ruedas, donde, engranan las cintas que están colocadas a los extremos de la máquina.

Se introducirá a continuación un pequeño esquema para comprenderlo mejor.



**Figura 10.** Esquema sistema introducción Asahi. Fuente (Elaboración propia)

Este sistema está ubicado dentro de la máquina, desde la entrada hasta la salida.

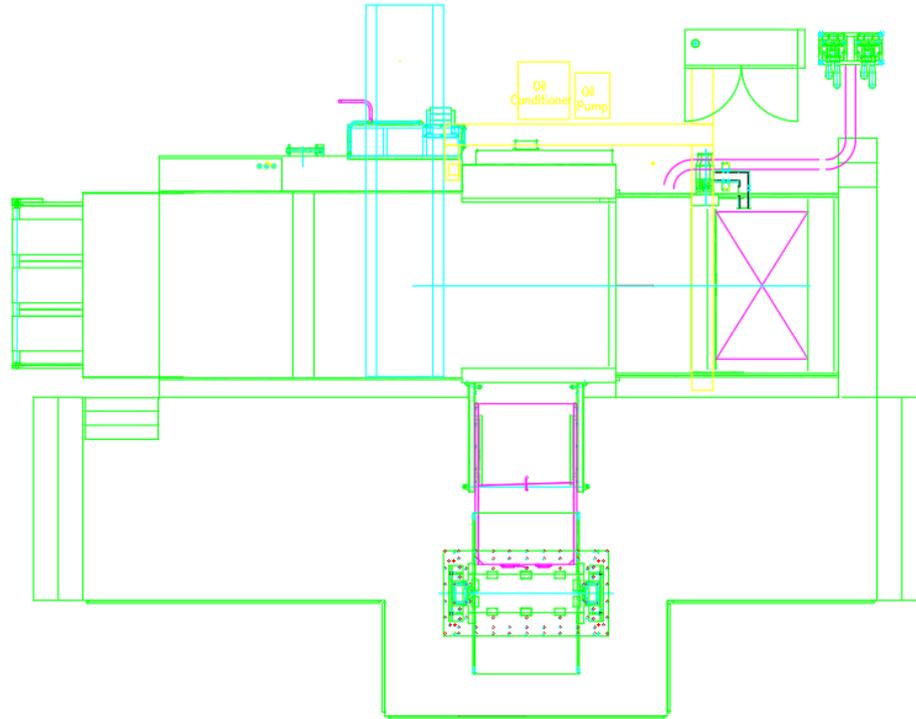
Después de haber agarrado la plancha, llega al troquel, el cual es el encargado de realizar los pertinentes cortes y hendidos para obtener el diseño pedido por el cliente.

Una vez las planchas tienen hechos los troqueles y los hendidos que cada pedido necesita, llegan al separador, su mecanismo es similar al de los cuerpos troqueladores, como su propio nombre indica se encarga de separar el sistema de punzones que se ocupó de agarrar la plancha al principio del proceso para dejar caer la plancha al cajón de salida y finalizar el proceso de troquelado.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---



**Figura 11.** Layout Asahi AP 2100. Fuente (Smurfit Kappa)



**Figura 12.** Fotografía Asahi AP 2100. Fuente (Elaboración propia)



### 2.2.5. Partidor y paletizador Alliance

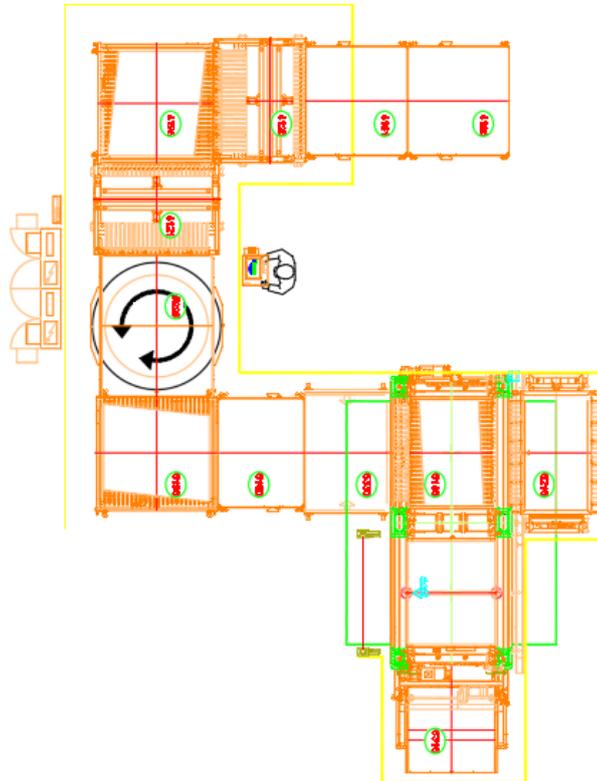
Cuando la plancha ya ha pasado por la troqueladora, sigue siendo una plancha, pero únicamente unida por pequeños hendidos por donde deben ser separadas.

Dependiendo del pedido un mismo troquel puede tener diferentes cabidas, esto significa que de una misma plancha pueden fabricarse 2, 3 y hasta 12 cajas, ya que pueden ser de pequeño tamaño.

Las divisiones entre unas cajas y otras son los hendidos, y hacen que puedan separarse fácilmente unas de otras.

Las cajas no se pueden separar dentro de la máquina troqueladora ya que como se ha comentado antes el sistema de punzones es el que se encarga de mover la plancha a lo largo de la máquina, con lo cual, si esta plancha se divide, se perdería a lo largo del proceso.

Por ello es necesario una máquina que se encargue de separar la plancha por los diferentes hendidos y esta es el partidor Alliance.



**Figura 13.** Layout partidor y paletizador Alliance. Fuente (Smurfit Kappa)

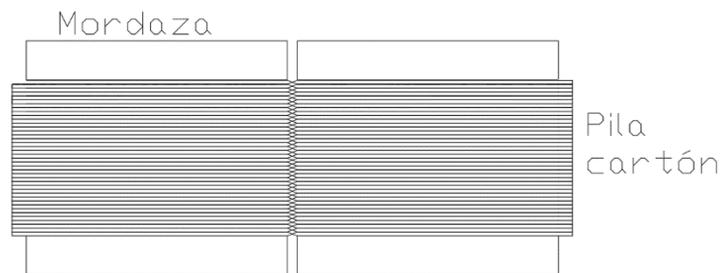


GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

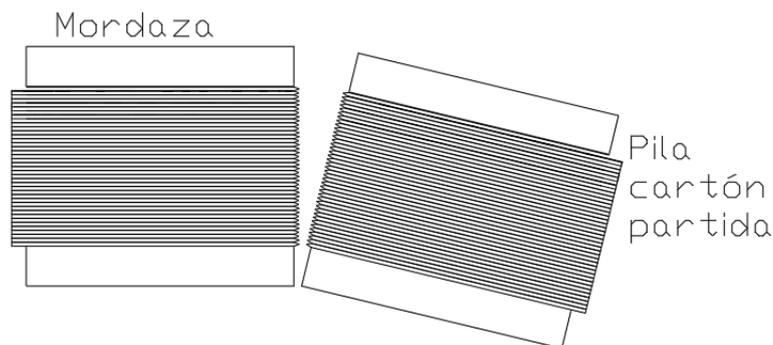
Una vez se separan las planchas gracias a los hendidos y al partidor, las cajas están plegadas y preparadas para ser paletizadas.

El partidor tiene dos partes móviles, llamadas mordazas, las cuales se ocupan de presionar la pila de plancha mediante unos pistones hidráulicos, para que no se mueva. En medio de las dos mordazas debe quedar alineado el hendido.



**Figura 14.** Esquema funcionamiento partidor 1. Fuente (Elaboración propia)

Una vez están alineadas y presionadas por las mordazas, se efectúa un pequeño movimiento de giro para partir la pila de plancha por el hendido. Se inserta un esquema para facilitar la visualización.



**Figura 15.** Esquema funcionamiento partidor 2. Fuente (Elaboración propia)

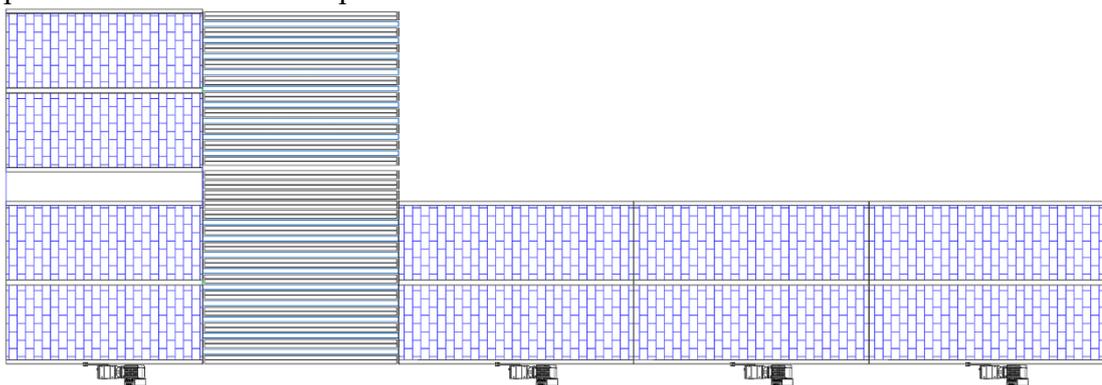
La paletización también es gracias a una máquina, una cinta que empieza al final del partidor es capaz de seleccionar por sí sola el número de paquetes de cajas que necesita para paletizar.



**Figura 16.** Fotografía paletizador. Fuente (Elaboración propia)

### 2.2.6. Rodillos de salida

Esta es la última etapa del producto en el proceso, una vez la paletizadora Alliance forma los pallets, estos van a través de cintas hasta el transfer el cual transportará estos pallets hasta la zona de expediciones.



**Figura 17.** Layout rodillos de salida. Fuente (Smurfit Kappa)

Se puede observar que al final de la cinta hay una bifurcación de la cinta principal en otras dos cintas, esto se debe a que funcionan como pulmones (stock intermedio) cuando hay una gran cantidad de pallets para transportar al almacén de expediciones.



### 3. METODOLOGÍA

En este apartado se explicarán todas las técnicas y conceptos que se utilizarán en diferentes apartados a lo largo del estudio.

Todas ellas seguirán una misma filosofía, la filosofía Lean Manufacturing, la cual se utilizará en todo el estudio de distintas formas, ya sea con sus técnicas o con sus conceptos.

Pero primero se explicará que es el Lean Manufacturing, así como el contexto de su origen.

#### 3.1. Metodología *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing o en castellano filosofía esbelta o ágil, es una forma de trabajo que sigue las directrices de la búsqueda de la mejora continua y la optimización al máximo de un sistema de producción o de trabajo. (Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017)

Es un proceso continuo y sistemático de búsqueda, análisis y eliminación del desperdicio, así como de los excesos durante el proceso productivo, a su vez también pretende eliminar toda aquella actividad que no tiene un valor añadido en el proceso, pero sí que añade un coste y una pérdida de tiempo y trabajo. (Socconini, 2019)

Esta filosofía se debe aplicar a todas las áreas de la empresa para conseguir su máxima efectividad y así conseguir el mejor nivel de optimización.

Además, todas estas áreas deberán trabajar bajo unos mismos objetivos ya mencionados anteriormente, la búsqueda y eliminación de cualquier tipo de desperdicio o despilfarro.

Este sistema tiene su origen en los años 50 del siglo pasado gracias a Toyota y a su innovador sistema de producción Just In Time (JIT) o en castellano Justo a Tiempo, cuyo principal objetivo es tensar al máximo la organización reduciendo los stocks al mínimo. (Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017)

También se debe mencionar a los creadores de este sistema Taiichi Ohno y Shigeo Shingo quienes fueron capaces de idear este nuevo sistema de producción y demostrar, gracias a sus éxitos, que es la mejor filosofía de trabajo para poder llegar a la clase mundial.



El Lean Manufacturing tiene un gran número de técnicas, en el apartado siguiente se explicarán las que se utilizarán durante el trabajo.

### **3.2. Técnicas *Lean Manufacturing***

Como se ha comentado anteriormente existen una amplia lista de técnicas y herramientas que nos proporciona el Lean Manufacturing, pero ahora se explicarán las que se van a utilizar a lo largo del estudio.

#### **3.2.1. KPIs (Key Performance Indicator)**

Los KPIs (Key Performance Indicator) (Marr, 2012) o en castellano Indicadores Clave de la Producción, son, como su propio nombre indica, indicadores de distintas variables que afectan de manera directa a un proceso o conjunto de procesos.

Están diseñadas para monitorizar y realizar un seguimiento de los objetivos que se quieren conseguir.

Analizándolos se puede ver como de lejos se está del objetivo y si hay algún cambio inesperado poder corregirlo.(Aroca Aparicio, 2018)

En este estudio se utilizarán continuamente diversos KPIs como, indicadores de productividad, indicadores temporales de diversas operaciones o procesos o indicadores de velocidad entre otros.

Posteriormente, se explicará el KPI más completo, el OEE (Overall Equipment Effectiveness), el cual se utiliza para dar una visión general de cómo se encuentra un proceso.

#### **3.2.2. Mejora continua Kaizen**

La mejora continua (Método Kaizen) (Singh & Singh, 2009) se trata de una estrategia de trabajo que busca la mejora continua en todos los aspectos y áreas de la empresa, se basa en la proactividad de todos los componentes de la organización.

Su objetivo es crear una búsqueda constante del desperdicio y el despilfarro en un proceso para poder eliminarlo.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

La palabra viene de la unión de dos palabras japonesas, KAI (cambio) y ZEN (mejorar), trata de buscar siempre un método mejor ya que siempre se puede mejorar el proceso.(Aroca Aparicio, 2018)

Se debe buscar la esencia del proceso y una vez obtenida eliminar todo lo que no añade un valor, ya sean no conformidades, despilfarros o procedimientos erróneos.

Este trabajo, posteriormente, se centrará en los procedimientos y su estandarización para eliminar esas tareas y operaciones que no añaden valor al proceso.

También tiene técnicas como las 5W+2H(Trías et al., 2009), que se basan en preguntarse:

- What (Qué)  
¿Qué es lo que falla?  
¿Qué se quiere mejorar?
- Why (Por qué)  
¿Por qué falla?  
¿Por qué se quiere mejorar?
- When (Cuándo)  
¿Cuándo falla?  
¿Cuándo se quiere mejorar?
- Where (Dónde)  
¿Dónde se encuentra el fallo?  
¿Dónde se quiere mejorar?
- Who (Quién)  
¿Quién o que es el culpable del fallo?  
¿Quién lo va a mejorar?
- How (Cómo)  
¿Cómo se diferencia del estado normal (óptimo)?  
¿Cómo se va a mejorar?



- How much (Cuánto)
  - ¿Cuántos fallos hay en un día, semana o mes?
  - ¿Cuánto va a costar la mejora?

Estas cinco preguntas se utilizan para poder encontrar la solución a los problemas que se presenten en un proceso o para plantear una mejora en él, aunque no quede plasmado en el trabajo, es una técnica que se ha utilizado a lo largo de este estudio en todos sus apartados.

### 3.2.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) o, en castellano, Eficiencia general de los equipos, se trata de un indicador de la productividad, KPI, que a través de un ratio porcentual mide la eficiencia productiva de una máquina o proceso y lo consigue mediante la integración de datos sobre la disponibilidad del equipo, la eficiencia de estos equipos y de la tasa de calidad lograda.(Dal, Tugwell & Greatbanks, 2000)

La gran ventaja de este KPI es que es capaz de medir, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales de la producción (Leonel & González, 2009).

El OEE es resultado del producto de tres factores.

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Donde cada factor se obtiene de la siguiente manera:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ total} \times 100$$

$$Calidad = \frac{Total\ output\ bueno}{Output\ total} \times 100$$

$$Rendimiento = \frac{Produccion\ real}{Produccion\ planificada} \times 100$$

El resultado será un porcentaje, el cual, habrá que comparar con la clasificación siguiente para ver en qué estado se encuentra nuestro proceso.(Leonel & González, 2009)



- OEE < 65%. Inaceptable.  
Se producen importantes pérdidas económicas.  
Muy baja competitividad
- 65% < OEE < 75%. Regular.  
Aceptable sólo si está en proceso de mejora.  
Pérdidas económicas.  
Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85%. Aceptable.  
Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la *World Class*.  
Ligeras pérdidas económicas.  
Competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95%. Buena.  
Entra en valores de *World Class* (Clase mundial).  
Buena competitividad.
- OEE > 95%. Excelencia.  
Valores *World Class* (Clase mundial). Excelente competitividad.

#### 3.2.4. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente (por valor), de izquierda a derecha por medio de barras sencillas y mostrando en una línea el porcentaje acumulado. (Sales, 2013)

Mediante este diagrama se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), o también llamado principio del 80/20.

Este principio dice que el 20% de las causas provocan el 80% de los problemas.

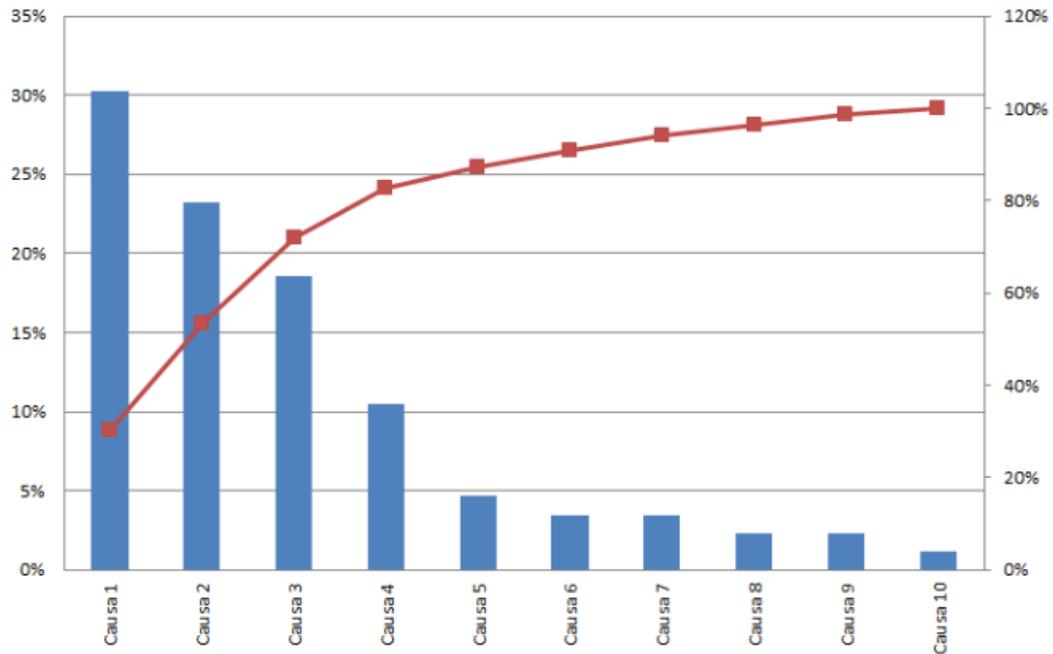
Gracias a este motivo, con poner esfuerzos en corregir este 20%, 1 de cada 5 causas, solucionaríamos el 80% de los problemas, 4 de cada 5.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

También nos ayuda a asignar un orden de prioridades y hacerlo de manera correcta, nos ayuda a clasificar las actividades o recursos que realmente son importantes.

La gráfica es muy útil ya que permite identificar en un simple vistazo estos pocos vitales como se muestra a continuación:



**Figura 18.** Diagrama de Pareto. Fuente (leanmanufacturing10.com)

Como se ve en el diagrama, las barras muestran las causas que se ordenan por el valor en porcentaje que representa sobre el 100% y la línea muestra el porcentaje acumulado.

Para aplicar el principio del 80/20 se tendrá que trazar una recta cuando la línea que representa el porcentaje acumulado llegue al valor de 80% del eje Y, esta línea debe ser paralela al eje X a las altura de ese 80%, cuando ésta corte con la línea del porcentaje acumulado se trazará en ese punto una recta paralela al eje Y y que corte con el eje X.

Al hacer esto en el diagrama se obtiene que las principales causas son las causas 1,2,3 y 4.(Aroca Aparicio, 2018)



### 3.2.5. Benchmarking interno

El benchmarking se utiliza para mejorar la eficacia y eficiencia de las organizaciones, así como para aprender las mejores prácticas. (de Cárdenas Cristia, 2006)

Existen varios tipos de benchmarking en función de su objeto (Soler Gisbert & Raissouni, 2014):

- Benchmarking externo
- Benchmarking funcional
- Benchmarking de diagnóstico
- Benchmarking completo
- Benchmarking interno

En este caso solamente se utilizará este último, el benchmarking interno.

El benchmarking interno son las operaciones de comparación que se pueden efectuar dentro de una misma empresa. En general, esto se aplica en grandes compañías, donde lo buscado es ver que procesos dentro de la misma compañía son más eficientes y eficaces. Con esto se podrán establecer patrones de comparación y tomarlos como estándares para iniciar procesos de mejora continua (Soler Gisbert & Raissouni, 2014).

Tiene diferentes etapas (de Cárdenas Cristia, 2006):

- Determinar a que se le va a hacer benchmarking: Consiste en identificar a los consumidores de este proceso y fundamentalmente sus necesidades; definir los aspectos específicos para el benchmarking; además, en esta etapa, se identifican y aseguran los recursos necesarios.
- Formar un equipo de benchmarking: es el proceso donde se escoge, orienta y dirige un equipo. En este paso, se introducen las herramientas para el manejo de proyectos, se identifican las etapas y se aclaran las tareas para todos los participantes.
- Identificar los socios del benchmarking: busca identificar las fuentes de información que se utilizarán para recopilar la información de Benchmarking; además, comprende el proceso de identificación de las mejores prácticas industriales y organizacionales.
- Recopilar y analizar la información de benchmarking: se propone la selección de los métodos específicos de recopilación de información. El análisis de la información se realiza según las necesidades del cliente original, con vistas a



recomendar acciones para provocar un cambio, es importante que los responsables de esta actividad sean expertos.

- Actuar: su objetivo es generar un informe con un conjunto de recomendaciones para la ejecución real del cambio. Es necesario que, al terminar este proceso, se analicen nuevamente las necesidades de sus clientes y revelen los planes de ejecución a seguir, es decir, dar una continuidad al proceso de benchmarking.

### 3.2.6. Estandarización

La estandarización de trabajos consiste en seleccionar las mejores prácticas, lo que cada operario hace bien o lo que se comprueba que obtiene los mejores resultados para definir una metodología de trabajo, que todos los trabajadores deben seguir (Aroca Aparicio, 2018).

Busca que todos los operarios trabajen de la misma manera, siendo está la óptima.

Esta herramienta está muy ligada a la mejora continua ya que siempre se pueden mejorar los procedimientos de trabajo.

Se basa en tres conceptos clave(Aroca Aparicio, 2018):

- Takt time, que es el ritmo en el que los productos deben entregarse.
- La secuencia de tareas que un operario debe realizar para llevar a cabo un proceso, dentro de un tiempo de ciclo.
- El inventario estándar, incluyendo las unidades en las máquinas, que se necesitan para no tener problemas de paradas en la producción.

La estandarización persigue principalmente tres objetivos (Pérez Zurita, 2014):

- Simplificación.  
Trata de reducir los modelos quedándose únicamente con los más necesarios.
- Unificación.  
Para poder reducir la variabilidad.
- Especificación.  
Se persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso.



## 4. SITUACIÓN DE PARTIDA

### 4.1. Antecedentes

En este apartado se explicará cómo era la situación del proceso anteriormente y los problemas que existían.

La línea que compone el proceso, y dónde está la máquina objeto de estudio, se instaló en marzo de 2022, pero por diversos problemas (principalmente la pandemia de Covid-19) se retrasaron las instalaciones de ciertas piezas y periféricos necesarios para el correcto funcionamiento de la línea.

Se montaron partes de la línea y de las máquinas sin que otras (necesarias) estuvieran listas.

Se verán los datos de productividad, paradas, pedidos y datos de la preparación de los pedidos (set up).

Los datos son de los 4 meses posteriores a la instalación de la línea. (abril, mayo, junio y julio de 2022).

#### 4.1.1. Datos de productividad

Se analizarán los datos de las variables más importantes, que son:

- $M^2$ / open hour  
Es la unidad de medida utilizada para medir la productividad de nuestro proceso.  
La unidad open hour (hora abierta), hace referencia al tiempo que la máquina ha estado en funcionamiento, dentro de este tiempo también debe entrar, el tiempo en el cual la máquina tiene paros que no están planificados.  
Con lo cual esta unidad es la suma del tiempo productivo más el tiempo de paro no planificado.  
Los  $m^2$  hacen referencia a la cantidad de superficie de plancha que procesa la troqueladora plana.
- Average set-up time  
Se trata del tiempo medio (en minutos) que se invierte en la preparación de los pedidos.

Antes de comenzar con los datos cabe destacar que en los meses de mayo y junio los equipos fueron de 3 operarios en vez de 2, como están distribuidos actualmente.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Se analizará de forma breve las variables más importantes de cada mes.

	April	May	June	July
CV01 - Surface produced (net) [M <sup>2</sup> ]	667.127	1.100.558	986.268	706.999
CV47m - Hourly output per direct FTE (in surface) [...]	861,70	1.143,22	1.167,16	1.037,95
<b>CV47_C47 - Hourly output [M<sup>2</sup>/HR]</b>	<b>1.691</b>	<b>2.283</b>	<b>2.314</b>	<b>2.076</b>
<b>CV32b - Average set-up time [MIN/#]</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>34</b>
CV26 - Average order size (feeds) [#]	3.566	3.307	3.334	3.019
CV23 - Average surface per feed (net) [M <sup>2</sup> ]	1,19	1,41	1,36	1,32
CV05 - Order set-ups [#]	157	236	217	177
downtime	29,90	29,90	28,43	31,32
CV33 - Total on-crew downtime [%]	63,26	57,41	55,93	60,54
CV32a - Set-up time [%]	33,36	27,51	27,50	29,22
CV31 - Operating ratio [%]	39,49	46,20	47,90	42,87
% Downtime excluyendo setup	29,90	29,90	28,43	31,32
CV43 - Actual production throughput (in feeds) [#/...]	1.431,26	1.631,36	1.706,61	1.581,07
CV49 - Net production output (in feeds) [#/HR]	3.863	3.802	3.851	3.977

**Tabla 1.** Datos productividad abril, mayo, junio y julio 2022. Fuente (Smurfit Kappa)

Mes de abril.

Se trata del primer mes que la línea estuvo en funcionamiento, este dato hay que tenerlo muy en cuenta para analizar los datos ya que van a estar influenciados por esta circunstancia.

Se puede observar que la productividad (m<sup>2</sup>/open hour) es muy baja y que el tiempo medio de preparación es muy alto (50 minutos), pero como se ha comentado anteriormente es un dato normal ya que es el primer mes de la línea en funcionamiento y la falta de experiencia y conocimiento del proceso perjudica de manera muy clara los datos.

Mes de mayo.

En este mes se introdujo un operario más al equipo, siendo 3 en lugar de 2, y se puede ver como hubo un gran salto en las dos variables más importantes.

La productividad subió en 600 m<sup>2</sup>/open hour y se estableció en 2283 m<sup>2</sup>/open hour lo cual es un buen dato para ser el segundo mes de funcionamiento de la línea.

En cuanto al tiempo medio de preparación, también fue bueno, ya que bajo de 50 a 34 minutos, lo cual es una gran bajada.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Esta mejora en los datos se debe, seguramente, a la introducción de un nuevo operario ya que esa falta de experiencia y conocimiento de la máquina es suplida con un operario más y con lo cual una circunstancia se balancea con la otra.

Mes de junio.

En junio también hubo 3 operarios.

La productividad volvió a subir en comparación con el mes anterior, pero de manera más suave, fue un incremento de 30 m<sup>2</sup>/open hour.

También se puede ver un pequeño descenso, de 2 minutos, en el tiempo medio de preparación que también se puede achacar al mayor número de operarios y a un nivel mayor de conocimiento y experiencia que en meses anteriores.

Mes de julio.

En este mes el número de operarios volvió a dos.

El dato de productividad bajo a algo más de 2000 m<sup>2</sup>/open hour, lo cual es seguro que lo causa el cambio de número de operarios y además es posible que, al ser el mes de julio, los periodos de vacaciones pueden influir en estos datos.

En cuanto al dato de tiempo medio de setup solo aumentó en 2 minutos en comparación con el mes pasado, con lo cual esto puede indicar que no influía de gran manera el tercer operario, pero también se debe tener en cuenta que el nivel de conocimiento y de experiencia de la máquina y su utilización es mayor a cada mes que pasa, y esto se puede traducir en mejores datos.

Por último, se realizará un cuadro resumen de la distribución de las horas en un turno 8 horas, utilizando los datos obtenidos de abril a julio.

También se mostrarán las distribuciones buscadas.

	Tirada neto (Hr)	Preparación (Hr)	Paradas (Hr)	Productividad (m <sup>2</sup> /Hr)
Actual	3.0	2.5	2.5	2.100
Escenario1	4.0	2.0	2.0	2.600
Escenario2	4.5	2.0	1.5	2.925

**Tabla 2.** Distribución de horas en un turno. Fuente (Smurfit Kappa)

Donde el tiempo de tirada neto viene dado de la resta a las 8 horas de turno, lo tiempos invertidos en la preparación y perdidos por paradas.



En primer lugar, la distribución actual (hace referencia a los meses de abril a julio de 2022), se puede observar que el tiempo de tirada neto es tan solo de 3 horas, un 37,5% del total del tiempo de turno. Este dato es desastroso, ya que de esas 8 horas de turno 5 se están parados, repartido entre preparaciones y paradas (2,5 horas cada una).

Estos datos se traducen en una productividad muy pobre, de 2100 m<sup>2</sup>/ h.

A continuación, se proponen dos escenarios para poder ir mejorando los datos, primero el objetivo sería conseguir los números del escenario 1 y posteriormente los datos del escenario dos, que serían, una mejora de 1,5 horas en el tiempo de tirada neto, una reducción de 0,5 horas y 1 hora en los tiempos de preparación y paradas, respectivamente.

Estos datos harían que la productividad subiera a más de 2900 m<sup>2</sup>/ h, lo cual es un muy buen dato de productividad.

#### 4.1.2. Datos de paradas

Será un breve resumen de las paradas, a largo de los 4 meses ya analizados anteriormente, de abril a julio.

El primer cuadro resumen será del número total de horas de parada, así como el número total de paradas.

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
HORAS TOTALES	149,360	205,247	142,905	122,565
Nº PARADAS TOTAL	956	1190	998	723

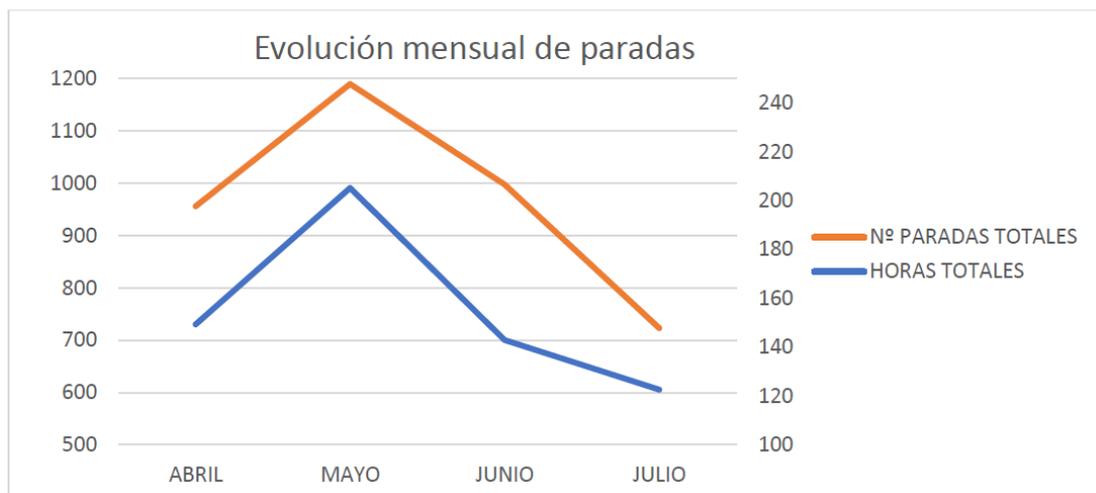


Figura 19. Grafica paradas abril, mayo, junio y julio 2022. Fuente (Smurfit Kappa)



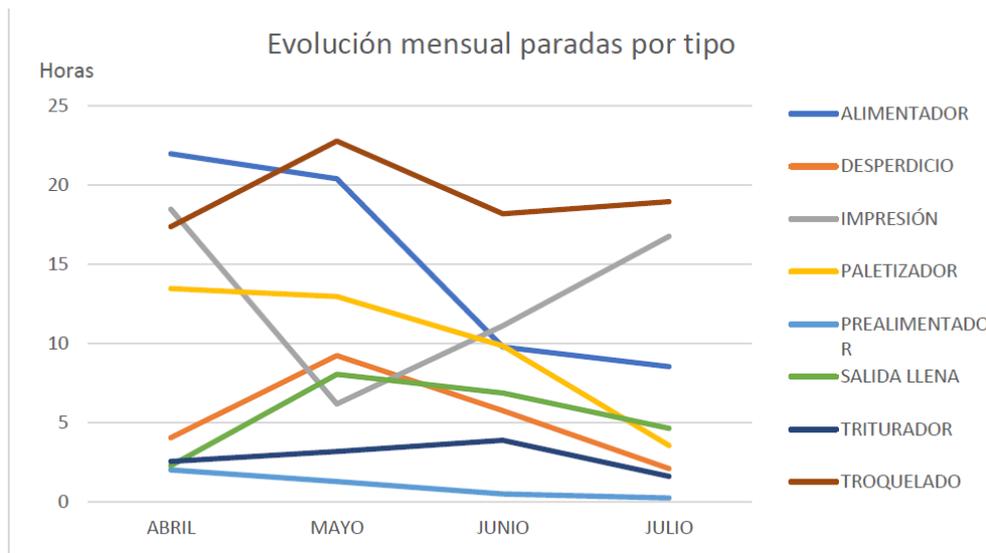
GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Como se puede observar el primer mes, abril, tiene prácticamente 150 horas de parada y 950 en número total.

El segundo mes, mayo, tiene un número de horas de parada bastante mayor al del mes pasado, 55 horas más, esto se puede deber a que el volumen de pedidos fue mayor, ya que el mes pasado todavía se estaba poniendo a punto la máquina y el proceso en conjunto.

Como subió el número de horas, también subió el número de paradas y llegó hasta 1190 paradas.

En el mes de junio se puede observar una gran bajada, más de 60 horas en comparación con el mes anterior, el mayor conocimiento junto con una mayor experiencia con la máquina puede estar detrás de esta gran bajada.



**Figura 20.** Gráfico lugar de parada. Fuente (Smurfit Kappa)

El dato de horas es parecido al del primer mes, pero no lo es el número de paradas ya que en el primer mes fueron 956 y en este 998, con lo cual es una diferencia de 42 paradas en las 7 horas que tienen de diferencia.

En el último mes analizado, julio, hubo un descenso considerable en el número de horas, bajando 20 horas hasta llegar a las 122 horas paradas y con un gran descenso en el número de paradas, bajando 275 paradas y llegando a las 723.

También se analizó el lugar donde ocurrían estas paradas.



Se puede ver claramente en el gráfico que los principales lugares de atasco son en el troquelador, y en la impresora seguidos del alimentador, entre los tres suman prácticamente el 80% del total.

El resto de los lugares tienen horas de parada menos relevantes.

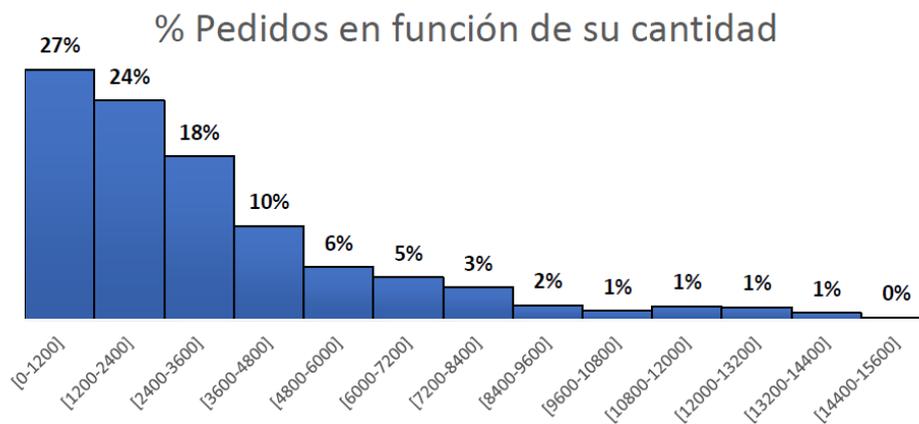
HORAS PARADA	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
ALIMENTADOR	21,977	20,395	9,763	8,523
DESPERDICIO	4,033	9,222	5,747	2,079
IMPRESIÓN	18,471	6,165	11,116	16,750
PALETIZADOR	13,458	12,950	9,843	3,539
PREALIMENTADOR	1,993	1,253	0,481	0,219
SALIDA LLENA	2,264	8,037	6,849	4,620
TRITURADOR	2,529	3,161	3,867	1,589
TROQUELADO	17,371	22,780	18,185	18,951

**Tabla 3.** Lugares de parada con sus respectivas horas en abril, mayo, junio y julio 2022. Fuente (Smurfit Kappa).

#### 4.1.3. Datos de pedidos

En este apartado solo se observarán los pedidos en función de su cantidad.

En el momento del análisis el 51% de los pedidos era inferior a 2400 planchas, lo cual imposibilitaba la reducción de tiempos en la producción, así como el incremento de la productividad.



**Figura 21.** Gráfico pedidos en función de su cantidad. Fuente (Smurfit Kappa)

#### 4.2. Técnica

Se realizan una serie de análisis de los datos técnicos más críticos del proceso, como la productividad, el OEE, las paradas, tiempos de setup, características de los pedidos.



Todo ello brindará una serie de conclusiones que se transformarán en una propuesta de mejora.

#### 4.2.1. Análisis de productividad

Ahora se analizará la productividad de nuestro proceso, lo cual nos va a dar una visión general del estado de este, se analizará la productividad por turnos (turno de mañana, de 06:00 a 14:00, turno de tarde, de 14:00 a 22:00 y turno de noche, de 22:00 a 06:00) y la productividad por equipo (Equipo 1, 2 y 3), se analizarán los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Los equipos no siempre trabajan en el mismo turno, van rotando semanalmente.

El primer análisis será por turnos, en él se podrá analizar la productividad, así como el número de cambios de setup (pedido) de cada día trabajado del mes, el objetivo es estudiar si existen grandes diferencias de productividad en cada uno de los turnos, ya que se podría dar el caso de que en un turno la productividad bajara repetidamente.

Una de las principales causas por la que se realizó este análisis por turnos, fue para observar si existían diferencias claras de un turno con otro, principalmente el turno de noche comparado con los demás. Apoyándose en la curva de productividad diaria y los cambios de horario, ya que la adaptación al horario puede traer efectos negativos sobre las horas de sueño, la concentración y la capacidad de los trabajadores, en definitiva, podría afectar a la productividad general de los trabajadores. (Montañés Bernal, 2011)

En el caso de que se observarán grandes diferencias se podrían estudiar diferentes medidas para aquellos turnos que destaquen por su mala productividad, como, por ejemplo, trabajos que impliquen menor esfuerzo físico o concentración, pero primero se analizarán los datos y posteriormente se hablará de las medidas que sean oportunas.

Las variables que se estudiarán serán:

- Turno  
Son tres turnos diferentes, por cada día trabajado corresponderán tres turnos diferentes (mañana, tarde y noche).
- Fecha  
Fecha del mes a la cual corresponden los demás datos.



**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

- $M^2/$  open hour  
Es la unidad de medida utilizada para medir la productividad de nuestro proceso.  
Los  $m^2$  hacen referencia a la cantidad de superficie de plancha que procesa la troqueladora plana.
- Número de cambios  
Esta variable hace referencia al número de cambios de setup que se realizan, es decir, cada cambio de pedido que necesite ya sea un cambio de troquel, de tintas o ambos.

**4.2.1.1. Análisis mensual de producción por turnos**

A continuación, se analizarán los datos obtenidos en enero.

Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c
1	03-ene	1.534	6	2	03-ene	2.423	5	3	03-ene	2.154	2
1	04-ene	1.472	6	2	04-ene	2.369	6	3	04-ene		
1	05-ene	1.327	5	2	05-ene	1.515	3	3	05-ene		
1	06-ene	2.270	6	2	06-ene	1.574	4	3	06-ene	1.970	4
1	09-ene	1.338	0	2	09-ene	2.708	5	3	09-ene	1.987	4
1	10-ene	1.649	2	2	10-ene	2.347	6	3	10-ene	2.745	4
1	11-ene	3.513	5	2	11-ene	2.799	2	3	11-ene	3.255	6
1	12-ene	2.585	6	2	12-ene	2.417	4	3	12-ene	2.707	5
1	13-ene	1.055	1	2	13-ene			3	13-ene		
1	16-ene	2.424	3	2	16-ene	1.866	4	3	16-ene	1.753	4
1	17-ene	2.032	3	2	17-ene	2.308	2	3	17-ene	2.453	4
1	18-ene	2.506	9	2	18-ene	2.123	7	3	18-ene	2.815	4
1	19-ene	1.963	5	2	19-ene	1.957	4	3	19-ene	1.214	6
1	20-ene	3.606	3	2	20-ene	2.016	5	3	20-ene	3.405	1
1	23-ene	2.659	2	2	23-ene	1.575	1	3	23-ene	3.280	4
1	24-ene	3.137	2	2	24-ene	5.218	1	3	24-ene		
1	25-ene	2.590	5	2	25-ene	1.570	4	3	25-ene	3.296	4
1	26-ene	3.151	6	2	26-ene	1.743	7	3	26-ene	3.130	3
1	27-ene	2.936	2	2	27-ene	2.409	3	3	27-ene	1.578	3
1	30-ene	1.900	3	2	30-ene	4.039	2	3	30-ene	1.636	8
1	31-ene	5.310	0	2	31-ene	2.908	2	3	31-ene	3.433	2
Media m2/open h por día y turno		2426,52			2394,20				2518,29		
Nº Cambios mes			80				77				68
Numero de días trabajados			21				20				17

**Tabla 4.** Datos productividad por turnos enero 2023. Fuente (Elaboración propia)

Como se puede observar las productividades medias son bastante parecidas, siguen este orden, de mayor a menor productividad:



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Turno 3 (noche): 2518,29 m<sup>2</sup>/open hour.
- Turno 1 (mañana): 2426,52 m<sup>2</sup>/open hour.
- Turno 2 (tarde): 2394,20 m<sup>2</sup>/open hour.

A priori, el turno más productivo es el de noche y el que menos, el de tarde, pero estos datos necesitan otra variable para que se puedan estudiar correctamente, el número de cambios, ya que si en un turno ha habido una notable diferencia de productividad se podría achacar al mayor o menor número de cambios.

Se espera que el orden de clasificación del dato de productividad sea inverso al orden de clasificación por número de cambios, es decir, si en la clasificación de productividad están ordenados de mayor a menor de esta manera (Turno 3, Turno 2 y Turno 1), en la clasificación por número de cambios ordenados de mayor a menor estén así (Turno 1, Turno 2 y Turno 3).

+ número de cambios = + tiempo de setup = + tiempo parados = - productividad

El número de cambios por turno sería el siguiente, ordenado de mayor a menor:

- Turno 1: 80 cambios.
- Turno 2: 77 cambios.
- Turno 3: 68 cambios.

Con lo cual no se puede afirmar que el turno de noche (turno 3) sea el más productivo ya que es el que menor número de cambios de setup tiene.

Como se ha dicho anteriormente el orden esperado en esta clasificación debería ser inverso al orden de la clasificación por dato de productividad, pero en este caso el turno 1 tiene, aunque sea poca diferencia, mayor número de cambios y mayor dato de productividad.

Por último, se debe tener en cuenta el número de días trabajados ya que se podría dar el caso que algún día del mes no hubiera algún turno y esto afectara de forma directa al número de cambios de setup que se han realizado, con lo cual si se quiere comparar esta variable tendrá que ser en relación con el número de días trabajados.

El número de días trabajados es:

- Turno 1: 21 días.
- Turno 2: 20 días.
- Turno 3: 17 días.

Con lo cual la relación entre número de cambios de setup sería la siguiente:



“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

- Turno 1:  $\frac{\text{Número de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{80}{21} = 3,81$
- Turno 2:  $\frac{\text{Número de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{77}{20} = 3,85$
- Turno 3:  $\frac{\text{Número de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{68}{17} = 3,4$

Se puede ver qué el turno con menor promedio de cambios de setup por día es el tercer turno, lo que nos ayuda a entender que es el turno con mayor productividad.

Aun así, será necesario analizar el resto de los meses para poder confirmar si los datos obtenidos en el mes de enero se tratan de una tendencia o de un caso aislado.

Se analizará de la misma forma el mes de febrero.

Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open	Nº c
1	01-feb	2993,00	6,00	2	01-feb	2538,00	6,00	3	01-feb	3101,00	8,00
1	02-feb	1885,00	8,00	2	02-feb	3248,00	4,00	3	02-feb	2217,00	3,00
1	03-feb	1845,00	1,00	2	03-feb	2135,00	3,00	3	03-feb	4125,00	0,00
1	06-feb	841,00	2,00	2	06-feb	2387,00	3,00	3	06-feb	2083,00	6,00
1	07-feb	1297,00	0,00	2	07-feb	3006,00	3,00	3	07-feb		
1	08-feb	2491,00	5,00	2	08-feb	1643,00	5,00	3	08-feb	1418,00	2,00
1	09-feb	3027,00	6,00	2	09-feb	2142,00	4,00	3	09-feb	4005,00	4,00
1	10-feb	2432,00	7,00	2	10-feb	2762,00	4,00	3	10-feb	3621,00	1,00
1	13-feb	2934,00	4,00	2	13-feb	2511,00	4,00	3	13-feb	2398,00	4,00
1	14-feb	2901,00	1,00	2	14-feb	2773,00	5,00	3	14-feb	4068,00	4,00
1	15-feb	2771,00	6,00	2	15-feb	2544,00	2,00	3	15-feb	4170,00	1,00
1	16-feb	3206,00	5,00	2	16-feb	2548,00	2,00	3	16-feb	2446,00	4,00
1	17-feb	2383,00	3,00	2	17-feb	1717,00	8,00	3	17-feb	3484,00	5,00
1	20-feb	1705,00	4,00	2	20-feb	1364,00	7,00	3	20-feb	3149,00	2,00
1	21-feb	3515,00	2,00	2	21-feb	2067,00	3,00	3	21-feb		
1	22-feb	2871,00	2,00	2	22-feb	2914,00	8,00	3	22-feb	2255,00	7,00
1	23-feb	1610,00	7,00	2	23-feb	1388,00	5,00	3	23-feb	3904,00	4,00
1	24-feb	3179,00	1,00	2	24-feb	1305,00	3,00	3	24-feb	1938,00	5,00
1	27-feb	2418,00	4,00	2	27-feb	2605,00	5,00	3	27-feb	4490,00	2,00
1	28-feb	4399,00	1,00	2	28-feb	3027,00	4,00	3	28-feb	3350,00	3,00
Media m2/open h por día y turno		2535,15		2331,20		3123,44					
Nº Cambios mes		75		88		65					
Número de turnos		20		20		18					

Tabla 5. Datos productividad febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)

En este mes los datos son más dispares, en concreto el turno de noche en comparación de los otros dos turnos, pero al igual que el mes pasado el orden de productividad es el mismo, como se verá a continuación, de mayor a menor:



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Turno 3 (noche): 3123,44 m<sup>2</sup>/ open hour.
- Turno 1 (mañana): 2535,15 m<sup>2</sup>/ open hour.
- Turno 2 (tarde): 2331,20 m<sup>2</sup>/ open hour.

Como se ha dicho con anterioridad, a priori, el turno más productivo vuelve a ser el de noche, pero con una notable diferencia con los demás turnos, se tendrá que ver el número de cambios de setup que se han hecho para poder encontrar la causa de esta gran diferencia.

Número de cambios de setup, de mayor a menor:

- Turno 2 (tarde): 88 cambios de setup.
- Turno 1 (mañana): 75 cambios de setup.
- Turno 3 (noche): 65 cambios de setup.

Como en el mes anterior el turno de noche vuelve a ser el que menos cambios de setup tiene, pero se tendrá que ver el promedio de cambios de setup por día trabajado para confirmar ese dato.

En este caso el orden en la clasificación por número de cambios de setup es inverso a la clasificación por dato de productividad.

Por último, el número de días trabajados y la relación días trabajados y número de cambios de setup por día.

- Turno 1: 20 días.
- Turno 2: 20 días.
- Turno 3: 18 días.

Promedio de cambios de setup diarios:

- Turno 1:  $\frac{\text{Número de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{75}{20} = 3,75$
- Turno 2:  $\frac{\text{Número de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{88}{20} = 4,4$
- Turno 3:  $\frac{\text{Número de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{65}{18} = 3,25$

Con lo cual se tendrá que analizar el próximo mes para poder confirmar esta tendencia, o en su caso, observar cómo varía la situación.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

A continuación, los datos obtenidos en el mes de marzo.

Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c
1	01-mar	2841,00	8,00	2	01-mar	3143,00	6,00	3	01-mar	2999,00	5,00
1	02-mar	4409,00	0,00	2	02-mar	1513,00	3,00	3	02-mar	1988,00	4,00
1	03-mar	1748,00	3,00	2	03-mar	1651,00	5,00	3	03-mar		
1	06-mar	1346,00	6,00	2	06-mar	2478,00	2,00	3	06-mar	3355,00	2,00
1	07-mar	2893,00	4,00	2	07-mar	2592,00	2,00	3	07-mar	1503,00	5,00
1	08-mar	3200,00	5,00	2	08-mar			3	08-mar		
1	09-mar	3136,00	6,00	2	09-mar	3398,00	6,00	3	09-mar	1726,00	10,00
1	10-mar	1897,00	6,00	2	10-mar	3072,00	6,00	3	10-mar	2985,00	8,00
1	11-mar	1718,00	5,00	2	11-mar			3	11-mar		
1	13-mar	1619,00	1,00	2	13-mar	2556,00	3,00	3	13-mar	2149,00	2,00
1	14-mar	4068,00	1,00	2	14-mar	1883,00	9,00	3	14-mar		
1	15-mar	1985,00	4,00	2	15-mar	2806,00	1,00	3	15-mar	2882,00	9,00
1	16-mar	1126,00	4,00	2	16-mar	1993,00	2,00	3	16-mar	3585,00	3,00
1	17-mar	2596,00	4,00	2	17-mar	1918,00	8,00	3	17-mar	3578,00	3,00
1	20-mar	3079,00	6,00	2	20-mar	1145,00	4,00	3	20-mar	2284,00	4,00
1	21-mar	1380,00	4,00	2	21-mar	2861,00	3,00	3	21-mar		
1	22-mar	2454,00	3,00	2	22-mar	3222,00	3,00	3	22-mar		
1	23-mar	2766,00	3,00	2	23-mar	2467,00	8,00	3	23-mar	2688,00	5,00
1	24-mar	2512,00	6,00	2	24-mar	2456,00	5,00	3	24-mar	2939,00	2,00
1	27-mar	1846,00	5,00	2	27-mar	3565,00	2,00	3	27-mar	2491,00	4,00
1	28-mar	2499,00	5,00	2	28-mar	1996,00	5,00	3	28-mar		
1	29-mar	3211,00	3,00	2	29-mar	1837,00	8,00	3	29-mar	3647,00	3,00
1	30-mar	2060,00	9,00	2	30-mar	2028,00	2,00	3	30-mar	681,00	5,00
1	31-mar	2193,00	2,00	2	31-mar	4163,00	1,00	3	31-mar	3295,00	3,00
Media m2/open h por día y turno		2440,92				2488,32				2633,82	
Nº Cambios mes			103,00				94,00				77,00
Número de turnos			24				22				17

**Tabla 6.** Datos productividad marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)

Como en los meses anteriores el turno con mayor productividad el de noche, pero en este caso los datos son bastante similares, a continuación, se pondrán en orden, de mayor a menor:

- Turno 3 (noche): 2633,82 m<sup>2</sup>/ open hour.
- Turno 2 (tarde): 2488,32 m<sup>2</sup>/ open hour.
- Turno 1 (mañana): 2440,92 m<sup>2</sup>/ open hour.

Como en los meses anteriores, a continuación, se analizarán el número de cambios de setup, de mayor a menor:

- Turno 1 (mañana): 103 cambios de setup.
- Turno 2 (tarde): 94 cambios de setup.
- Turno 3 (noche): 77 cambios de setup.

Aquí se puede observar un cambio en la tendencia, ya que en los anteriores meses la diferencia de número de cambios del turno de noche en comparación con el siguiente que más cambios tenía, solía ser del orden de 10 cambios, en cambio este mes esa



“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

diferencia es de 17, y esta diferencia no se ve reflejada en el dato de productividad. Ya que en el mes de febrero la diferencia de productividad con los demás turnos era muy destacable.

Días trabajados.

- Turno 1: 24 días.
- Turno 2: 22 días.
- Turno 3: 17 días.

Relación días trabajados y número de pedidos.

- Turno 1:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{103}{24} = 4,3$
- Turno 2:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{94}{22} = 4,3$
- Turno 3:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{77}{17} = 4,55$

Aquí se puede observar un dato destacable, el turno con mayor promedio de cambios es el que mayor productividad tiene y aunque la diferencia de promedio con los otros dos equipos es solamente de 0,2 pedidos por día el dato de productividad dista, en torno a 150 m<sup>2</sup>/open hour.

Por último, se analizará el mes de abril.

Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c	Turno	Fecha	m2/Open H	Nº c
1	03-abr	1575,17	5,00	2	03-abr	1873,93	6,00	3	03-abr	2465,70	8,00
1	04-abr	2426,73	11,00	2	04-abr	1942,51	7,00	3	04-abr		
1	05-abr	1818,55	6,00	2	05-abr	1937,86	2,00	3	05-abr		
1	10-abr	1708,54	5,00	2	10-abr	3562,40	1,00	3	10-abr	2365,51	3,00
1	11-abr	2378,61	1,00	2	11-abr	4163,38	2,00	3	11-abr	1458,09	6,00
1	12-abr	3253,44	3,00	2	12-abr	2244,62	2,00	3	12-abr	1866,71	7,00
1	13-abr	1983,89	8,00	2	13-abr	1292,74	3,00	3	13-abr	2137,02	5,00
1	14-abr	2769,97	3,00	2	14-abr	1792,35	7,00	3	14-abr	1742,56	3,00
1	17-abr	2488,58	3,00	2	17-abr	3971,78	1,00	3	17-abr	1926,64	2,00
1	18-abr	2300,01	2,00	2	18-abr	3270,58	3,00	3	18-abr	3251,74	5,00
1	19-abr	3621,78	3,00	2	19-abr	2196,59	4,00	3	19-abr	2067,89	5,00
1	20-abr	2688,73	8,00	2	20-abr	4526,57	0,00	3	20-abr	3640,84	4,00
1	21-abr	1298,01	4,00	2	21-abr	1593,94	3,00	3	21-abr	1590,34	4,00
1	24-abr	1928,87	2,00	2	24-abr	1940,58	3,00	3	24-abr	3810,25	3,00
1	25-abr	1462,68	2,00	2	25-abr	2521,95	7,00	3	25-abr	2371,81	4,00
1	26-abr	2278,90	4,00	2	26-abr	2731,08	4,00	3	26-abr	2405,22	3,00
1	27-abr	1768,08	6,00	2	27-abr	2229,30	6,00	3	27-abr	2374,25	3,00
1	28-abr	445,42	6,00	2	28-abr	2206,07	5,00	3	28-abr	2937,44	2,00
Media m2/open h por día y turno		2122,00				2555,46				2400,75	
Nº Cambios mes			82,00				66,00				67,00
Número de turnos			18				18				16

Tabla 7. Datos productividad abril 2023. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Como se ha hecho anteriormente, se ordenarán los datos de mayor a menor:

- Turno 2: 2555,46 m<sup>2</sup>/open hour.
- Turno 3: 2400,75 m<sup>2</sup>/open hour.
- Turno 1: 2122,00 m<sup>2</sup>/open hour.

Número de cambios de setup por turnos, ordenado de mayor a menor:

- Turno 1: 82 cambios de setup.
- Turno 3: 67 cambios de setup.
- Turno 2: 66 cambios de setup.

A primera vista se puede observar que se cumple lo dicho anteriormente, el orden de productividad es inverso al del número de pedidos, con lo cual se puede confirmar que el número de pedidos es una variable muy influyente en el dato de productividad.

Se vera la relación con los días trabajados:

Días trabajados.

- Turno 1: 18 días.
- Turno 2: 18 días.
- Turno 3: 16 días.

Relación días trabajados y número de cambios.

- Turno 1:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{82}{18} = 4,5$
- Turno 2:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{67}{18} = 3,7$
- Turno 3:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{66}{16} = 4,125$

En este mes no ocurre nada fuera de lo esperado ya que como se ha comentado antes se cumplía el orden inverso en las clasificaciones de productividad y número de cambios de setup, y con este último cálculo se ha observado que se cumple el orden lógico, el turno con menor promedio es el que tiene mayor productividad y viceversa.

#### 4.2.1.2. Resumen total de la producción

Para acabar con el análisis mensual de la producción se hará un pequeño cuadro en el que se tendrán los datos más importantes que se tienen en cuenta y que afectan de manera directa a la producción.

Las variables que contendrá este cuadro resumen serán:



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Tiempo de producción neta  
Se trata del tiempo neto de producción, se consigue restando al tiempo total el tiempo de parada y el tiempo de setup.
- Tiempo de parada  
Tiempo de parada, se trata de tiempos por paradas técnicas de producción, tiempos no planificados.

Este tiempo se obtiene de los informes de productividad mensuales.

- Tiempo de setup  
Tiempo de preparación de pedido en horas, de la misma manera que el tiempo de parada se obtiene de los informes de productividad mensuales.
- Productividad  
El dato que ya se ha tratado anteriormente, la productividad en  $m^2/\text{open hour}$ .

Este cuadro resumen es un promedio de todos los datos de las variables mencionadas anteriormente y son sobre un periodo de ocho horas, un turno.

Se ha hecho de esta manera para que sea más fácil comprender los datos.

Mes de enero.

	Stoppages H	Setup H	
	126,8	98,5	
	Media día	Media día	
	6,34	4,93	
Productividad neta h	Stop h	Setup h	Media m2/open h
4,2	2,1	1,6	2407

**Tabla 8.** Distribución horas en un turno enero 2023. Fuente (Elaboración propia)

Se puede observar que el tiempo de producción supone algo más de un 50% del tiempo total de uso de la máquina, sobre un periodo de 8 horas (un turno), solamente este dato nos da una buena imagen de la situación en la que se encuentra este proceso, el tiempo productivo es mayor que el tiempo improductivo solamente por 0,2 horas, lo cual indica que hay un gran problema con la pérdida de tiempo



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Se tendrán que ver los siguientes meses para consolidar los datos obtenidos.

Mes de febrero.

Stoppages H		Setup H	
117,0		95,0	
Media setup		Media dia	
5,85		4,75	
Productividad neta h	Stops h	Setup h	Media m2/open h
4,5	2,0	1,6	2637

**Tabla 9.** Distribución horas en un turno febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)

En este segundo mes de análisis se puede ver que los datos han mejorado, en concreto los datos de tiempo de producción y tiempo de setup, pero el valor de tiempo de parada sigue siendo el mismo, lo cual nos confirma la tendencia que habíamos observado e indica que es un gran problema.

Aun así, el tiempo de producción neto sigue sin superar un 60%, lo cual sigue siendo un dato desastroso, aunque haya mejorado el tiempo de set up.

Se puede observar que ha aumentado la productividad, ha pasado de 2407 m<sup>2</sup>/open hour en el mes de enero a 2637 m<sup>2</sup>/ open hour en este mes,

Este dato ha aumentado un 9% gracias al aumento del tiempo de producción neta el cual ha aumentado 0,6 horas.

Mes de marzo.

Stoppages H		Setup H	
144		115	
Media setup		Media dia	
7,2		5	
Productividad neta h	Stops h	Setup h	Media m2/open h
3,9	2,4	1,7	2525

**Tabla 10.** Distribución horas en un turno marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)

En este mes se puede observar una situación parecida a las dos anteriores, ya que, el tiempo de productividad ha vuelto a descender al mismo valor que en el mes de enero y el dato de tiempo de setup vuelve a ser muy parecido al de meses anteriores.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

En cuanto al dato de paradas, ha aumentado hasta las 2,4 horas lo que supone más de un 30% del total de tiempo, lo cual es un dato inaceptable.

Por último, el mes de abril.

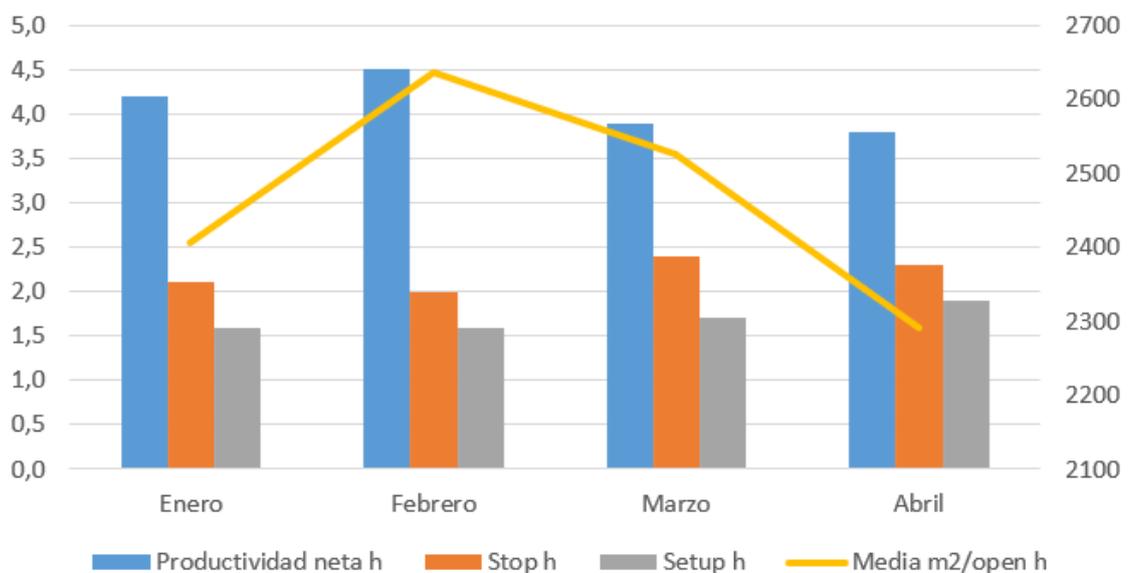
	Stoppages H	Setup H	
	139	101	
	Media setup	Media dia	
	6,95	5,6	
Productividad neta h	Stops h	Setup h	Media m2/open h
3,8	2,3	1,9	2292

**Tabla 11.** Distribución horas en un turno abril 2023. Fuente (Elaboración propia)

En este último mes de análisis se pueden ver datos parecidos a los de los meses anteriores, en este caso, comparando con el mes anterior, las horas de parada han bajado en 0,1 horas y el tiempo de setup ha subido en 0,2 horas.

En cuanto al dato de productividad, comparando con los otros meses, observamos que es el dato más bajo de toda la serie con 2292 m<sup>2</sup>/open hour.

Para poder ver todos los datos de todos los meses, se hará una gráfica que contenga todos estos datos.



**Figura 22.** Gráfico resumen productividad, stop, setup y media m<sup>2</sup>/open hour 2023. Fuente (Elaboración propia)



En el gráfico se puede ver con claridad como sube el dato medio de productividad al subir las horas de producción y al reducirse, sobre todo, el tiempo de parada.

Las conclusiones que se obtienen son varias, en primer lugar, se deberán analizar las mismas variables que se han estudiado pero esta vez por equipos en vez de por turnos para poder analizar si existen grandes variaciones entre los distintos equipos.

También se deberá analizar en detalle los datos de setup y en especial los datos de paradas, ya que en todos los meses representa entorno al 50% del turno de ocho horas.

#### **4.2.1.3. Conclusiones análisis de productividad por turnos**

Después de haber realizado el análisis de los datos de productividad de los meses de enero, febrero y marzo de manera general y posteriormente por equipo, se han sacado una serie de conclusiones que se analizarán en posteriores apartados.

- Problemas de tiempo de parada  
Ha sido algo repetitivo y llamativo a lo largo de todo el análisis, y se ha observado que es un aspecto muy crítico.  
El tiempo improductivo resulta un porcentaje muy alto del tiempo total de uso de la máquina, un 30% en el peor mes, con lo cual habrá que hacer un análisis para poder encontrar las causas que originan estas paradas y poder reducir los tiempos de parada.
- Problemas de cambio de setup  
Es otro de los problemas que ha llamado la atención en el análisis, en algunos meses se han observado mucho tiempo invertido en el cambio de setup, un 25% en el peor mes.  
Como con los tiempos de parada, se hará una serie de análisis y se analizarán el número de diferentes pedidos, así como el tamaño de cada pedido, el número de cambios que se realizan y la posibilidad de planificar para esta máquina los pedidos más largos posibles para que haya los mínimos cambios de setup posibles.
- Como se comentó al principio del análisis, se quería estudiar la influencia del turno en la productividad, finalmente no se ha encontrado ninguna tendencia



“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

ya que en ningún mes ha habido los mismo días de trabajo en todos los turnos, esto sucede porque en el momento que no hay volumen suficiente de negocio se suelen quitar turnos, y el primer turno que se quita es el tercero (de 22:00 a 06:00).

Con lo cual no se puede hacer una buena comparación y por ende una conclusión sólida.

4.2.1.4. Análisis de productividad por equipos

Ahora se analizarán los datos de los 3 equipos cada mes. Se estudiarán las mismas variables estudiadas anteriormente y de la misma manera. Con este análisis se intentará averiguar si existen grandes diferencias entre los distintos equipos y encontrar las causas de esas diferencias.

Se comenzará con el mes de enero.

Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H3	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c
Equipo 1	03-ene	2423,00	5,00	Equipo 2	03-ene	2154,00	2,00	Equipo 3	03-ene	1534,00	6,00
Equipo 1	04-ene	2369,00	6,00	Equipo 2	04-ene			Equipo 3	04-ene	1472,00	6,00
Equipo 1	05-ene	1515,00	3,00	Equipo 2	05-ene			Equipo 3	05-ene	1327,00	5,00
Equipo 1	06-ene	1574,00	4,00	Equipo 2	06-ene	1970,00	4,00	Equipo 3	06-ene	2270,00	6,00
Equipo 1	09-ene	2708,00	5,00	Equipo 2	09-ene	1338,00	0,00	Equipo 3	09-ene	1987,00	4,00
Equipo 1	10-ene	2347,00	6,00	Equipo 2	10-ene	1649,00	2,00	Equipo 3	10-ene	2745,00	4,00
Equipo 1	11-ene	2799,00	2,00	Equipo 2	11-ene	3513,00	5,00	Equipo 3	11-ene	3255,00	6,00
Equipo 1	12-ene	2417,00	4,00	Equipo 2	12-ene	2585,00	6,00	Equipo 3	12-ene	2707,00	5,00
Equipo 1	13-ene			Equipo 2	13-ene	1055,00	1,00	Equipo 3	13-ene		
Equipo 1	16-ene	1753,00	4,00	Equipo 2	16-ene	2424,00	3,00	Equipo 3	16-ene	1866,00	4,00
Equipo 1	17-ene	2453,00	4,00	Equipo 2	17-ene	2032,00	3,00	Equipo 3	17-ene	2308,00	2,00
Equipo 1	18-ene	2815,00	4,00	Equipo 2	18-ene	2506,00	9,00	Equipo 3	18-ene	2123,00	7,00
Equipo 1	19-ene	1214,00	6,00	Equipo 2	19-ene	1963,00	5,00	Equipo 3	19-ene	1957,00	4,00
Equipo 1	20-ene	3405,00	1,00	Equipo 2	20-ene	3606,00	3,00	Equipo 3	20-ene	2016,00	5,00
Equipo 1	23-ene	1575,00	1,00	Equipo 2	23-ene	3280,00	4,00	Equipo 3	23-ene	2659,00	2,00
Equipo 1	24-ene	5218,00	1,00	Equipo 2	24-ene			Equipo 3	24-ene	3137,00	2,00
Equipo 1	25-ene	1570,00	4,00	Equipo 2	25-ene	3296,00	4,00	Equipo 3	25-ene	2590,00	5,00
Equipo 1	26-ene	1743,00	7,00	Equipo 2	26-ene	3130,00	3,00	Equipo 3	26-ene	3151,00	6,00
Equipo 1	27-ene	2409,00	3,00	Equipo 2	27-ene	1578,00	3,00	Equipo 3	27-ene	2936,00	2,00
Equipo 1	30-ene	1900,00	3,00	Equipo 2	30-ene	4039,00	2,00	Equipo 3	30-ene	1636,00	8,00
Equipo 1	31-ene	5310,00	0,00	Equipo 2	31-ene	2908,00	2,00	Equipo 3	31-ene	3433,00	2,00
Media m2/open h por día y turno		2475,85				2501,44				2355,45	
Nº Cambios mes			73,00				61,00				91,00
Numero de días trabajados			20				18				20

Tabla 12. Datos productividad por equipos enero 2023. Fuente (Elaboración propia)

Se empezará con el dato de productividad, se ordenarán los equipos de mayor a menor valor:

- Equipo 2: 2501,44 m<sup>2</sup>/open h.
- Equipo 1: 2475,85 m<sup>2</sup>/open h.
- Equipo 3: 2355,45 m<sup>2</sup>/open h.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

El equipo con mayor dato de productividad es el equipo número dos, se analizarán las demás variables para poder analizarla de manera correcta.

Número de cambios de setup. Orden de mayor a menor valor:

- Equipo 3: 91 cambios de setup.
- Equipo 1: 73 cambios de setup.
- Equipo 2: 61 cambios de setup.

Se puede ver como se cumple lo que se había comentado anteriormente, el orden del número de cambios de setup es inverso del orden de la clasificación de productividad.

Finalmente se verá el número de días trabajo por cada equipo, así como el número de cambios promedio por día y equipo.

Días trabajados.

- Equipo 1: 21 días.
- Equipo 2: 18 días.
- Equipo 3: 20 días.

Promedio de cambios de setup diario.

- Equipo 1:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{73}{21} = 3,5$
- Equipo 2:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{61}{18} = 3,4$
- Equipo 3:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{91}{20} = 4,55$

Si se observan estos valores junto con los valores de productividad se puede observar que ha sucedido lo esperado, el equipo con menor número promedio de cambios de setup coincide con el que menos cambios ha tenido en todo y cuyo valor de productividad es mayor, sucede lo mismo con los otros dos equipos.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

Mes de febrero.

Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c
Equipo 1	01-feb	2993,00	6	Equipo 2	01-feb	2538,00	6	Equipo 3	01-feb	3101,00	8
Equipo 1	02-feb	1885,00	8	Equipo 2	02-feb	3248,00	4	Equipo 3	02-feb	2217,00	3
Equipo 1	03-feb	1845,00	1	Equipo 2	03-feb	2135,00	3	Equipo 3	03-feb	4125,00	0
Equipo 1	06-feb	2083,00	6	Equipo 2	06-feb	841,00	2	Equipo 3	06-feb	2387,00	3
Equipo 1	07-feb			Equipo 2	07-feb	1297,00	0	Equipo 3	07-feb	3006,00	3
Equipo 1	08-feb	1418,00	2	Equipo 2	08-feb	2491,00	5	Equipo 3	08-feb	1643,00	5
Equipo 1	09-feb	4005,00	4	Equipo 2	09-feb	3027,00	6	Equipo 3	09-feb	2142,00	4
Equipo 1	10-feb	3621,00	1	Equipo 2	10-feb	2432,00	7	Equipo 3	10-feb	2762,00	4
Equipo 1	13-feb	2511,00	4	Equipo 2	13-feb	2398,00	4	Equipo 3	13-feb	2934,00	4
Equipo 1	14-feb	2773,00	5	Equipo 2	14-feb	4068,00	4	Equipo 3	14-feb	2901,00	1
Equipo 1	15-feb	2544,00	2	Equipo 2	15-feb	4170,00	1	Equipo 3	15-feb	2771,00	6
Equipo 1	16-feb	2548,00	2	Equipo 2	16-feb	2446,00	4	Equipo 3	16-feb	3206,00	5
Equipo 1	17-feb	1717,00	8	Equipo 2	17-feb	3484,00	5	Equipo 3	17-feb	2383,00	3
Equipo 1	20-feb	1705,00	4	Equipo 2	20-feb	1364,00	7	Equipo 3	20-feb	3149,00	2
Equipo 1	21-feb	3515,00	2	Equipo 2	21-feb	2067,00	3	Equipo 3	21-feb		
Equipo 1	22-feb	2871,00	2	Equipo 2	22-feb	2914,00	8	Equipo 3	22-feb	2255,00	7
Equipo 1	23-feb	1610,00	7	Equipo 2	23-feb	1388,00	5	Equipo 3	23-feb	3904,00	4
Equipo 1	24-feb	3179,00	1	Equipo 2	24-feb	1305,00	3	Equipo 3	24-feb	1938,00	5
Equipo 1	27-feb	4490,00	2	Equipo 2	27-feb	2418,00	4	Equipo 3	27-feb	2605,00	2
Equipo 1	28-feb	3350,00	3	Equipo 2	28-feb	4399,00	1	Equipo 3	28-feb	3027,00	3
Media m2/open h por día y turno		2666,47				2521,50				2760,84	
Nº Cambios mes			70				82				72
Número de turnos		19				20				19	

**Tabla 13.** Datos productividad por equipos febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)

Primero se ordenará de mayor a menor el dato de productividad:

- Equipo 3: 2760,84 m<sup>2</sup>/open hour.
- Equipo 1: 2666,47 m<sup>2</sup>/open hour.
- Equipo 2: 2521,50 m<sup>2</sup>/open hour.

En este mes han intercambiado las posiciones los equipos 3 y 2 ya que, en el mes de enero, el equipo con mayor productividad fue el equipo 2 y el que menos productividad tuvo fue el 3, justo al contrario que este mes, lo cual nos indica que no hay una tendencia clara de que un equipo tenga mejor productividad que otro.

Ahora se analizarán los demás datos para ver si encontramos una causa de esta situación.

Número de cambios de setup en el mes, de mayor a menor:

- Equipo 2: 82 cambios de setup.
- Equipo 3: 72 cambios de setup.
- Equipo 1: 70 cambios de setup.

En este caso no se cumple lo que se ha dicho anteriormente ya que el equipo con menor número de paradas no es el equipo con mayor dato de productividad, aunque la diferencia solamente es de dos pedidos no justifica la diferencia de casi 100 m<sup>2</sup>/open hour en la productividad. Se analizarán los cambios promedio por día para poder encontrar alguna respuesta a este dato.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

Número de días trabajos.

- Equipo 1: 19 días.
- Equipo 2: 20 días.
- Equipo 3: 19 días.

Número de cambios promedio.

- Equipo 1:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{70}{19} = 3,7$
- Equipo 2:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{82}{20} = 4,1$
- Equipo 3:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{72}{19} = 3,8$

Una vez analizados todos los datos se puede llegar a la conclusión de que el dato de productividad del equipo 2 no se debe a la cantidad de número de cambios ya que tiene valores muy similares al equipo 1 y como se ha dicho anteriormente esos valores no justifican la diferencia de productividad, se tendrán que analizar los tiempos de paradas técnicas para poder buscar una causa que lo justifique.

Mes de marzo.

Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c
Equipo 1	01-mar	2999,00	5,00	Equipo 2	01-mar	2841,00	8,00	Equipo 3	01-mar	3143,00	6,00
Equipo 1	02-mar	1988,00	4,00	Equipo 2	02-mar	4409,00	0,00	Equipo 3	02-mar	1513,00	3,00
Equipo 1	03-mar			Equipo 2	03-mar	1748,00	3,00	Equipo 3	03-mar	1651,00	5,00
Equipo 1	06-mar	2478,00	2,00	Equipo 2	06-mar	3355,00	2,00	Equipo 3	06-mar	1346,00	6,00
Equipo 1	07-mar	2592,00	2,00	Equipo 2	07-mar	1503,00	5,00	Equipo 3	07-mar	2893,00	4,00
Equipo 1	08-mar			Equipo 2	08-mar			Equipo 3	08-mar	3200,00	5,00
Equipo 1	09-mar	3398,00	6,00	Equipo 2	09-mar	1726,00	10,00	Equipo 3	09-mar	3136,00	6,00
Equipo 1	10-mar	3072,00	6,00	Equipo 2	10-mar	2985,00	8,00	Equipo 3	10-mar	1897,00	6,00
Equipo 1	11-mar			Equipo 2	11-mar			Equipo 3	11-mar	1718,00	5,00
Equipo 1	13-mar	1619,00	1,00	Equipo 2	13-mar	2556,00	3,00	Equipo 3	13-mar	2149,00	2,00
Equipo 1	14-mar	4068,00	1,00	Equipo 2	14-mar	1883,00	9,00	Equipo 3	14-mar		
Equipo 1	15-mar	1985,00	4,00	Equipo 2	15-mar	2806,00	1,00	Equipo 3	15-mar	2882,00	9,00
Equipo 1	16-mar	1126,00	4,00	Equipo 2	16-mar	1993,00	2,00	Equipo 3	16-mar	3585,00	3,00
Equipo 1	17-mar	2596,00	4,00	Equipo 2	17-mar	1918,00	8,00	Equipo 3	17-mar	3578,00	3,00
Equipo 1	20-mar	2284,00	4,00	Equipo 2	20-mar	3079,00	6,00	Equipo 3	20-mar	1145,00	4,00
Equipo 1	21-mar			Equipo 2	21-mar	1380,00	4,00	Equipo 3	21-mar	2861,00	3,00
Equipo 1	22-mar			Equipo 2	22-mar	2454,00	3,00	Equipo 3	22-mar	3222,00	3,00
Equipo 1	23-mar	2688,00	5,00	Equipo 2	23-mar	2766,00	3,00	Equipo 3	23-mar	2467,00	8,00
Equipo 1	24-mar	2939,00	2,00	Equipo 2	24-mar	2512,00	6,00	Equipo 3	24-mar	2456,00	5,00
Equipo 1	27-mar	3565,00	2,00	Equipo 2	27-mar	2491,00	4,00	Equipo 3	27-mar	1846,00	5,00
Equipo 1	28-mar	1996,00	5,00	Equipo 2	28-mar			Equipo 3	28-mar	2499,00	5,00
Equipo 1	29-mar	1837,00	8,00	Equipo 2	29-mar	3647,00	3,00	Equipo 3	29-mar	3211,00	3,00
Equipo 1	30-mar	2028,00	2,00	Equipo 2	30-mar	681,00	5,00	Equipo 3	30-mar	2060,00	9,00
Equipo 1	31-mar	4163,00	1,00	Equipo 2	31-mar	3295,00	3,00	Equipo 3	31-mar	2193,00	2,00
Media m2/open h por día y turno		2601,11				2477,52				2463,09	
Nº Cambios mes			68,00				96,00				110,00
Número de turnos			19				21				23

**Tabla 14.** Datos productividad por equipos marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Se comenzará con el dato de productividad, de mayor a menor valor:

- Equipo 1: 2601,11 m<sup>2</sup>/open hour.
- Equipo 2: 2477,52 m<sup>2</sup>/open hour.
- Equipo 3: 2463,09 m<sup>2</sup>/open hour.

Este mes tampoco se ha repetido el orden de otros meses, con lo cual se podrá confirmar que no existe un equipo que tenga una productividad mayor a los demás de manera continuada, se tendrá que observar las demás variables que afectan en la producción para poder encontrar la causa de la poca productividad que existe.

Si se diera el caso de que un equipo tuviera una productividad mayor que los demás equipos y continuada en el tiempo, se tendría que analizar de manera minuciosa ese equipo para saber en qué aspectos se diferencia de los demás equipos, y replicar esos procedimientos en los otros equipos.

Se seguirá con el análisis con el número de cambios de pedido, en orden de mayor a menor:

- Equipo 3: 110 cambios de setup.
- Equipo 2: 96 cambios de setup.
- Equipo 1: 68 cambios de setup.

Se puede apreciar que se cumple que el orden de esta clasificación es inverso a la clasificación de los datos de productividad. El equipo 1 tiene el mayor dato de productividad, también es el que menor número de cambios tiene, pero la diferencia de número de cambios, 28 con el equipo 2 y 42 con el equipo 3, es demasiada como para que en el dato de productividad solo sea de 130 m<sup>2</sup>/open hour con el equipo 2 y de 140 m<sup>2</sup>/open hour con el equipo 3, con lo cual habrá que buscar la causa por la cual este dato de productividad es tan bajo.

Se verá el número de cambios promedio por día.

Número de días trabajados:

- Equipo 1: 19 días.
- Equipo 2: 21 días.
- Equipo 3: 23 días.



“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Número promedio de cambios diarios.

- Equipo 1:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{68}{19} = 3,6$
- Equipo 2:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{96}{21} = 4,6$
- Equipo 3:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{110}{23} = 4,8$

Se ve claramente la gran diferencia de cambios diarios del equipo 1 en comparación con los otros dos equipos y, aun así, su dato de productividad ha sido bastante parejo comparado con los otros equipos pese a esta gran diferencia con los demás equipos.

Por último, mes de abril.

Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c	Equipo	Fecha	m2/Open H	Nº c
Equipo 1	03-abr	1575,17	5,00	Equipo 2	03-abr			Equipo 3	03-abr	2465,70	8,00
Equipo 1	04-abr	2426,73	11,00	Equipo 2	04-abr			Equipo 3	04-abr	1942,51	7,00
Equipo 1	05-abr	1818,55	6,00	Equipo 2	05-abr			Equipo 3	05-abr		
Equipo 1	10-abr	2365,51	3,00	Equipo 2	10-abr	1708,54	5,00	Equipo 3	10-abr	3562,40	1,00
Equipo 1	11-abr	1458,09	6,00	Equipo 2	11-abr	2378,61	1,00	Equipo 3	11-abr	4163,38	2,00
Equipo 1	12-abr	1866,71	7,00	Equipo 2	12-abr	3253,44	3,00	Equipo 3	12-abr	2244,62	2,00
Equipo 1	13-abr	2137,02	5,00	Equipo 2	13-abr	1983,89	8,00	Equipo 3	13-abr	1292,74	3,00
Equipo 1	14-abr	1742,56	3,00	Equipo 2	14-abr	2769,97	3,00	Equipo 3	14-abr	1792,35	7,00
Equipo 1	17-abr	3971,78	1,00	Equipo 2	17-abr	1926,64	2,00	Equipo 3	17-abr	2488,58	3,00
Equipo 1	18-abr	3270,58	3,00	Equipo 2	18-abr	3251,74	5,00	Equipo 3	18-abr	2300,01	2,00
Equipo 1	19-abr	2196,59	4,00	Equipo 2	19-abr	2067,89	5,00	Equipo 3	19-abr	3621,78	3,00
Equipo 1	20-abr	4526,57	0,00	Equipo 2	20-abr	3640,84	4,00	Equipo 3	20-abr	2688,73	8,00
Equipo 1	21-abr	1593,94	3,00	Equipo 2	21-abr	1590,34	4,00	Equipo 3	21-abr	1298,01	4,00
Equipo 1	24-abr	1928,87	2,00	Equipo 2	24-abr	1940,58	3,00	Equipo 3	24-abr	3810,25	3,00
Equipo 1	25-abr	1462,68	2,00	Equipo 2	25-abr	2521,95	7,00	Equipo 3	25-abr	2371,81	4,00
Equipo 1	26-abr	2278,90	4,00	Equipo 2	26-abr	2731,08	4,00	Equipo 3	26-abr	2405,22	3,00
Equipo 1	27-abr	1768,08	6,00	Equipo 2	27-abr	2229,30	6,00	Equipo 3	27-abr	2374,25	3,00
Equipo 1	28-abr	445,42	6,00	Equipo 2	28-abr	2206,07	5,00	Equipo 3	28-abr	2937,44	2,00
Media m2/open h por día y turno		2157,43				2413,39				2574,11	
Nº Cambios mes		77,00				65,00				65,00	
Número de turnos		18				15				17	

**Tabla 15.** Datos productividad por equipos abril 2023. Fuente (Elaboración propia)

Primero el dato de productividad, de mayor a menor:

- Equipo 3: 2574,11 m<sup>2</sup>/open hour.
- Equipo 2: 2413,39 m<sup>2</sup>/open hour.
- Equipo 1: 2157,43 m<sup>2</sup>/open hour.

Este mes se puede observar una gran diferencia de los equipos 2 y 3 con el equipo número 1, ya que la diferencia esta cerca de los 300 m<sup>2</sup>/open hour con el equipo número 2 y de más de 400 m<sup>2</sup>/open hour con el equipo número 3.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Como en meses anteriores se verán los cambios de setup que tuvo que hacer cada equipo, de mayor a menor valor.

- Equipo 1: 77 cambios de setup.
- Equipo 2: 65 cambios de setup.
- Equipo 3: 65 cambios de setup.

Aunque el equipo número 1 sea el que mayor número de cambios de setup haya tenido, la diferencia con los demás equipos no justifica la pobre productividad que ha tenido.

Los equipos 2 y 3 tuvieron el mismo número de cambios, aun así el equipo número 3 obtuvo un mejor dato de productividad.

Se tendrá que relacionar el dato con el número de días trabajados, como anteriormente.

Número de días trabajados.

- Equipo 1: 18 días.
- Equipo 2: 15 días.
- Equipo 3: 17 días.

Número promedio de cambios diarios.

- Equipo 1:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{77}{18} = 4,3$
- Equipo 2:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{65}{15} = 4,3$
- Equipo 3:  $\frac{\text{Numero de cambios de setup}}{\text{Número de días trabajados}} = \frac{65}{17} = 3,8$

En este caso el equipo número 1 y 2 han obtenido la misma relación número de cambios / número de días trabajados, en cambio el equipo 3 la tiene algo más baja.

Esto pudo ayudar al equipo número 3 a obtener el mejor dato de productividad.

Si comparamos el equipo 1 y 2 se puede observar una gran diferencia de  $m^2/\text{open hour}$  aunque tengan la misma relación de número de cambios / número de días trabajados.

Esto nos indica que una vez más el equipo número 2 es el más productivo.

#### 4.2.1.5. Resumen total productividad por equipos

Ahora se realizará un cuadro resumen de cada equipo por mes para ver de manera más clara lo que ha sucedido.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

El cuadro resumen tendrá las mismas variables que el usado anteriormente, pero añadiendo otra variable que será la velocidad de la máquina.

- Velocidad máquina

En la nueva variable que se ha introducido en este cuadro, la velocidad de la máquina se trata del valor del número de planchas que pasan por la máquina por hora.

Es el dato más objetivo de velocidad que se puede tener, tendrá relación con más variables.

Se empezará con el mes de enero.

		Equipo 1		Días		
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m <sup>2</sup> /open h	Velocidad máquina		
4,52	2,0	1,43	2475,85	3603		

		Equipo 2		Días		
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m <sup>2</sup> /open h	Velocidad máquina		
4,35	2,1	1,58	2501,44	3660		

		Equipo 3		Días		
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m <sup>2</sup> /open h	Velocidad máquina		
3,74	2,5	1,76	2355,45	3527		

**Tabla 16.** Comparación de enero entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)

- Productividad (m<sup>2</sup>/open hour)

Como se ha observado anteriormente, el dato de productividad es bastante parejo en los tres equipos, ya que la mayor diferencia es de 145 m<sup>2</sup>/open hour.

- Tiempo de setup

En cuanto al tiempo de setup, los tres equipos están por debajo de las 2 horas lo cual es un buen dato, las diferencias están entorno a las 0,2 horas, siendo el equipo 1 el que menor tiempo invirtió en las preparaciones, 1,43 horas y el equipo 3 el que más con 1,76 horas.

El equipo dos se encuentra cerca de la media del mes, 1,58 horas (1,6 horas media).

- Tiempo de parada



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

---

Observando el tiempo de paradas (stop) ocurre algo parecido, ya que el equipo 1 y 2 tienen tiempos similares, 2 y 2,1 horas respectivamente, pero el equipo 3 es el que destaca ya que 2,5 horas de 8 horas las pasa parado por paradas, lo cual supone un 31% de cada turno.

- Velocidad máquina

Hay dos equipos que tienen valores parecidos, equipo 1 y equipo 2, pero en el equipo 3 sí que se puede encontrar una diferencia más grande, se verá a lo largo del estudio como van variando ya que los datos de un solo mes no son esclarecedores.

- Productividad neta

Finalmente, el dato de productividad neta, donde hay un equipo que destaca por su mal dato, el equipo 3, que solamente tiene 3,65 horas de producción neta por cada 8 horas trabajadas, este dato supone que solamente están produciendo un 45% del tiempo, menos de la mitad de la jornada, lo cual es un dato terrible.

En cuanto a los otros dos equipos, el dato es mejor, pero sigue siendo un dato desastroso ya que ningún equipo de los dos llega al 60% de tiempo de producción neta.

Como se ha dicho anteriormente se pondrán los esfuerzos del proyecto en el estudio de las paradas ya que es el dato más preocupante de todos y posteriormente se analizarán los tiempos de setup.

Se seguirá el análisis con los meses restantes.

Mes de febrero

					Dias
					19
<b>Equipo 1</b>					
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m2/open h	Velocidad máquina	
4,10	2,4	1,47	2666,47	3680	

					Dias
					20
<b>Equipo 2</b>					
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m2/open h	Velocidad máquina	
4,51	1,7	1,78	2521,50	3510	

					Dias
					19
<b>Equipo 3</b>					
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m2/open h	Velocidad máquina	
4,55	1,8	1,67	2760,84	3627	

**Tabla 17.** Comparación de febrero entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Productividad ( $m^2/open\ hour$ )

El dato de productividad es más dispar que el mes anterior ya que la diferencia entre el equipo 3 y el equipo 1 es de más de  $230\ m^2/open\ hour$ .

Pese a ello la productividad ha aumentado de manera significativa en todos los equipos salvo en el equipo número 2.

- Tiempo de setup

En cuanto al dato de tiempo de setup el equipo 1 ha obtenido el menor tiempo de este mes, muy parecido al del mes anterior.

El equipo 2 ha visto aumentado este tiempo en 0,2 horas en comparación con el mes anterior, pero, en cambio, el equipo 3 ha conseguido reducir su tiempo en 0,10 horas.

- Tiempo de parada

En este mes dos de los tres equipos consiguen bajar de las dos horas de paradas, el equipo 2 con 1,7 horas y el equipo 3 con 1,8 horas, en cambio el equipo número 1 ha perdido un total de 2,4 horas lo cual representa en torno a 0,6 horas cada turno.

- Velocidad máquina

La velocidad ha variado en dos de los tres equipos respecto a la del mes pasado, el equipo 1 ha aumentado su velocidad, el equipo 3 también ha tenido un gran aumento, pero el equipo 2 ha sufrido una bajada considerable, más de 150 planchas/ hora de diferencia.

- Productividad neta

Como consecuencia de los mejores tiempos de setup y de paradas, que no buenos, los datos de productividad en horas han superado en todos los equipos las 4 horas, más del 50% del tiempo fue productivo, pero, aunque los datos hayan sido mejores este mes todavía están lejos de que se consideren buenos datos.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Mes de marzo.

Equipo 1				
Dias				
19				
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m2/open h	Velocidad máquina
3,89	2,4	1,68	2601,11	3574

Equipo 2				
Dias				
21				
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m2/open h	Velocidad máquina
4,69	1,6	1,68	2477,52	3417

Equipo 3				
Dias				
23				
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m2/open h	Velocidad máquina
4,44	1,5	2,09	2463,09	3503

**Tabla 18.** Comparación de marzo entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)

- Productividad (m<sup>2</sup>/open hour)

En el dato de productividad el equipo que destaca es el número 1 ya que, está en torno a 130 m<sup>2</sup>/open hour por encima de los otros dos equipos.

En cuanto a los otros dos equipos los dos están con datos bastantes parejos, un poco por debajo de la media mensual.

- Tiempo de setup

El equipo 1 y el equipo 2 tienen el mismo tiempo de setup, y están entorno a los datos de meses pasados, en cambio el equipo 3 perdió 2,1 horas por este motivo.

- Tiempo de parada

En esta variable se puede observar la misma situación que el mes pasado, los equipos 2 y 3 consiguieron menores tiempos incluso que el mes pasado, 1,6 y 1,5 horas respectivamente, pero el equipo número 1 obtuvo el mismo tiempo que le mes anterior, 2,4 horas pérdidas por paradas.

- Velocidad máquina

Se puede observar que el equipo número 1 es el que mayor velocidad tiene con una diferencia de 70 planchas/ horas con el equipo 3 y 160 planchas/ hora con el equipo 2.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Es llamativo que el equipo número 1 tiene la mayor velocidad de máquina, pero a su vez tiene el mayor tiempo de parada, con lo cual habrá que estudiar si estas dos variables tienen relación.

- Productividad neta

El equipo número dos ha obtenido el mejor dato hasta el momento 4,7 horas productivas, el equipo número 3 bajo un poco su tiempo productivo respecto al mes pasado, pasó de 4,55 horas a 4,44 horas.

El equipo número 1 ha obtenido el peor dato, tan solo 3,9 horas productivas.

Aunque los datos de tiempo productivo sigan mejorando se deberá seguir analizando para poder consolidarlo.

Por último, mes de abril.

Equipo 1				
				Días
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m <sup>2</sup> /open h	Velocidad máquina
3,85	2,1	2,08	2157,43	3483

Equipo 2				
				Días
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m <sup>2</sup> /open h	Velocidad máquina
4,17	2,1	1,70	2413,39	3340

Equipo 3				
				Días
Productividad h	Stop h	Setup h	Media m <sup>2</sup> /open h	Velocidad máquina
3,78	2,3	1,93	2574,11	3609

**Tabla 19.** Comparación de abril entre equipos de la distribución de horas en un turno. Fuente (Elaboración propia)

- Productividad (m<sup>2</sup>/open hour)

Se puede observar que el equipo 1 tiene una gran diferencia en comparación con los otros equipos, en torno a 370 m<sup>2</sup>/open hour, lo cual es demasiada diferencia.

En cuanto a los otros dos equipos, han obtenido datos de productividad parejos a la tendencia de meses pasados.



- Tiempo de setup

Este mes han subido sus horas de pérdida los equipos 1 y 2 de manera significativa, en cuanto al equipo 3 ha conseguido un mejor tiempo, pero sigue siendo por encima de su media.

- Tiempo de parada

El equipo 1 se mantiene en su media de unas 2 horas de pérdida por parada cada turno, en cambio los equipos 2 y 3 han vuelto a subir sus tiempos de parada después de dos meses seguidos de bajada de tiempos, están en los tiempos que tenían en el mes de enero.

- Velocidad máquina

Se puede observar una bajada en la velocidad de máquina del equipo 2, el cual el mes pasado ya bajo su velocidad y este lo ha vuelto a hacer.

El equipo 1 también ha experimentado una ligera bajada en comparación con el mes anterior.

- Productividad neta

Una vez más el equipo 2 ha conseguido que el tiempo productivo sea mayor que el tiempo improductivo, en cambio los otros dos equipos están por debajo de las 4 horas de productividad por cada 8 de trabajo.

#### **4.2.1.6. Conclusiones análisis de productividad por equipos**

Una vez finalizado el análisis por mes y por equipos se redactarán una serie de conclusiones que se han obtenido gracias al análisis y el estudio de los datos.

Se dividirán en 3 grupos, tiempos de parada, tiempos de setup y velocidad máquina.

- Tiempos de parada

Se ha observado que es algo preocupante para todos los equipos, como ya habíamos visto anteriormente, pero hay un equipo que ha destacado tener menor tiempo de parada, el equipo 2.

Se tendrá que hacer un análisis de las paradas aparte de manera general también por equipos ya que se puede observar que sí que existe variación de un equipo a otro.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Este dato repercute directamente con el dato de productividad ya que de nuevo el equipo 2 vuelve a destacar en este dato.

Tras la realización del análisis se podrá comprender el porqué de las variaciones en los tiempos de parada.

- Tiempos de setup

Al igual que en los tiempos de parada, hay un equipo que, en este caso, destaca por su mal dato, el equipo 3 invierte de media más tiempo en la preparación del pedido que los demás equipos.

Los demás equipos invierten una cantidad de tiempo muy parecida.

Como se va a hacer con las paradas, también habrá que hacer un análisis de los cambios de setup por equipos, para poder analizar y entender el porqué de este mayor gasto de tiempo por parte del equipo 3.

- Velocidad de la máquina

Esta variable da el dato, quizás, más importante de todos, ya que es el número de planchas por hora, con lo cual, está correlacionado con la medida de productividad,  $m^2/\text{open hour}$ , y a su vez puede afectar en otras variables.

La otra variable en la que tiene más influencia puede ser las paradas, ya que, puede ser que a cierta velocidad se puedan producir mayor número de paradas por distintos motivos, que habrá que analizar cuáles son, y en consecuencia el tiempo perdido por parada.

Cuando se realice el análisis de paradas se podrá entender si esta variable tiene relación con el tiempo de parada.

#### 4.2.1.7.OEE

En este apartado se realizará el cálculo del OEE (Overall Equipment Effectiveness), será útil ya que es un KPI de productividad y eficiencia de una máquina o proceso como se ha explicado en el apartado número 3, metodología.

Las tres variables que se analizan son:

- Disponibilidad =  $\frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo total}} \times 100$
- Calidad =  $\frac{\text{Total output bueno}}{\text{Output total}} \times 100$



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Rendimiento =  $\frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion planificada}} \times 100$
- OEE= Disponibilidad  $\times$  Calidad  $\times$  Rendimiento

Se realizará el OEE de los meses de enero, febrero, marzo y abril, para ver en qué punto nos encontramos.

Se comenzará con el mes de enero.

- Disponibilidad =  $\frac{207,45 \text{ h}}{305,93 \text{ h}} \times 100 = 67,80\%$
- Calidad =  $\frac{1041402}{1094094} \times 100 = 95,18\%$
- Rendimiento =  $\frac{4496395}{6403754} \times 100 = 70,21\%$
- OEE =  $67,80\% \times 95,18\% \times 70,21\% = 45\%$

Mes de febrero.

- Disponibilidad =  $\frac{219,22}{314,44} \times 100 = 69,72\%$
- Calidad =  $\frac{1139584}{1198793} \times 100 = 95,06\%$
- Rendimiento =  $\frac{4572827}{6200298} \times 100 = 73,75\%$
- OEE=  $69,72\% \times 95,06\% \times 73,75\% = 49\%$

Mes de marzo.

- Disponibilidad =  $\frac{246,93}{362,18} \times 100 = 68,18\%$
- Calidad =  $\frac{1279961}{1342791} \times 100 = 95,32\%$
- Rendimiento =  $\frac{5104766}{6934279} \times 100 = 73,62\%$
- OEE=  $68,18\% \times 95,32\% \times 73,62\% = 48\%$

Finalmente, mes de abril.

- Disponibilidad =  $\frac{276,75}{388,4} \times 100 = 71,25\%$
- Calidad =  $\frac{890230}{939677} \times 100 = 94,74\%$
- Rendimiento =  $\frac{3832425}{5261515} \times 100 = 72,84\%$



- $OEE = 71,25\% \times 94,74\% \times 72,84\% = 49\%$

Como conclusión se puede observar que en ningún mes se supera una OEE del 70% lo cual es un dato desastroso, ya que como se puede observar en la clasificación del OEE, este dato estaría en el rango de Regular e Inaceptable en algún mes.

Esto indica que existe gran margen de mejora, especialmente en la disponibilidad de la máquina.

Se deberá realizar un análisis cuidadoso de esta variable, analizando las paradas técnicas y tiempos improductivos.

#### 4.2.2. Análisis de paradas

En este apartado se analizarán todas las paradas que afectan a nuestro proceso, pero para comenzar se empezará definiendo que es una parada y que tipos hay.

Se tratan de paros imprevistos en la producción, que no están planificados y causan tiempos de inactividad en la producción.

En este caso existen 2 grandes grupos:

-Paradas técnicas de producción.

-Tiempos sin usar.

La gran diferencia de estos dos grupos es la planificación, ya que los tiempos sin usar sí que están planificados, mientras que las paradas técnicas no.

Los tiempos sin usar abarcan tanto mantenimientos planificados, paros de la máquina por falta de personal o pedidos, tiempos de reunión o formación de los trabajadores de esa máquina, entre otras. Estos tiempos no son objeto de nuestro estudio con lo cual no serán analizados.

En cuanto a las paradas técnicas de la producción pueden tener diversos motivos, los cuales indicaré a continuación junto con una breve descripción de cada uno.

- **Otros materiales cambios/correcciones.**

Ocurre cuando es necesario realizar cambios o correcciones en el troquel o en las tintas.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- **Atasco.**  
Ocurre cuando en alguna parte del proceso se produce un atasco de las planchas de cartón.
- **Clasificación de planchas malas.**  
Ocurre cuando los trabajadores están revisando las pilas de plancha antes de que entren al proceso, para eliminar aquellas que no sean óptimas para la fabricación.
- **Comprobación de calidad/pruebas.**  
Ocurre cuando los trabajadores tienen que realizar alguna prueba o control de calidad con las planchas con las que están trabajando.
- **Descanso.**  
Tiempo planificado de descanso para los trabajadores, son tiempos limitados con unos horarios predefinidos.
- **Esperando por aprobación.**  
Ocurre cuando hace falta dar el visto bueno a un pedido que ha sido marcado como no conforme o ha tenido algún problema en la fabricación y necesita el visto bueno de calidad.
- **Esperando por falta de cliché.**  
Ocurre cuando el cliché que se debe utilizar no está en el estante de cliché del área de la máquina.  
  
Todas las máquinas que utilizan clichés tienen un carro donde tienen preparados los clichés que van a utilizar para los siguientes pedidos, en el caso de que no esté el necesario deberán ir al almacén de clichés de la planta a buscarlo.
- **Esperando por falta de plancha.**  
Ocurre cuando las pilas de plancha no están en los rodillos de entrada de la máquina.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- **Esperando por falta de tinta.**  
Ocurre cuando los botes de pintura utilizados en la impresora no están, es la misma situación que con los clichés, ya que también tiene una estantería con los botes que van a utilizar.
- **Esperando por falta de troquel.**  
Ocurre cuando el troquel no está en el carro de troqueles de la máquina, es el mismo caso que los clichés y pinturas.
- **Esperando por falta de personal.**  
Ocurre cuando no están los trabajadores que son necesarios para que la máquina pueda funcionar.
- **Esperando por falta de suministro de electricidad/agua/aire/red.**  
Ocurre cuando existe algún corte en el suministro.
- **Esperando por falta de pallets/plataformas.**  
Ocurre cuando no hay pallets disponibles para colocar los productos ya fabricados y terminados.  
Este motivo de parada ya no se da, ya que los pallets no entran en la máquina, se cargan posteriormente en la paletizadora.
- **Esperando especificaciones de pedido.**  
Ocurre cuando los trabajadores no tienen la información necesaria sobre el pedido.
- **Esperando por quitar pallet/pila.**  
Ocurre cuando los rodillos de salida de la máquina están colapsados con pilas que ya han salido de la máquina, pero no han sido recogidas. Con lo cual no pueden seguir produciendo ya que no hay donde dejar las pilas salientes.
- **Esperando por eliminar desperdicio.**  
Ocurre cuando la cinta del retal se llena o atasca por la imposibilidad de desocupar esta cinta por el desperdicio generado al realizar el troquelado.  
La cinta del retal se ocupa de recoger los sobrantes al realizar el troquelado.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- **Problemas en el troquel.**  
Ocurre cuando el troquel no funciona correctamente, ya sea rotura de alguna cuchilla, alguna goma, etc.
- **Problemas en el cliché.**  
Ocurre cuando el cliché no hace su función correctamente.
- **Limpieza de cliché.**  
Ocurre cuando el cliché necesita ser limpiado.
- **Mantenimiento con plantilla.**  
Ocurre cuando tiene que intervenir mantenimiento y no estaba planificado.
- **Microparada.**  
Se tratan de paradas de menos de tres minutos que la máquina pone automáticamente.
- **Problema técnico: avería eléctrica.**  
Ocurre cuando hay un problema técnico en alguna parte eléctrica del proceso.
- **Problema técnico: avería mecánica.**  
Ocurre cuando hay un problema técnico en alguna parte mecánica del proceso.

Esta lista recopila todas las causas de paradas posibles que pueden ocurrir en el proceso.

Para poder analizarlas correctamente se dividirán por meses, en concreto, enero, febrero, marzo y abril.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

#### 4.2.2.1. Análisis general de paradas por mes

Con lo explicado anteriormente se puede realizar un análisis de las paradas del proceso de producción.

El análisis será de los meses de enero, febrero, marzo y abril, en él se verán todas las paradas que han ocurrido y el número de horas de parada que han causado. Como es una lista de paradas y no se puede abarcar todas, se realizará un diagrama de Pareto siguiendo la regla 80/20 para así poder centrarnos en las paradas más importantes.

Se comenzará con el mes de enero.

Las paradas que se han producido en este mes han sido:

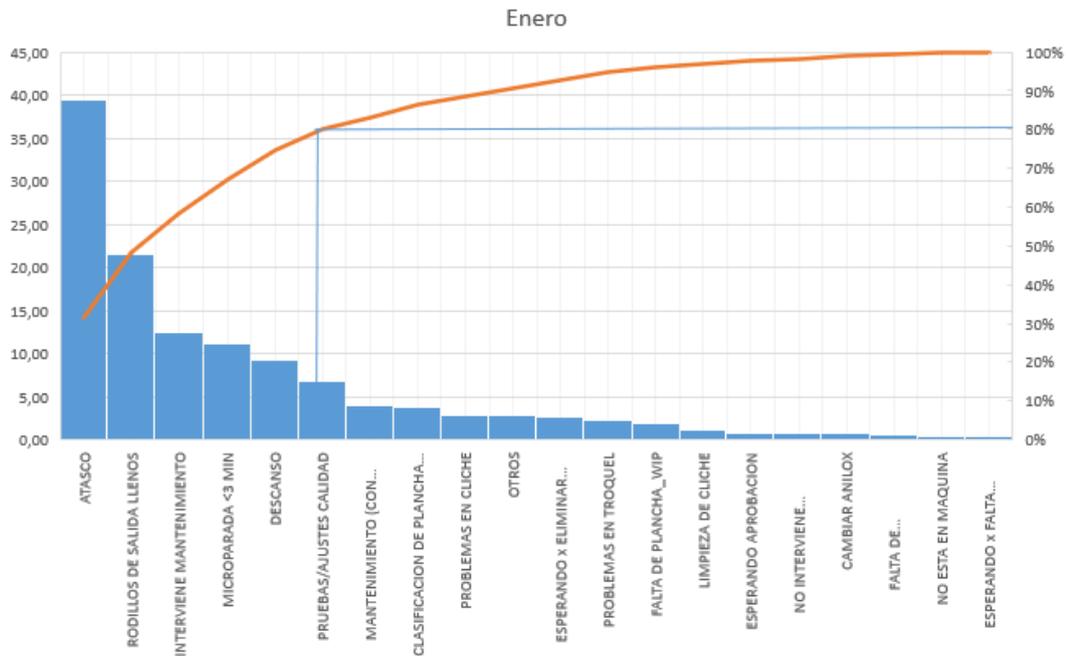
DESCRIPCIÓN RAZÓN	H	Porcentaje	Porcentaje acumulado
ATASCO	39,40	31,4%	100,0%
RODILLOS DE SALIDA LLENOS	21,48	17,1%	68,6%
INTERVIENE MANTENIMIENTO	12,43	9,9%	51,5%
MICROPARADA <3 MIN	11,19	8,9%	41,6%
DESCANSO	9,30	7,4%	32,7%
PRUEBAS/AJUSTES CALIDAD	6,75	5,4%	25,3%
MANTENIMIENTO (CON PLANTILLA)	3,88	3,1%	20,0%
CLASIFICACION DE PLANCHAS MALAS	3,87	3,1%	16,9%
PROBLEMAS EN CLICHE	2,89	2,3%	13,8%
OTROS	2,86	2,3%	11,5%
ESPERANDO x ELIMINAR DESPERDICIO	2,66	2,1%	9,2%
PROBLEMAS EN TROQUEL	2,19	1,7%	7,1%
FALTA DE PLANCHA_WIP	1,87	1,5%	5,3%
LIMPIEZA DE CLICHE	1,06	0,8%	3,9%
ESPERANDO APROBACION	0,86	0,7%	3,0%
NO INTERVIENE MANTENIMIENTO	0,79	0,6%	2,3%
CAMBIAR ANILOX	0,74	0,6%	1,7%
FALTA DE PLANCHA_PLANNING	0,54	0,4%	1,1%
NO ESTA EN MAQUINA	0,48	0,4%	0,7%
ESPERANDO x FALTA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD/AGUA/AIRE/RED	0,37	0,3%	0,3%
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>125,62</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabla 20. Motivo parada enero 2023. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Una vez obtenida la tabla de paradas con sus respectivas horas, porcentaje sobre el total y el porcentaje acumulado, se realizará el diagrama de Pareto.



**Figura 23.** Gráfico Pareto paradas enero 2023. Fuente (Elaboración propia)

Con este diagrama de Pareto se puede observar y entender de manera clara el listado de paradas.

Se puede observar que a priori hay dos que resaltan sobre las demás, estas son, atasco y rodillos de salida llenos, las cuales representan, respectivamente, un 31,4% y un 17,1% del total de paradas, y conjuntamente casi un 50% del total.

Para poder entender mejor el diagrama se recopilarán en un cuadro las paradas que causan el 80% del tiempo de parada.

Mayores problemas
Atasco
Rodillos de salida llenos
Interviene mantenimiento
Microparada
Descanso

**Tabla 21.** Paradas 80% enero. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Estas cinco paradas son las causantes del 80% del tiempo de parada, pero de ellas hay algunas sobre las que se puede trabajar, con lo cual quedarán descartadas.

Así queda el cuadro con las paradas descartadas.

Mayores problemas	
Atasco	
Rodillos de salida llenos	Descartada
Interviene mantenimiento	Descartada
Microparada	
Descanso	Descartada

**Tabla 22.** Paradas descartadas enero. Fuente  
(Elaboración propia)

Este es el listado final de las paradas más importantes sobre las que se puede trabajar.

Las paradas descartadas y sus motivos son:

- Rodillos de salida llenos.  
El motivo de esta parada se debe a un gran problema de flujo que tiene la planta, en concreto con el retorno de las cajas.
- Interviene mantenimiento.  
También será descartada ya que no es objeto de este trabajo
- Descanso.  
Como se ha explicado anteriormente es un tiempo planificado de parada y su duración esta planificada, con lo cual se debe descartar.

Con lo cual las paradas sobre las que se trabajará serán:

- Atasco
- Microparada

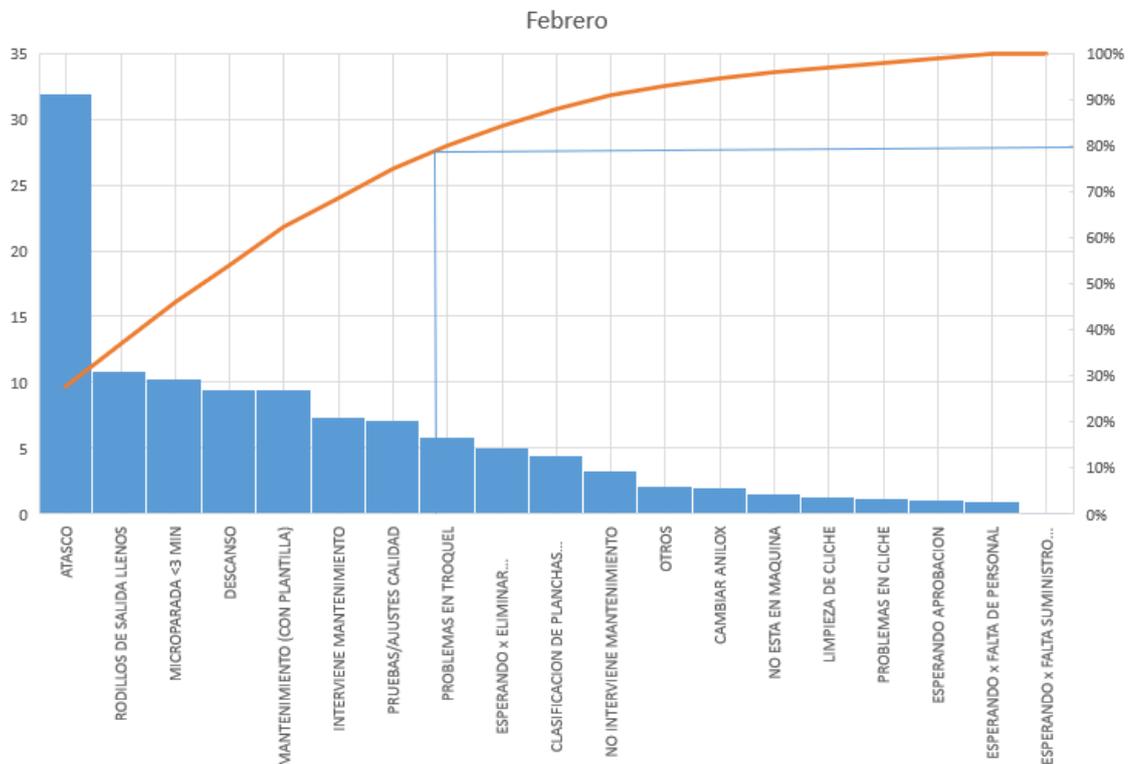
Se continuará el análisis con el mes de febrero para ver si los datos ya obtenidos crean una tendencia o no.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

DESCRIPCIÓN RAZÓN	H	Porcentaje	Porcentaje acumulado
ATASCO	31,97	27,6%	100,0%
RODILLOS DE SALIDA LLENOS	10,91	9,4%	72,4%
MICROPARADA <3 MIN	10,26	8,9%	63,0%
DESCANSO	9,51	8,2%	54,1%
MANTENIMIENTO (CON PLANTILLA)	9,50	8,2%	45,9%
INTERVIENE MANTENIMIENTO	7,42	6,4%	37,7%
PRUEBAS/AJUSTES CALIDAD	7,10	6,1%	31,3%
PROBLEMAS EN TROQUEL	5,81	5,0%	25,2%
ESPERANDO x ELIMINAR DESPERDICIO	5,08	4,4%	20,1%
CLASIFICACION DE PLANCHAS MALAS	4,47	3,9%	15,8%
NO INTERVIENE MANTENIMIENTO	3,28	2,8%	11,9%
OTROS	2,16	1,9%	9,1%
CAMBIAR ANILOX	1,99	1,7%	7,2%
NO ESTA EN MAQUINA	1,57	1,4%	5,5%
LIMPIEZA DE CLICHE	1,32	1,1%	4,1%
PROBLEMAS EN CLICHE	1,15	1,0%	3,0%
ESPERANDO APROBACION	1,12	1,0%	2,0%
ESPERANDO x FALTA DE PERSONAL	0,99	0,9%	1,0%
ESPERANDO x FALTA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD/AGUA/AIRE/RED	0,19	0,2%	0,2%
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>115,80</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 23.** Motivos parada febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)



**Figura 24.** Gráfico Pareto paradas febrero 2023. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

A simple vista se puede observar que el motivo de atasco destaca de manera clara sobre los demás motivos, representando prácticamente el 30% de todos los motivos de parada.

Como el mes pasado los dos primeros motivos son atasco y rodillos de salida llenos Se realizará el cuadro de los motivos del 80% de las paradas, esta vez son 7 motivos.

Mayores problemas
Atasco
Rodillos de salida llenos
Microparada
Descanso
Mantenimiento (plantilla)
Interviene mantenimiento
Pruebas/ ajustes calidad

**Tabla 24.** Paradas 80% febrero. Fuente  
(Elaboración propia)

Estos 7 motivos de parada son causantes del 80% del total del tiempo de parada, como ha ocurrido anteriormente se deben descartar una serie de motivos ya que no se podrá trabajar con ellos.

A continuación, el cuadro con los motivos descartados.

Mayores problemas	
Atasco	
Rodillos de salida llenos	Descartado
Microparada	
Descanso	Descartado
Mantenimiento (plantilla)	Descartado
Interviene mantenimiento	Descartado
Pruebas/ ajustes calidad	

**Tabla 25.** Paradas descartadas febrero. Fuente  
(Elaboración propia)

Como en el anterior mes descartamos las causas de las paradas, por los mismos motivos:



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

- Rodillos de salida llenos.
- Descanso.
- Interviene mantenimiento.

En este caso aparece una nueva causa que también será descartada, se trata de mantenimiento con plantilla, el motivo del descarte se debe a que es una causa que no es objeto del trabajo y con lo cual no se podrá trabajar sobre ella.

Finalmente, los motivos con los que se trabajará son:

- Atasco
- Microparada
- Pruebas/ ajustes calidad

Se continuará el análisis con el siguiente mes objeto de estudio.

Mes de marzo.

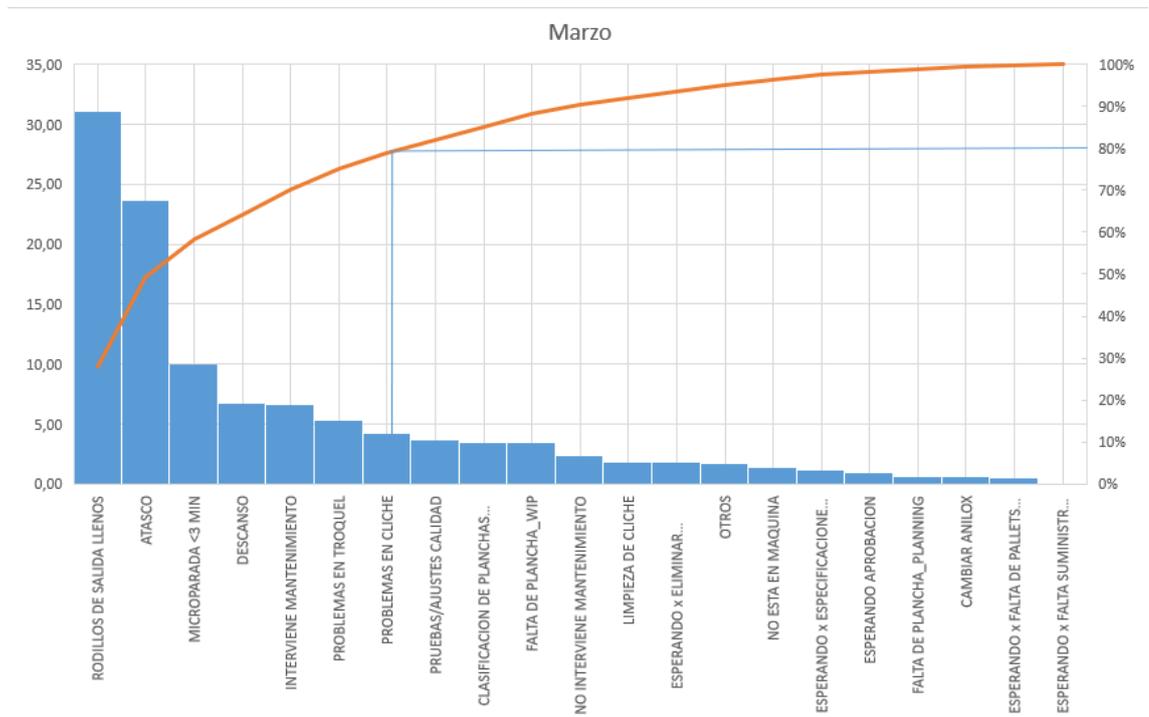
Primero la tabla con todos los motivos de parada junto con el diagrama de Pareto.

DESCRIPCIÓN RAZÓN	H	Porcentaje	Porcentaje acumulado
RODILLOS DE SALIDA LLENOS	31,12	27,9%	100,0%
ATASCO	23,61	21,2%	72,1%
MICROPARADA <3 MIN	10,03	9,0%	50,9%
DESCANSO	6,78	6,1%	41,9%
INTERVIENE MANTENIMIENTO	6,66	6,0%	35,8%
PROBLEMAS EN TROQUEL	5,29	4,7%	29,8%
PROBLEMAS EN CLICHE	4,20	3,8%	25,1%
PRUEBAS/AJUSTES CALIDAD	3,66	3,3%	21,3%
CLASIFICACION DE PLANCHAS MALAS	3,43	3,1%	18,0%
FALTA DE PLANCHA_WIP	3,43	3,1%	14,9%
NO INTERVIENE MANTENIMIENTO	2,43	2,2%	11,8%
LIMPIEZA DE CLICHE	1,80	1,6%	9,6%
ESPERANDO x ELIMINAR DESPERDICIO	1,78	1,6%	8,0%
OTROS	1,67	1,5%	6,4%
NO ESTA EN MAQUINA	1,40	1,3%	4,9%
ESPERANDO x ESPECIFICACIONES PEDIDO	1,21	1,1%	3,7%
ESPERANDO APROBACION	0,99	0,9%	2,6%
FALTA DE PLANCHA_PLANNING	0,63	0,6%	1,7%
CAMBIAR ANILOX	0,61	0,6%	1,1%
ESPERANDO x FALTA DE PALLETS/PLATAFORMAS	0,53	0,5%	0,6%
ESPERANDO x FALTA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD/AGUA/AIRE/RED	0,12	0,1%	0,1%
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>111,39</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 26.** Motivos parada marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**



**Figura 25.** Gráfico Pareto paradas marzo 2023. Fuente (Elaboración propia)

Se puede observar de nuevo que claramente vuelven a destacar dos motivos de parada sobre los demás, estos motivos son rodillos de salida llenos y atasco, que vuelven a representar casi el 50% de las paradas. Este dato nos confirma que estos son los principales motivos de parada ya que en los 3 meses han sido siempre los dos primeros motivos, representando cada mes más del 35% de motivos de parada.

Como en los meses anteriores se realizará el cuadro resumen de los principales motivos de parada.

Mayores problemas
<b>Rodillos de salida llenos</b>
<b>Atasco</b>
<b>Microparada</b>
<b>Descanso</b>
<b>Interviene mantenimiento</b>
<b>Problemas en troquel</b>

**Tabla 27.** Paradas 80% marzo. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Estos 6 motivos de parada son los más críticos del mes de marzo, pero se descartarán las causas de parada que no serán objeto del trabajo.

Mayores problemas	
Rodillos de salida llenos	Descartada
Atasco	
Microparada	
Descanso	Descartada
Interviene mantenimiento	Descartada
Problemas en troquel	

**Tabla 28.** Paradas descartadas marzo. Fuente  
(Elaboración propia)

Las causas descartadas son las mismas que meses pasados, con lo cual ya se conocen los motivos, estas causas son:

- Descanso
- Interviene mantenimiento

Finalmente, las causas que se analizarán y estudiarán son:

- Atasco
- Microparada
- Problemas en troquel



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Finalmente, se analizará el último mes objeto de estudio.

Mes de abril.

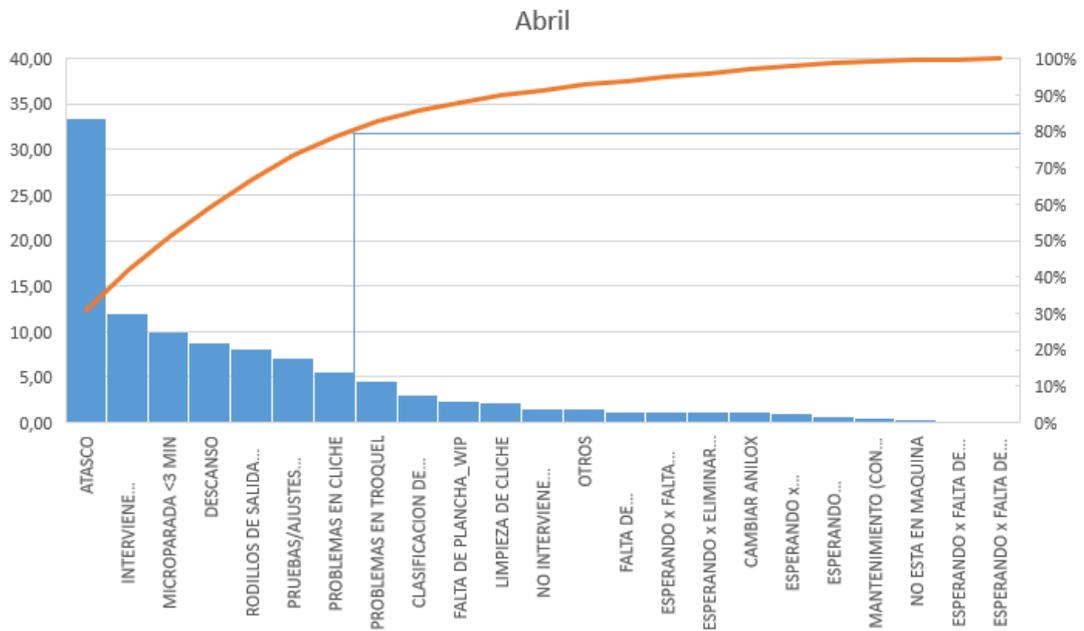
Lista de paradas y diagrama de Pareto.

DESCRIPCIÓN RAZÓN	H	Porcentaje	Porcentaje acumulado
ATASCO	33,40	30,8%	100,0%
INTERVIENE MANTENIMIENTO	11,98	11,1%	69,2%
MICROPARADA <3 MIN	10,01	9,2%	58,1%
DESCANSO	8,78	8,1%	48,9%
RODILLOS DE SALIDA LLENOS	8,14	7,5%	40,8%
PRUEBAS/AJUSTES CALIDAD	7,16	6,6%	33,3%
PROBLEMAS EN CLICHE	5,67	5,2%	26,7%
PROBLEMAS EN TROQUEL	4,59	4,2%	21,5%
CLASIFICACION DE PLANCHAS MALAS	3,05	2,8%	17,2%
FALTA DE PLANCHA_WIP	2,43	2,2%	14,4%
LIMPIEZA DE CLICHE	2,19	2,0%	12,2%
NO INTERVIENE MANTENIMIENTO	1,56	1,4%	10,1%
OTROS	1,55	1,4%	8,7%
FALTA DE PLANCHA_PLANNING	1,23	1,1%	7,3%
ESPERANDO x FALTA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD/AGUA/AIRE/RED	1,16	1,1%	6,1%
ESPERANDO x ELIMINAR DESPERDICIO	1,14	1,1%	5,1%
CAMBIAR ANILOX	1,13	1,0%	4,0%
ESPERANDO x ESPECIFICACIONES PEDIDO	1,07	1,0%	3,0%
ESPERANDO APROBACION	0,72	0,7%	2,0%
MANTENIMIENTO (CON PLANTILLA)	0,58	0,5%	1,3%
NO ESTA EN MAQUINA	0,35	0,3%	0,8%
ESPERANDO x FALTA DE PALLETS/PLATAFORMAS	0,26	0,2%	0,5%
ESPERANDO x FALTA DE PERSONAL	0,23	0,2%	0,2%
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>108,39</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 29.** Motivos parada abril 2023. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**



**Figura 26.** Gráfico Pareto paradas abril 2023. Fuente (Elaboración propia)

Se puede observar claramente que este mes la parada con la que más horas se perdió fue por atasco, representando un 30% del total del tiempo de parada en todo el mes.

En este mes ocurre algo fuera de la tendencia de los meses anteriores, el motivo de parada rodillos de salida llenos no está ni en primer ni, en segundo lugar, este mes ocupa la 5ª posición en tiempo perdido.

Se hará un cuadro resumen para compilar los principales motivos de parada.

Mayores problemas
<b>Atasco</b>
<b>Interviene mantenimiento</b>
<b>Microparada</b>
<b>Descanso</b>
<b>Rodillos de salida llenos</b>
<b>Pruebas/ajuste calidad</b>
<b>Problemas en cliché</b>

**Tabla 30.** Paradas 80% abril. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Como en meses anteriores se descartarán los motivos de parada sobre los que no se podrá trabajar.

Mayores problemas	
Atasco	Descartada
Interviene mantenimiento	
Microparada	Descartada
Descanso	
Rodillos de salida llenos	Descartada
Pruebas/ajuste calidad	
Problemas en cliché	

**Tabla 31.** Paradas descartadas abril. Fuente  
(Elaboración propia)

Una vez hecho el descarte, los motivos que serán objeto de análisis serán los siguientes:

- Atasco
- Microparada
- Pruebas/ ajuste calidad
- Problemas en el cliché

Para finalizar este análisis se recopilarán las paradas por meses y se hará un listado de las más repetidas en estos meses.

Enero

- Atasco
- Microparada

Febrero

- Atasco
- Microparada
- Pruebas/ ajustes calidad

Marzo

- Atasco
- Microparada
- Problemas en el troquel



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Abril

- Atasco
- Microparada
- Pruebas/ ajustes calidad
- Problemas en el cliché

Una vez realizado esta compilación, los motivos elegidos para su estudio son:

- Atasco
- Microparada

Estos dos motivos son los más repetidos y que más horas acumulan a lo largo del estudio.

Además, se añadirá rodillos de salida llenos, aunque sea una causa que se ha descartado todos los meses tiene un peso demasiado grande.

La solución para este motivo de parada ya está planificada y será resuelto, pero será necesaria posteriormente en el análisis por su relación con el motivo atasco.

Como se ha explicado anteriormente el motivo de rodillos de salida llenos está muy relacionado con el motivo atasco, ya que cuanto mayor tiempo esté la máquina atascada menor tiempo de parada resultará del motivo rodillo de salida lleno.

Si hay que parar por el motivo de salida llena significa que el transfer de retorno no da abasto a sacar todo lo que produce la máquina, con lo cual esto indica que si la máquina se atasca mucho este problema no va a suceder.

Lo que no puede ser es que los dos sean un gran problema ya que los niveles de productividad no son demasiado altos, con lo cual habrá que hacer otro tipo de análisis para poder analizar más en profundidad porque sucede esto.

Se analizarán las paradas más importantes seleccionadas anteriormente por equipos para poder observar si hay grandes cambios entre uno y otro y así poder extraer conclusiones.

En líneas generales:

$$\begin{aligned} + \text{ ATASCO} &= - \text{ TIEMPO RODILLOS DE SALIDA LLENOS} \\ - \text{ ATASCO} &= + \text{ TIEMPO RODILLOS SALIDA LLENOS} \end{aligned}$$



#### **4.2.2.1. Conclusiones análisis de paradas**

Una vez realizado el análisis completo, se redactarán las conclusiones obtenidas de él.

Lo primero y más claro que se ha obtenido con este análisis, es que, las paradas son un motivo muy crítico y perjudica en gran medida y directamente a la productividad.

También están claros los motivos de parada con los que se pierde más tiempo, ya que tienen una gran diferencia con los demás.

Una vez se tienen claros los problemas que causan las paradas, se deberá hacer un estudio por equipos para ver si estos problemas les afectan de la misma manera a los tres equipos.

Una vez realizado este segundo análisis las conclusiones que se obtengan serán mucho más esclarecedoras.

El análisis será únicamente de los dos motivos que acumulaban el mayor número de horas, para poder poner primero recursos en solucionar estos grandes problemas y posteriormente se hará con los demás problemas más críticos.

#### **4.2.2.2. Análisis de paradas con motivo atasco por equipo**

En este apartado vamos a comparar las paradas más importantes, atascos y esperando por quitar pallet pila (rodillos de salida llenos), que se ha observado y que están relacionadas entre sí, ya que, si hay menos atascos, el número de pilas de cartón fabricado es mayor y el transfer no es capaz de transportar tal volumen y forma colas de espera en las salida de las máquinas.

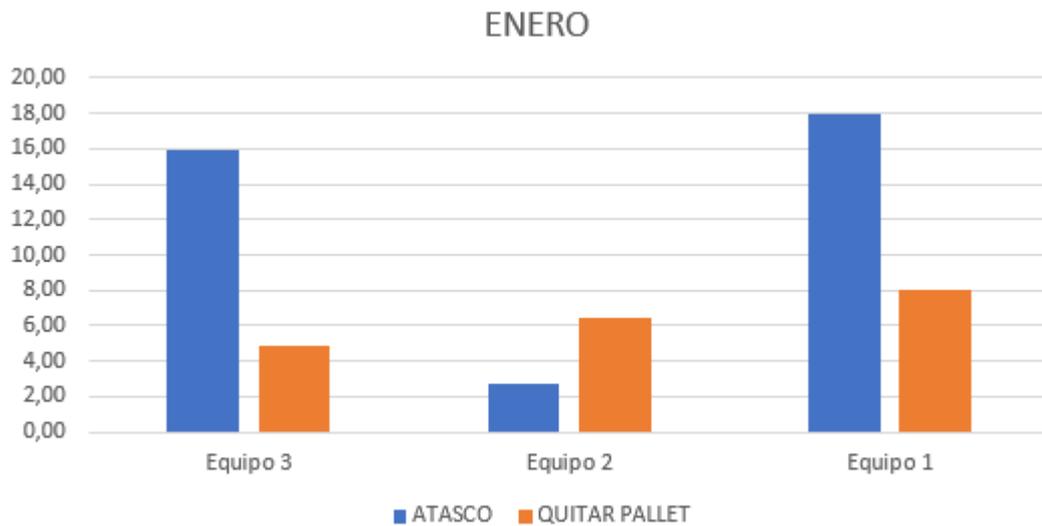
La comparación tendrá en cuenta los distintos equipos de trabajo que operan en esta máquina, para analizar si hubiera alguna gran diferencia entre un equipo y otro.

Se analizará por meses, enero, febrero, marzo y abril.

Las variables para analizar serán el tiempo de atasco total y el tiempo de espera por rodillos llenos total.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”



**Figura 27.** Comparación atasco y rodillos de salida llenos enero. Fuente (Elaboración propia)

Viendo el gráfico se ve claramente una gran diferencia de un equipo con los otros dos, ya que en todos los meses tiene una gran diferencia con los demás.

En enero el equipo 2 perdió 2,68 horas por atascos mientras que los demás equipos más de 16 cada uno, lo cual es una diferencia de 600%.

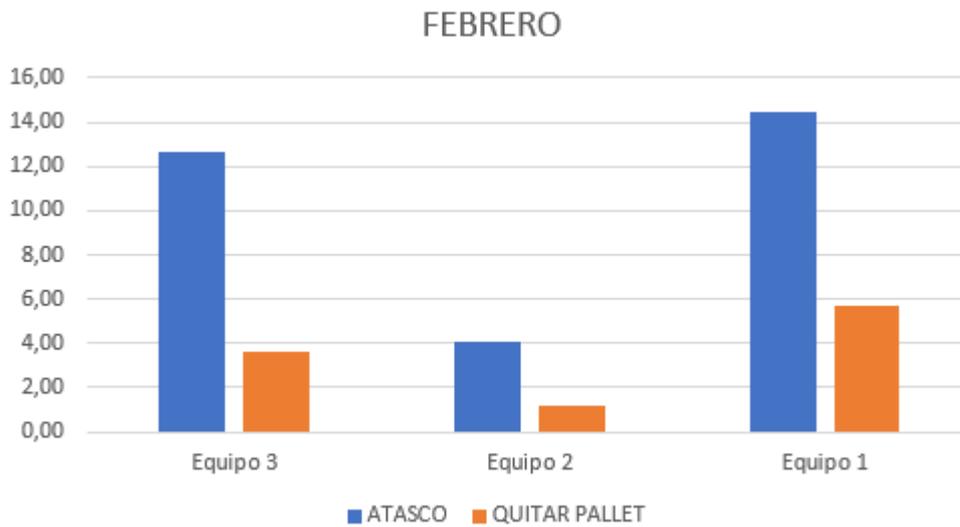
Si comparamos al equipo 3 con el equipo 2 se puede observar que se cumple lo mencionado anteriormente ya que el equipo 3 tiene mayor tiempo de atasco que el 2, y menor tiempo de espera por rodillos de salida llenos.

Con el equipo 3 ocurre algo curioso ya que es el equipo con mayor número de horas perdidas por atascos y el que menos pierde por el motivo de espera por rodillos de salida llenos. Una posible respuesta puede ser que este equipo tuvo una mayor carga de trabajo durante el mes, otra puede ser la manera de trabajar de este equipo, prefiriendo ir más rápido aunque se atasque más que ir más lento y que se atasque menos.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---



**Figura 28.** Comparación atasco y rodillos de salida llenos febrero. Fuente (Elaboración propia)

En febrero observamos los mismos resultados que en enero, en torno a un 350% de ahorro de tiempo por parte del equipo 2.

Pero en esta ocasión tuvo más horas de atasco que horas de espera por horas de rodillos de salida llenos.

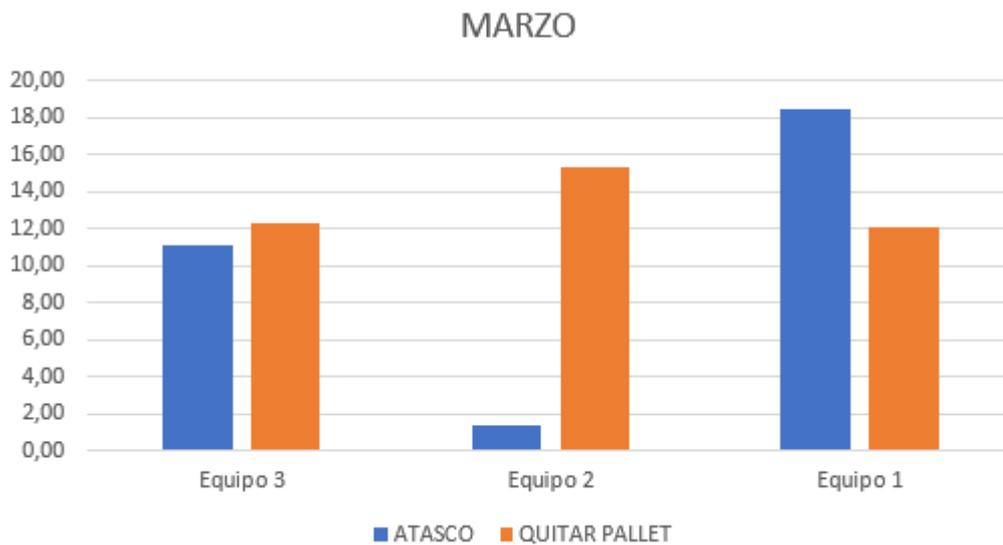
Este dato se puede deber a que en ese mes la productividad media de la máquina (en  $m^2/open\ hour$ ) fue el mayor valor de todos los meses de estudio.

Con lo cual lo que pudo pasar es que en este mes hubo un mayor volumen de pedidos y necesitaron aumentar la velocidad del proceso para poder sacar todo a tiempo, y al aumentar esta velocidad se produjeron más atascos y por ende mayor cantidad de horas de parada.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---



**Figura 29.** Comparación atasco y rodillos de salida llenos marzo. Fuente (elaboración propia)

En cuanto a marzo, quizás sea el mes más representativo, ya que es el mes donde el equipo 2 tiene una mayor diferencia con los otros dos equipos.

El equipo 2 solo perdió 1,40 horas en atasco mientras que el equipo 1 perdió 18,48 horas, lo cual es una pérdida de tiempo del 1320%. También con el equipo 3 tiene una notable diferencia, el equipo 3 perdió un total de 11,10 horas, prácticamente 10 horas más de pérdida que el equipo 2.

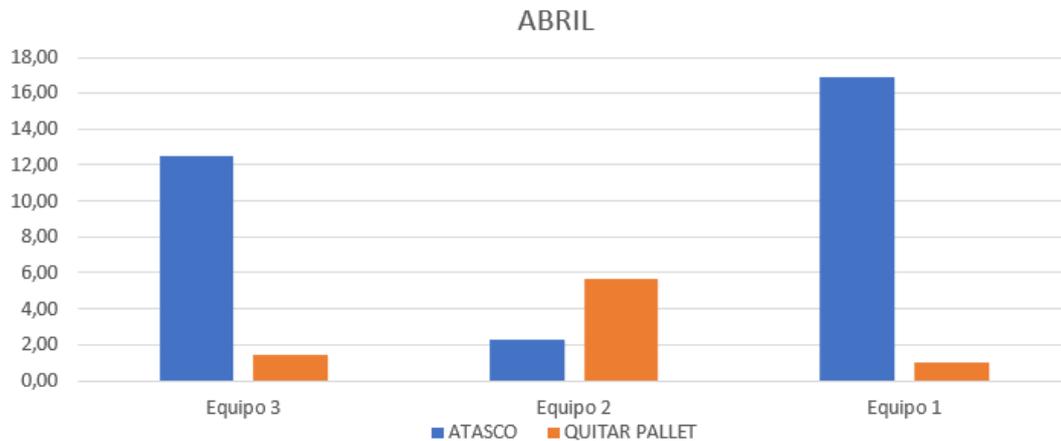
En cuanto a la pérdida por esperar por rodillos llenos también es muy significativa ya que el equipo 2 perdió 15,34 horas en este tipo de paradas, superando a los otros dos equipos, el 3 con 12,30 horas y el 1 con 12,13 horas.

Este dato es muy llamativo ya que nos confirma que el principal problema de la pérdida de tiempo por paradas son los atascos, ya que en el caso del equipo 2 al tener muy pocas pérdidas por atascos tiene muchas pérdidas por los rodillos de salida llenos, en el caso de no tener una gran cantidad de horas en las paradas por rodillos llenos no lo podríamos relacionar con los atascos.

Además de llamativo, es muy buen dato, ya que, en este verano, verano 2023, se instalará otro transfer de retorno que agilizará la salida de las máquinas, con lo que el tiempo de parada por rodillos de salida llenos se verá reducido de gran manera.



Finalmente, mes de abril.



**Figura 30.** Comparación atasco y rodillos de salida llenos abril. Fuente (elaboración propia)

Este mes siguen en la línea de los anteriores y es quizás, en el que más claro se ve lo mencionado anteriormente, cuanto más atasco menor tiempo de espera por rodillos llenos debido a la poca productividad.

Una vez más el equipo número 2 vuelve a tener un tiempo de atasco ínfimo en comparación con los otros dos equipos lo cual muestra que hay un gran problema con esos dos equipos.

Habrà que analizar y encontrar las causas de estos grandes tiempos de atasco ya que es una cuestión muy crítica por el gran número de horas pérdidas por este motivo.

Una vez se ha visto que un equipo tiene una gran diferencia de atascos con los demás se debe estudiar y analizar su caso para poder tener una conclusión de porque ocurre esto.

Por último, se analizarán los datos totales de los 3 meses, para hacernos una idea del tiempo invertido en cada parada y la diferencia existente.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

El total de los equipos es el siguiente:

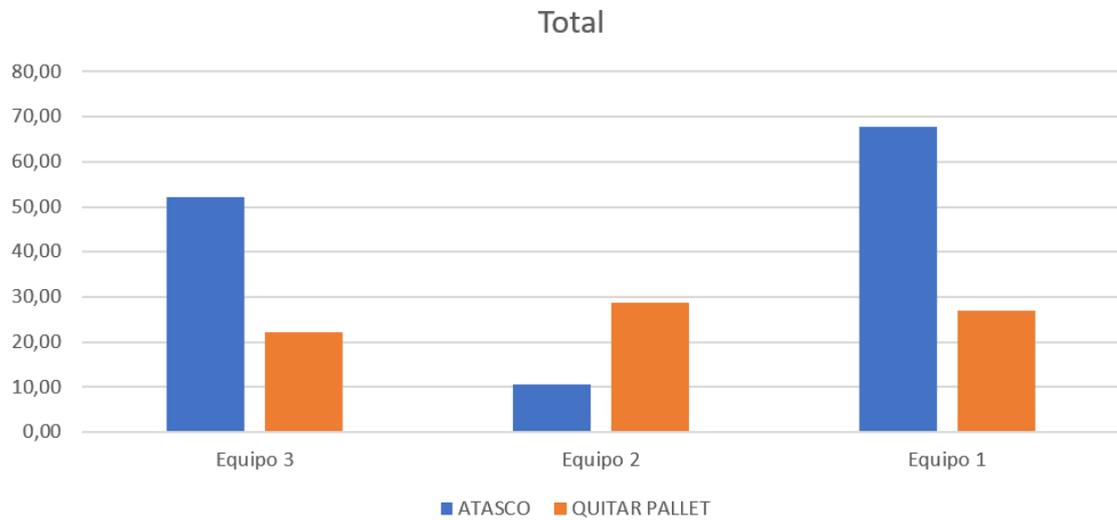
Equipo 3	
Descripción Tipo	Horas
Team leader	
Atasco Total	52,2
Esperando x quitar pallet/pila Total	22,2

Equipo 2	
Descripción Tipo	Horas
Team leader	
Atasco Total	10,5
Esperando x quitar pallet/pila Total	28,7

Equipo 1	
Descripción Tipo	Horas
Team leader	
Atasco Total	67,86
Esperando x quitar pallet/pila Total	26,94

**Tabla 32.** Total horas atasco y rodillos de salida llenos por equipos.

Fuente (Elaboración propia)



**Figura 31.** Gráfico comparación horas totales atasco y rodillos de salida llenos por equipos. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

A simple vista se puede ver la gran diferencia de horas pérdidas en atasco comparando los equipos, en concreto el equipo 2 solamente perdió 10,5 horas en los tres meses, mientras que el equipo 1 perdió un total de 67,86 horas, en torno a un 646% más, lo cual es una diferencia enorme e inaceptable.

En el caso de que los tres equipos hubieran perdido el mismo tiempo en atasco que el equipo 2, el total de horas pérdidas hubiera sido en torno a 30 horas en vez de las 130,56 horas pérdidas, lo que hace una diferencia de unas 100 horas.

Lo primordial será buscar las causas de estos atascos, ya que si se encuentran los principales motivos será mucho más fácil reducir ese tiempo de atasco.

Una primera respuesta puede ser la clasificación de la plancha antes de que esta entre en la máquina, ya que si las planchas de las pilas no vienen de manera óptima esto atascará la troqueladora una vez lleguen a ella.

Una posible causa que puede ayudar a entender a qué se debe el alto tiempo de parada por atasco puede ser el tiempo dedicado a la clasificación de plancha mala, que como se ha visto antes, es el tiempo que dedican los operarios a clasificar las planchas y desechar las planchas que no sean óptimas antes de que puedan causar problemas una vez dentro del proceso.

Teóricamente, cuanto más tiempo se dedique a la clasificación de plancha, menor número de problemas o atascos se deberían producir.

#### **4.2.2.3. Conclusión análisis de paradas con motivo atasco y rodillos de salida llenos**

Después del análisis se han obtenido una conclusión general, es la siguiente:

- Diferencias entre equipos

Ya se había observado que el tiempo perdido por atascos y por esperar a que se vacíen los rodillos de salida eran muy altos, pero no se había comprobado si unos equipos perdían más tiempos que otros.

Después del análisis queda claro que hay un equipo que en todos los meses de análisis pierde mucho menos tiempo que los demás equipos.

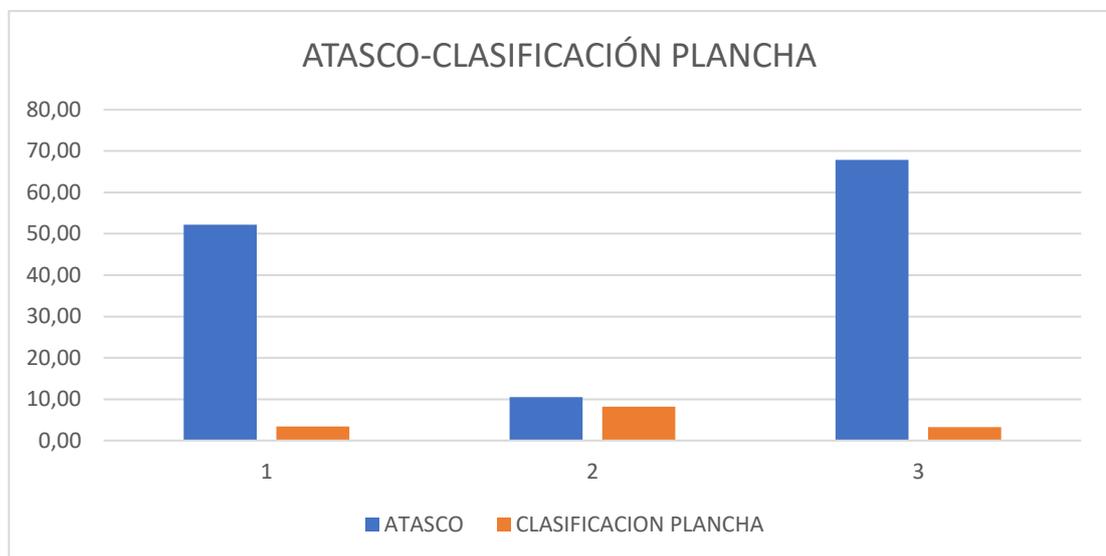
La diferencia es tan grande que, como se ha visto anteriormente, se ahorrarían 100 horas si los otros dos equipos perdieran el mismo tiempo que el equipo 2.



Habrà que llevar a cabo un análisis del equipo número 2, así como estudiar sus procedimientos ya que en este aspecto puede estar la clave de las pocas paradas también se analizarà el tiempo invertido en la clasificación de plancha.

#### 4.2.2.4. Análisis clasificación de plancha por equipos

Con lo que se analizarán estos datos de clasificación de plancha por equipos en relación con el tiempo perdido por atascos.



**Figura 32.** Gráfico comparación atasco y clasificación de plancha por equipos.  
Fuente (Elaboración propia)

Aunque no sea muy claro se puede ver que existe cierta relación entre la clasificación de plancha y los atascos, ya que el equipo que menos tiempo ha perdido por atasco es el equipo que más tiempo invirtió en la clasificación de plancha.

Es seguro que hay más causas que generen los atascos, pero está claro que una de las más importantes será la clasificación de plancha.



#### 4.2.2.5. Análisis de lugar de atasco

Como se ha visto, uno de los principales problemas que ocurren son los atascos. Para comenzar con su análisis se estudiará en que parte del proceso ocurren, así se podrán centrar los esfuerzos en esas zonas.

Se realizará una tabla resumen donde se indicarán los diferentes lugares donde pueden ocurrir estos atascos, las horas perdidas en esos lugares por mes y el porcentaje que supone del total de atascos, pero antes se hará una breve explicación de estos.

Lugares donde ocurren atascos:

- Alimentador  
Se compone de una serie de cintas transportadoras que se encargan de alimentar la entrada de la impresora Göpfert.
- Troquelador  
Se trata del cuerpo de madera que contiene las cuchillas y gomas que se encarga de realizar los cortes y hendidos en las planchas, se encuentra en la troqueladora plana automática ASAHI AP 2100.
- Unidades de impresión  
Se encuentran en la impresora Göpfert y como su propio nombre indica, se ocupan de realizar la impresión en las planchas de cartón.
- Cajón de salida  
Se trata de la zona donde se depositan las planchas ya troqueladas, de aquí se dirigen al partidor a través de cintas transportadoras.
- Paletizador  
La máquina que se encarga de formar los pallets de las cajas plegadas salientes del proceso.
- Partidor  
Es el mecanismo que se encarga de dividir las planchas salientes de la troqueladora plana por los distintos hendidos que estas planchas puedan tener, se sitúa justo antes del paletizador.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Una vez se han explicado los diferentes lugares, se realizará la tabla resumen:

ATASCOS POR LUGAR Y MES EN HORAS Y PORCENTAJE											
Lugar	Enero	% Enero	Febrero	% Febrero	Marzo	% Marzo	Abril	% Abril	Total	% Total	
Alimentador	15,12	41,4%	12,36	39,5%	17,56	56,7%	15,74	49,6%	60,78	46,6%	
Troquelador	7,41	20,3%	8,04	25,7%	2,24	7,2%	2,51	7,9%	20,20	15,5%	
Unidades de impresión	6,05	16,6%	6,65	21,3%	4,34	14,0%	1,72	5,4%	18,76	14,4%	
Cajón de salida	3,87	10,6%	1,97	6,3%	3,09	10,0%	2,21	7,0%	11,14	8,5%	
Paletizador	3,28	9,0%	1,29	4,1%	1,7	5,5%	3,28	10,3%	9,55	7,3%	
Partidor	0,8	2,2%	0,95	3,0%	2,04	6,6%	6,30	19,8%	10,09	7,7%	
Total	36,53	100,0%	31,26	100,0%	30,97	100,0%	31,76	100,0%	130,52	100,0%	

Tabla 33. Lugar de parada total. Fuente (Elaboración propia)

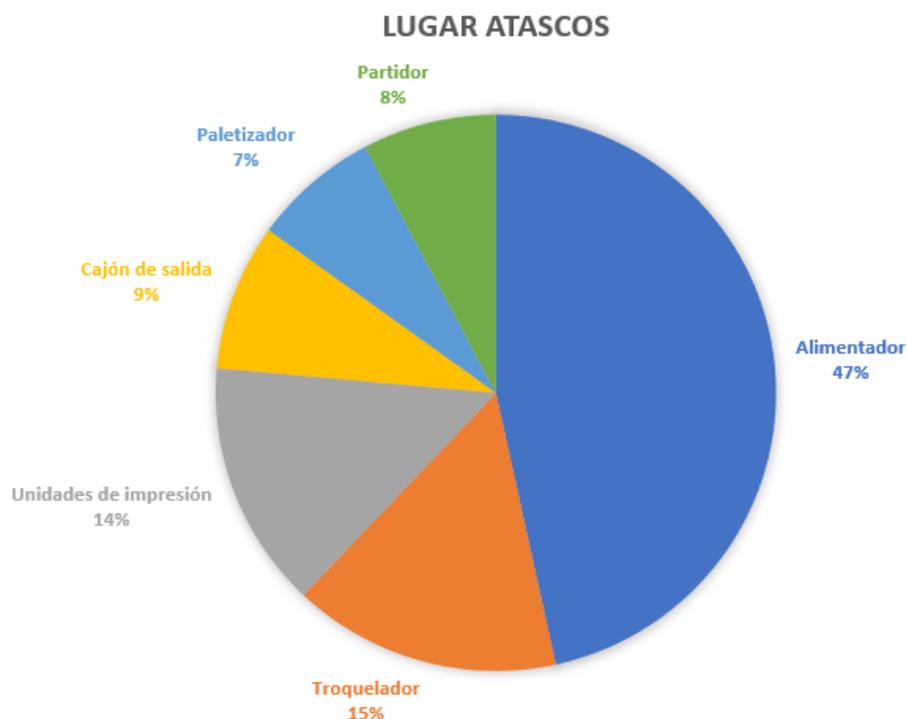


Figura 33. Gráfico circular lugar de atasco. Fuente (Elaboración propia)

Se puede observar a simple vista que el lugar con mayores horas pérdidas por atasco es en el alimentador, prácticamente la mitad de las paradas son allí.

Luego en segundo y tercer puesto están el troquelador y las unidades de impresión que representan un 15% y un 14% respectivamente.

Tiene sentido que el alimentador sea el primer lugar de atasco ya que si las planchas no llegan de manera óptima es el primer lugar donde se podrían atascar, posteriormente es lógico que existan menos atascos ya que los primeros pasos del proceso actúan como un filtro de planchas malas y conforme el proceso avanza quedan menos cantidad de planchas malas y por ende menor posibilidad de atasco por planchas malas.



### 4.2.3. Análisis de setup por equipo

Como se ha observado en el análisis de productividad, el tiempo invertido en la preparación o setup del pedido, está en torno al 25% del tiempo total del turno, unas 2 horas cada turno.

En este caso el análisis será únicamente por equipos, ya que en este aspecto influye de mayor manera el modo de trabajar del equipo.

El análisis será del total de los meses de enero, febrero, marzo y abril.

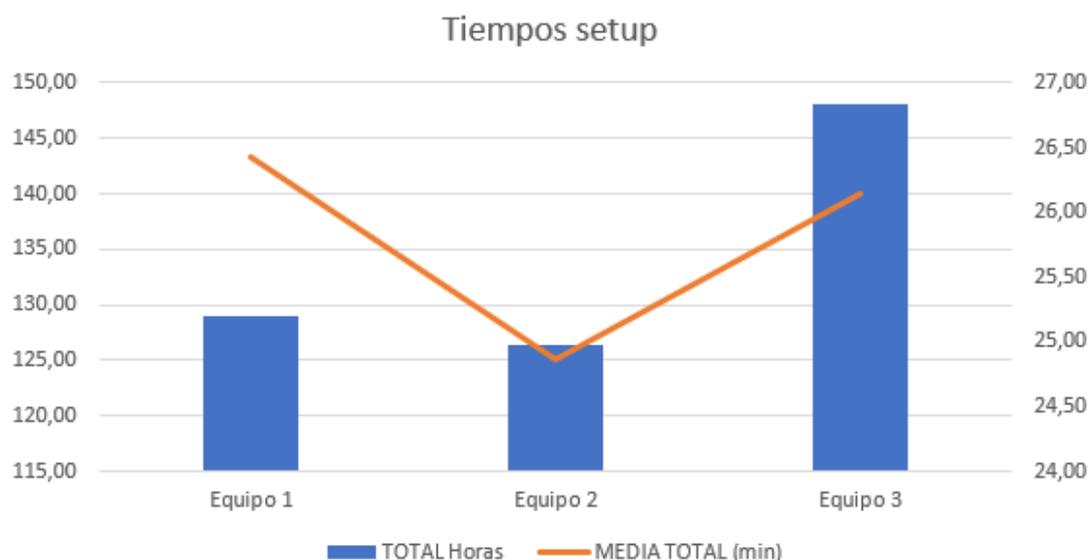
Las variables que se graficaran son:

- Tiempo total invertido en preparaciones
- Número de cambios totales
- Tiempo medio de cambio

	TOTAL Horas	TOTAL CAMBIOS	MEDIA TOTAL (min)
Equipo 1	129,02	293,00	26,42
Equipo 2	126,41	305,00	24,87
Equipo 3	148,16	340,00	26,15

**Tabla 34.** Variables setup por equipos. Fuente (Elaboración propia)

De esta tabla es importante sacar el número de cambios, ya que, después a la hora de explicar la gráfica resultara muy útil para contextualizar los datos.



**Figura 34.** Comparación datos setup. Fuente (Elaboración propia)



A simple vista se puede observar que hay un equipo que destaca sobre los demás, este es el equipo número 3, que llega a las 148 horas invertidas en el setup, en cambio los otros dos equipos tienen valores más cercanos, 126 horas el equipo 2 y 129 horas el equipo 1.

Pero como se ha comentado, se debe tener en cuenta el número de cambios, y esta contextualización la se obtiene gracias con el tiempo medio que tarda cada equipo por preparación, ya que se tiene en cuenta el número total de horas y el número total de cambios.

Tras lo explicado, se puede observar que el equipo número 2 tiene el tiempo medio más bajo, 24,87 minutos. Los otros dos equipos tienen prácticamente un tiempo similar, 26,42 minutos el equipo 1 y 26,15 el equipo número 3.

Aunque la diferencia solo sea de 1,30 minutos en comparación con el equipo 3, es una gran diferencia ya que una inversión de 1,30 minutos en cada pedido hace que en muchos pedidos sea una gran suma de horas.

#### **4.2.3.1. Conclusiones análisis de setup**

Las conclusiones obtenidas son muy parecidas a las de análisis previos.

Volvemos a ver una clara tendencia con el equipo número 2, esto cada vez deja más claro que hay que poner el foco en su modo de trabajo, así como en sus procedimientos.

Se deberá hacer un estudio de la forma de trabajo de este, así como de sus procedimientos a la hora de realizar un cambio de pedido y así poder implantarlo en los otros equipos.

Si los otros dos equipos consiguieran invertir el mismo tiempo en preparaciones que el equipo número 2 se ahorrarían un total de unas 15 horas.

#### **4.2.4. Análisis de pedidos**

En este apartado se analizarán los pedidos que pasan por el proceso que se está estudiando, se analizarán distintas variables como el tamaño de los pedidos (cantidad y área), el tipo de canal utilizado, la repetitividad de los pedidos, y los tipos de troqueles y tintas que se utilizan.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Los objetivos de este análisis son varios:

- Ver el tamaño de los pedidos, se analizará cual es la cantidad de pedido media, así como su impacto en la productividad, ya que una mayor cantidad de pedido se traduce en menores cambios de pedido lo que a su vez se traduce en mayor productividad.

En el caso de que la cantidad de pedido media sea baja se estudiara la posibilidad de planificar pedidos de mayor cantidad en este proceso y mandar los de pequeña cantidad a otras máquinas.

- Analizando el tipo de canal se podrá saber cuál es el tipo de canal más utilizado y ver cuál es el que mayores problemas causa en caso de que los haya.

Se analizarán los atascos por tipo de canal, ya que como se ha visto antes es el principal problema de parada.

Para entender bien este apartado se explicará a continuación lo que es el canal en el cartón corrugado ondulado.

El canal o perfil de la onda es la forma de onda, o de V, que se utiliza para dar una mayor resistencia al cartón.(Fonseca Rodríguez, 2023)

Se caracteriza por la altura, el paso, el número de canales y el coeficiente de ondulación.

Existen diferentes tipos de canal en función de las características de la onda:

- Canal B
- Canal C
- Canal E
- Canal S
- Canal BC
- Canal EB
- Canal ES

No se realizará un análisis de troqueles y tintas ya que actualmente a la hora de planificar los pedidos se tienen en cuenta una serie de variables, una de ellas es el tipo de troquel y las tintas que se utilizan, para poder agrupar los pedidos que utilizan un mismo troquel o tintas y así evitar tener que hacer cambios de troqueles o de tintas innecesarios.



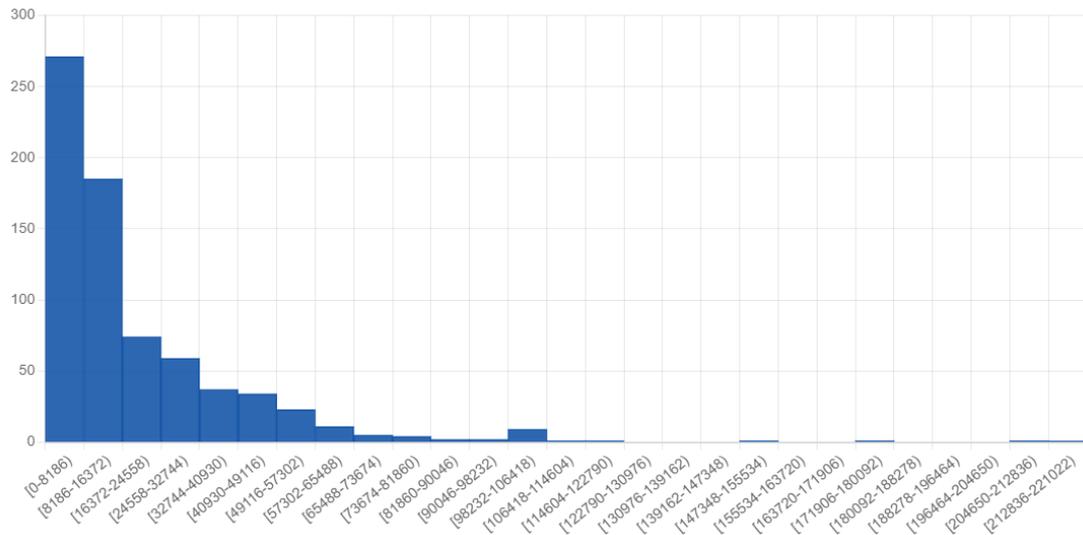
#### 4.2.4.1. Análisis de tamaño de pedidos

En este apartado se analizarán los pedidos que se han producido en el proceso el cual estamos estudiando.

Será un breve análisis de los tamaños de los distintos pedidos, se busca observar de que tamaño son los pedidos que se suelen fabricar en la línea la cual estamos estudiando.

Cuanto mayor sea el volumen de los pedidos, mayor será el valor de la productividad ya que un mayor volumen de pedidos se traduce en un menor número de cambios de setup.

El análisis será total, de los meses de enero, febrero, marzo y abril.



**Figura 35.** Gráfico tamaño de pedidos.

Podemos observar en el histograma que el rango de planchas fabricadas por pedido más frecuente es de 0 a 8186 planchas, en concreto el 37% de todos los pedidos.

En segundo lugar, está el rango de 8186 a 16372 planchas fabricadas por pedido, lo que supone el 25% del total.

Esto nos indica que más del 60% de los pedidos fabricados son por debajo de las 16000 planchas, lo cual son pedidos pequeños ya que este valor es de planchas fabricadas, como hemos comentado en la explicación de la troqueladora, esta puede tener distintas cabidas, con lo cual, si la mayoría en la mayoría de los pedidos se fabrican 16000 planchas se necesitaran en torno a 4000 planchas en la entrada de la máquina.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Esta cifra de 4000 planchas a la entrada de máquina sí que nos indica que son pedidos muy pequeños, lo cual no conviene por los altos tiempos de preparación que hay en este proceso en general.

#### 4.2.4.2. Conclusiones análisis tamaño de pedidos

La principal conclusión que se obtiene con este análisis es el pequeño tamaño de los pedidos. Lo ideal para este proceso sería que hubiera pocos pedidos con muchas planchas cada uno para así reducir lo mínimo posible el número de cambios y por ende el tiempo invertido en las preparaciones de los pedidos.

Pero esto es imposible de proponer ya que muchos de los pedidos que se fabrican en esta línea de fabricación solo se pueden fabricar en esta línea, no existen rutas alternativas o si existen son mucho más costosas y lentas.

#### 4.2.4.3. Análisis de canal utilizado

Mes de enero.

Se comenzará viendo los tipos de canales utilizados, así como las cantidades y m<sup>2</sup> producidos y planificados. (Ver figura 36)

Posteriormente se analizará cada canal con el tiempo de parada por atasco que existió mientras se estaba fabricando. (Ver figura 35)

Solamente se recopilarán los datos con motivo de parada atasco ya que como se ha visto anteriormente es el principal motivo de parada en nuestro proceso.

Canal	Tiempo paro	%Tiempo	Cantidad prod.	%Cantidad prod.
S	17,77	45,1%	2336918,00	52,8%
E	14,11	35,8%	913754,00	20,7%
B	5,97	15,2%	839411,00	19,0%
C	1,31	3,3%	311232,00	7,0%
BC	0,23	0,6%	21760,00	0,5%
<b>Total</b>	<b>39,39</b>	<b>100%</b>	<b>4423075,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 35. Datos canal enero 1. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Canal	Cantidad planificada	Cantidad producida	M2 planificados	M2 producidos
B	1302251,00	839411,00	420691,00	270345,00
BC	132000,00	21760,00	86315,00	14229,00
C	549450,00	311232,00	97873,00	60403,00
E	1297240,00	913754,00	262673,00	186787,00
EB	105030,00	73320,00	33974,00	23717,00
S	3017783,00	2336918,00	706962,00	534141,00
<b>Total</b>	<b>6403754,00</b>	<b>4496395,00</b>	<b>1608488,00</b>	<b>1089622,00</b>

Tabla 36. Datos canal enero 2. Fuente (Elaboración propia)

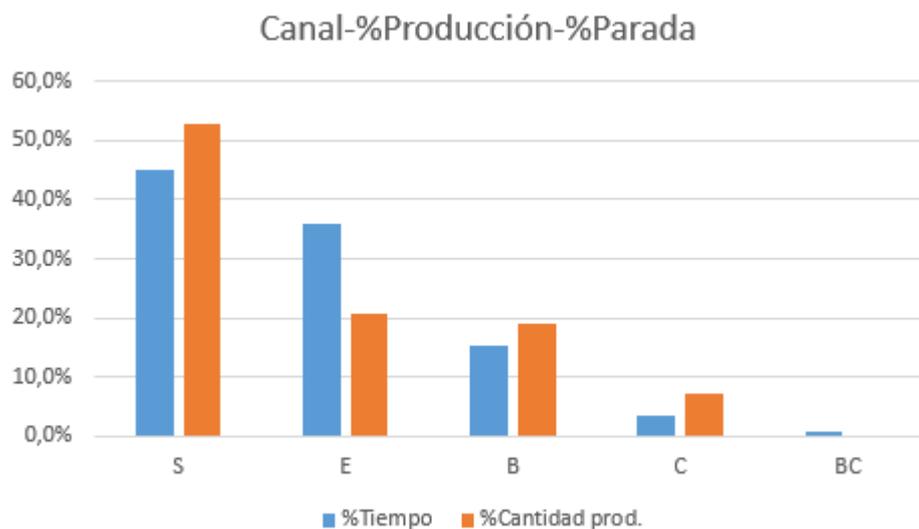


Figura 36. Gráfico comparación canales enero. Fuente (Elaboración propia)

Se puede observar claramente como hay un tipo de canal más utilizado que los demás.

El canal más utilizado es el S, que representa más del 50% del total de la producción, también es el que más paradas por atasco tiene, pero el porcentaje baja al 45%.

Con lo cual representa un porcentaje mayor de producción que de parada.

Por el contrario, el canal E, que representa un 20% de la producción, el tiempo de parada representa prácticamente un 36%.

El canal B tiene unos porcentajes parecidos de tiempo de parada y cantidad producida.

Los canales C y BC tienen una producción muy pequeña comparada con los demás canales con lo cual los descartamos



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

El canal E es el que más problemas de atascos produce, se continuará con el estudio y se analizarán los demás meses, para ver si es una tendencia o un dato puntual.

Mes de febrero.

Canal	Cantidad planif.	Cantidad prod.	M2 planif.	M2 prod.
B	1530673,00	904504,00	519753,00	292315,00
C	415283,00	316660,00	68331,00	52783,00
E	902400,00	688828,00	208566,00	158566,00
EB	18008,00	19000,00	5825,00	6146,00
ES	3195,00	3335,00	3415,00	3565,00
S	3330739,00	2640500,00	885892,00	681396,00

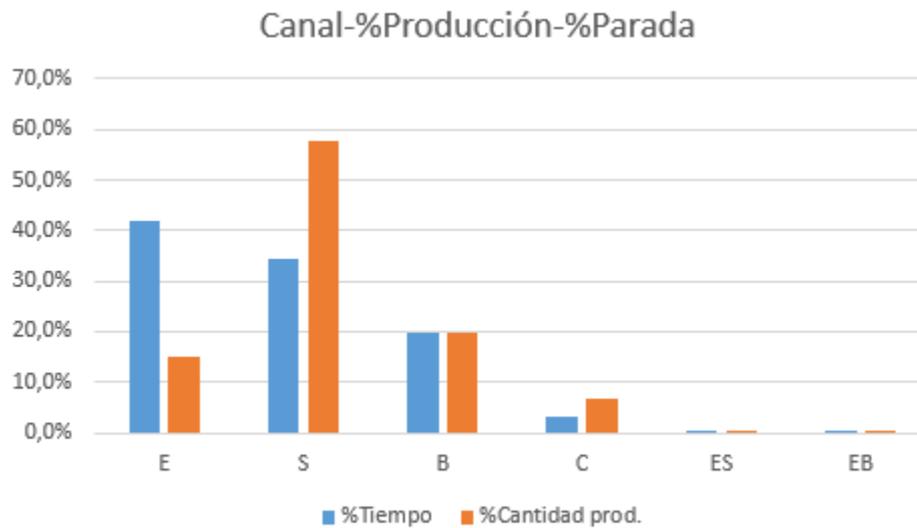
**Tabla 37.** Datos canales febrero 1. Fuente (Elaboración propia)

Canal	Tiempo paro	%Tiempo	Cantidad prc	%Cantidad prod.
E	13,39	41,9%	688828,00	15,1%
S	10,97	34,3%	2640500,00	57,7%
B	6,32	19,8%	904504,00	19,8%
C	1,08	3,4%	316660,00	6,9%
ES	0,11	0,3%	3335,00	0,1%
EB	0,10	0,3%	19000,00	0,4%
<b>Total</b>	<b>31,97</b>	<b>100%</b>	<b>4572827,00</b>	<b>100%</b>

**Tabla 38.** Datos canales febrero 2. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**



**Figura 37.** Gráfico comparación canales febrero. Fuente (Elaboración propia)

En este mes los datos son iguales que en el mes anterior, el canal S es el más utilizado, pero en este caso no es el que mayor tiempo perdido por atasco tiene.

En canal E es el canal con mayor tiempo de paradas con un 42% del total de tiempo de parada por atasco y en este caso es el tercer canal más utilizado con solamente un 15% del total producido.

En el canal B sucede lo mismo que en el mes anterior.

Se sigue observando la tendencia del canal E, en este mes más destacable aún, ya que tiene un menor porcentaje de producción y en cambio su porcentaje de parada ha subido.

Mes de marzo.

Total	Cantidad planif.	Cantidad prod.	M2 planif.	M2 prod.
E	1438537,00	956938,00	607472,00	350709,00
S	381800,00	248251,00	67223,00	44188,00
B	1701788,00	1116043,00	354648,00	241089,00
EB	168639,00	78290,00	55041,00	25867,00
C	3243515,00	2705244,00	844759,00	674971,00

**Tabla 39.** Datos canales marzo 1. Fuente (Elaboración propia)



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

Canal	Tiempo paro	%Tiempo	Cantidad pro	%Cantidad prod.
E	12,48	40,3%	1116043,00	21,9%
S	9,81	31,7%	2705244,00	53,0%
B	7,25	23,4%	956938,00	18,7%
EB	0,88	2,8%	78290,00	1,5%
C	0,56	1,8%	248251,00	4,9%
<b>Total</b>	<b>30,98</b>	<b>100%</b>	<b>5104766,00</b>	<b>100%</b>

Tabla 40. Datos canales marzo 2. Fuente (Elaboración propia)

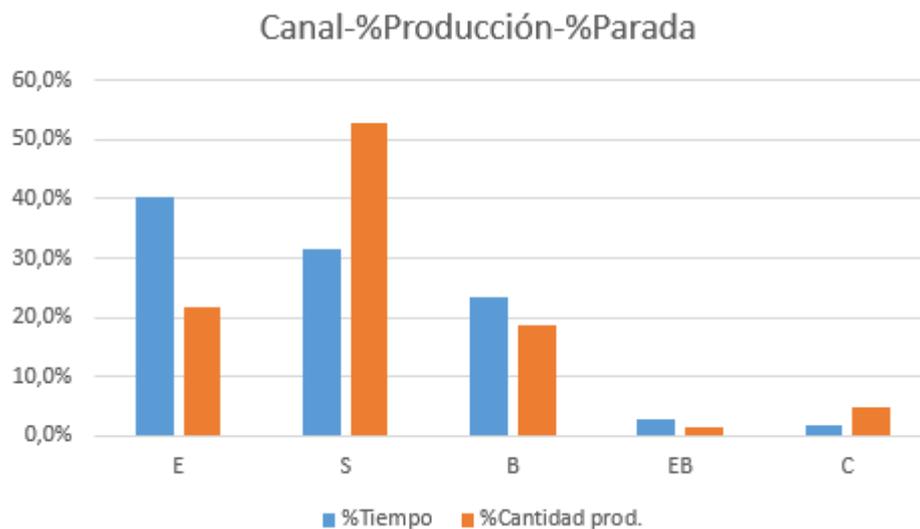


Figura 38. Gráfico comparación canales marzo. Fuente (Elaboración propia)

Por tercer mes consecutivo se vuelven a observar similitudes con los meses anteriores, ya que como en el mes pasado el canal S es el más utilizado y el canal E el que mayor tiempo de parada tiene.

El canal S vuelve a representar más del 50% del total de la producción y un 31% de tiempo de parada por atasco sobre el total.

En cambio, en el canal E ocurre lo que ha ocurrido en meses anteriores, en este caso es el segundo más utilizado, muy cerca del canal B (canal E, 22% y canal B 19%), pero a la hora de ver los tiempos de parada si existe una gran diferencia, cerca del doble (canal E, 40%, y canal B, 23%).



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
 TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”**

---

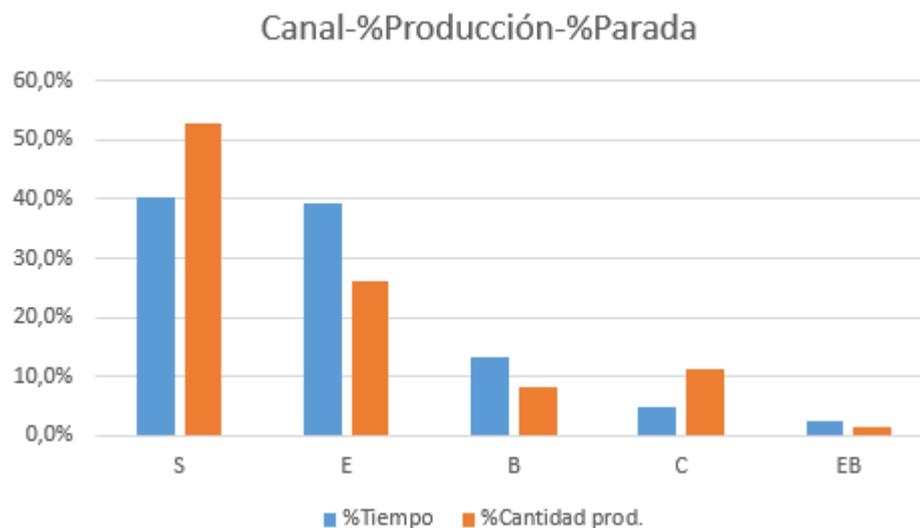
Mes de abril.

Canal	Cantidad planif.	Cantidad prod.	M2 planif.	M2 prod.
S	2753632,00	2022253,00	740643,00	531103,00
E	1388357,00	1004099,00	264767,00	192622,00
B	562050,00	315902,00	174373,00	134272,00
C	453732,00	435781,00	79646,00	58459,00
EB	103744,00	54390,00	34547,00	18635,00
<b>Total</b>	<b>5261515,00</b>	<b>3832425,00</b>	<b>1293976,00</b>	<b>935091,00</b>

**Tabla 42.** Datos canales abril 1. Fuente (Elaboración propia)

Canal	Tiempo paro	%Tiempo	Cantidad prod.	%Cantidad prod.
S	13,42	40,2%	2022253,00	52,8%
E	13,16	39,4%	1004099,00	26,2%
B	4,44	13,3%	315902,00	8,2%
C	1,62	4,9%	435781,00	11,4%
EB	0,75	2,2%	54390,00	1,4%
<b>Total</b>	<b>33,39</b>	<b>100,00%</b>	<b>3832425,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 41.** Datos canales abril 2. Fuente (Elaboración propia)



**Figura 39.** Gráfico comparación canales abril. Fuente (Elaboración propia)



En este último mes de análisis se puede observar similitudes en cuanto a producción, pero un cambio en los tiempos de parada.

El canal S vuelve a ser el canal más utilizado seguido del canal E, como en meses anteriores, pero en este caso el porcentaje de tiempo de parada por atasco sobre el total es mayor en el canal S que en el canal E. (canal S, 40%, y canal E, 39%)

Pero la tendencia es similar a la de meses anteriores ya que se debe tener en cuenta la cantidad producida para poder juzgar correctamente el dato de tiempo de parada por atasco, y en ese caso el canal E vuelve a ser el que mayor tiempo para en relación con la producción. (canal S, 53%, y canal E, 26%)

#### 4.2.4.4. Conclusiones análisis canal

Después del análisis se han obtenido una serie de conclusiones:

- La primera y más clara de todas, el canal E es el canal que mayores pérdidas de tiempo por atasco genera, con una gran diferencia frente a los demás canales.  
Esto se puede deber a que este tipo de cartón ondulado, canal E o micro canal, es el canal con menor altura de onda y por este motivo también es el más duro, con lo cual esto puede ser una respuesta a la gran cantidad de horas de paro por atasco.
- Se puede confirmar que el canal S es el canal más utilizado ya que en todos los meses objeto de estudio ha sido el canal más utilizado, más del 50% de utilización en todos los meses, y ha sido también el segundo que más horas ha perdido por parada con motivo atasco, lo cual es lógico.



## 5. PROPUESTA DE MEJORA. ESTANDARIZACIÓN

Una vez realizados todos los análisis pertinentes se procederá a realizar una propuesta de mejora, en este caso, como el principal problema se centra en un aspecto del proceso, solo habrá una propuesta, pero está contendrá diferentes cambios.

Como ya se ha visto anteriormente el principal problema del proceso se encuentra en los tiempos perdidos, más concretamente en las paradas (atascos y rodillos de salida llenos).

Para poder paliar estas pérdidas de tiempo se ha realizado un benchmarking interno, en el cual se ha estudiado las distintas variables de cada equipo (productividad, paradas y tiempos de setup) y se ha escogido el mejor equipo, el cual ha sido el equipo número dos.

Una vez escogido el equipo “modelo” se ha realizado un análisis de sus procedimientos de trabajo, ya que se ha visto que son los que mejor funcionan, para poder estandarizar este proceso y así los demás equipos puedan trabajar de la misma manera que éste.

Se estandarizarán las actividades que tiene lugar durante la preparación y ajuste del pedido, durante la fabricación del mismo y las que se realizan durante la fabricación de un pedido, pero se necesitan para el siguiente.

Se estructurará en dos partes, en primer lugar, se realizará una recopilación de todas las tareas y operaciones que se realizan y posteriormente se agruparán en los grupos comentados anteriormente.

Una vez esta lista esté finalizada la lista se indicará el número de operarios que realizan cada tarea (cada equipo lo componen 2 operarios), pueden existir casos en los que cada operario esté realizando una actividad diferente, en el caso de que uno la termine y el otro no, el que ha terminado deberá ir a ayudar a su compañero con la tarea.

Cuando esta lista esté finalizada, se procederá a realizar una ilustración para indicar a los operarios que tienen que hacer, en qué momento lo tienen que hacer, si lo deben hacer solo o conjuntamente.

Esta ilustración la compondrá un layout del proceso ( Asahi AP 2100, Göpfert y el partidor y paletizador Alliance), este layout tendrá las tareas a realizar ordenadas en una escala numérica, estas tareas estarán colocadas en el lugar en el que se deban realizar en un recuadro donde estará el número que corresponde a esta tarea u operación, además como se ha comentado anteriormente también estará indicado que operario deberá realizarlo, con lo cual cada operario tendrá un color, y el recuadro



donde se marca la tarea estará relleno de un color u otro, o ambos, dividiendo el recuadro por la diagonal.

### 5.1. Listado de operaciones a realizar

Una vez realizada la explicación de la propuesta, se comenzará con la primera parte, listado de tareas realizadas por el equipo número dos.

Directamente se agruparán en operaciones a realizar durante la preparación y ajuste del pedido, operaciones a realizar durante la fabricación del pedido y finalmente operaciones a realizar durante el pedido para el pedido siguiente.

También habrá un último apartado de buenas prácticas.

- Operaciones para realizar durante la preparación y ajuste del pedido.
  - Retirar cubos de tinta y poner a lavar los tinteros.
  - Retirar y colocar cliché en los cuerpos que corresponda.
  - Colocar cubo de tinta en cada cuerpo. Si no ha dado tiempo anteriormente, control de viscosidad.
  - Ajuste de cajón de entrada.
  - Ayuda en la preparación de la troqueladora, colocación de troquel, pletina, guillotina.
  - Ajuste de transición Göpfert-Asahi AP 2100.
  - Ajuste de impresión. Sacar prueba.
  - Dejar 5-6 unidades en el cajón de la Asahi AP 2100 para ajuste de troquelado.
  - Ajuste de tinta y lecturas en IQC. (Que es IQC)
  - Control calibre con y sin impresión.
  - Rellenar datos control de calidad, pedido anterior.
  - Sacar última etiqueta, pico.
  - Ajuste de cantidades en OMP y cerrar pedido.
  - Selección del pedido a fabricar.
  - Meter plancha en el paletizador.
  - Introducir nuevo pedido en el paletizador.
  - Introducir nuevo pedido en la troqueladora.
  - Sacar troquel.
  - Sacar expulsor.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Sacar guillotina.
  - Sacar pletina.
  - Meter troquel.
  - Meter expulsor.
  - Meter guillotina.
  - Meter pletina.
  - Golpe para la colocación del chanel y retirar gomas.
  - Ajuste de troquelado. Sacar prueba.
- Operaciones para realizar durante la fabricación del pedido.
    - Control de calidad, rellenar datos.
    - Lecturas en IQC.
    - Justificación de paradas.
    - Imprimir etiquetas de pedido.
    - Colocación de esquinas y protecciones en los pallets.
    - Rellenar cubos de tinta cuando sea necesario.
    - Control de planchas de entrada y retirar planchas defectuosas antes de que entren a máquina.
    - Ajuste de velocidades durante la tirada dependiendo del estado de la plancha. Mantener orden y limpieza durante el proceso de fabricación.
- Operaciones para realizar durante la fabricación del pedido para el pedido siguiente.
    - Comprobación datos del pedido en la ficha técnica. Ruta, paletizado, comentarios.
    - Abrir ficha gráfica y plano de troquel.
    - Abrir elemento en IQC.
    - Comprobación de clichés a pie de máquina y desplazarlos ligeramente en el carro.
    - Comprobación de tinta a pie de máquina. Comprobación de viscosidad 16".
    - Revisar troqueles a pie de máquina. Min 2 siguientes.
    - Colocación del troquel en la mesa de la troqueladora.
    - Revisión de estado de gomas y cuchillas.
    - Colocación de chanel sobre los hendidos.



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

- Colocación de expulsores en la plataforma y guillotina en la salida.
  - Indicar última pila en alimentador.
  - Indicar medidas próximo pedido.
  - Comprobación de las medidas y estado de la plancha del próximo pedido.
  - Colocación del escamador a mano.
  - Vaciado de la manta.
  - Vaciado del cajón.
  - Preparación de plancha para paletizar.
- Buenas prácticas
    - Comprobación de viscosidad 16"
    - Mantener cubos de tinta 1/3 volumen aproximadamente, para evitar recircular tinta que no vamos a utilizar, evitando el deterioro de la misma.
    - Especial atención a la tinta negro reciclado, añadir agua si es necesario antes de meter la tinta en el tintero.
    - Especial atención blanco flint, llevar el cubo a 1/3 e ir rellenando con tinta fresca y limpiar
    - los clichés antes de arrancar tras una parada por atasco.
    - Colocar el cubo de tinta con la etiqueta del color visible en todo momento.
    - Limpieza de tinteros, asegurarse de que la nueva tinta no se contamina con el agua de lavado del anterior antes de recircular.
    - Limpieza de clichés antes de fabricar, sobre todo si son clichés nuevos.
    - Asegurarse que la totalidad de las planchas han salido tras un atasco.
    - Valorar la posibilidad de girar las pilas para dejar la teja detrás en caso de atascos por motivo de teja. Incluso retirar material.

Como se puede comprobar a simple vista, el grupo que tiene un mayor número de operaciones y tareas es el primero, operaciones para realizar durante la preparación y ajuste del pedido.

Este primer proceso es el más crítico ya que como tiene el mayor número de operaciones también tendrá un mayor tiempo de inversión, como se ha visto a lo largo



del estudio el tiempo de setup era muy variable entre los equipos y suponía entorno a un 20% en el equipo número 2 y número 1, (25,2 minutos cada preparación), en cambio en el equipo número 3 era una inversión de algo más del 23% (28,1 minutos).

## 5.2. Layout ilustrativo

A continuación, se explicará cómo va a ser el layout ilustrativo propuesto para la estandarización de operaciones y mejora de los tiempos de proceso.

Del listado de operaciones anterior se descartarán las actividades que no sean críticas y el resto indicarán con una clasificación numérica y colores, como se puede ver. (Ver figura 40)

Como se puede observar en la ilustración se han dividido las operaciones en tres grupos (1,2 y 3), y a su vez se han creado subtareas de cada grupo.

Las tareas cuyo recuadro este relleno con el color amarillo, se deberá encargar el responsable de la impresora (Göpfert) y las que están rellenas con el color azul, las deberá realizar el responsable de la troqueladora (Asahi).

En las casillas de las tareas 3.0 y 3.1 se puede observar que están divididas por la diagonal y están rellenas del color amarillo y azul, esto indica que esas tareas se deberán realizar conjuntamente entre los responsables de las dos máquinas.

Como se comentó en la introducción, si el responsable de cualquiera de las máquinas acaba sus tareas, deberá ayudar al otro responsable, aunque en el layout no lo indique.





Leyenda layout ilustrativo.

Grupo 1. (Impresora-Göpfert)

### 1.0

- Comprobación datos del pedido en la ficha técnica. Ruta, paletizado, comentarios.
- Abrir ficha gráfica y plano de troquel.
- Abrir elemento en IQC.

### 1.1

- Comprobación de clichés a pie de máquina y desplazarlos ligeramente en el carro.
- Comprobación de tinta a pie de máquina. Comprobación de viscosidad 16".

### 1.2

- Indicar última pila en alimentador.

### 1.3

- Indicar medidas próximo pedido.
- Comprobación de las medidas y estado de la plancha del próximo pedido.

### 1.4

- Retirar cubos de tinta y poner a lavar los tinteros.
- Retirar y colocar cliché en los cuerpos que corresponda.
- Colocar cubo de tinta en cada cuerpo. Si no ha dado tiempo anteriormente, control de viscosidad.

### 1.5

- Colocación del escamador a mano.
- Vaciado de la manta.

### 1.6

- Seleccionar pedidos a fabricar.

### 1.7

- Ajuste de impresión. Sacar prueba



### 1.8

- Ajuste de tinta y lecturas en IQC.

### 1.9

- Control calibre con y sin impresión.

### 1.10

- Control de calidad, rellenar datos.

### 1.11

- Justificación de paradas.

### 1.12

- Ajuste de cantidades en OMP y cerrar pedido.

### 1.13

- Ayuda en la preparación de la troqueladora, colocación de troquel, pletina, guillotina.

### 1.14

- Rellenar cubos de tinta cuando sea necesario.

### 1.15

- Control de planchas de entrada y retirar planchas defectuosas antes de que entren a máquina.

## Grupo 2. (Troqueladora-Asahi)

### 2.0

- Colocación del troquel en la mesa de la troqueladora.
- Revisión de estado de gomas y cuchillas.
- Colocación de chanel sobre los hendidos.
- Colocación de expulsores en la plataforma y guillotina en la salida.

### 2.1

- Vaciado del cajón.



## 2.2

- Ajuste de cajón de entrada.
- Dejar 5-6 unidades en el cajón de la Asahi AP 2100 para ajuste de troquelado.

## 2.3

- Ajuste de troquelado. Sacar prueba.

## 2.4

- Meter plancha en el paletizador.

## 2.5

- Sacar última etiqueta, pico.
- Imprimir etiquetas de pedido.
- Colocación de esquineras y protecciones en los pallets.

## 2.6

- Preparación de plancha para paletizar.

## 2.7

- Introducir nuevo pedido en el paletizador.

## 2.8

- Selección del pedido a fabricar.

## 2.9

- Introducir nuevo pedido en la troqueladora.

## 2.10

- Revisar troqueles a pie de máquina.

## 2.11

- Golpe para la colocación del chanel y retirar gomas.



## 2.12

- Ajuste de transición Göpfert-Asahi AP 2100

## 2.13

- Ajuste de velocidades durante la tirada dependiendo del estado de la plancha. Mantener orden y limpieza durante el proceso de fabricación.

Grupo 3. (Göpfert-Asahi)

## 3.0

- Sacar troquel.
- Sacar expulsor.
- Sacar guillotina.
- Sacar pletina.

## 3.1

- Meter troquel.
- Meter expulsor.
- Meter guillotina.
- Meter pletina.

Como se puede observar estas operaciones las deberán realizar en conjunto los dos operarios



## 6. CONCLUSIONES

La implantación y puesta en marcha no ha sido posible implantarla ya que en la empresa están haciendo un proyecto de mejora paralelo y han decidido introducir todos los cambios conjuntamente.

El proceso de implantación, se les enseñará a los operarios el layout ilustrativo (ver figura 40), que será impresión en DIN A3 y colocado en el puesto de trabajo de la Asahi AP 2100, y se les explicarán todas las tareas de manera detallada.

En primer lugar, el objetivo principal del trabajo de aumentar la productividad se va a conseguir, pero no hasta el valor objetivo de la empresa, ya que, por más motivos, aparte de los tratados en este trabajo, imposibilitan que se llegue a ese objetivo casi en ningún escenario, el valor de 3000 m<sup>2</sup>/ open hour es demasiado ambicioso.

A lo largo del trabajo se estudia la productividad y finalmente se comprende todo el proceso llegando a entender el porqué de la baja producción, desde el prisma de la pérdida de tiempo.

En el proceso del análisis se comienza con un análisis de la productividad en general y a medida que se avanza, se van obteniendo conclusiones y propuestas de nuevos análisis.

Siguiendo este proceso se llegó a la conclusión de la grandes pérdidas de tiempo, una de las causas es los rodillos llenos, que como se comentó con anterioridad en el verano se introducirá una nueva línea de paletizado junto con un nuevo transfer que agilizará en gran medida la salida a expediciones del material fabricado.

En cuanto a la otra causa, que es el gran problema, se llegó a la conclusión que el problema era de procedimientos, como se ha observado, un equipo trabaja de manera más eficiente con su tiempo que los demás equipos y por tanto el gran problema era de procedimientos y que no estaban estandarizados.

Se espera que con estas dos mejoras se agilice el proceso y la pérdida de tiempo baje de manera considerable.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aroca Aparicio, D. (2018). *Herramientas Lean Manufacturing más importantes y cómo implantarlas*. <https://leanmanufacturing10.com/herramientas-lean-manufacturing-mas-importantes-implantarlas>
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488–1502.
- de Cárdenas Cristia, A. (2006). El benchmarking como herramienta de evaluación. *ACIMED*, 14(4). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352006000400015](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000400015)
- Fonseca Rodríguez, A. (2023). El uso del cartón corrugado y el poliestireno expandido en ambientes escenográficos. *UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL*, 109.
- HERMAVILLA, S. A. (2021). *Göpfert IMPRESSION*. <https://www.hermavilla.com/marcas/impresion-por-ambas-caras/>
- Leonel, I. H., & González, A. (2009). *Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad global del equipo)*.
- Marr, B. (2012). *Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know*.
- Montañés Bernal, A. (2011). *Productividad y empleo II. Tipos de jornada y productividad del trabajo*.
- Pérez Zurita, M. M. (2014). *Estandarización de procesos de la empresa Textiles Técnicos*.
- Rojas Jauregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (2017). Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C Empresa*.
- Sales, P. M. (2013). *Diagrama de Pareto*. <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/diagramapareto.htm>
- Singh, J., & Singh, H. (2009). *Kaizen Philosophy: A Review of Literature*. <http://afr.kaizen.com>;
- Smurfit Kappa*. (2023). <https://www.smurfitkappa.com/>



GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL  
“PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
TROQUELADORA PLANA AUTOMÁTICA ASAHI AP 2100”

---

Soler Gisbert, V., & Raissouni, O. (2014). *Benchmarking, herramienta y control de calidad y mejora continua benchmarking*.  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/50967/Gisbert%3bOmar%20-%20BENCHMARKING%2c%20HERRAMIENTA%20DE%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20Y%20MEJORA%20CONTINUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Trías, M., González, P., Fajardo, S., & Flores, L. (2009). *Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos*.