



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA  
PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA  
BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Química

AUTOR/A: Ferriz González, María del Pilar

Tutor/a: Lo Iacono Ferreira, Vanesa Gladys

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## **Resumen**

### **“OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL”**

El siguiente trabajo tiene como objetivo optimizar la productividad global de la planta de producción de una empresa del sector cosmética, dedicada a la fabricación y comercialización de productos de cosmética y productos de belleza. Para ello, se hará un estudio preliminar con el fin de detectar la línea de producción que repercute de peor manera en la empresa. Se analizarán los balances de materia y energía e identificarán los procesos que admiten mejora. Para mejorar la línea de producción se hará uso de la filosofía Lean Manufacturing, con la cual se conseguirá minimizar las pérdidas en los sistemas de fabricación y maximizar la productividad.

Por otro lado, se utilizará el concepto de simbiosis industrial como eje para desarrollar las propuestas de mejora entre el sector cosmética para así aportar beneficios globales para el sector.

Finalmente, se realizará una propuesta técnica que permita mejorar las líneas de producción de la industria argumentado los cambios aplicados y como repercuten en los resultados.

Palabras Clave: Lean Manufacturing, simbiosis industrial, industria cosmética

## **SUMMARY**

### **“OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION LINE OF A MANUFACTURING PLANT IN THE COSMETIC SECTOR BASED ON INDUSTRIAL SYMBIOSIS”**

The following work aims to optimize the overall productivity of the production plant of a company in the cosmetics sector dedicated to the manufacture and marketing of cosmetics and beauty products. For this, a preliminary study will be conducted to detect the production line with the worst impact on the company. The material and energy balances will be analyzed, and the processes that admit to improvement will be identified. The Lean Manufacturing philosophy will be used to improve the production line, with which it will be possible to minimize losses in manufacturing systems and maximize productivity.

On the other hand, the concept of industrial symbiosis will be used as the axis to develop proposals for improvement in the cosmetics sector to provide global benefits.

Finally, a technical proposal will be made to improve the industry's production lines, arguing the changes applied and how they affect the results.

## **RESUM**

### **“OPTIMITZACIÓ DE LA LÍNIA DE PRODUCCIÓ D'UNA PLANTA DE FABRICACIÓ DEL SECTOR COSMÈTICA BASAT EN SIMBIOSI INDUSTRIAL”**

El següent treball té com objectiu optimitzar la productivitat global de la planta de producció d'una empresa del sector cosmètica, dedicada a la fabricació i comercialització de productes de cosmètica i productes de bellesa. Per a això, es farà un estudi preliminar amb la finalitat de detectar la línia de producció que repercuteix de pitjor manera en l'empresa. S'analitzaran els balanços de matèria i energia i s'identificaran els processos que admeten millora. Per a millorar la línia de producció es farà ús de la filosofia Lean Manufacturing, amb la qual s'aconseguirà minimitzar les perdudes en els sistemes de fabricació i maximitzar la productivitat.

D'altra banda, s'utilitzarà el concepte de simbiosi industrial com a eix per a desenvolupar les propostes de millora entre el sector cosmètica per a així aportar beneficis globals per al sector.

Finalment, es realitzarà una proposta tècnica que permeti millorar les línies de producció de la indústria argumentant els canvis aplicats i com repercuteixen en els resultats.

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>1.1. Descripción del sector</b> .....	8
<b>1.2. Descripción de la empresa</b> .....	8
<b>1.3. Productos y clientes</b> .....	10
<b>1.4. Lean Manufacturing</b> .....	10
<b>1.4.1. Herramienta 5S</b> .....	11
<b>1.4.2. Contenedor rojo</b> .....	12
<b>1.4.3. OK a la primera pieza</b> .....	12
<b>1.4.4. Grupo de mejora</b> .....	13
<b>1.4.5. Kaizen Card</b> .....	13
<b>1.4.6. SMED</b> .....	13
<b>1.5. Residuos y reciclado</b> .....	14
<b>1.6. Simbiosis industrial</b> .....	14
<b>2. OBJETIVO</b> .....	17
<b>2.1. Objetivo general</b> .....	17
<b>2.2. Objetivos específicos</b> .....	17
<b>2.3. Objetivos de desarrollo sostenible</b> .....	17
<b>3. DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	18
<b>3.1. Descripción de los procesos</b> .....	18
<b>3.2. Descripción de la línea a mejorar</b> .....	23
<b>3.2.1. Análisis general</b> .....	23
<b>3.2.2. Análisis de las líneas de producción</b> .....	28
<b>3.3. Aplicación de mejoras en la línea</b> .....	34
<b>3.3.1. Ubicación de la línea</b> .....	34
<b>3.3.2. Aplicación herramientas de Lean Manufacturing</b> .....	36
<b>3.4. Aplicación de Simbiosis industrial</b> .....	42
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	45
<b>4.1. Repercusión de las mejoras de la línea</b> .....	45
<b>4.2. Repercusión de aplicar Simbiosis industrial</b> .....	48
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	50
<b>ANEXOS</b> .....	51
<b>ANEXO I: Estudio de viabilidad económica</b> .....	51

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR  
COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

<b>ANEXO 2: Presupuesto .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO 3: Plano de distribución de la planta. ....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 4: Maquinaria y equipos.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 5: Normas productos cosméticos.....</b>	<b>61</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>63</b>

# OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

## INDICE DE LAS FIGURAS

FIGURA 1: LOGO DE LA EMPRESA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	9
FIGURA 2: DIAGRAMA DE DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	9
FIGURA 3: HERRAMIENTA 5S.....	12
FIGURA 4: PLANTILLA KAIZEN CARD. FUENTE: <a href="https://es.slideshare.net/SlideTeam1/kaizen-planning-implementing-and-controlling-powerpoint-presentation-slides">HTTPS://ES.SLIDESHARE.NET/SLIDETEAM1/KAIZEN-PLANNING-IMPLEMENTING-AND-CONTROLLING-POWERPOINT-PRESENTATION-SLIDES</a> .....	13
FIGURA 5: SIMBIOSIS INDUSTRIAL. FUENTE: WWW.AIDIMME.ES .....	15
FIGURA 6: MEZCLADOR EN LÍNEA DE ALTO CIZALLAMIENTO. FUENTE: WWW.SILVERSON.ES .....	20
FIGURA 7:MEZCLADOR BATCH DE ALTO CIZALLAMIENTO. FUENTE: WWW.SILVERSON.ES .....	20
FIGURA 8: SISTEMA DE MEZCLA POLVO/LÍQUIDO. FUENTE: WWW.SILVERSON.ES.....	21
FIGURA 9: PROCESO PRODUCTIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	22
FIGURA 10: ESQUEMA GAPS Y LÍNEAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	24
FIGURA 11: EVOLUCIÓN DE VENTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	25
FIGURA 12: EVOLUCIÓN DE EMPLEADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	25
FIGURA 13: EVOLUCIÓN TAMAÑO PROMEDIO DE ENVASES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	27
FIGURA 14: EVOLUCIÓN TAMAÑO PROMEDIO DE LOTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	27
FIGURA 15: EVOLUCIÓN PROMEDIO PRODUCTIVIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	27
FIGURA 16: EVOLUCIÓN TAMAÑO ENVASE GAP SÓLIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	28
FIGURA 17: EVOLUCIÓN TAMAÑO LOTE GAP SÓLIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	29
FIGURA 18: EVOLUCIÓN PRODUCTIVIDAD GAP SÓLIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	29
FIGURA 19: EVOLUCIÓN TAMAÑO ENVASE GAP LÍQUIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	30
FIGURA 20: EVOLUCIÓN TAMAÑO LOTE GAP LÍQUIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	30
FIGURA 21: EVOLUCIÓN PRODUCTIVIDAD GAP LÍQUIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	30
FIGURA 22: EVOLUCIÓN TAMAÑO ENVASE GAP ENVASADO PEQUEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	31
FIGURA 23: EVOLUCIÓN TAMAÑO LOTE GAP ENVASADO PEQUEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	31
FIGURA 24: EVOLUCIÓN PRODUCTIVIDAD GAP ENVASADO PEQUEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	32
FIGURA 25: EVOLUCIÓN TAMAÑO ENVASE GAP TINTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	32
FIGURA 26: EVOLUCIÓN TAMAÑO LOTE GAP TINTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	33
FIGURA 27: EVOLUCIÓN PRODUCTIVIDAD GAP TINTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	33
FIGURA 28: MÁQUINA LLENADORA Y TAPONADORA. FUENTE: WWW.OLMOSMAQUINARIA.COM.....	34
FIGURA 29: ESQUEMA LÍNEAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	35
FIGURA 30: ESQUEMA FORMATOS ENVASADORA AUTOMÁTICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	35
FIGURA 31:MAPA DE PROCESOS ENVASADORA AUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	35
FIGURA 32: MATERIAL NO CONFORME. ....	38
FIGURA 33: CAMBIO PREVISTO SMED. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	42
FIGURA 35: EJEMPLO SIMBIOSIS INDUSTRIAL.....	43
FIGURA 36: TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL SECTOR COSMÉTICA.....	51
FIGURA 37: TIPOS DE TRAZOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	58
FIGURA 38: DIAGRAMA RELACIONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	59

# OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

## INDICE DE LAS TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS ANALIZADAS EN EL ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	26
TABLA 2: INCIDENCIAS .....	36
TABLA 3: OPERACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	40
TABLA 4: RESUMEN ACTIVIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	41
TABLA 5: RESUMEN MEJORAS PROPUESTAS SMED. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	42
TABLA 6: MEJORAS DESPUÉS DE APLICAR LAS HERRAMIENTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	45
TABLA 7: INFORMACIÓN DE INCIDENCIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	46
TABLA 8: COSTES DE INCIDENCIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	46
TABLA 9: PREDICCIONES DE INCIDENCIAS EN LOS PRÓXIMOS 3 AÑOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	47
TABLA 10: PREDICCIÓN DE COSTES EN 3 AÑOS FUTUROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	47
TABLA 11: COMPARATIVA DE COSTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	47
TABLA 12: MEJORAS TRAS APLICAR SIMBIOSIS INDUSTRIAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	49
TABLA 13: INVERSIÓN INICIAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	52
TABLA 14: BENEFICIO ANUAL VENTA PRODUCTOS. ....	52
TABLA 15: CALCULO DEL VAN .....	54
TABLA 16: PRESUPUESTO HERRAMIENTAS LEAN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	55
TABLA 17: PRESUPUESTO SIMBIOSIS INDUSTRIAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	55
TABLA 18: IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	57
TABLA 19: MAQUINARIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	60
TABLA 20: EQUIPOS. ELABORACIÓN PROPIA. ....	60



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción del sector

Cabello Perfecto es una empresa nacional con sede en Valencia que fundó hace más de 10 años. La empresa ofrece a diferentes tiendas sus productos de cosmética capilar destinados a proteger y conservar el cabello sano (1). Debido a esto, la empresa pertenece al sector químico, y en concreto al sector cosmético.

El sector químico es uno de los sectores claves de la economía española ya que está en constante crecimiento y a su alrededor hay una importante demanda de servicios avanzados de investigación, innovación, tecnología e ingeniería, por eso, es el primer inversor industrial en I+D+i. (2)

La industria química incluye todas las empresas dedicadas a la producción de productos químicos y productos de caucho y plástico. También, el sector químico es una rama dedicada al proceso de transformación de materias primas naturales y sintéticas mediante la adición de otras sustancias o componentes, modificando su estado natural para obtener productos con determinadas propiedades. (3)

En cuanto a los productos químicos más utilizados en la vida cotidiana encontramos aceites, lubricantes y grasas, desinfectantes, detergentes, disolventes, productos para la limpieza del hogar, fertilizantes e insecticidas. (4)

El sector químico es esencial para el funcionamiento de muchas otras industrias, sin embargo, también plantea preocupaciones medioambientales y de seguridad, ya que la producción de algunos productos puede ser peligrosa si no se maneja de manera adecuada. Algunos de los productos químicos más peligrosos dentro del sector cosmética capilar son los sulfatos, siliconas, perfumes sintéticos, ftalatos y tolueno, sales de aluminio y conservantes. (5)

### 1.2. Descripción de la empresa

Como se ha comentado anteriormente, Cabello Perfecto, es una empresa nacional con sede en Valencia que opera en el sector cosmético. Esta especializada en la producción y venta de productos para el cuidado del cabello.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.



Figura 1: Logo de la empresa. Fuente: elaboración propia

La compañía ofrece una amplia gama de productos para el cuidado del cabello, incluidos champús, acondicionadores, productos para el cuidado del cabello y tintes. Todos sus productos están diseñados para mejorar el aspecto y salud del cabello, ya que utilizan ingredientes naturales y de alta calidad.

En cuanto a la filosofía de la empresa, se basa en el cuidado del cabello de manera saludable y natural, y se preocupa por el bienestar de sus clientes y busca proporcionar soluciones de calidad y asequibles para cualquier tipo de cabello.

La empresa cuenta con un equipo de investigación y desarrollo dedicado a la mejora continua de sus productos, ya que invierte en la última tecnología y en técnicas para desarrollar fórmulas efectivas para el cuidado del cabello.



Figura 2: Diagrama de departamentos de la empresa. Fuente: Elaboración propia

### 1.3. Productos y clientes

Los productos de la empresa se venden en tiendas especializadas de cosmética y también a través de su página web. Algunos de sus productos estrella son el champú hidratante, el acondicionador hidratante, las ampollas reparadoras, el gel moldeador y la espuma anti frizz.

En cuanto a la clientela de la empresa puede variar según el tipo de productos ofrecidos. Por lo general, los clientes de una empresa cosmética capilar pueden ser hombres y mujeres de diferentes edades y niveles socioeconómicos.

Aunque los principales clientes de Cabello Perfecto son grandes distribuidores encargados de abastecer de productos a mayoristas que también trabajan con otros productos del sector, en este caso tiendas de cosmética profesional, y a través de estas tiendas los productos llegan a los clientes finales.

Por otro lado, cabe destacar que la empresa también ejerce de maquila, este proceso consiste en que una empresa contrata a otra empresa para que realice una parte o la totalidad del proceso de producción de un producto, esto sirve principalmente para reducir los tiempos en la elaboración final del producto.

### 1.4. Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing es un modelo de gestión de origen japonés y se originó en el área de producción de Toyota, pero se puede aplicar a diferentes áreas (comercial, financiera, administrativa...). Es una filosofía de gestión que se enfoca en crear procesos para entregar el máximo valor a los clientes usando los recursos mínimos requeridos.

En una empresa con enfoque Lean, el servicio al cliente será el objetivo de las operaciones comerciales, todo lo que el cliente quiera se llamará valor, por lo que todos los procesos deben estar enfocados a crear valor añadido.

Se consideran clientes tanto a los clientes finales como a los intermedios y ambos tendrán sus propios requisitos específicos y lo que valoran. Los objetivos de cualquier proceso deben basarse en las necesidades y valores del cliente. el valor debe estar presente en marketing y ventas, en producción y en calidad. (6)

Hay 3 aspectos principales sobre la filosofía lean los cuales son:

- **Efectividad:** la empresa se debe centrarse en satisfacer los deseos de los clientes.
- **Eficiencia:** se mejoran los procesos para eliminar detalles que no aportan valor para lograr la mayor eficiencia.
- **Innovación:** los propios trabajadores deben ser los que identifiquen los problemas y traten de encontrar soluciones para mejorar la situación. De esta forma, se consigue la búsqueda de la mejora continua, es decir, la búsqueda de la innovación.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Por otro lado, la filosofía de Lean Manufacturing se divide en 7 principios que conviene aplicar en una empresa que persigue dicha filosofía. (7)

1. Hacerlo bien a la primera: Con esto, se logra que no existan errores en el proceso, por lo tanto, es necesario identificar los problemas y solucionarlos desde el principio.
2. Excluir las actividades que no aportan valor: Se excluye o se reduce lo máximo posible cualquier cosa que sea un despilfarro y que no agregue valor a la experiencia del cliente.
3. Mejora continua: Mejorar la calidad del producto final, intentando reducir costes y aumentar la producción.
4. Procesos pull: Este tipo de proceso se basa en la producción bajo demanda, por lo que se reduce el stock.
5. Flexibilidad: se debe tener la capacidad de adaptarse al cambio, durante la producción o en el producto que se está produciendo.
6. Colaborar con los proveedores: consiste en mejorar la relación con los proveedores para recibir ofertas y descuentos a largo plazo.
7. Cambio de enfoque de venta: el lean tiene como objetivo dar soluciones a los clientes, no productos o servicios.

Para aplicar Lean en una empresa existen diversas herramientas, las cuales se distinguen en tres grupos: herramientas de mejora continua, herramientas de flujo continuo y herramientas de control. A continuación, se explicarán las distintas herramientas que se han aplicado en la empresa.

### 1.4.1. Herramienta 5S

La herramienta 5s es una metodología de mejora continua que tiene como objetivo lograr áreas de trabajo eficientes, agilizar procesos y mejorar el orden, la limpieza y la eficiencia en cualquier proceso. Este enfoque permite sitios más eficientes, seguros y convenientes que producen productos y servicios de mayor calidad (8). Las "5s" proviene de las iniciales de cinco palabras japonesas que componen el método:

- SEIRI (Clasificación): En esta fase, todos los elementos innecesarios deben ser eliminados y cada elemento debe colocarse en una ubicación ideal de acuerdo con su uso previsto.
- SEITON (Orden): La siguiente fase es ordenar los elementos definidos como necesarios, determinando su ubicación ideal para cada objeto, teniendo en cuenta el área y frecuencia de uso. Además, se debe restringir el área de trabajo y el área de acceso.
- SEISO (Limpieza): Es necesario limpiar el lugar donde se realiza la técnica, y mantenerlo limpio todos los días para así permitir una rápida detección de defectos y eliminarlos.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- SEIKETSU (Estandarización): Es necesario definir los criterios relacionados con las primeras 3 S, incluidos los gráficos de limpieza que el operador puede completar, o criterios visuales para saber dónde están los objetos, evitando el retroceso.
- SHITSUKE (Disciplina): Es la S que trata de acostumbrar todos estos estándares establecidos para que el uso de la herramienta continúe en el tiempo.



Figura 3: Herramienta 5S.

Fuente: <https://masambiente.cl/5s/>

### 1.4.2. Contenedor rojo

Las mermas se determinan como la pérdida de valor del inventario en un almacén. En otras palabras, la merma es la diferencia entre el inventario reflejado en los registros (inventario teórico) y el inventario real (inventario disponible para la producción). Entonces, cuando ocurre este desajuste, la cantidad de material disponible disminuye. (9)

Con el fin de reducir estas mermas, se usan los contenedores rojos, cuyo propósito es analizar los errores diariamente para que los problemas de calidad puedan detectarse temprano y resolverse más fácilmente.

### 1.4.3. OK a la primera pieza

El OK de arranque es una herramienta utilizada por la industria para garantizar la calidad y seguridad del producto, reduciendo así el número de accidentes.

Los cambios o interrupciones en la producción pueden producir situaciones de riesgo para la calidad del producto o proceso, por lo que el propósito de la herramienta es comprobar que tanto el medio como los componentes cumplen con las especificaciones antes de que comience la producción.

#### 1.4.4. Grupo de mejora

Un Equipo de mejora consta de grupo reducido de personas con habilidades complementarias que se ofrecen como voluntarios para proponer conjuntamente mejoras de procesos utilizando un enfoque estructurado y criterios de desempeño, y que son mutuamente responsables de lograr esas mejoras. (10)

#### 1.4.5. Kaizen Card

Kaizen es una herramienta de visualización para procesos de mejora continua de Lean Manufacturing para eliminar los desperdicios (defectos, sobreproducción, tiempo de espera, talento no utilizado, transporte, inventario, movimiento y procesamiento adicional). Las tarjetas Kaizen se usan para documentar e identificar problemas encontrados durante la producción y asignar responsabilidades para resolverlos. (11)

Kaizen Report Form			
Team members:		Area / Location:	
Problem Description:		Solution Description	
<b>Before</b>		<b>After</b>	
Describe The Before Condition – Show Any Pictures Here		Describe The After Condition – Show Any Pictures Here	
Cost / Benefit Analysis		Implementation Date	
Benefit Description		Implementation Status	

Figura 4: Plantilla Kaizen Card.

Fuente: <https://es.slideshare.net/SlideTeam1/kaizen-planning-implementing-and-controlling-powerpoint-presentation-slides>

#### 1.4.6. SMED

El intercambio de troqueles en un minuto (SMED) es una herramienta Lean que se utiliza en la fabricación para reducir el tiempo de cambio de equipo. El objetivo de SMED es realizar tantas operaciones como sea posible mientras la máquina está funcionando (o procesando) para ahorrar tiempo y pasar rápidamente al procesamiento del siguiente producto. (12)

Con esta técnica también conseguimos convertir el tiempo improductivo en tiempo productivo y aparte se puede manejar lotes de producción más pequeños.

## 1.5. Residuos y reciclado

La empresa se preocupa por el medioambiente y la sostenibilidad. Es por esto, que la empresa usa envases reciclables y ecológicos como puede ser el aluminio que es una buena alternativa al plástico, al igual que busca reducir su huella de carbono en todas las etapas de producción. Además, la empresa colabora con organizaciones sin fines de lucro para mejorar la calidad de vida de las personas que sufren de pérdida de cabello debido a enfermedades.

Una de las soluciones que ha encontrado la empresa para reducir el impacto medioambiental es el concepto de refill, que incluye la capacidad de reutilizar nuestros propios envases vacíos para llenarlos en el punto de venta con cosmética a granel. De esta forma, se podrá reducir notoriamente la producción y el volumen de residuos, que es uno de los mayores problemas ambientales en la actualidad. (13)

Por otro lado, la empresa también se centra en la biodegradabilidad, la cual trata de encontrar materiales que sean capaces de degradarse y “desaparecer” en el medio ambiente y en menos tiempo, para que la naturaleza pueda regenerarse sin la presencia de este material. La madera, el papel sin excesivos blanqueantes o las fibras vegetales son los materiales más utilizados e investigados hoy en día.

Los residuos que principalmente genera la empresa son residuos plásticos por el envasado de sus productos. (14)

También pueden generar ciertos residuos sanitarios por el uso de sustancias químicas o biológicas en la fabricación o importación de cosméticos (15). Como puede ser el caso de las aguas residuales, que están compuestas por sólidos en suspensión, demanda química de oxígeno, aceites y grasas. (16)

Los residuos que no se pueden reutilizar en la empresa se usan para simbiosis industrial y de este modo, otras empresas se aprovechan de estos residuos.

## 1.6. Simbiosis industrial

La simbiosis industrial viene definida en el diccionario de la RAE (Real Academia Española) como la “Asociación de individuos animales o vegetales de diferentes especies, sobre todo si los simbiotes sacan provecho de la vida en común” (17). Esta definición presenta una de las características claves de la simbiosis, que es sacar beneficio a través de la cooperación entre empresas.

Dicha cooperación entre empresas es la responsable de reducir el consumo de recursos y los costes de eliminación de subproductos, excedentes y desechos. También, se reduce la cantidad de residuos en los vertederos y las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que todo esto ofrece beneficios para el medio ambiente.

Para optimizar los procesos productivos a través de la simbiosis industrial se define un balance de materia, en el cual hay que tener en cuenta los flujos de materiales que entran y salen del sistema, de esta manera se minimizan los residuos.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

La ecuación del balance de materia es la siguiente:

$$\text{Entrada} - \text{Salida} + \text{Generación} = \text{Acumulación}$$

Donde:

*Entrada: Materias primas y agua*

*Salida: Residuos Generales*

*Generación: Producto final*

*Acumulación: Materias primas y agua en menor cantidad*

La simbiosis acepta transacciones entre empresas participantes de tal manera que el flujo de salida de una empresa es apto como flujo de entrada de otra empresa, como se observa en Figura 5. Este emparejamiento o “alineación” se conoce como “creación de sinergia” porque el beneficio global de tal arreglo es mayor que la suma de sus beneficios individuales, lo que resulta en una gran ventaja competitiva. (18)

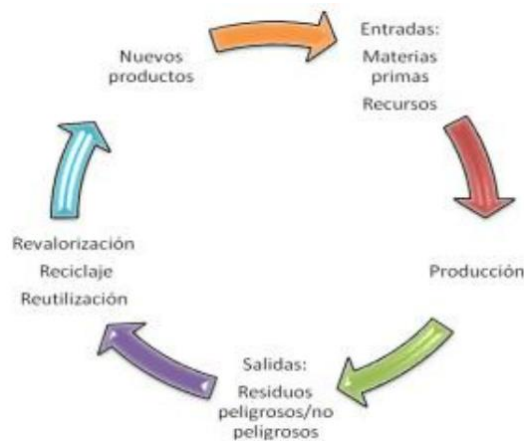


Figura 5: Simbiosis industrial. Fuente: [www.aidimme.es](http://www.aidimme.es)

El mecanismo principal de la simbiosis industrial es la creación de sinergia. Dependiendo de la naturaleza del contenido compartido, es decir, recursos, tenemos: (19)

- Sinergias de subproductos y residuos: el flujo de producción de una empresa es utilizado como materia prima por otra empresa, ya sea como materia prima o como aditivo. Este tipo de relación entre empresas se desarrolla en un parque industrial cerrado.



## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Sinergias de servicios públicos e infraestructuras: incluyen uso y gestión conjunta de energía, agua, electricidad, calor, tratamiento conjunto de misiones (agua y aire), instalaciones de procesamiento y tratamiento y contratación de servicios conjuntos (inspección, recogida de residuos, mantenimiento de locales, etc.).
- Sinergia de conocimientos: la formación de redes industriales simbióticas para desarrollar e implementar conocimiento es fundamental en el proceso de creación y gestión de nuevos productos, servicios y mercados.

Por otro lado, el efecto sinérgico creado por la simbiosis industrial también se puede clasificar según el tipo de actividad resultante de la cooperación de empresas: (20)

- Sinergia mutua: Basada en el uso de servicios e instalaciones compartidos.
- Sinergias de sustitución. Basada en la reutilización de corrientes residuales como sustituto de materias primas.
- Sinergias de génesis. Crear nuevas actividades para satisfacer la necesidad de reutilización del flujo de recursos.

La simbiosis industrial es una disciplina de la ecología industrial, su aplicación en la industria consiste en crear modelos de negocio basado en la cooperación de diferentes actores y dar a cada uno de ellos ventajas relacionadas con la situación de partida. La cooperación puede ser de intercambio o colaboraciones en función de compartir herramientas, servicios o información (21). De esta forma, además de lograr beneficios y realizar los propios intereses, también pretende reducir el impacto ambiental de los sistemas industriales y contribuir al desarrollo sostenible.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. Objetivo general

El objetivo principal del trabajo es mejorar la productividad global de la empresa Cabello Perfecto (dedicada a productos capilares) empleando distintas mejoras en las líneas de producción mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing. También se aplicarán los principios de simbiosis industrial para poder beneficiar a la empresa y al sector.

### 2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Identificar las oportunidades de simbiosis industrial entre las empresas del sector cosmética y otros sectores afines.
- Analizar los flujos de materiales, energía y residuos en la línea de producción actual y proponer mejoras para optimizarlos.
- Diseñar e implementar un plan de acción para la transición hacia una línea de producción más eficiente y sostenible basada en simbiosis industrial.
- Evaluar los beneficios económicos, ambientales y sociales de la optimización de la línea de producción basada en la simbiosis industrial.

### 2.3. Objetivos de desarrollo sostenible

El actual proyecto pretende abordar los siguientes objetivos: (22)

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante, debido a que gracias a la simbiosis la empresa compartirá energía, lo que hará que se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Objetivo 12: Producción y consumo responsables, ya que el proyecto fomenta el reciclaje de materias primas con la utilización de simbiosis industrial, de manera que se consuman los mínimos recursos naturales vírgenes.
- Objetivo 13: Acción por el clima, debido a que se usarán materias primas provenientes de residuos de otras empresas y esto disminuirá el cambio climático.

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1. Descripción de los procesos

Un proceso es la ejecución de un conjunto de actividades, que siguiendo un orden y haciendo uso de diferentes recursos logran conseguir su objetivo. Los procesos deben estar bien definidos y documentados para garantizar la calidad y la eficiencia de la empresa. (23)

La empresa se dedica a la investigación y desarrollo de sus procesos de fabricación para mejorar y optimizar su rendimiento, y a la vez, cumplir con las más estrictas normativas medioambientales. También, el departamento de control de calidad contribuye a la mejora diaria de los productos desarrollados.

Además de cumplir con las normativas medioambientales, la empresa colabora con otras empresas del sector y de otros sectores para desarrollar proyectos conjuntos que mejoran los procesos y actividades industriales. Esto se logra mediante la creación de sinergias entre departamentos internos y la coordinación de la investigación biológica y ensayos de productos y formulaciones.

En general, el proceso de producción de cosméticos se puede resumir en material de empaque, mezclado y envasado.

Los procesos de producción estándar de la industria cosmética se clasifican de la siguiente manera: (24)

- Materias primas:
- Creación de Principios activos:
- Formulación I+D+I:
- Fabricación:
- Envasado y etiquetado:
- Control de calidad:
- Distribución:

Las materias primas son los componentes fundamentales que se modifican para ser incorporados a un producto manufacturado. Los cosméticos naturales utilizan ingredientes como emulsionantes, tensioactivos y conservantes, y deben obtenerse de proveedores calificados que mantengan la calidad y la responsabilidad frente a medidas de mercado cada vez más estrictas.

En el caso de la empresa, para producir el champú utilizan tensioactivos, agentes acondicionadores y muchos otros ingredientes en una base acuosa. Dependiendo de las materias primas utilizadas, se pueden crear distintos tipos de champús y acondicionadores, estos pueden ser tratamientos de la caspa, protección UV y productos "medicinales". (25)

Los ingredientes principales que forman parte de los distintos productos son los siguientes:

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Agua: aproximadamente entre el 50-60 % del producto consiste en agua desionizada. La función de dicha agua es asegurar que se minimice la degradación bacteriana.
- Tensioactivos: es el principal agente de limpieza, actúan como emulsionantes y como humectantes, además crean espuma y aumentan la viscosidad del producto. Algunos tienen propiedades acondicionadoras. Dependiendo del tipo de producto deseado, los tensioactivos pueden presentarse en varias formas y pueden estar en una concentración de alrededor del 25-30% o en una forma altamente activa (alrededor del 70%).
- Acondicionadores: los aceites grasos, los alcoholes y las ceras se añaden tradicionalmente al champú, pero hoy en día cada vez se utilizan más proteínas y siliconas. Estos proporcionan varios efectos, como las proteínas que hidratan el cabello seco y aumentan la fuerza y el volumen del cabello, mientras que las siliconas reducen la irritación causada por los tensioactivos, aumentan la densidad y estabilidad del cabello, hacen espuma y mejoran la facilidad de peinado.
- Modificadores de viscosidad: el cloruro de sodio es el agente espesante tradicional y todavía se usa, aunque es menos efectivo, en algunos sistemas de aditivos y tensioactivos. Como resultado, cada vez se hace un uso mayor de diversos carbómeros, polímeros celulósicos, compuestos de gomas y espesantes a base de polietilenglicol.
- Ajustador de pH: el pH se ajusta entre 5 y 6 mediante la adición de ácido cítrico, que es el encargado de equilibrar el producto y generalmente proviene de plantas o frutas que permiten nutrir el cabello.

Una vez se ha explicado las distintas materias primas que se utilizan en los procesos de fabricación de los productos, se va a explicar el proceso de mezclado.

El proceso de mezclado incluye la revisión de los ingredientes, preparación, vertido, mezclado, revisión y análisis de la mezcla antes de su entrega al área de llenado y también consiste en la homogenización de las materias primas. Este proceso se realiza según las especificaciones del programa de producto para obtener las características específicas de cada producto, como la consistencia, la uniformidad o el color. Existen distintas máquinas mezcladoras de palas para la fabricación de todo tipo de cremas y geles. El proceso de fabricación típico utilizado es el siguiente:

- Se agrega agua al recipiente de procesamiento. Por lo general, se calienta a 55-60 °C (130-140 °F) para ayudar a disolver/hidratar otros ingredientes.
- El primer ingrediente que se agrega suele ser un tensioactivo, ya que algunos aditivos, especialmente aquellos que afectan la viscosidad, pueden dificultar la disolución de los tensioactivos.
- Después, se añaden los acondicionadores y otros ingredientes.
- Se ajusta el pH al nivel deseado.
- Por último, se adiciona el cloruro de sodio u otro agente modificador de la viscosidad y el olor y el color.

Para este proceso de mezclado se utilizan mezcladores en línea de alto cizallamiento y también se usan mezcladores de inversión o el sistema de mezcla de polvo/líquido: (25)

- Mezcladores en línea de alto cizallamiento:
  - Disponible para recirculación o mezcla continua.
  - Ideal para grandes volúmenes.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Se adapta fácilmente a los procesos existentes sin aireación.
- Los componentes se pueden agregar a través del colector para automatizar el proceso.

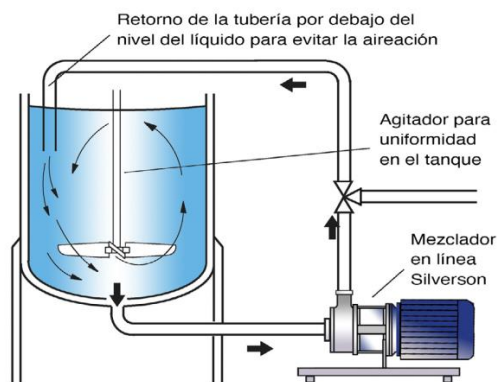


Figura 6: Mezclador en línea de alto cizallamiento. Fuente: [www.silverson.es](http://www.silverson.es)

### - Mezcladores batch de alto cizallamiento:

- Para lotes de hasta 1000 litros.
- Se pueden utilizar junto con soportes de suelo móviles.
- El sello puede operar bajo presión/vacío.
- Un pequeño dispositivo que se puede utilizar para investigación y desarrollo y producción piloto.

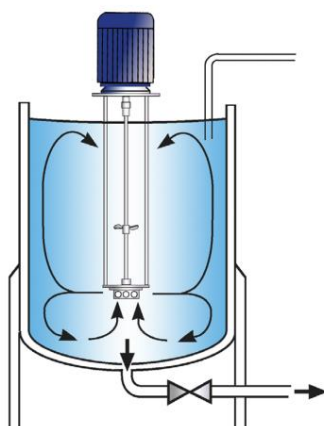


Figura 7: Mezclador batch de alto cizallamiento. Fuente: [www.silverson.es](http://www.silverson.es)

### - Mezcladores de polvo/líquido:

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Ideal para grandes volúmenes.
- Los líquidos viscosos y geles se pueden introducir en el sistema a través de un embudo o también se pueden bombear directamente al flujo de líquido a través del colector.
- Mínima aireación y requisitos de limpieza, por lo que hay una mínima presencia del operador.
- Adecuados para mezclas de alta viscosidad y para operar a altas temperaturas.

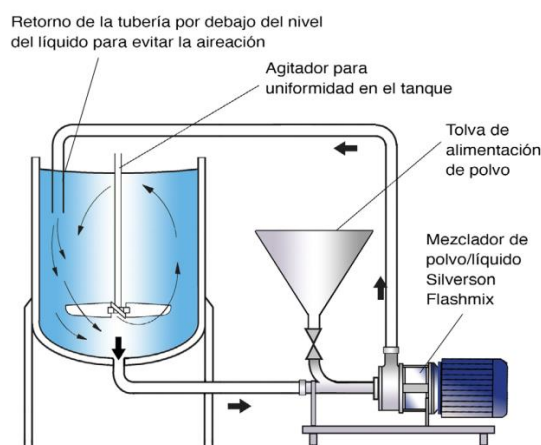


Figura 8: Sistema de mezcla polvo/líquido. Fuente: [www.silverson.es](http://www.silverson.es)

Después del proceso de mezclado, se pasa al proceso de envasado, que incluye la inspección de las máquinas, el llenado, el empaque y el sellado para finalmente ir al almacenamiento. Para el envasado de cosméticos se divide, por un lado, en líquidos y, por otro lado, en cremas de baja viscosidad.

A continuación, se hablará del material de empaque en los procesos de fabricación, ya que son muy importantes a la hora de mantener y proteger el producto terminado en perfecto estado.

Los materiales de empaque más utilizados son el film retráctil, las cajas de cartón y el plástico stretch. Estos materiales tienen un gran impacto en el costo de producción, por lo que, durante el proceso, no se debe sobre empaquetar o empaquetar incorrectamente el producto, ya que esto puede dañarlo.

A la hora del envasado se distinguen dos áreas, las cuales son:

- Área de llenado: el proceso de llenado consiste en recolectar el contenido neto del producto en envases para su posterior comercialización, los cuales pueden ser envases de vidrio, plástico PET, tubos o galones plásticos.
- Área de etiquetado: durante el proceso de etiquetado, se debe colocar una etiqueta en el producto que contenga toda la información sobre el producto, como la marca, ingredientes, registros sanitarios, recomendaciones de uso, precauciones, etc. Las etiquetas también pueden ser mangas termo incogibles, que se adhieren al envase para hacer que el producto sea más atractivo para los consumidores. El proceso también incluye la colocación de productos en cajas individuales para la venta.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Otra etapa importante en los procesos de fabricación es el control de calidad, que incluye análisis en las etapas inicial, intermedia y final del proceso de mezclado de la materia prima para asegurar el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por las normas de calidad.

Seguidamente, el almacenamiento del producto terminado deberá realizarse de acuerdo con el método de envío de la orden de ventas. Debe secuenciarse de acuerdo con la rotación del producto, lo que organiza el producto en segmentos y hace que el procesamiento del producto terminado sea más eficiente. El área de almacenamiento alberga el área de empaque, donde se lleva a cabo el proceso de empaque, incluida la preparación de pedidos minoristas para su posterior distribución.

El siguiente diagrama de flujo (Figura 9) muestra el proceso productivo del producto:

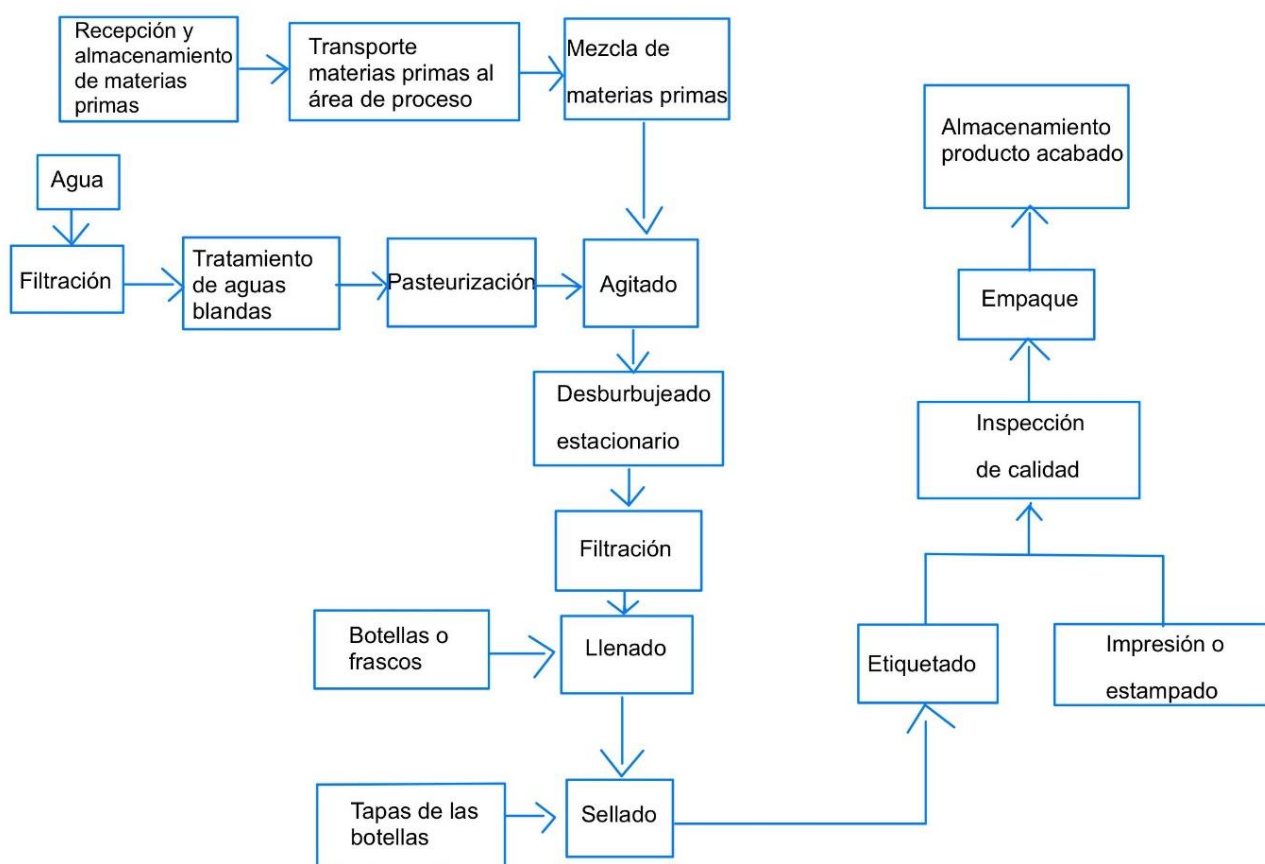


Figura 9: Proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

Por último, hay una serie de cumplimientos para los procesos de fabricación:

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Renovación del aire: es necesaria una buena ventilación para garantizar que el aire inhalado sea de alta calidad y no afecte la salud humana y la seguridad del producto.
- Iluminación: en naves industriales, cada zona de trabajo debe estar óptimamente iluminada al menos coste posible.
- Iluminación artificial: se utiliza para garantizar la producción en turnos 24\*24 en las fábricas o como complemento de la iluminación natural.
- Pisos industriales: diseñados para trasladar la carga sobre ellos hacia abajo y proporcionar una superficie de uso lisa, fácil de limpiar y mantenimiento de bajo costo.
- Control de ruido: la exposición a niveles de ruido superiores a 90 decibelios en instalaciones industriales puede ser perjudicial para la salud si continúa durante exposiciones prolongadas. Un trabajador en una sala de producción estaría expuesto a un promedio de 3 horas de ruido a 85 decibeles (mezclado), 3 horas a 90 decibeles (llenado) y 2 horas a 60 decibeles en promedio.
- Limpieza y sanitización: es de gran importancia en el proceso de producción, ya que se deben controlar las reacciones químicas durante la mezcla y el envasado. En cuanto a la limpieza, el proceso remueve y elimina la suciedad de las superficies que lo necesitan, y debe realizarse al final de cada etapa del proceso de fabricación, es decir, a diario.
- Controles de limpieza y desinfección: para estos controles, se recomienda utilizar una lista de verificación para calificar cada factor a considerar.
- Seguridad y salud en el trabajo: la seguridad industrial es la aplicación de la tecnología para reducir, controlar y prevenir accidentes o enfermedades profesionales. Lograr este objetivo requiere una investigación laboral para examinar críticamente los patrones de trabajo existentes y determinar la cantidad de tiempo que los empleados dedican a una tarea.
- Equipo de protección personal para procesos productivos: son dispositivos que están diseñados para proteger la integridad física de los trabajadores en el lugar de trabajo. Deben diseñarse de acuerdo con las actividades de riesgo realizadas durante la jornada laboral. Estos pueden ser guantes, respiradores, gafas, cascos o zapatos.

### 3.2. Descripción de la línea a mejorar

#### 3.2.1. Análisis general

En este apartado se va a presentar la situación actual de la empresa y se van a evaluar los diversos aspectos que son cruciales en la elección de una línea para mejorar su productividad.

En primer lugar, dentro de la compañía podemos distinguir las siguientes líneas, agrupados por GAPS entre sólidos, líquidos, pequeños envasados y tintes. Los GAPS son una forma de clasificar las líneas de producción según los tipos de productos que se fabrican, se utilizan para optimizar la producción en serie o en cadena de la mayor parte de los procesos que intervienen en la fabricación o generación de cada unidad. También incluye el diseño y organización de los sistemas de producción en partes separadas, independientes y dinámicas: (26)

A continuación, se van a describir las líneas de la compañía que se han nombrado anteriormente:



## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Sólidos: los champús sólidos son formas concentradas de champús líquidos y se originan a partir de errores de formulación en los champús líquidos más nuevos. En términos generales, un champú sólido equivale a 2-3 botellas de champú líquido, ya que este champú en barras tiende a durar más. Su forma sostenible es más respetuosa con el medio ambiente y realiza las mismas funciones que los champús tradicionales. (27)
- Líquidos: en cuanto a los líquidos, cubren la mayoría de los diferentes tipos de champús y acondicionadores que fabrica la empresa. Estos productos son líquidos muy viscosos, ya que como se puede observar, son difíciles de mover y no se derraman tan fácilmente.
- Envasado pequeño: se refiere a la producción de productos para el cabello de la compañía, pero en envases pequeños. Estos envases varían en tamaño y forma dependiendo del producto específico que se está produciendo. Dentro de esta línea, se encuentran también los envases ecológicos,
- Tintes: estos productos se utilizan para cambiar el color del cabello y se clasifican en temporales, semipermanentes o permanentes, y sus efectos pueden variar según los ingredientes de su composición.

Para verlo de una forma más clara se muestra el siguiente esquema:

SÓLIDOS	LÍQUIDOS
Formulado y envasado (cajas de 50 a 200 gramos) Pastillas Barras	Formulado y envasado (envases de 300 ml a 2 L) Envasado automático (llenadora y taponadora) Líquidos emulsionables
ENVASADO PEQUEÑO	TINTES
Envasado en formatos pequeños Fracos (50 ml a 100 ml) Envases Eco	Formulado y envasado (50 a 200 ml) Temporales Permanentes

Figura 10: Esquema GAPS y líneas. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el esquema anterior, la empresa consta de cuatro GAPS, donde se agrupan las diferentes líneas de producción según las características de los productos. Son las líneas correspondientes a estos cuatro GAPS las que componen el volumen total de la planta de producción.

Para entender mejor la situación se ha procedido a hacer un estudio sobre la evolución de ventas: (28)

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.



Figura 11: Evolución de ventas. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en Figura 11, en el año 2020, año marcado por la pandemia de COVID-19, se produjo en la empresa una disminución bastante notoria en el valor de las ventas con respecto al año 2019, siendo esta variación del -8.88%. Sin embargo, al año siguiente, en 2021, se demostró que era posible la recuperación económica ya que hubo una variación positiva del 4.93%.

Por otro lado, se ha hecho un estudio sobre la evolución de los empleados, la cual ha sido:

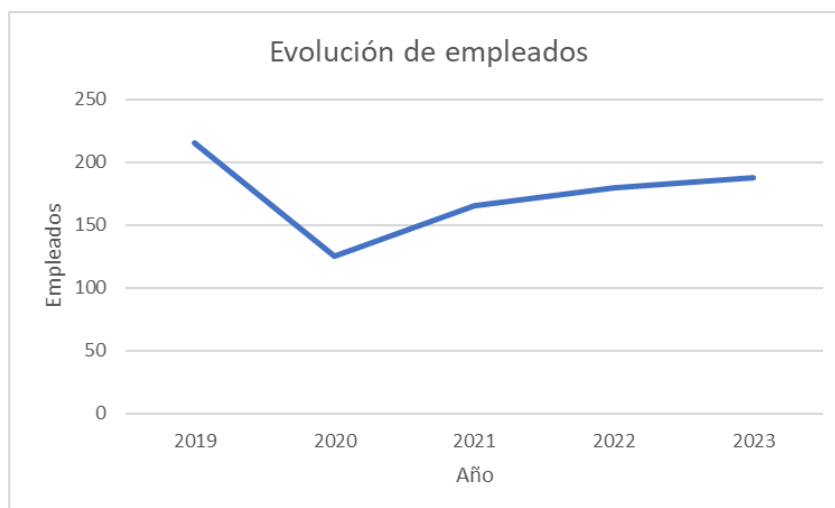


Figura 12: Evolución de empleados. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en Figura 12, el número de empleados disminuyó ligeramente respecto al año 2019, esto es debido, como se ha comentado anteriormente, a la pandemia. No obstante, se aprecia que en el año siguiente el número de empleados aumentó considerablemente.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Se han distinguido diversas variables que se considera que tienen mayor influencia en el análisis situacional y son:

Tabla 1: Características analizadas en el estudio. Fuente: Elaboración propia

Toneladas por mano de obra empleada (t/Persona)
Tamaño de lote medio (KG)
Tamaño promedio del envase (L o KG)

Una vez definidas las variables que se consideran que tienen un gran impacto, el siguiente paso es analizarlas y comprenderlas. El tonelaje medio producido de la mano de obra empleada se ha calculado teniendo en cuenta la productividad, que ha sido el factor determinante para este estudio y en la selección de la línea de producción a mejorar. Para calcular la productividad se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- La empresa produce 24700 toneladas de productos en un año.
- Trabajan 50 empleados directos.
- Cada empleado trabaja 2080 horas al año.
- Los trabajadores tienen una jornada laboral de 8 horas diarias.

Para calcular las horas trabajadas por empleado al año:

$$8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \cdot 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} \cdot 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 2080 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Una vez calculadas las horas que trabaja un empleado al año, se calcula la Mano de Obra Directa:

$$MOD = \frac{50 \cdot 2080}{8} = 13000 \text{ MOD}$$

La fórmula para calcular la productividad en la empresa es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{MOD}} = \frac{24700}{13000} = 1.9 \frac{t}{\text{MOD}}$$

También se ha procedido a calcular el desarrollo del tamaño de envase y el del tamaño de lote.

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.



Figura 13: Evolución tamaño promedio de envases. Fuente: Elaboración propia

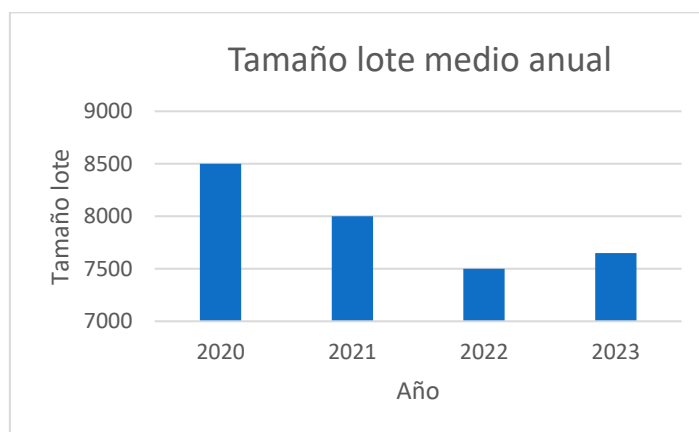


Figura 14: Evolución tamaño promedio de lote. Fuente: Elaboración propia

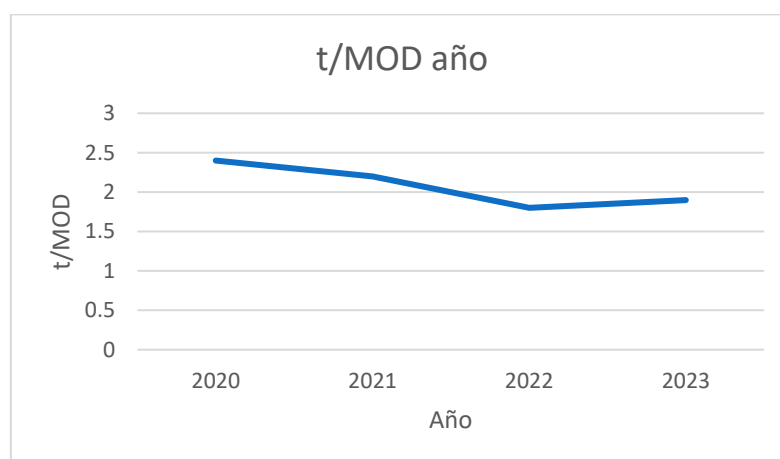


Figura 15: Evolución promedio productividad. Fuente: Elaboración propia

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Después de efectuar esta parte del estudio, se puede observar una disminución en el tamaño promedio del envase y también una disminución del tamaño del lote. Esto se debe a las nuevas tendencias del mercado que los clientes han sugerido, que evolucionan hacia un envasado de tamaño más reducido y tiempos de producción más cortos.

Esta nueva tendencia se trata de que los clientes se adapten a sus necesidades para reducir el inventario, adaptándose así al consumo y las necesidades del cliente, ordenando los productos que necesitan en el momento adecuado y en la cantidad adecuada. De esta forma, se elimina el problema de producir grandes lotes que deben inventariarse en los almacenes. Este método de trabajo se basa en la filosofía Lean, la cual considera que hay que reducir al máximo el inventario, una cultura que se está implantando en cada vez más empresas para que la tendencia general en cualquier mercado siga evolucionando de manera similar a la descrita anteriormente. (29)

En cuanto al tamaño de los envases, a medida que ha ido mejorando la composición de los productos en la industria cosmética, las dosis de estos productos se han vuelto cada vez más concentradas, dando un mismo producto con la misma función, pero en tamaños más pequeños, haciéndolo más cómodo de usar.

Por lo tanto, la productividad general de la compañía se ve afectada negativamente, ya que se debe realizar una mayor limpieza y preparación de las líneas, lo que requiere más recursos y una mayor carga de trabajo.

### 3.2.2. Análisis de las líneas de producción

El siguiente paso en la investigación es el análisis de los GAPS de la empresa. Para este propósito, se analizaron los mismos parámetros que se revisaron anteriormente.

Para empezar, se analizaron los parámetros del GAP de sólidos, los cuales se representan en las siguientes graficas:

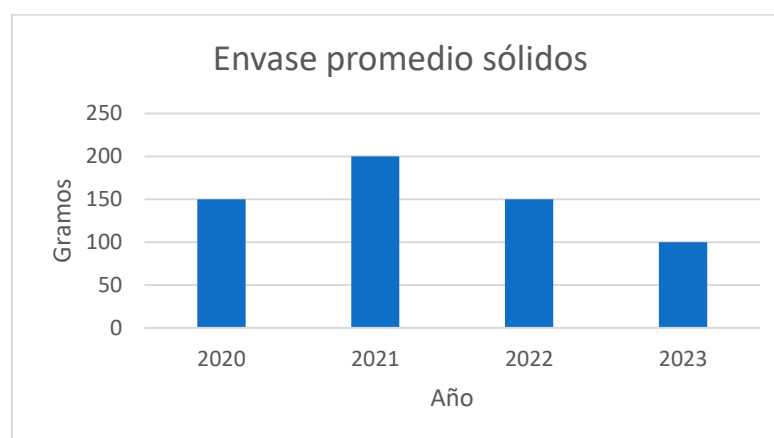


Figura 16: Evolución tamaño envase GAP sólidos. Fuente: Elaboración propia.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

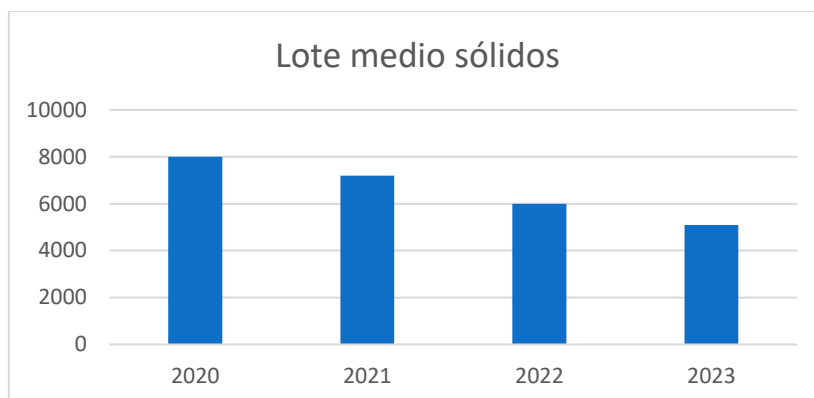


Figura 17: Evolución tamaño lote GAP sólidos. Fuente: Elaboración propia.

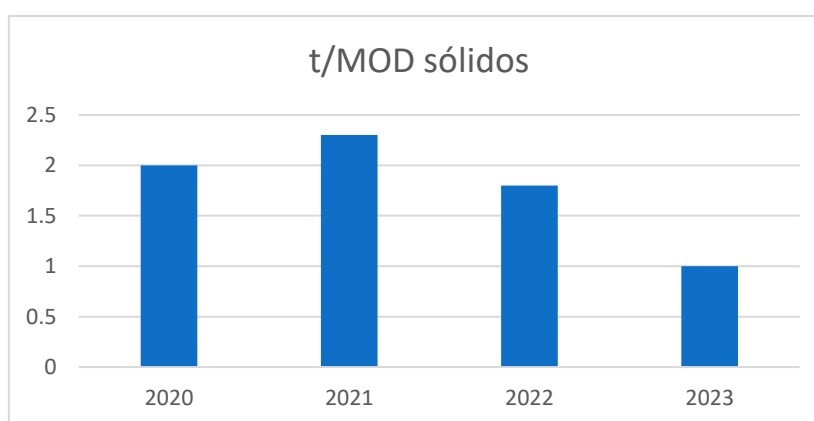


Figura 18: Evolución productividad GAP sólidos. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en las gráficas anteriores, tanto el tamaño de lote (Figura 17) como el tamaño de envases (Figura 16) han disminuido este último año y, por lo tanto, también ha disminuido la productividad (Figura 18) debido a que se requiere más mano de obra para producir menos. También, se observa que el tamaño de envase es el que más ha disminuido respecto al año anterior de todos los GAPS.

Después, se ha obtenido el siguiente resultado de los parámetros del GAP de líquidos:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

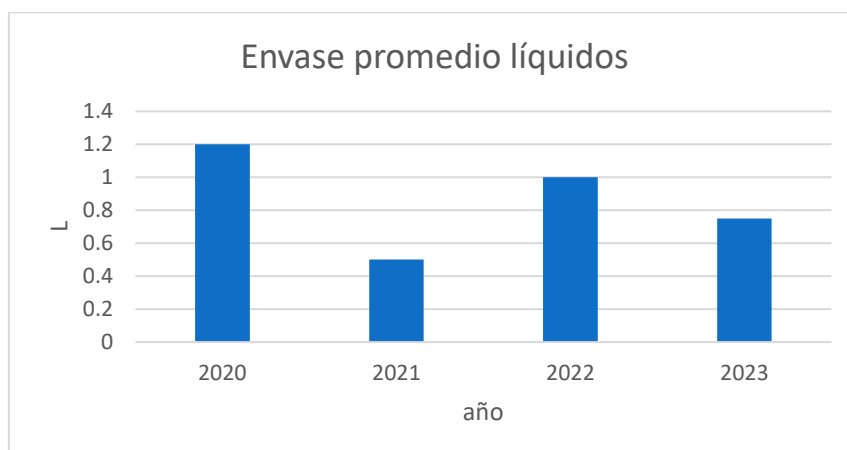


Figura 19: Evolución tamaño envase GAP líquidos. Fuente: Elaboración propia.

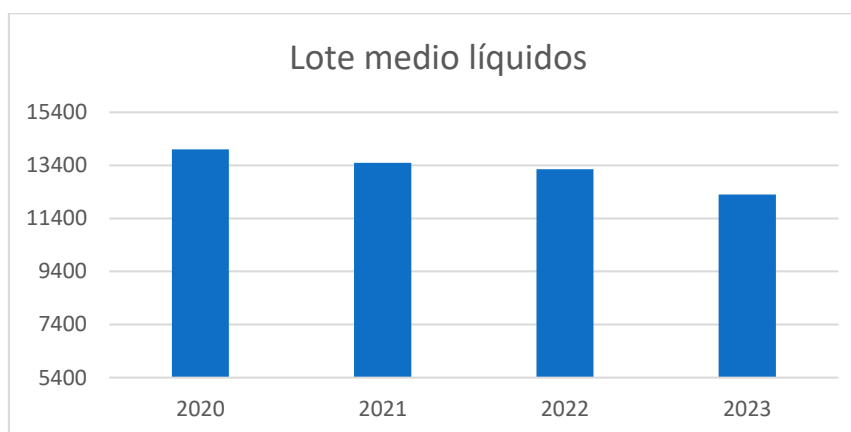


Figura 20: Evolución tamaño lote GAP líquidos. Fuente: Elaboración propia.

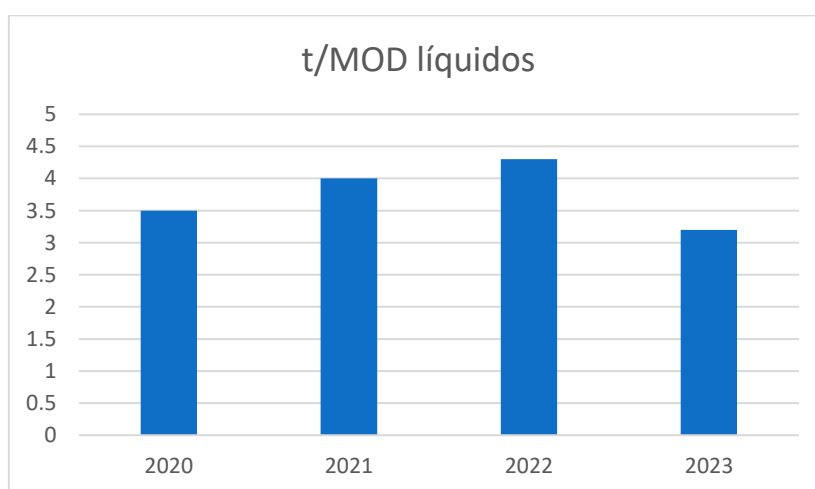


Figura 21: Evolución productividad GAP líquidos. Fuente: Elaboración propia.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Para Figura 19 y Figura 20, se puede observar lo mismo que en el GAP de sólidos, que disminuye el tamaño de envase y el tamaño de lote, lo que provoca que la productividad se vea reducida respecto al año anterior.

A continuación, se han obtenido los siguientes datos del GAP de envasado pequeño:



Figura 22: Evolución tamaño envase GAP envasado pequeño. Fuente: Elaboración propia.

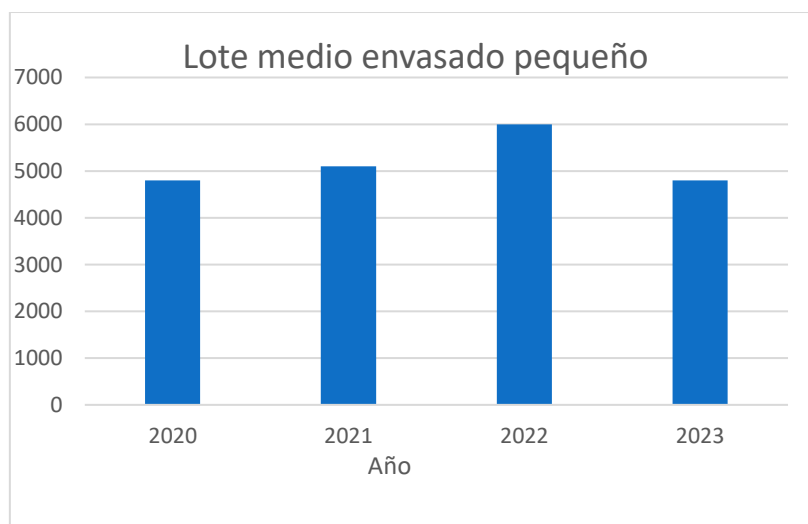


Figura 23: Evolución tamaño lote GAP envasado pequeño. Fuente: Elaboración propia.



## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

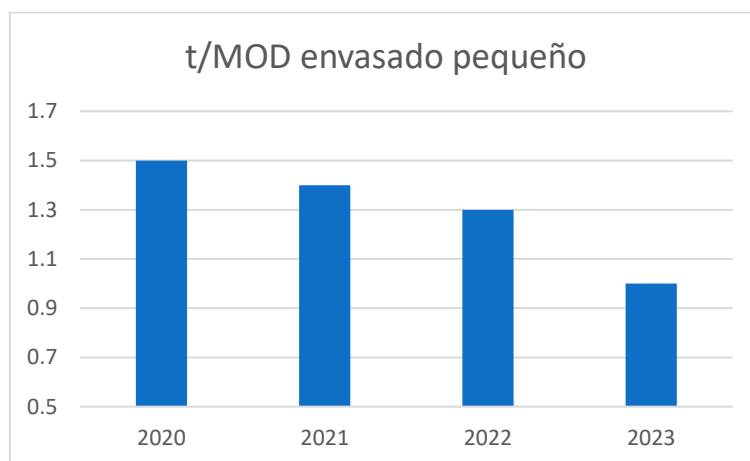


Figura 24: Evolución productividad GAP envasado pequeño. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en Figura 22, el tamaño de envase más pequeño se encuentra dentro de este GAP con un promedio de 0.750 L por envase. También, presenta el lote más pequeño (Figura 23) en comparación con el año anterior. No obstante, este GAP está preparado para envases y lotes pequeños, por lo que su productividad prácticamente no se ve afectada.

Por último, se han obtenido los siguientes datos para el GAP de tintes:

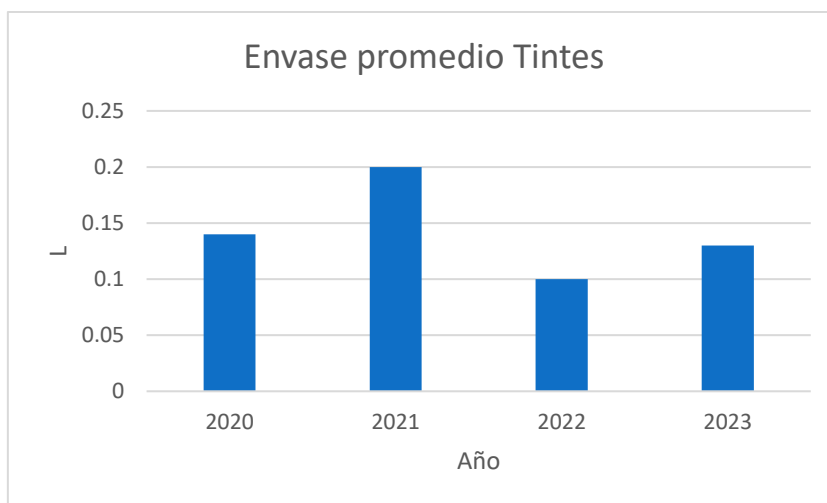


Figura 25: Evolución tamaño envase GAP Tintes. Fuente: Elaboración propia.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

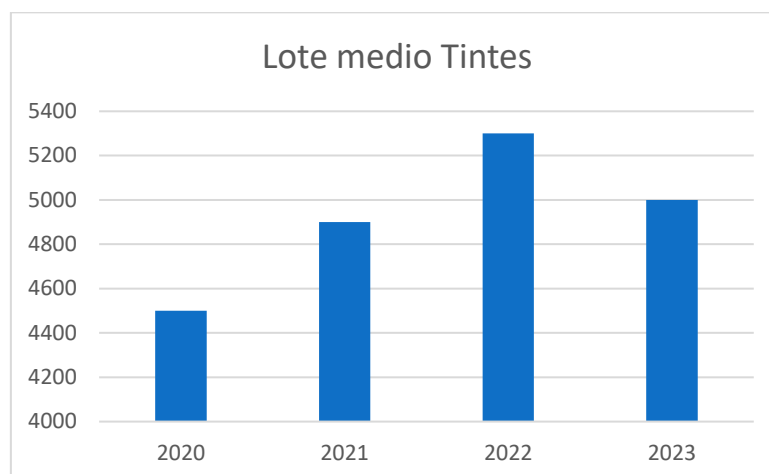


Figura 26: Evolución tamaño lote GAP Tintes. Fuente: Elaboración propia.

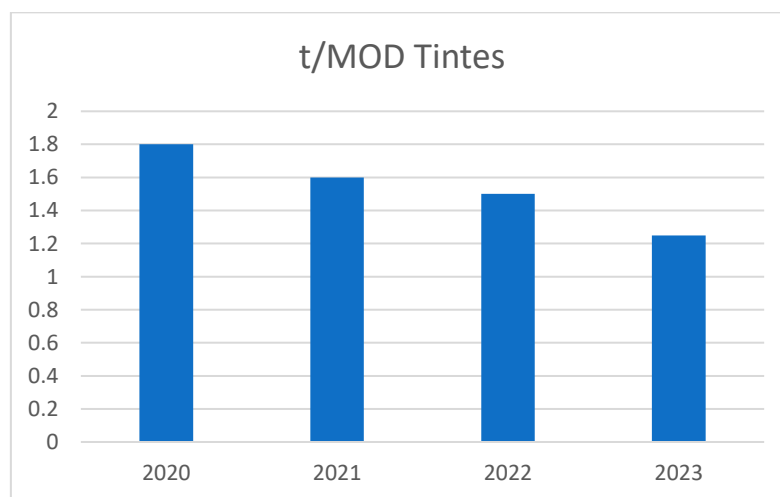


Figura 27: Evolución productividad GAP Tintes. Fuente: Elaboración propia.

Para este último GAP, se observa que el tamaño promedio de envases (Figura 25) ha aumentado respecto al último año. En cuanto al tamaño de lote (Figura 26), ha disminuido como en los demás GAPS. Por lo tanto, la productividad se ha visto afectada, pero en menor medida que en los GAPS de sólidos y líquidos.

Como resultado de los anteriores gráficos, los tamaños de los lotes y los tamaños de los envases han disminuido para la mayoría de los GAPS durante el último año. Por tanto, en todos los GAPS la productividad ha sido reducida, en mayor o menor medida, requiriendo más mano de obra para producir menos. Esto se debe a que reducir el tamaño del lote y el tamaño del envase aumenta la carga de trabajo, por lo que la productividad se ve más afectada en los GAPS donde el tamaño del lote o el tamaño del envase se reduce en mayor medida.

Por otra parte, al reducir los tamaños de envases, se pueden utilizar otros materiales para fabricar dichos envases, aunque estos sean más caros y de esta manera favorecer al reciclado.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Como se ha mencionado antes, el aluminio es una gran alternativa al plástico debido a que este es un material reciclable y ligero. También se puede utilizar vidrio, ya que es un material impermeable y duradero que no reacciona con los productos químicos que se encuentran en los productos cosméticos.

Como consecuencia a los resultados anteriores, solo se considerarán las líneas de envasado, ya que son las más representativas y críticas para las empresas en términos de consumo de MOD, por lo que se excluyen las líneas de formulación.

La línea de producción que decidió llevar a cabo una amplia investigación y mejora es la línea de envasado automático de líquidos, porque es la línea con la menor productividad y el mayor impacto en los resultados globales de la empresa.

La máquina llenadora y taponadora encargada del proceso que pertenece a la línea de envasado automático de líquidos se puede observar en Figura 28:



Figura 28: Máquina llenadora y taponadora. Fuente: [www.olmosmaquinaria.com](http://www.olmosmaquinaria.com)

### 3.3. Aplicación de mejoras en la línea

#### 3.3.1. Ubicación de la línea

Lo primero que hay que hacer para diagnosticar oportunidades y mejorar una línea de producción es comprenderla en detalle. Como se comentó antes, la línea de envasado automático pertenece al GAP de líquidos.

# OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

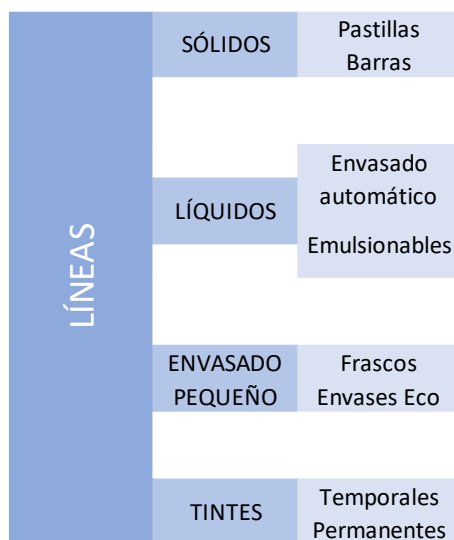


Figura 29: Esquema líneas. Fuente: Elaboración propia.

La línea puede envasar semiautomáticamente productos líquidos en botellas de 750 ml, acumuladas en cajas de 16 unidades, y en botellas de 250 ml, guardadas en unidades de 24 o 30 botellas.

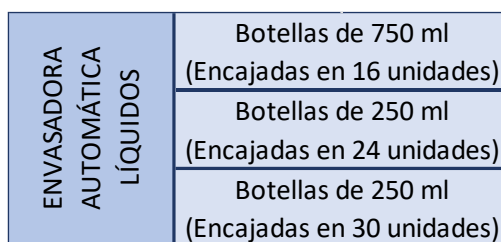


Figura 30: Esquema formatos envasadora automática. Fuente: Elaboración propia.

La secuencia de actividades que componen un proceso se representa gráficamente mediante el mapa de procesos de principio a fin. De esta forma, podremos observar las interrelaciones entre cada actividad que componen el proceso y quien las realiza, distinguiendo entre máquinas u operarios.

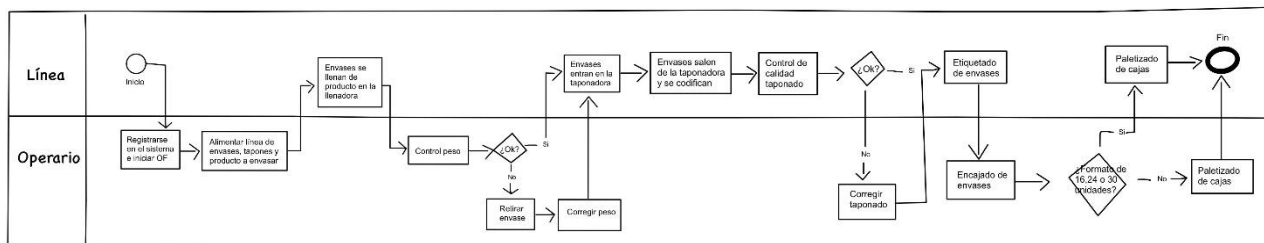


Figura 31: Mapa de procesos envasadora automática de líquidos. Fuente: Elaboración propia.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Como se puede ver en el mapa de procesos anterior (Figura 31), la línea de producción realiza automáticamente la mayoría de las tareas. Los operadores solo tienen que registrarse, suministrar a la línea las materias primas adecuadas, verificar el peso y saber si la línea funciona con corrección para poder corregir rápidamente errores o fallos si ocurren. Otro operario debe ser el responsable de recoger las cajas en la estación de embalaje de contenedores.

Por otro lado, aquellos aspectos que se consideran importantes se enumeran junto con el OEE (Eficiencia General de los Equipos), el cual es un indicador utilizado para medir la eficiencia de una línea de producción y se calcula en base a tres factores: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Para el año 2023, el OEE se ha calculado de la siguiente manera, teniendo en cuenta que durante un turno de 8 horas se producen 7500 piezas, de las cuales 5650 piezas sin defectos. La máquina tuvo un tiempo improductivo de 25 minutos, por lo que trabajó 455 minutos en esas 8 horas.

$$OEE = Disponibilidad \cdot Rendimiento \cdot Calidad$$

$$OEE = \frac{455}{480} \cdot \frac{5650}{7500} \cdot 1 = 0.948 \cdot 0.753 \cdot 1 = 0.71$$

Tabla 2: Incidencias

ASPECTOS	2021	2022	2023
RECLAMACIONES	4	2	4
MERMAS	9	12	8
DERRAMES INTERNOS	23	15	20
ACCIDENTES CON BAJA	1	2	1
ACCIDENTES SIN BAJA	1	0	1
OEE	0.75	0.67	0.71

Una vez que se ha descrito la línea a mejorar, se aplican ciertas mejoras a esa línea. Para ello se utilizarán herramientas de Lean Manufacturing.

### 3.3.2. Aplicación herramientas de Lean Manufacturing

Como se ha mencionado anteriormente, en una empresa que utiliza Lean se distinguen tres grupos de herramientas: herramientas de mejora continua, herramientas de flujo continuo y herramientas de control. A continuación, se van a nombrar las herramientas de mejora usadas en el proceso y su impacto en el resultado. (30)

### 3.3.2.1. *Herramienta Lean 5S*

- SEIRI (Clasificación): En primer lugar, se ha creado una lista de todos los materiales relevantes en el área y se ha dividido en dos montones, uno que contiene elementos útiles y el otro que incluye los inservibles.
- SEITON (Orden): tan pronto como tengamos todo lo que realmente necesitamos en nuestras áreas, pasaremos a esta fase para establecer cómo se deben organizar e identificar las cosas para que sea simple y rápido encontrarlas, usarlas y reponerlas.
- SEISO (Limpieza): Una vez que se ha establecido la ubicación de los componentes necesarios, es crucial limpiar e identificar cualquier foco de suciedad.
- SEIKETSU (Estandarización): cuando nuestra área está limpia y ordenada, debemos estandarizar, y la forma de hacerlo es documentar y confirmar que ahora tenemos estándares y pautas que especifican cómo mantener los espacios de trabajo. Por otro lado, el horario de limpieza también se ha establecido tras una investigación sobre las actividades requeridas para mantener el área limpia y la frecuencia con la que deben llevarse a cabo.
- SHITSUKE (Disciplina): la última fase consiste en que el trabajo realizado previamente se mantenga en el tiempo.

Debido al uso de esta herramienta, ya que la organización en el área está más organizada y limpia, el riesgo de accidentes se reduce y los movimientos y el tiempo están optimizados para mejorar el trabajo. Por lo tanto, mejora la productividad y mejora la eficiencia del operador.

### 3.3.2.2. *Contenedor rojo*

Con el fin de reducir las pérdidas en el proceso, se instaló una caja roja cerca del lugar de trabajo donde el operador deposita los materiales no conformes para que pueda ser rastreado, ya que no se contabilizaron en la fase inicial del proyecto, lo que resultó en inventario dañado durante la producción. Estas interrupciones de inventario significan que el tiempo de parada de la orden de producción coincide con el tiempo de entrega del proveedor.



Figura 32: Material no conforme.

Fuente: [PRODUCTO NO CONFORME \(transliderscargosa.blogspot.com\)](http://transliderscargosa.blogspot.com)

### 3.3.2.3. *Ok a la primera pieza*

Se observó que los operadores no realizaron ningún control preventivo antes de iniciar la producción. Por esta razón, se ha decidido introducir una lista de verificación, donde los operadores tienen algunos puntos de control que deben revisar antes de envasar.

### 3.3.2.4. *Grupo de mejora*

Este grupo de mejora va a estar compuesto por dos operarios familiarizados con la línea, un responsable de turno, un jefe de producción, un jefe de mantenimiento, un ingeniero de procesos y el responsable de Lean Manufacturing.

En este caso, se creó un equipo de mejora para solucionar el problema de los contenedores en la estación de taponado. El problema es que cuando los contenedores llegan a las máquinas taponadoras, no se cierran correctamente, lo que genera reelaboración y daños en las piezas, así como un mayor tiempo de inactividad de la línea.

### 3.3.2.5. *Herramienta Kaizen Cards (Tarjetas de mejora)*

Se han realizado una serie de kaizen cards para cada uno de los problemas analizados:

- Kaizen card para apilado de envases: el propósito de usar esta tarjeta es minimizar el apilamiento para que la boca del contenedor no se deforme. Además, esta mejora está relacionada con la que llega al contenedor desde una posición más cómoda. Antes, esto podía causar accidentes porque era un movimiento muy repetitivo. Por otro lado, también se reduce el post procesado debido a la deformación de los envases colocados en el palé inferior al soportar un peso tan elevado.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Kaizen card acople de tapón: es un pequeño componente que se encarga de insertar las tapas en el recipiente y cerrarlas correctamente. También evita que la presión requerida para tapar la botella vuelque la botella, evitando derrames y paradas de línea. (31)
- Kaizen card pistón: el objetivo es evitar que el contenedor se acerque demasiado a la estación de taponado, ya que el primer contenedor puede ser empujado por los 5 contenedores restantes y no en la posición correcta, lo que resulta en un mal tapón. Para ello se aplica un pistón que separa automáticamente los envases antes de que entren en la máquina estucadora. Antes el operario realizaba esta tarea de forma manual, pero de esta forma podemos evitar que el operario esté pendiente durante todo el envasado.
- Kaizen card diseño de tapones: el problema descubierto fue que los tapones se quedan atascados entre ellos, lo que provoca que la tolva colapse, impidiendo que la máquina se alimentara. Esto requiere que el operador se concentre en abrir la tapa, lo que hace que la máquina se detenga y genera tiempo improductivo para el operador. Por lo tanto, el problema se puede resolver simplemente cambiando el tamaño del tapón.
- Kaizen card báscula dinámica: en la actualidad hay una báscula dinámica que falla, y se encuentra detrás de la estación de compactación. Tal posición no tiene sentido, ya que los contenedores con un peso incorrecto no pueden reciclarse y, por lo tanto, convertirse en chatarra. Las mejoras sugeridas incluyeron la instalación de pesos dinámicos con pistones y amortiguadores a la salida de la máquina llenadora. La báscula eliminará los contenedores que no se encuentren dentro del rango de peso especificado y el operador podrá reciclarlos y devolverlos a la línea. Gracias a esta mejora, podremos aumentar la calidad y fiabilidad de nuestros embalajes.
- Kaizen card codificadoras: Se observa que la codificadora tiene una palanca que debe ajustarse durante la configuración de la línea, que es muy sensible. El control de la tapa y el compactador están ubicados al lado del codificador por lo que el operador generalmente mueve la palanca ligeramente cuando camina alrededor del codificador. Por esta razón, se proporcionan pies tanto horizontales como verticales para que después de ajustar la posición, con un simple toque el codificador no se pueda mover haciéndolo menos sensible a pequeños movimientos.
- Kaizen card galga selladora: los calibradores de sellado aseguran un sellado adecuado. Para ello se adquirirá un manómetro para ajustar la altura del compactador sin cambiar la temperatura.
- -Kaizen card etiquetadora: está diseñado para colocar un sensor que detecta cuando las unidades de etiquetas están bajas y notifica al operador con una luz o sonido para agregar el siguiente rollo de etiquetas.



## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

### 3.3.2.6. SMED

Para utilizar esta herramienta, primero se realizará un análisis para obtener una lista de todas las acciones según los comandos realizados por el operador, el tiempo procesamiento y algunas observaciones reveladas durante el primer contacto. Algunas operaciones son realizadas por dos operarios al mismo tiempo, por lo que la suma de tiempos no corresponde con la duración del proceso.

Tabla 3: Operaciones. Fuente: elaboración propia

OPERACIONES	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO	OBSERVACIONES
Traer dos palés de botellas	3	3	Optimizar
Ajuste alimentador frascos y cinta	6	9	
Ajuste llenadora	20	29	
Ajuste taponador	36	65	
Ajuste codificadora 1	7	72	
Ajuste codificadora 2	5	77	
Ajuste control taponado	7	84	
Ajuste selladora	10	94	Reducir: objetivo 3 min
Ajuste etiquetadora	28	122	Reducir: objetivo 15 min
Ajuste paletizador	5	127	
Ajuste precintadora	6	133	
Reajuste codificadora 2	9	142	Objetivo: eliminar
Traer dos GRGs	5	147	Optimizar
Traer caja tapones	3	150	Optimizar

Se ha observado que los operadores tienen mucho tiempo de inactividad, que es el tiempo en que el operador no está haciendo ningún trabajo. También hay una espera de 2 minutos cuando comienza la transición porque no hay suficientes contenedores en stock. Otro paro ocurrió cuando el Operador 1 no pudo encontrar el rollo de etiquetas, por lo que envió al Operador 2 a buscarlo y regresó con ellos 10 minutos después. Por otro lado, muy a menudo se necesita una herramienta específica en un momento específico y esa herramienta no está disponible.

Una vez observado el proceso y obtenida la lista de operaciones, es necesario separar las operaciones, distinguiendo las actividades internas de las externas y analizar cómo todas las posibles actividades internas se pueden transformar en actividades externas, determinando adicionalmente cuáles de ellas se pueden eliminar por qué no son necesarias.

En la tabla resumen siguiente se determinaron algunos parámetros representativos de los procesos analizados, dando como resultado los siguientes datos:

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Tabla 4: Resumen actividades. Fuente: elaboración propia

DURACIÓN TOTAL DEL PROCESO	2 HORAS 10 MIN
TOTAL TAREAS	13
TOTAL SUBTAREAS	39
TAREAS INTERNAS	36
TAREAS EXTERNAS	0
INCIDENCIAS	3

Se puede observar que todas las tareas son internas y el análisis concluye que ninguna de ellas puede ser externa porque todas se deben realizar con la máquina parada. Por lo tanto, es hora de reorganizar actividades y proponer mejoras para optimizar cada actividad y así reducir el tiempo requerido para cada tarea y para todo el proceso.

El primer paso recomendado para poder reorganizar la operación es capacitar a los operadores para que sean 100% eficientes y el Operador 2 tenga la misma carga de trabajo especializada que el Operador 1.

Por otro lado, antes de cambiar el formato, es importante ajustar el orden de empaque requerido y el material (paquete, etiqueta, lote, etc.), porque el empaque es requerido para cada inspección de máquina y la cantidad requiere un lote. También se requiere un número de pedido para configurar el codificador y se requiere una etiqueta antes de colocar el rollo en la máquina y empaquetarlo. Todo esto reducirá el tiempo de espera. Es importante que los responsables de cada área entiendan la importancia de su trabajo y el impacto en los resultados. Esto reduce los 2 minutos que el operador 2 pasa esperando la OF para el ajuste del codificador y los 10 minutos que el operador pasa buscando el rollo de etiquetas.

Además, se descubrió la necesidad de colocar paneles de instrumentos en cada línea de producción para que las herramientas necesarias estén disponibles en todas las líneas. De esta forma, la herramienta estará en el lugar correcto cuando quieran usarla, y reducimos el tiempo de búsqueda.

Después de todo, sería interesante estandarizar el cambio ya que el operador intenta varias veces ver dónde encaja en relación con el contenedor. Con restricciones en todas las estaciones los operadores solo tienen que moverse de un lugar a otro.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Tabla 5: Resumen mejoras propuestas SMED. Fuente: elaboración propia

MEJORA	BENEFICIO
Formar a los operarios	Reestructurar actividades. Tiempo productivo de los dos operarios
Preparar orden y material necesario antes de empezar	Eliminar tiempos de espera
Paneles de herramientas en todas las líneas	Eliminar tiempo de búsqueda de herramientas necesarias
Estandarizar cambios	Colocar límites para que solamente existan dos posiciones y los operarios no tengan que estar probando. Reducirá el tiempo de cambio y evitará errores de posición

Como resultado de la aplicación de estas mejoras, se prevé una reducción del tiempo del 66% aproximadamente, lo que permitirá la conversión en unos 44 minutos. También, se espera que tanto el tiempo muerto como el tiempo de espera se reduzcan en casi un 100%.

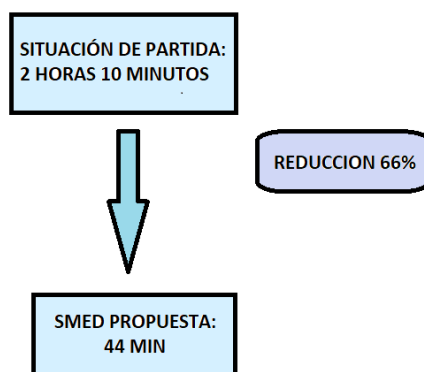


Figura 33: Cambio previsto SMED. Fuente: elaboración propia

Estos resultados permitirán a Cabello Perfecto reducir costos y tiempos de entrega, así como aumentar la productividad y la eficiencia en lotes más pequeños, lo que impacta en la productividad de la empresa. De esta forma, la empresa se vuelve más flexible, ya que podrá atender de manera más satisfactoria las necesidades cambiantes de los clientes.

### 3.4. Aplicación de Simbiosis industrial

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Como se ha mencionado anteriormente, la simbiosis industrial es una forma de mediación que une a las empresas en colaboraciones innovadoras, encontrando formas de utilizar los desechos de una empresa como materia prima para otra. En la industria cosmética, la sustentabilidad es una parte importante de la industria, ya que brinda oportunidades futuras para las empresas de fragancias, cosméticos y cuidado personal y las comunidades en las que operan.

Desde una perspectiva específica del negocio, la simbiosis industrial puede ayudar a reducir costos, brindar oportunidades de crecimiento y fortalecer la imagen de una empresa con los clientes. Al mismo tiempo, la simbiosis industrial es un valioso aliado para resolver problemas comunes como el cambio climático o la escasez de recursos, reducir el impacto ambiental de nuestros métodos de producción y utilizar los recursos naturales de manera más eficiente y responsable. (19)

Una vez comentado todo esto, se procede a nombrar los ejemplos de simbiosis industrial que tiene la empresa.

El primer ejemplo de simbiosis industrial que se podría dar es el relacionado entre nuestra empresa Cabello Perfecto, que pertenece al sector cosmética, con una empresa que pertenezca al sector de la agroindustria. Nuestra empresa produce residuos orgánicos que podrían ser aprovechados para la otra empresa para generar biogás y fertilizantes. Otro ejemplo relacionado con esta empresa sería el agua residual proveniente de Cabello Perfecto que tiene varios usos para el sector agroalimentario como pueden ser piensos, electricidad y calor renovable, biocombustibles, agua regenerada o productos de interés industrial como químicos. (32)

Por otro lado, como se comentó anteriormente, la empresa trabaja con productos naturales, los cuales provienen de extractos naturales de plantas que son suministradas por una empresa del sector de la agroindustria que se dedica a producir pesticidas, fungicidas y repelentes con extractos vegetales para garantizar la protección de los cultivos. Así mismo, la segunda empresa recibe los residuos vegetales de Cabello Perfecto para producir compost. También, se podrían usar los residuos orgánicos de una empresa del sector alimentario para elaborar champús o acondicionadores naturales.

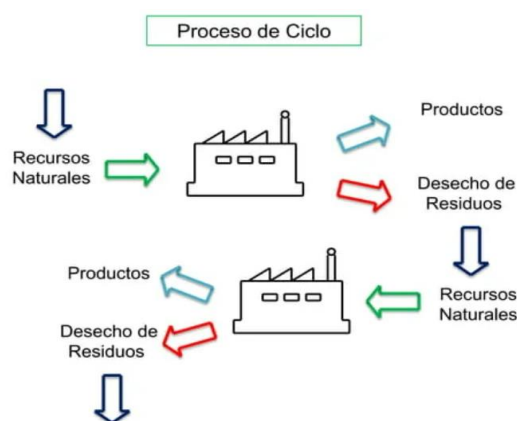


Figura 34: Ejemplo simbiosis industrial.

Fuente: [https://es.slideshare.net/1234\\_jm/simbiosis-industrial-presentacion-13590086](https://es.slideshare.net/1234_jm/simbiosis-industrial-presentacion-13590086)

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Para terminar, la última alternativa de simbiosis que se va a utilizar en la empresa consiste en compartir la energía renovable producida por una empresa con la energía renovable necesaria en el proceso productivo de otra empresa.

Estos ejemplos muestran cómo se puede aplicar la simbiosis industrial en la industria cosmética y del cabello, una estrategia que puede reducir el impacto ambiental de la producción y el consumo de productos para el cabello, utilizar los recursos restantes y crear valor agregado en la industria cosmética a través de la cooperación de las empresas.

Sin embargo, no se debe olvidar que poner en marcha un proyecto de simbiosis industrial requiere de un análisis de viabilidad que considere los riesgos regulatorios, tecnológicos, medioambientales, económicos y de mercado para hacer frente a los obstáculos que podamos encontrar. La realización de un análisis de factibilidad determinará si el proyecto debe implementarse. (18)

Además, no se deben ignorar otros factores que dificultan el desarrollo de la simbiosis industrial. Algunos de ellos son de carácter económico, como el coste de transporte de recursos o el bajo coste de determinadas materias primas primarias, que compiten con los costes asociados al uso de materias primas secundarias, es decir, reciclaje completo de los residuos tratados. Esto posibilita su uso como materia prima. (33) Por otro lado, existen barreras normativas e incluso culturales que dificultan estas y otras prácticas relacionadas con el paradigma de la economía circular.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se muestra el efecto de las mejoras en los resultados. Para eso, se compararán los hechos previamente recogidos con datos históricos con las proyecciones futuras para observar cualitativa y cuantitativamente el impacto de estas mejoras en los resultados.

### 4.1. Repercusión de las mejoras de la línea

Para comenzar, se va a resumir en el siguiente cuadro resumen los resultados que tendría la aplicación de cada herramienta utilizada y así, comprender que parte del proceso se beneficia de las mejoras al aplicar las herramientas de Lean.

Tabla 6: Mejoras después de aplicar las herramientas. Fuente: Elaboración propia

<b>Herramienta</b>		<b>Mejora</b>
<b>5S</b>		Reducción de accidentes con y sin baja
		Aumento de la eficiencia y de la organización
<b>Contenedor rojo</b>		Reducción de paradas en la línea por la rotura de stock
		Control de defectos (Calidad)
<b>OK a la primera pieza</b>		Calidad
		Reducir accidentes y mejorar la calidad
<b>Grupo de mejora</b>		Resolver problemas concretos (envases mal taponados)
<b>Kaizen</b>	<b>Apilado a 2 alturas</b>	Ergonomía del operario
		Envases de mejor calidad ya que no se deforman
	<b>Acople de tapón</b>	Reducir los retrabajos
		Reducir parradas en líneas por derrames
	<b>Separador</b>	Tiempo eficiente del operario
		Reducción de paradas en la estación de taponado
	<b>Diseño de tapones</b>	Reducir tiempo de parada separando tapones
	<b>Báscula dinámica</b>	Aumento de la calidad y de la fiabilidad
Tiempo eficiente del operario		
<b>Codificadoras</b>	Aumento de la calidad y de la fiabilidad	
	Reducir retrabajos y reclamaciones	
<b>Selladora</b>	Reducir defectos	
	Reducir reclamaciones	
<b>Etiquetas</b>	Reducir tiempo de cambio de rollo de etiquetas	
<b>SMED</b>		Reducción del tiempo de cambio

Después, se identificaron los aspectos importantes en el análisis del estado actual basándose en [Tabla 2: Incidencias](#) y, con la siguiente información, se ha evaluado los gastos generados por cada incidencia:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Tabla 7: Información de incidencias. Fuente: Elaboración propia

Media de unidades envasadas al año	24700 t
Coste de 1 hora derrame	50 €
Ajustes de diferencias inventario envases (300 uds)	240 €
Precio de envase	0.80 €
Reclamación 1 en 2019: Fuga envases	700 €
Reclamación 2 en 2019: Fuga envases	500 €
Reclamación 3 en 2019: Cajas sin codificar	300 €
Reclamación 4 en 2019: Fuga envases	500 €
Reclamación 1 en 2020: Cajas sin codificar	100 €
Reclamación 2 en 2020: Cajas sin codificar	200 €
Reclamación 1 en 2021: Fuga envases	200 €
Reclamación 2 en 2021: Fuga envases	400 €
Reclamación 3 en 2021: Cajas sin codificar	500 €
Reclamación 4 en 2021: Fuga envases	1 000 €
Accidentes con baja 1 en 2019: rotura muñeca	15 días
Accidentes con baja 1 en 2020: Enfermedad	30 días
Accidentes con baja 2 en 2020: rotura tobillo	20 días
Accidentes con baja 1 en 2021: dolores de espalda	15 días
Accidentes sin baja 1 en 2019: resbalón	8 horas
Accidentes sin baja 1 en 2021: resbalón	8 horas

Tabla 8: Costes de incidencias. Fuente: Elaboración propia

ASPECTOS	2021	2022	2023
RECLAMACIONES	2 000 €	300 €	2 100 €
MERMAS	36700	36700	36700
DERRAMES INTERNOS	1200	816	912
ACCIDENTES CON BAJA	2400	3100	2400
ACCIDENTES SIN BAJA	150	0	150
	42 450 €	40 916 €	42 262 €

Una vez que se calculan los costos de las incidencias anteriores, se hará una comparativa de los últimos 3 años de los datos históricos de la empresa con los próximos 3 años para observar cómo los costes de las incidencias se reducen considerablemente tras aplicar las herramientas de Lean Manufacturing. Se estimaron las siguientes predicciones tras las mejoras:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Tabla 9: Predicciones de incidencias en los próximos 3 años. Fuente: Elaboración propia

ASPECTOS	2024	2025	2026
RECLAMACIONES	1	0	0
MERMAS	0.03	0.01	0
DERRAMES INTERNOS	0	0	0
ACCIDENTES CON BAJA	0	0	0
ACCIDENTES SIN BAJA	0	0	0
OEE	80%	82%	87%

Los costos estimados asociados con estas predicciones son los siguientes:

Tabla 10: Predicción de costes en 3 años futuros. Fuente: Elaboración propia

ASPECTOS	2024	2025	2026
RECLAMACIONES	1 500 €	0 €	0 €
MERMAS	13700	4600	0
DERRAMES INTERNOS	0	0	0
ACCIDENTES CON BAJA	0	0	0
ACCIDENTES SIN BAJA	0	0	0
	15 200 €	4 600 €	0 €

Como se muestra en la tabla siguiente, se espera que el costo de pronosticar incidencias durante los próximos tres años sea aproximadamente de un 84% más bajo que los tres años de producción histórica, lo que reduce significativamente este valor.

Tabla 11: Comparativa de costos. Fuente: Elaboración propia

<b>Costes asociados en 2021, 2022 y 2023</b>	125.628,00 €
<b>Costes asociados previstos en 2024, 2025 y 2026</b>	19.800,00 €

En cuanto a la productividad de la empresa, ha aumentado considerablemente debido a que se han reducido de 50 a 45 trabajadores directos y la producción en un año ha aumentado acerca de 28.000 toneladas, debido a eliminar el mal taponado en los envases entre otras cosas.



Por tanto, la Mano de Obra Directa quedaría:

$$MOD = \frac{45 \cdot 2080}{8} = 11700 \text{ MOD}$$

Y la productividad:

$$Productividad = \frac{Producción}{MOD} = \frac{28000}{11700} = 2.39 \frac{t}{MOD}$$

Por último, se implementará un indicador del rendimiento de trabajo para saber si la empresa está logrando los objetivos que tiene marcados a lo largo del tiempo.

#### 4.2. Repercusión de aplicar Simbiosis industrial

Para empezar, después de que la empresa utiliza la simbiosis industrial, el objetivo es lograr un desarrollo sostenible que sea beneficioso tanto para el medio ambiente como para la economía, pero una cosa a considerar es que el producto reduzca su impacto ambiental y otra muy diferente que automáticamente se vuelva sostenible. Para ello, intervienen muchos factores, como la cantidad de energía y agua que se utiliza en el proceso, la cantidad de residuos que se generan, como se distribuye (huella de carbono) y como se desecha el producto al final del consumo. (34)

Una vez aclarados estos conceptos, los resultados que se esperan tras aplicar la simbiosis industrial son: (35)

- Reducción de costes: al compartir recursos y materiales con otras empresas, se reducen los costes de producción. Estos recursos compartidos incluyen energía, agua y materias primas. Al reducir el consumo de energía también se reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Mayor eficiencia: compartir recursos y materiales con otras empresas puede mejorar los procesos de producción y reducir la generación de desechos, ya que los residuos pueden reciclarse.
- Imagen positiva: la simbiosis industrial puede ayudar a mejorar la imagen de la empresa demostrando su compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente. También ayuda a mantener los recursos naturales y proteger los ecosistemas.
- Cumplimiento normativo: la simbiosis puede favorecer a la empresa a cumplir con las regulaciones ambientales y disminuir su impacto ambiental.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Mejorar las relaciones entre empresas próximas geográficamente y promover la difusión del conocimiento y la formación dentro de la empresa.
- Comercialización de productos, con foco en el reciclaje y uso de ingredientes más amigables con el medio ambiente.

Con el fin de demostrar estos resultados de forma global en la provincia de Valencia, a la cual pertenece la empresa de Cabello Perfecto, cuyos beneficios serán tanto ambientales como económicos, se realizará tabla comparativa indicando que el ecosistema industrial de Valencia refleja datos importantes como: (18)

*Tabla 12: Mejoras tras aplicar simbiosis industrial. Fuente: Elaboración propia.*

<b>Mejoras</b>	<b>Beneficio</b>
<b>Medioambientales</b>	
Reducción de residuos que se envían a vertederos	256 toneladas
Materias primas ahorradas	11 toneladas
Calor ahorrado	12 GWh
Electricidad generada	7 GWh
<b>Económicos</b>	
Ahorro potencial en gestión de residuos	135,000 €
Ahorro potencial en la generación energética	1,2 millones €

Como se observa en Tabla 12, se demuestra que en dicha provincia los beneficios alcanzados tienen un peso superior en la balanza que las barreras que se pueden encontrar, por lo que es muy beneficioso implementar la simbiosis industrial.

## 5. CONCLUSIONES

El trabajo propuesto surge de la necesidad de incrementar la productividad global de la empresa. Un estudio previo mostró que los clientes cada vez exigen más que tanto el tamaño del lote como el de los envases sea más pequeño. Por eso, se procede a poner en práctica las herramientas Lean para aumentar la productividad con lotes pequeños, disminuyendo el inventario y el tiempo de entrega, optimizando la calidad entregada a los clientes y los procesos y disminuyendo los residuos.

Cómo resultado del estudio previo se selecciona la línea a mejorar, la cual es capaz de brindar la mayor mejora en el funcionamiento general de la empresa. Se utilizaron las herramientas de Lean para mejorar las ineficiencias y reducir los daños, aumentando así la productividad global de la línea de envasado, dichas herramientas son un taller 5S, instalación de una caja roja que controla la pérdida de producto y el OK a la primera pieza. Además, a través del equipo de mejora, se resolvieron los problemas relacionados con los contenedores con tapas débiles mediante tarjetas Kaizen, que también abordaron otros problemas, como la implementación de una báscula dinámica.

En definitiva, aplicando las mejoras propuestas se prevé que habrá menos accidentes de línea y también se espera menos quejas de clientes por envases mal cerrados que provocan fugas de producto y los propios envases mal codificados. Por otro lado, además de las fluctuaciones de inventario debido a reducciones no anunciadas, los artículos internos no conformes (de muy alto valor monetario) también han disminuido, lo que lleva a grandes desequilibrios de inventario. También se puede observar como el valor del indicador OEE ha aumentado en el último periodo.

Por último, gracias a implantación de la simbiosis industrial se ha logrado reducir costes, disminuir su impacto ambiental y mejorar la eficiencia al compartir recursos y materias primas con otras empresas. También, la empresa ahora cumple con todas las regulaciones ambientales y tiene una imagen más sostenible frente a sus clientes.

## ANEXOS

### ANEXO I: Estudio de viabilidad económica

En este apartado se realizará un estudio de viabilidad económica, el cual consiste en realizar un análisis para determinar si el proyecto es financieramente viable, pero primero se va a mostrar en Figura 35 la tasa de crecimiento anual de la industria cosmética en el mundo desde 2004 hasta 2022 para observar cómo se desarrolla este crecimiento a lo largo del tiempo. (36)

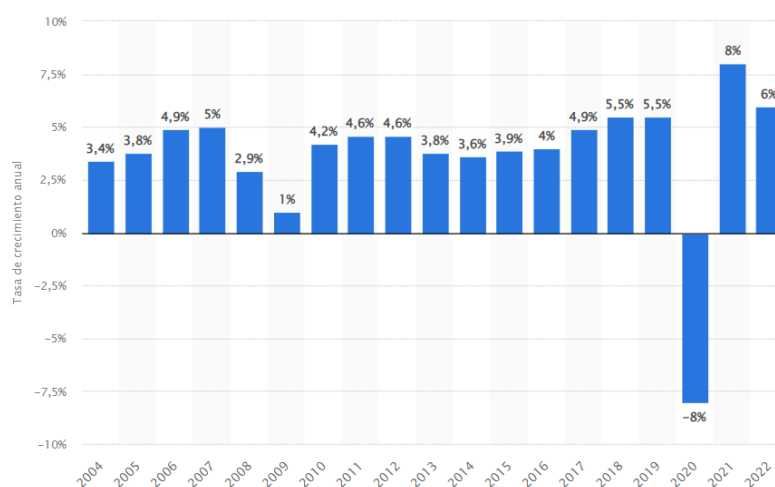


Figura 35: Tasa de crecimiento anual del sector cosmética.

Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/601048/porcentaje-de-crecimiento-anual-en-cosmetica-2004/>

Como se puede observar, el 2020 viene marcado por la pandemia de COVID-19 y la industria cosmética no pudo escapar del impacto económico que también afectó a otras industrias, como el transporte aéreo o la automoción. Específicamente, la industria de la belleza y el cuidado personal ha disminuido prácticamente un 10% ese año con respecto a su año anterior. No obstante, hay signos de mejora en 2021 con un aumento del 8%. El crecimiento continuó al año siguiente, aunque a un ritmo más lento.

Por otro lado, cabe señalar que España se encuentra entre los 10 primeros exportadores de productos de belleza. En 2022, el valor de exportación de la industria cosmética alcanzó los 6.515 millones de euros, más que otras industrias icónicas como la producción de vino o aceite de oliva. En concreto, la categoría de cuidado del cabello creció un 7% este último año. (37)

Para realizar el estudio de viabilidad económica se usarán los indicadores económicos VAN y TIR, los cuales se explicarán con detalle a continuación, pero primero se van a definir algunos parámetros económicos:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

- Inversión inicial: Esta inversión es el coste que se tiene al aplicar las herramientas de Lean para empezar con la optimización del proceso productivo, el cual se resume en Tabla 13.

Tabla 13: Inversión inicial. Fuente: Elaboración propia.

Herramienta	Coste
Taller 5S	645 €
Box rojo	250 €
Ok arranque	5 €
Kaizen cards	205 €
Báscula dinámica	18 200 €
Codificadora	500 €
Galga selladora	100 €
Sensor etiquetas	640 €
SMED	300 €
Maquinaria	250 000 €
Equipos	300 000 €
<b>Total</b>	<b>570 845 €</b>

- Precio de venta del producto: la empresa vende el producto a 0.78 €/100 ml, por lo que el beneficio anual teniendo en cuenta que se producen 24700 toneladas anuales se muestra en Tabla 14.

Tabla 14: Beneficio anual venta productos.

Cantidad (kg)	Precio (€/kg)	Beneficio anual (€)
24700000	7.8	192660000

- Flujo neto de efectivo: está compuesto por los gastos y por los ingresos que tiene la empresa en un periodo de tiempo determinado, y muestra la liquidez que tiene.

$$F_t = \text{Beneficio neto} + \text{Amortizaciones}$$

El valor de los ingresos y gastos de la empresa se actualizará anualmente basándose en el índice de precios de consumo IPC, que consiste en indicadores estadísticos del desarrollo de precios. El valor tomado de IPC es del 3.2% (valor de IPC mayo 2023). (38)

Las amortizaciones son la disminución del valor de los activos y pasivos con el paso del tiempo. Se utiliza la siguiente ecuación para calcularlo:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

$$A_n = I_0 \cdot r \cdot (1 - r)^{n-r}$$

Donde:

$I_0$  = Inversión inicial

$r$  = Tasa de amortización

$$r = 1 - \left(\frac{R}{I_0}\right)^{1/t}$$

$t$  = Periodo de amortización (15 años)

$n$  = Año del calculo

- Valor actual neto (VAN): Se determina mediante la actualización de los flujos futuros de ingresos y gastos del proyecto menos la inversión inicial. Hay que tener en cuenta que un VAN positivo implica que el proyecto estudiado es factible, en caso contrario indica que el proyecto no es factible.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$I_0$  = Inversión inicial

$n$  = Número de periodos de tiempo (15 años)

$F_t$  = Flujos netos de efectivo del periodo  $t$

$k$  = Rentabilidad minima exigida

Una vez definidos los parámetros anteriores, se procede al cálculo del VAN para los distintos periodos de tiempo (15 años), el cual se resume en Tabla 15.

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Tabla 15: Calculo del VAN

Año	Ingresos (€)	Gastos	Amortización (€)	Beneficio bruto (€)	Beneficio neto (€)	Ft (€)	(1+k)^n	Ft(€/año)/(1+k)	VAN
0	0	0	0	0	0	-570845	1		-1141690
1	192660000	192010920	120399.4788	528680.521	0	120399.479	1.1	109454.072	-461390.928
2	<b>198825120</b>	<b>198155269</b>	<b>88570.94405</b>	<b>581279.616</b>	<b>581548.573</b>	<b>670119.517</b>	<b>1.21</b>	<b>553817.783</b>	<b>92426.8546</b>
3	205187524	204496238	65156.52896	626129.249	639407.578	704564.107	1.331	529349.441	621776.296
4	211753525	211040118	47931.89586	665475.027	688742.174	736674.07	1.4641	503158.302	1124934.6
5	218529637	217793401	35260.72793	700975.216	732022.53	767283.258	1.61051	476422.535	1601357.13
6	225522586	224762790	25939.28139	733856.213	771072.738	797012.019	1.771561	449892.507	2051249.64
7	232739309	231955200	19082.03144	765026.919	807241.834	826323.866	1.9487171	424034.8	2475284.44
8	240186966	239377766	14037.54863	795162.888	841529.611	855567.159	2.14358881	399128.394	2874412.83
9	247872949	247037854	10326.61392	824768.237	874679.177	885005.791	2.357947691	375328.848	3249741.68
10	255804884	254943066	7596.693545	854221.192	907245.061	914841.754	2.59374246	352711.099	3602452.78
11	263990640	263101244	5588.448766	883807.61	939643.312	945231.76	2.853116706	331297.966	3933750.75
12	272438340	271520484	4111.099049	913745.633	972188.371	976299.47	3.138428377	311079.098	4244829.85
13	281156367	280209139	3024.298173	944203.849	1005120.2	1008144.49	3.452271214	292023.55	4536853.4
14	290153371	289175832	2224.801526	975314.647	1038624.23	1040849.04	3.797498336	274088.082	4810941.48
15	299438279	298429458	1636.65801	1007184.05	1072846.11	1074482.77	4.177248169	257222.632	5068164.11

- Tasa interna de retorno (TIR): es un indicador financiero utilizado para evaluar la rentabilidad de un proyecto o inversión. El TIR es la rentabilidad que hace el VAN igual a cero.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = 0$$

Donde:

$I_0$  = Inversión inicial

$n$  = Número de periodos de tiempo (años)

$F_t$  = Flujos netos de efectivo del periodo  $t$

$k$  = TIR

La TIR se calculará para el mismo periodo y se deberá tener en cuenta que este valor debe ser mayor que la rentabilidad mínima requerida para que el proyecto sea viable. El valor que se ha obtenido para este indicador en el periodo mencionado es del 79%, por lo que el proyecto es viable.

# OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

## ANEXO 2: Presupuesto

En esta sección se calculará el presupuesto del proyecto, ya que es de vital importancia calcular el costo de la aplicación y los ahorros.

Primero se calculó el costo de compra de los materiales necesarios para la aplicación de cada herramienta, y luego se elaboró un presupuesto adecuado con el personal, teniendo en cuenta el tiempo asignado al proyecto, los recursos involucrados y los costes incurridos por la empresa.

Tabla 16: Presupuesto herramientas Lean. Fuente: Elaboración propia.

ASPECTOS	ANÁLISIS SITUACIÓN INICIAL	5S	BOX ROJO	OK ARRANQUE	GRUPO DE MEIORA	KAIZEN APILADO	KAIZEN SOPORTE TAPÓN	KAIZEN PISTÓN	CAMBIO DISEÑO TAPONES	BÁSCULA DINÁMICA	SOPORTE CODIFICADORAS	GALGA SELLADORA	SENSOR ETIQUETAS	SMED	TOTAL
<b>COSTE MATERIALES (ÚTILES)</b>	0 €	645 €	250 €	5 €	0 €	0 €	5 €	200 €	0 €	18.200 €	500 €	100 €	640 €	300 €	20.845 €
HORAS MOD	0	15	0	0	2	7	10	10	0	NA (SUBCONTRATADA)	3	1	3	5	56 horas MOD
Nº PERSONAS MOD	0	4	0	0	4	2	1	1	0	NA (SUBCONTRATADA)	2	1	2	2	3
€/hora PERSONA MOD	20	20	20	20	20	20	20	20	20	NA (SUBCONTRATADA)	20	20	20	20	20
<b>COSTE MOI</b>	0	1200	0	0	160	280	200	200	0	0 €	120 €	20 €	120 €	300 €	2.600 €
HORAS MOI	15	12	4	5	3	0	12	1	4	4	2	0	3	7	72 horas MOI
Nº PERSONAS MOI	2	4	2	3	4	0	2	2	1	2	1	0	1	1	11
€/hora PERSONA MOI	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>COSTE MOI</b>	750	1200	200	375	300	0	600	50	100	200	50	0	75	175	4.075 €
<b>COSTE TOTAL MO/HERRAMIENTA</b>	750	2400	200	375	460	280	800	250	100	200	170	20	195	475	6.675 €
<b>COSTE TOTAL /HERRAMIENTA</b>	750 €	3.045 €	450 €	380 €	460 €	280 €	805 €	450 €	100 €	18.400 €	670 €	120 €	835 €	775 €	27.520 €

Cómo se ve la tabla anterior, el costo total de la compra de materiales es de 20.845 €, teniendo en cuenta los costes de implantación de estas herramientas. La mano de obra contratada cuesta unos 6.675 €, por lo que la suma total para realizar dicho proyecto es de aproximadamente 27.500 €. Por otro lado, también hay que tener en cuenta la simbiosis industrial aplicada en la empresa:

Tabla 17: Presupuesto simbiosis industrial. Fuente: Elaboración propia.

AHORRO ENERGÉTICO	2 500 €
AHORRO EN GESTIÓN DE RESIDUOS	4 000 €
<b>TOTAL AHORRO</b>	<b>6 500 €</b>

Por tanto, el proyecto final tras aplicar mejoras Lean y simbiosis industrial tendrá un coste de 21.000 euros, por lo que con esta inversión es posible completar el proyecto, eliminar residuos en el proceso y mejorar el lugar de trabajo de los trabajadores.

Por último, para calcular la amortización de las inversiones, asumiendo que el próximo año (2024) ocurrirán los mismos eventos que en el 2022, el año más rentable para la empresa en el periodo histórico, se realizan los siguientes cálculos, los costos fueron 40.916 euros. Las inversiones de 2024 serán de 21.000 euros más los 15.200 euros ya acumulados en los eventos recaudados este año, un total de 36.200 euros. En consecuencia, las inversiones se amortizan en menos de un año.



OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

$$\textit{Amortización inversión} = \frac{36200}{40916} = 0.88 \text{ años}$$


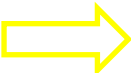




### ANEXO 3: Plano de distribución de la planta.

Para comprender mejor el proceso, es importante comprender el diseño de la planta, las áreas de almacenamiento y el flujo de trabajo. Para ello, se va a presentar un plano donde se puede contemplar la distribución de la planta de la empresa.

La distribución de la planta es el proceso de identificar y organizar la planta y el equipo en la ubicación óptima para garantizar el flujo de materiales más rápido posible, al costo más bajo y con la menor cantidad de operaciones posibles, desde la recepción de materias primas hasta el envío de productos terminados. (39)

Primero, se van a identificar los distintos símbolos que se dan en la distribución de la planta, los cuales sirven para representar gráficamente los elementos que componen una planta. Dichos símbolos se muestran en Tabla 18.

Tabla 18: Identificación de actividades. Fuente: Elaboración propia

Símbolos	Tipo de actividad
	Operación o producción
	Transporte
	Almacenaje
	Inspección y control
	Servicios auxiliares y anexos
	Servicios administrativos

Por otro lado, existen distintos tipos de trazos según el tipo de relación entre cada actividad:

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.



Figura 36: Tipos de trazos. Fuente: Elaboración propia.

Después de asignar cada símbolo y el número de trazos, se enumerarán las distintas zonas y actividades que se pueden observar en la distribución de la planta:

1. Zona de recepción de materias primas
2. Zona de almacenamiento de materias primas
3. Transporte materias primas al área de proceso
4. Mezcla y acondicionamiento
5. Obtención del producto
6. Envasado
7. Almacén de envases limpios
8. Etiquetado
9. Inspección de calidad
10. Sala de limpieza + CIP
11. Almacén de productos terminados
12. Sala de guardia
13. Almacén de envases sucios
14. Limpieza de envases retornados
15. Oficinas
16. Aseos vestuarios
17. Sala de calderas y contadores

Una vez numeradas las distintas zonas y actividades se puede realizar el diagrama de flujo de la planta, como se observa en Figura 37:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

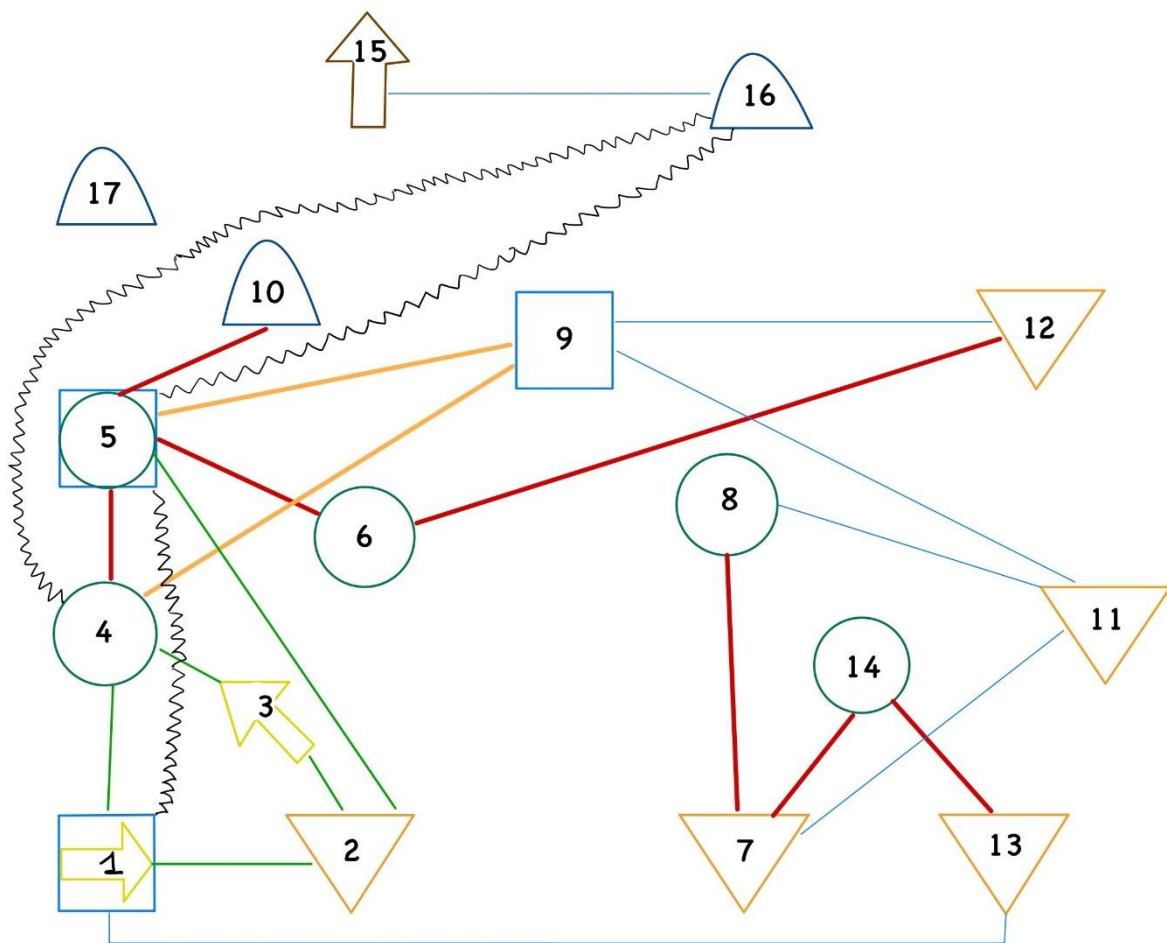


Figura 37: Diagrama relacional. Fuente: Elaboración propia

#### ANEXO 4: Maquinaria y equipos.

Entre las maquinarias y los equipos necesarios para la elaboración de los productos de la empresa, se tienen:

*Tabla 19: Maquinaria. Fuente: Elaboración propia.*

<b>Maquinarias</b>	<b>Características</b>
Mezcladora	Potencia: 5kW Max carga volumen: 1000 L
Transportador	Potencia: 250 W Velocidad: 0-82 ft/min
Llenadora y taponadora	Capacidad hasta 5000 ml Velocidad variable
Envasadora automática	Capacidad de llenado de 500-4000 l/h Capacidad de 2 a 12 boquillas
Etiquetadora automática	Capacidad de 125 etiquetas por minuto
Codificadora láser	Mayor precisión y durabilidad Marcaje preciso y de alta calidad

*Tabla 20: Equipos. Elaboración propia.*

<b>Equipos</b>	<b>Características</b>
Balanza industrial	Capacidad: 600 Kg Pantalla digital 7 memorias
Medidor de pH	Precisión: $\pm 0.05$ pH Rango de medida: 0.00-14.00 pH
Galga selladora	Fácil manejo Gran precisión en la medición

## ANEXO 5: Normas productos cosméticos.

- a) Real Decreto 85/2018, de 23 de febrero, por el que se regulan los productos cosméticos.

La norma establece que los cosméticos deben ser seguros en condiciones de uso normales y se debe respetar las reglas de composición y etiquetado.

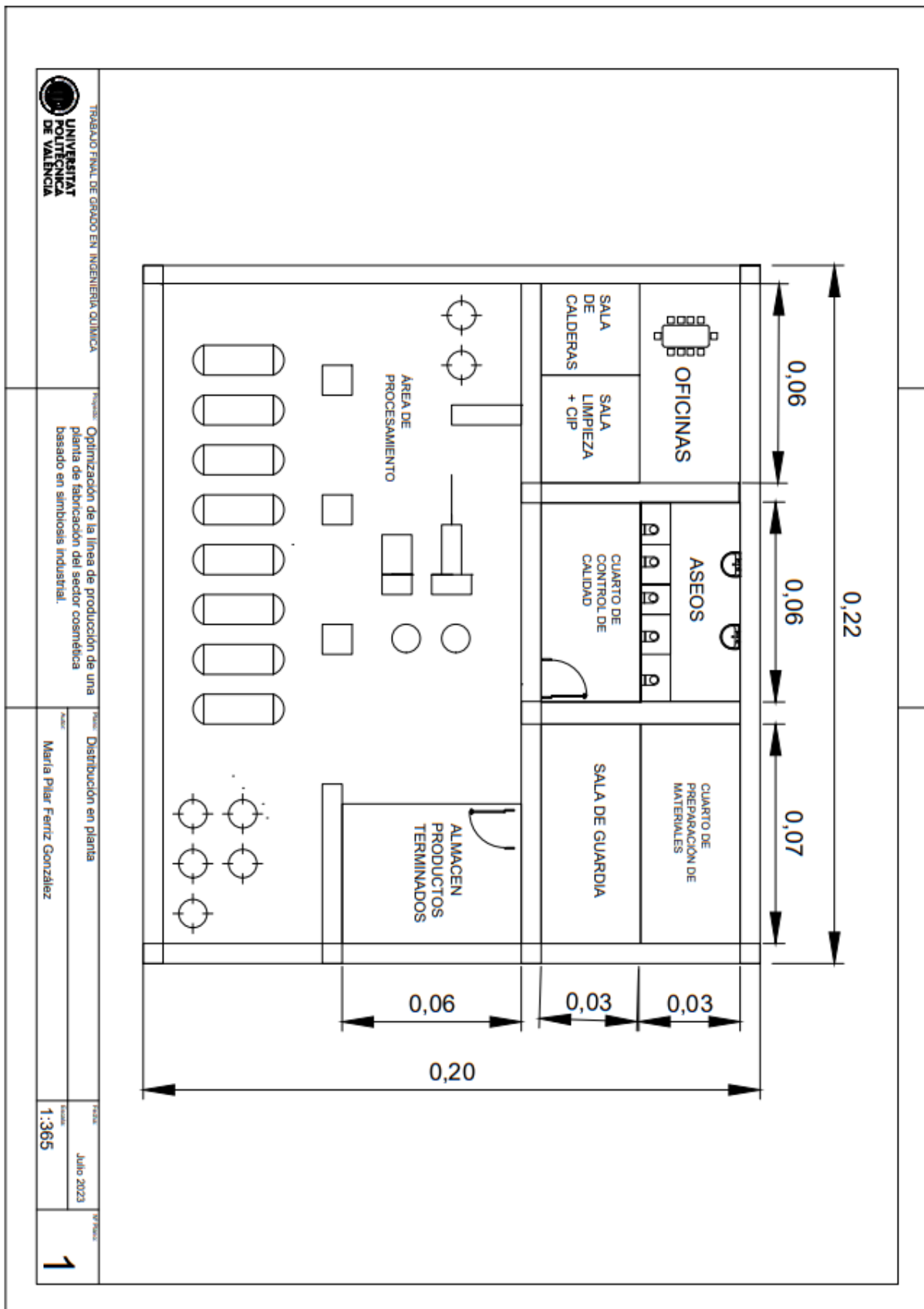
- b) Reglamento de Productos Cosméticos (CE) nº 1223/2009

Dicho reglamento establece las normas que tienen que cumplir los productos cosméticos comercializados para garantizar el funcionamiento del mercado interior y lograr un alto nivel de protección de la salud humana.

- c) Reglamento (UE) nº 655/2013

Se aplicará a cualquier reclamo, independientemente del tipo de medio o herramienta de marketing utilizada, la función del reclamo o la audiencia a la que se dirige.

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICO BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.



## Bibliografía

1. **Instituto Vila-Rovira.** [En línea] [Citado el: 15 de Marzo de 2023.] <https://www.institutodelpelo.es/ingredientes-del-champu/>.
2. **Feique.** [En línea] [Citado el: 2023 de marzo de 15.] <https://www.feique.org/la-industria-quimica-un-sector-innovador-y-estrategico-para-el-desarrollo-sostenible-y-la-rse/>.
3. **Economia360.** [En línea] [Citado el: 15 de marzo de 2023.] [https://www.economia360.org/sector-industrial/#Sector\\_industrial\\_quimico](https://www.economia360.org/sector-industrial/#Sector_industrial_quimico).
4. **Quimica hogar.** [En línea] [Citado el: 15 de marzo de 2023.] <https://quimicahogarenp9.wordpress.com/#:~:text=En%20el%20mercado%20local%2C%20los%20productos%20qu%C3%ADmicos%20m%C3%A1s,Insecticidas%2Fplaguicidas%20Lacas%2C%20barnices%2C%20pinturas%20Sosa%20c%C3%A1ustica%2F%20lej%C3%ADa%20>.
5. **Ecolisima.** [En línea] [Citado el: 15 de marzo de 2023.] <https://ecolisima.com/guia-10-ingredientes-toxicos-cosmetica/>.
6. **Total Manufacturing.** [En línea] [Citado el: 20 de marzo de 2023.] <https://total-manufacturing.com/lean/introduccion/introduccion-lean-manufacturing/>.
7. **apd.** [En línea] [Citado el: 16 de marzo de 2023.] <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>.
8. **SPC consulting group.** [En línea] [Citado el: 7 de mayo de 2023.] <https://spcgroup.com.mx/como-implementar-las-5ss-en-tu-empresa/#:~:text=Etapas%20a%20seguir%20en%20la%20implantaci%C3%B3n%20de%20la,las%20reglas%20y%20la%20mejora%20de%20los%20est%C3%A1ndares>.
9. **Cegid Ekon.** [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2023.] <https://www.ekon.es/blog/mermas-industria-como-prevenir-las/>.
10. **UMH.** [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2023.] <https://calidad.umh.es/plan-director/equipos-de-mejora-2/>.
11. **Angola Transparency.** [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2023.] <https://angolatransparency.blog/es/cuales-son-los-principios-del-kaizen/>.
12. **Safety culture.** [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2023.] <https://safetyculture.com/es/temas/que-es-smed/>.
13. **Armonia Cosmética Natural.** [En línea] [Citado el: 20 de marzo de 2023.] <https://armoniabio.com/blog/envases-sostenibles-cosmetica-todo-lo-que-debes-saber/>.
14. **national geographic.** [En línea] [Citado el: 17 de marzo de 2023.] <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/04/la-industria-de-la-belleza-genera-muchos-residuos-plasticos-puede-cambiar>.



15. **Insst.** [En línea] [Citado el: 18 de marzo de 2023.]  
<https://www.insst.es/documents/94886/329011/ntp-1074.pdf/89d89d07-d697-45c0-abdb-85b07e4d0ab6>.
16. **sigma daf clarifiers.** [En línea] [Citado el: 18 de marzo de 2023.]  
<https://sigmadafclarifiers.com/reutilizacion-de-aguas-residuales-provenientes-de-la-industria-cosmetica-proceso-integral-de-tratamiento-mediante-caf-daf-y-mbr/>.
17. **RAE.** [En línea] [Citado el: 3 de marzo de 2023.] <https://dle.rae.es/simbiosis>.
18. **AIDIMME.** [En línea] [Citado el: 12 de mayo de 2023.]  
<https://actualidad.aidimme.es/2021/09/07/simbiosis-industrial-el-salto-de-fe-hacia-la-economia-circular/>.
19. **Vigilancer.** [En línea] [Citado el: 12 de mayo de 2023.]  
<https://www.vigilancer.es/index.php/2021/06/10/simbiosis-industrial/>.
20. **Atalayas.** [En línea] [Citado el: 19 de marzo de 2023.] <https://atalayas.com/atalayas-simbiosis-industrial/>.
21. **Linda Kosmol.** [En línea] [Citado el: 21 de marzo de 2023.]  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8808029>.
22. **UN.** [En línea] [Citado el: 1 de junio de 2023.]  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>.
23. **Gestionar Fácil.** [En línea] [Citado el: 22 de marzo de 2023.] <https://www.gestionar-facil.com/que-es-un-proceso/>.
24. **Cosmetic latam.** [En línea] [Citado el: 26 de marzo de 2023.]  
<https://www.cosmeticlatam.com/index.php/2021/07/13/cuales-son-los-procesos-de-fabricacion-de-los-cosmeticos/>.
25. **Silverson.** [En línea] [Citado el: 1 de abril de 2023.]  
[https://www.silverson.es/images/uploads/documents/Fabricacion\\_de\\_champus.pdf](https://www.silverson.es/images/uploads/documents/Fabricacion_de_champus.pdf).
26. **Sistemic.** [En línea] [Citado el: 5 de abril de 2023.] <https://www.sistemic.es/noticias/lineas-de-produccion-la-gestion-mas-eficaz-de-nuestro-sistema-productivo/>.
27. **Otro.** [En línea] [Citado el: 14 de abril de 2023.] <https://champusolido.org/>.
28. **el economista.** [En línea] [Citado el: 15 de abril de 2023.] <https://ranking-empresas.eleconomista.es/PRODUCTOS-CAPILARES-OREAL.html>.
29. **Atlas consultora.** [En línea] [Citado el: 20 de abril de 2023.]  
<https://www.atlasconsultora.com/como-mejorar-la-eficacia-de-los-procesos/>.
30. **Sixphere Labs.** [En línea] [Citado el: 6 de mayo de 2023.]  
<https://sixphere.com/blog/herramientas-lean-manufacturing/#:~:text=Principales%20herramientas%20de%20Lean%20Manufacturing%201%201.%205S,...%207%207.-%20Poka%20Yoke%20...%20M%C3%A1s%20elementos>.

## OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DEL SECTOR COSMÉTICA BASADO EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

31. **mdepack.** [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2023.] <https://mdepack.com/maquinaria-de-ensvasado/taponadoras/>.
32. **Ainia.** [En línea] [Citado el: 14 de mayo de 2023.] <https://www.ainia.es/ainia-news/simbiosis-industrial-sector-agroalimentario/>.
33. **Actualidad Jurídica Uría Menéndez.** [En línea] [Citado el: 14 de mayo de 2023.] <https://www.uria.com/documentos/publicaciones/4754/documento/foro07.pdf?id=5942>.
34. **VOGUE.** [En línea] [Citado el: 16 de mayo de 2023.] <https://www.vogue.es/belleza/articulos/industria-cosmetica-desarrollo-sostenible>.
35. **GTA ambiental.** [En línea] [Citado el: 16 de mayo de 2023.] <https://gtaambiental.com/simbiosis-industrial/>.
36. **Statista.** [En línea] [Citado el: 17 de mayo de 2023.] <https://es.statista.com/estadisticas/601048/porcentaje-de-crecimiento-anual-en-cosmetica-2004/>.
37. **Stanpa.** [En línea] [Citado el: 18 de mayo de 2023.] <https://www.stanpa.com/sector-en-cifras/sector-cosmetico-espana/>.
38. **Datos macro.** [En línea] [Citado el: 26 de junio de 2023.] <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/espana>.
39. **Lean Manufacturing 10.** [En línea] [Citado el: 22 de mayo de 2023.] <https://leanmanufacturing10.com/disenio-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla>.