F-DC-128 Pedro Lopez

por Fabian Amaya Arias

Fecha de entrega: 12-mar-2023 09:08p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2035655478
Nombre del archivo: DC-128_Informe_Final_Trabajo_Grado_Modalidad_Practica_final.docx (12.62M)
Total de palabras: 7936
Total de caracteres: 42045

Análisis y aplicación de herramientas Lean en los procesos de producción supervisados por la gerencia de ingeniería de la empresa Filtros Partmo.

Modalidad: Práctica Empresarial

Pedro David López Gómez
CC 1100975271

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
BUCARAMANGA - 6/3/2023

Análisis y aplicación de herramientas Lean en los procesos de producción supervisados por la gerencia de ingeniería de la empresa Filtros Partmo.

Modalidad: Práctica Empresarial

Pedro David López Gómez

CC 1100975271

Informe de práctica para optar al título de

Tecnólogo en Producción Industrial

DIRECTOR

Edwing Fabian Amaya Arias

Pedro Dulcey

Gerente de ingeniería – Filtros Partmo

Grupo de investigación – SOLYDO

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS

TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

BUCARAMANGA – 6/3/2023

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____

_____
Firma del Evaluador

_____
Firma del Director

DEDICATORIA

Dedicado a las personas mas importantes de mi vida:

A mis padres Héctor y Carmen quienes han sido parte de mi formación como persona y me han apoyado en cada uno de los proyectos que he decidido emprender, a pesar de mis errores y mis caídas me han motivado y me han respaldo con su cariño, esfuerzo y amor.

A mi hermana Laura por compartir conmigo esta etapa de mi vida y por brindarme las cosas esenciales que necesite en el transcurso de la carrera.

A mis hermanas Adriana y Paula por la complicidad, el afecto y por recordarme la grandeza de mis capacidades.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar gracias a Dios, por permitirme alcanzar mis sueños y estar cada vez mas cerca de la meta que me propuse de niño.

A mi familia por apoyarme de forma incondicional.

A mis maestros por forjar y ampliar mis conocimientos.

A las Unidades Tecnológicas de Santander, porque en ella viví grandes experiencias, sin duda una gratificante etapa de mi vida.

Por último, quiero agradecer a la empresa Filtros Partmo por la oportunidad de laborar y aprender día a día.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 10

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD 12

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA 13
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA 13
2.3. OBJETIVOS 14
2.3.1 OBJETIVO GENERAL 14
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA 15

3 MARCO REFERENCIAL 15

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA 18

4.1. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS 18
4.2. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS. 27
4.3. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN. 32

5 RESULTADOS 43

6 CONCLUSIONES 49

7 RECOMENDACIONES 49

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

9 ANEXOS 53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Filtro de Aire y sus partes 18
Figura 2. Expansora de Lámina 19
Figura 3. Corte de Malla en la Cizalla 20
Figura 4. Soldado del Tubo de Malla mediante Soldadora Barra Z 20
Figura 5. Plisadora de Rodillos 21
Figura 6. Preensamble y Expandido de Filtros 22
Figura 7. Inyectora de Tapas Plásticas y Troquel con la Tapa Plástica Inyectada 22
Figura 8. Rayado Interior de Tapa Metálica 23
Figura 9. Punzonado en Tapa Metálica Inferior 24
Figura 10. Inyección de Molde Plástico en Inyectora de Poliol Blando 24
Figura 11. Aplicación de Hotmelt en Filtro 26
Figura 12. Marcado de Filtro Mediante Video Jet 26
Figura 13. Embolsado y Encajado de Filtro 27
Figura 14. Lugar Donde se Almacenaban los Embudos y Partes que Intervienen en el Preensamble 28
Figura 15. Lugar y Estado Inicial Donde se Guardaban las Mordazas y los Conos 29
Figura 16. Tapa de Poliuretano Perforada a Raíz de que No se Expandió el Filtro 30
Figura 17. Ayuda Visual Desactualizada 30
Figura 18. Elementos y Residuos Presentes en el Lugar donde se Guardaban los Embudos 33
Figura 19. Registro Diario Llevado a cabo Inicialmente 37
Figura 20. Combinaciones entre Mordazas – Conos y las Medidas Arrojadas 38
Figura 21. Listado de Filtro que se Expanden y Medidas Relevantes para la Estandarización 39
Figura 22. Asignación de Mordaza y Cono para cada Filtro 40
Figura 23. Formato de Estandarización 41

Figura 24. Captura de Pantalla del Consolidado de Ayudas Visuales 43
Figura 25. Proceso de Restauración del Estante 44
Figura 26. Capacitación con el Personal Involucrado 45
Figura 27. Ubicación de las Mordazas en el Estante 45
Figura 28. Ubicación de los Conos en el Estante 46
Figura 29. Ubicación de los Embudos en el Estante 46
Figura 30. Herramienta de Gestión Visual 47
Figura 31. Fragmento con parte de las Ayudas Visuales Elaboradas 48
Figura 32. Ayuda visual Implementada en la Línea de Producción 48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. *Estado inicial ayudas visuales* 31

Tabla 2. *Inventario de embudos según su característica* 34

Tabla 3. *Identificación y longitud de cada mordaza* 37

Tabla 4. *Identificación y medidas de cada cono* 38

RESUMEN PRÁCTICA

La práctica realizada en la empresa Filtros Partmo fue una gran experiencia de aprendizaje, pues ayudo a afianzar y reforzar los conocimientos vistos en el transcurso de la carrera o a aprender nuevos conceptos que se desconocían.

Gracias a esta experiencia se pudo evidenciar como es el funcionamiento de una empresa de manufactura y la importancia de cada una de las áreas que la conforman.

Los procesos vistos y la forma de trabajar de esta compañía abren la mente hacia un desarrollo como profesional en el campo de ingeniería, además de que quedan estas experiencias para ser compartidas en situaciones que así lo requieran.

El plan de trabajo propuesto se llevo a cabo de manera satisfactoria, inicialmente se comento con el supervisor encargado por parte de la empresa el interés de aplicar parte de la metodología Lean en procesos que lo necesitaran, de esta manera se otorgo la confianza y herramientas necesarias para el cumplimiento de los objetivos descritos, aplicándolos en la línea de producción de filtros de aire. Personalmente se desconocían estos dispositivos, pero con el apoyo y guía de operarios de producción, mecánicos, inspectores de calidad, ingenieros y demás trabajadores de la empresa estas dudas fueron resueltas, logrando comprender las generalidades de los filtros y los procesos que involucra fabricarlos.

Además de cumplir con la propuesta de análisis y aplicación de herramientas Lean, se realizaron otros trabajos que fortalecieron aún mas las bases teóricas que se tenían: actividades como toma de tiempos, seguimiento de parámetros, pruebas de laboratorio para probar la efectividad de materiales, realización de prototipos y muestras, entre otras. Estos trabajos dejan grandes enseñanzas que nutren al autor en su futuro como estudiante y profesional.

Se agradece la oportunidad y confianza otorgada para la realización de cada una de las labores que aportaron al crecimiento y mejora operacional de la empresa y al crecimiento personal del estudiante.

INTRODUCCIÓN

Lean Manufacturing o manufactura esbelta, es una filosofía de trabajo basada en la mejora continua, la optimización de procesos y la eliminación de desperdicios.

Hace varias décadas que esta metodología fue expuesta al mundo por autores que plasmaban en sus libros, casos de éxito en empresas que la aplicaban en sus operaciones, y es por esto que con el transcurrir de los años se ha venido popularizando e implementando en diversas industrias. Al ser un tema de suma relevancia y múltiples beneficios para este sector y para carreras afines como la propia, se han difundido estos conceptos de manera pedagógica en instituciones de educación superior, compartiendo conocimientos, experiencias y generando en los estudiantes altas expectativas de llevar estas enseñanzas a la práctica.

El presente informe tiene como finalidad exponer los resultados después de aplicar esta metodología en la práctica empresarial llevada a cabo en la empresa Filtros Partmo, y además mostrar la importancia que tiene el Lean Manufacturing en las empresas productoras, haciendo énfasis en los beneficios que puede traer aplicar las herramientas Lean en los procesos de una línea de producción.

La compañía Filtros Partmo y sus diferentes áreas que la conforman, están comprometidas con la educación tecnológica dada por las Unidades Tecnológicas de Santander es por esta razón que brindan oportunidades a la comunidad uteista de pertenecer a la empresa y aportar al crecimiento de ambas partes involucradas.

La necesidad principal de la practica se basó en la optimización o mejora de los procesos de la línea de aire, y los beneficios resultantes fueron una disminución notable de los tiempos de operación, disminución de errores y una cultura enfocada hacia la mejora continua de los procesos. Todo esto gracias al trabajo en equipo y a una correcta recepción de nuevas metodologías por parte del personal de producción.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Filtros Partmo S.A.S es una reconocida empresa del sector de autopartes, cuenta con más de 60 años de experiencia en el mercado nacional, y hoy en día es la marca líder en el país en ofrecer soluciones de filtración para gran variedad de motores. Además de Colombia, tiene presencia en más de 12 países de Latinoamérica (Partmo, 2023).

Su centro de operación se encuentra en la ciudad de Bucaramanga – Santander, es en este lugar donde inicio su actividad comercial con 4 maquinas y 8 trabajadores. Con el transcurrir del tiempo fue ampliándose estructuralmente lo que le permitió robustecer sus instalaciones, maquinarias y talento humano.

Hoy en día cuenta con mas de 250 colaboradores quienes trabajan diariamente por entregar el mejor producto al cliente, gracias a sus instalaciones amplias y avance tecnológico en sus mecanismos garantizan la seguridad en sus procesos.

Cuentan con 3 líneas de producción donde se fabrican filtros de aire, aceite, combustible y separadores agua combustible, todos estos enfocados hacia el sector de vehículos de carga mediana. Utilizan materiales de alta eficiencia, amigables con el medio ambiente, garantizando una sostenibilidad con el planeta.

Gracias a la aceptación y la calidad de productos que provee, en el año 2016 es comprada por Donaldson Company Inc. Multinacional de gran reconocimiento global de este mismo sector, y quien vio en Partmo el potencial y la oportunidad de expandirse comercial y productivamente, generando experiencias satisfactorias en sus clientes y transmitiendo seguridad, compromiso y buenos valores a cada uno de sus colaboradores (Pogalz, 2016).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

En la actualidad es común ver en empresas productoras ciertos fallos en el desarrollo de sus procesos; como lo son: tiempos elevados de producción, desorganización en sus procesos o áreas, uso inadecuado o ineficiente de materias primas o recursos, entre otros. Estas fallas se conocen como despilfarros o desperdicios y es una problemática que afecta la productividad y competitividad de las empresas (Andreu, 2021).

Con el pasar del tiempo y el avance de la ingeniería en la industria, se han venido creando y desarrollando metodologías como la de Lean Manufacturing, cuyo objetivo principal es la eliminación de estos desperdicios y la creación de valor para la empresa y el cliente. Sin embargo, es preciso resaltar que no todas las empresas usan este tipo de metodologías o filosofías, debido a desinformación o desactualización de las tendencias en cuanto productividad y eficiencia se refiere (Centro de competitividad de Monterrey, 2018).

Con base en esta información y con la necesidad de brindar apoyo a los procesos de producción que están a cargo de la gerencia de ingeniería en la empresa Filtros Partmo, nace el interés particular por implementar parte de la filosofía de lean en esta reconocida compañía. Partiendo desde el principio de la mejora continua y el análisis de los procesos, para la posterior aplicación de las herramientas lean que se consideren pertinentes. ¿Qué actividades del proceso de producción de la empresa Filtros Partmo se beneficiarían con la aplicación de las herramientas lean y la mejora continua?

2.2. Justificación de la Práctica

Dando acompañamiento y asistencia a los procesos de producción a cargo de la gerencia de ingeniería de la empresa Filtros Partmo, se logrará inicialmente el

análisis y comprensión de estos procesos y su posterior identificación de despilfarros.

Hallando las actividades que generan desperdicios en los procesos, se procederá finalmente a aplicar las herramientas lean a través de métodos o técnicas simples que permitan la optimización y mejora de actividades dentro de la operación (Salazar, 2019).

Como base primordial se tendrá los conocimientos adquiridos dentro de las asignaturas vistas a lo largo de la carrera de Tecnología en Producción Industrial, pero centrándose en la electiva de profundización de manufactura esbelta. Respaldado siempre por la experiencia y guía de personas expertas en el tema y con el apoyo de herramientas informáticas. Se demostrará la importancia que tiene la academia a la hora de facilitar y enseñar conceptos en un aula de clase, para posteriormente ser llevados a la practica en empresas que así lo requieran. Nutriendo de experiencia y aprendizaje tanto al estudiante como a la empresa, y brindando oportunidades de crecimiento a toda la comunidad educativa de las UTS.

2.3. Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Analizar los procesos de producción que están a cargo de la gerencia de ingeniería en la empresa Filtros Partmo, con el fin de implementar las herramientas Lean que se consideren pertinentes para la mejora y cumplimiento de objetivos de la gerencia.

2.3.2 Objetivos Específicos

1). Analizar el funcionamiento de los procesos de producción que están a cargo de la gerencia de ingeniería en la empresa Filtros Partmo.

2). Realizar un diagnóstico de las actividades que no generan valor en el desarrollo de los procesos, tomando datos relevantes como tiempo, uso de recursos y reprocesos que se puedan presentar. Todos estos registros se irán documentando con el fin de tener una base de datos y comparar con futuros resultados.

3). Implementar las herramientas Lean que se consideren adecuadas para la mejora de los procesos de producción.

2.4 Antecedentes de la Empresa

Filtros Partmo S.A.S. es una empresa con más de 60 años de experiencia en el mercado nacional, expertos en la fabricación y comercialización de filtros de aire, aceite y combustible para diversos vehículos automotores. Desde hace 6 años hace parte de la familia Donaldson Company Inc., una de las multinacionales lideres en el mercado de filtración para varias industrias. Esta alianza trae múltiples beneficios como la expansión de su mercado a nivel nacional e internacional y la incorporación de nuevos productos a su portafolio.

Además, es una empresa comprometida con la calidad de los procesos y productos, por lo que está en frecuente investigación e implementación de metodologías de mejora continua, que les permita progresar operacionalmente y ser la mejor alternativa costo -beneficio del mercado (Filtros Partmo, 2023).

3 MARCO REFERENCIAL

Análisis de procesos:
Es la identificación o reconocimiento de los métodos utilizados para desarrollar un trabajo. Describiendo puntualmente el modo en el que se realiza una labor dentro

de una organización y tomando aspectos relevantes como lugares, personas, materiales y centros de trabajo que intervienen en el proceso (Ricardo, s.f.).

Lean Manufacturing:

Es una metodología enfocada en optimizar procesos y eliminar cualquier desperdicio o defecto que no agregue valor a un producto. Se basa en el principio de mejora continua y puede ser aplicado en diversas áreas de una empresa. Se implementa por medio de herramientas, de acuerdo con el diagnostico o estado de los procesos. En la actualidad existen una gran variedad de herramientas, cada una para un desperdicio en concreto y con un fin especifico: eliminar cualquier despilfarro y obtener múltiples beneficios como mejoras en los procesos, disminución de tiempos, disminución de costos y una alta satisfacción por parte del cliente (Universidad EAFIT, 2014).

Mejora continua:

Es una filosofía la cual busca constantemente la optimización y perfeccionamiento de procesos, productos y servicios en una organización, mediante la ejecución de acciones que garanticen la calidad y competitividad de la compañía (Orellana, 2020).

5s:

Es un método creado en Japón en los años 60 dentro de una fábrica de producción de Toyota. Hace parte de las herramientas de Lean Manufacturing y consiste en definir hábitos de orden y limpieza en las áreas de trabajo de una empresa. Mejora las condiciones de los trabajadores y crea ambientes de disciplina que permiten mantener espacios organizados y procesos eficientes.

Cada “s” es la inicial de una palabra japonesa que indica la fase a la cual corresponde:

1. Seiri (Clasificar): Conservar lo necesario y desechar lo innecesario.

2. Seiton (Ordenar): Identificar cada uno de los objetos necesarios y definir un espacio y orden para cada uno de ellos.
3. Seiso (Limpieza): Tener hábitos de aseo y limpieza que permitan conservar el espacio en perfectas condiciones.
4. Seiketsu (Estandarizar): Mantener los pasos anteriores de forma rutinaria, generando hábitos en los colaboradores que permitan actuar en pro de conservar cada una de las fases anteriores.
5. Shitsuke (Disciplina): Trabajar permanentemente con un enfoque hacia la mejora continua.

Al aplicar correctamente las 5s se pueden obtener beneficios como: mayor productividad, mejora de las condiciones de trabajo, disminución de costos y pérdidas de tiempo, mejoras en la calidad de productos, mayor compromiso, responsabilidad y disciplina en los trabajadores, entre otros (Eurofins Envira Ingenieros Asesores, 2020).

Poka Yoke:

Es una herramienta Lean que permite por medio de mecanismos ayudar a prevenir errores o falencias en el proceso antes de que sucedan.

Este método fue creado para prevenir los errores humanos y para aumentar la calidad de los productos y la eficiencia por parte de los trabajadores.

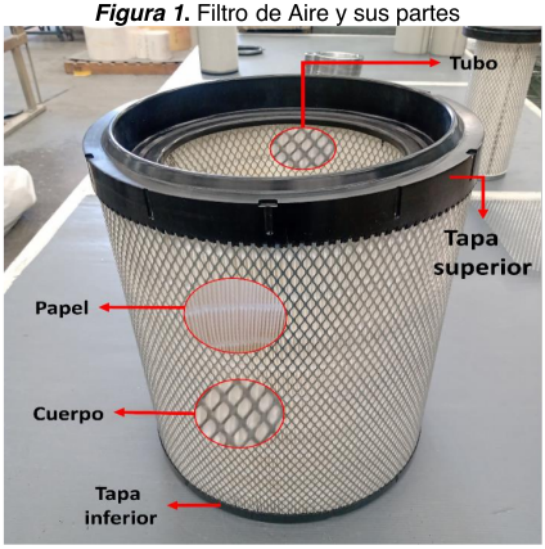
Existen Poka Yoke de diversos tipos como: secuencial, informativo, agrupado y físico; todos estos con el mismo fin de hacer evidentes los errores para que sean corregidos o prevenidos a tiempo (Zarate, 2023).

Filtro de Aire:

El filtro de aire es un dispositivo fundamental para el funcionamiento de un carro, se encarga de retener las impurezas que se encuentran en el aire y garantizar que al momento que este llegue a los cilindros para el proceso de combustión, este limpio

y sin ninguna suciedad, de lo contrario varias partes del motor resultarían afectadas y con serios daños que desgastarían la vida útil del motor (Rueda, 2022).

Figura 1. Filtro de Aire y sus partes



Fuente: Autor

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

4.1. Análisis de los procesos.

Siguiendo las indicaciones de la gerencia de ingeniería y con el propósito de dar acompañamiento y apoyo a los procesos productivos de la Línea de Aire, se delegaron las actividades propias para el cumplimiento de los objetivos de la propuesta y de la practica enfocadas en dicha línea de producción. A partir de esto se empezó con el trabajo de análisis y comprensión de los procesos que se realizan en la línea, con la finalidad de familiarizarse y entender el total funcionamiento de esta misma.

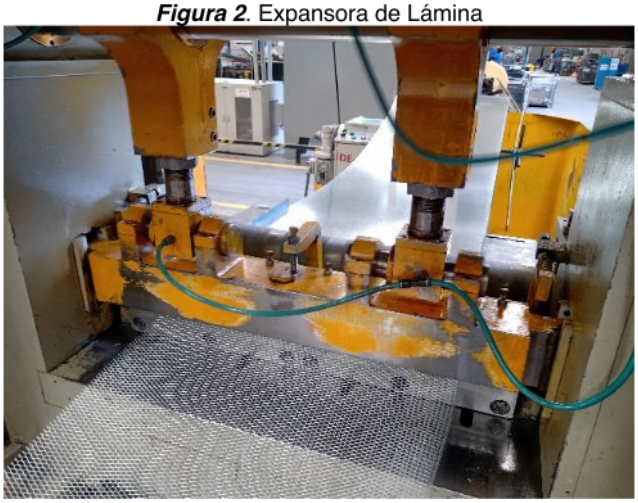
Con el apoyo y acompañamiento del personal involucrado en cada una de las actividades que comprenden la línea de producción, se conoció cuáles eran los

procesos que intervenían en la elaboración de los filtros de aire, analizando visualmente el desarrollo de cada uno de estos.

A continuación, se muestra una breve descripción de los procesos previo análisis realizado:

- **Proceso de expandido de lámina:**

Figura 2. Expansora de Lámina



Fuente: Autor

Proceso en el cual se expande la lámina galvanizada para convertirla en la malla que dará estructura al filtro de aire, en este proceso intervienen 3 máquinas:

I. Desenrrollador: Donde se monta el rollo de lámina galvanizada para darle paso automáticamente a la expansora.
II. Expansora: Es la encargada de expandir la lámina galvanizada, mediante el accionamiento continuo de un sistema de cuchillas.
III. Laminadora: Su función principal es aplanar la lámina que fue expandida, para que esta no presente ondulaciones y afecte al posterior ensamble

de los filtros. Además, es la encargada de formar los rollos de malla expandida para el montaje en las cizallas y su posterior proceso de corte.

- **Proceso de corte de malla:**

Figura 3. Corte de Malla en la Cizalla



Fuente: Autor

En este proceso se corta el rollo de malla según las medidas de la referencia que se vaya a trabajar, este proceso se realiza mediante la operación de dos Cizallas neumáticas, de las cuales una es utilizada para cortar la altura y la otra el ancho de la malla según las características del filtro a ensamblar.

- **Proceso de soldado:**

Figura 4. Soldado del Tubo de Malla mediante Soldadora Barra Z



Fuente: Autor

Proceso en el cual se unen ambos extremos de la malla mediante soldadura, para la creación del cuerpo o tubo interior del filtro. En el proceso intervienen dos máquinas:

I. Enchurcadora: Es la encargada de darle la forma cilíndrica a la malla, mediante la rotación de rodillos.
II. Soldadora barra Z: Es la encargada de soldar los extremos del cuerpo o tubo de malla, funciona de modo neumático accionando un pedal.

- **Proceso de plisado de papel:**

Figura 5. Plisadora de Rodillos

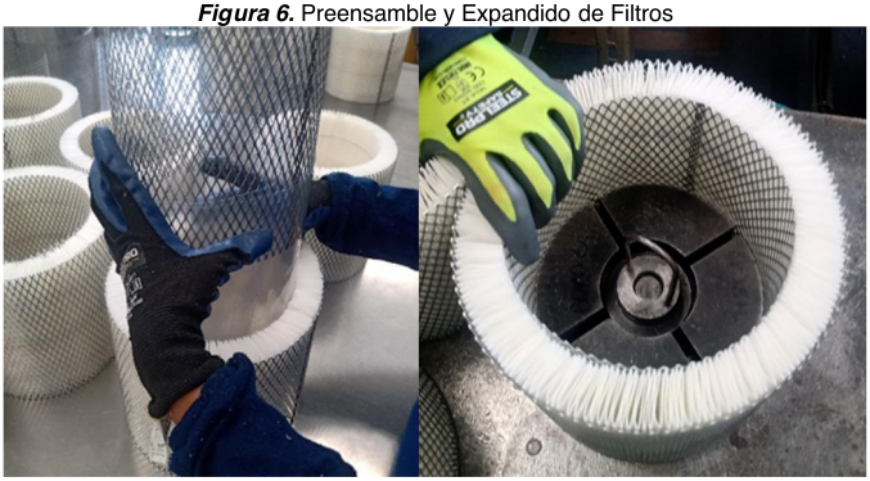


Fuente: Autor

Proceso realizado mediante una plisadora de rodillos eléctrica, la cual una vez montado el rollo de papel e introducido los parámetros de la referencia que se va a ensamblar (longitudes, temperatura de las planchas, ancho de pliegue, numero de pliegues, velocidad de la banda), inicia su trabajo de manera automática, transformando el papel plano en un papel con pliegues uniformes, alineados y firmes; posteriormente el papel es cortado y pegado según el número de pliegues que deba contener.

- **Proceso de preensamble, expandido y horno:**

Figura 6. Preensamble y Expandido de Filtros



Fuente: Autor

Proceso en el cual se ensambla el cuerpo, el papel y el tubo. En este proceso interviene la mesa expansora; una maquina cuya función principal es expandir el tubo central del filtro, con la finalidad de que este se acople perfectamente y no se caiga al momento de inyectar las tapas del filtro. Una vez los filtros han sido expandidos se posicionan en dirección hacia el horno para que el papel absorba la humedad que pudiese haber recogido.

- **Proceso de inyección tapas plásticas:**

Figura 7. Inyectora de Tapas Plásticas y Troquel con la Tapa Plástica Inyectada



Fuente: Autor

Proceso en el cual se fabrican las tapas plásticas que serán posteriormente inyectadas y ensambladas con la estructura restante del filtro. Se lleva a cabo en la inyectora de tapas plásticas, la cual funciona mediante un troquel que sirve como molde y es el que da forma a la tapa plástica del filtro. Se deben introducir los parámetros según las características de la tapa (Temperatura, presión, cantidad de material, tiempo de curado). Seguido de esto la inyectora comienza con su trabajo de forma automática. El material utilizado es nylon granulado, el cual es depositado en una tolva para posteriormente ser derretido por las resistencias de la maquina e inyectado en el troquel.

- **Proceso de Rayado y lavado de tapas metálicas:**

Figura 8. Rayado Interior de Tapa Metálica



Fuente: Autor

En este proceso se rayan las tapas metálicas que previamente fueron fabricadas. Son puestas en un torno y rayadas uniformemente la parte interior con la ayuda de un buril. Tiene como propósito generar una mayor superficie de adherencia al momento de que estas son inyectadas. Seguido de esto las tapas son lavadas para retirar la grasa que puedan presentar.

- **Proceso de punzonado de tapas y pega de empaque:**

Figura 9. Punzonado en Tapa Metálica Inferior



Fuente: Autor

Mediante un troquel que es instalado en una maquina tipo prensa, se perforan las tapas metálicas en el centro de esta superficie. Una vez las tapas metálicas son punzonadas, se procede a pegar un empaque de espuma en estas mismas, con la ayuda de un pegante instantáneo industrial.

- **Proceso de inyección:**

Figura 10. Inyección de Molde Plástico en Inyectora de Poliol Blando



Fuente: Autor

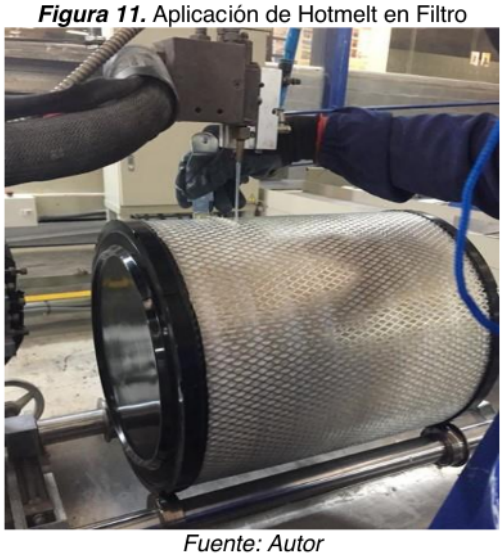
Este proceso es el encargado de darle la estructura final al filtro y esto se hace mediante la inyección de moldes o tapas según las características del filtro que se vaya a realizar. Los filtros son tomados de la banda transportadora saliente del horno y ensamblados con la tapa o molde que previamente fue inyectada, seguido de esto se debe colocar un peso en la parte superior para que estos se ensamblen correctamente. Por último, se repite el proceso con la tapa restante. Para el proceso de inyección de poliuretano hay 3 máquinas, cada una para un tipo de poliol diferente, de acuerdo con las especificaciones del filtro dependerá que inyectora se debe usar:

I. Inyectora poliol blando: Inyectora de mayor uso, utiliza los materiales poliuretano e isocianato blandos; por lo cual su acabado final es un material blando al tacto y fácil de desmoldear. Es utilizada para inyectar moldes y tapas plásticas.
II. Inyectora poliol adhesivo: Inyectora de uso alterno, utiliza los materiales poliuretano e isocianato adhesivos. Es utilizada para inyectar únicamente tapas metálicas.
III. Inyectora de poliol rígido: Inyectora de uso alterno, utiliza los materiales poliuretano e isocianato rígido. Es utilizada para inyectar moldes y tapas plásticas.

Después que se realizó la inyección del poliuretano en ambas caras del filtro se procede a desmoldear para rectificar el acabado final del filtro. El procedimiento de desmoldeo se realiza únicamente con los moldes plásticos que previamente fueron inyectados ya sea con poliol blando o poliol rígido. Para las tapas plásticas y metálicas no se realiza desmoldeo ya que estas mismas hacen parte del acabado final.

- **Proceso de aplicación de Hotmelt:**

Figura 11. Aplicación de Hotmelt en Filtro



Fuente: Autor

Este proceso es utilizado para ciertas referencias que lo incluyen en la ficha técnica. Consiste en aplicar un cordón de silicona por la superficie exterior del filtro, su función principal es adherirse al papel para que este quede más estable y uniforme. Es realizado mediante una maquina Hotmelt la cual se encarga de calentar el material y expulsarlo de forma líquida por un cabezal que se desplaza de manera automática a lo largo del filtro.

- **Proceso de marcación de filtro:**

Figura 12. Marcado de Filtro Mediante Video Jet



Fuente: Autor

Proceso donde los filtros son marcados según sus especificaciones. Se realiza mediante una Video Jet, la cual una vez introducido las especificaciones (Marca, referencia, país de fabricación, fecha, hora y aplicaciones) empieza su trabajo de manera automática.

- **Proceso de embolsado y embalaje:**

Figura 13. Embolsado y Encajado de Filtro



Fuente: Autor

En este proceso se toman de la banda transportadora los filtros que fueron marcados y se embolsan mediante una máquina que une ambos extremos de la bolsa y la sella completamente. Seguido de esto los filtros son encajados según la disposición sugerida por caja. La caja se sella con ayuda de una maquina encintadora y después se pegan las etiquetas de numero de mes, peso y contenido de la caja. Finalmente, las cajas son estibadas y llevadas a la bodega de producto terminado.

4.2. Diagnóstico de los procesos.

Al momento de llevar a cabo las actividades de análisis de procesos mostradas en la fase anterior, se procedió a identificar los desperdicios o actividades que no generan valor en el desarrollo de los procesos.

Teniendo en cuenta que la metodología de Lean Manufacturing se basa en el principio de mejora continua y en la optimización de procesos, mediante la eliminación de despilfarros como: tiempo, productos defectuosos, retrabajos, inventarios, entre otros. Se hizo necesario dar seguimiento de cerca a los procesos de la línea de aire, para localizar los desperdicios que se presentaban.

Los desperdicios encontrados se detallan a continuación:

- **Proceso de preensamble (Papel y cuerpo):**

Figura 14. Lugar Donde se Almacenaban los Embudos y Partes que Intervienen en el Preensamble



Fuente: Autor

En dicho proceso se logró evidenciar un notable despilfarro en cuanto a pérdida de tiempo y desorganización. Esto debido a que los embudos que se utilizan al momento de introducir el papel en el cuerpo de malla expandida se encontraban en un recipiente común y sin ningún tipo de orden, limpieza y clasificación, generando grandes pérdidas de tiempo al operario al momento de buscar esta pieza para realizar el proceso de preensamble.

- **Proceso de expandido (preensamble):**

Figura 15. Lugar y Estado Inicial Donde se Guardaban las Mordazas y los Conos



Fuente: Autor

Los desperdicios encontrados en este proceso son los siguientes:

- Pérdida de tiempo: Los operarios gastaban entre 5 y 12 minutos en probar que juego de mordaza y cono le servía al filtro que necesitaban expandir. Además, no tenían total claridad de las referencias que necesitaban de este procedimiento.
- Desorganización: Las mordazas y conos se encontraban en un cajón con un espacio muy reducido, por lo que cada pieza no tenía un espacio independiente y al momento de buscar estas mismas se hacía más difícil y tardío.
- Estandarización nula: Las mordazas y los conos no estaban identificados según sus características.

Se hacía necesario aplicar las herramientas Lean pertinentes en dicho proceso, debido a la importancia que tiene este en el acabado final y la calidad de los filtros. El procedimiento de expandido de los filtros es fundamental, ya que este permite que el tubo se empalme mejor al papel y no se caiga al momento de inyectar,

generando que en la superficie inyectada se marque el tubo y rompa la capa de poliuretano.

Figura 16. Tapa de Poliuretano Perforada a Raíz de que No se Expandió el Filtro



Fuente: Autor

- **Actualización e implementación de ayudas visuales:**

Figura 17. Ayuda Visual Desactualizada



Fuente: Autor

Actualmente la empresa ha venido implementando ayudas visuales en cada uno de los procesos de las líneas de producción, esto con la finalidad de guiar al operario

en el correcto desarrollo del proceso, mostrando mediante imágenes y señales las acciones que debe realizar en su trabajo. Sin embargo, se evidencio que en la línea de aire no había las suficientes ayudas visuales, o las pocas que existían se encontraban desactualizadas.

Tabla 1.
Estado inicial ayudas visuales

AYUDAS VISUALES LINEA DE AIRE	
PROCESO	**ESTADO**
Proceso de expandido de lamina	No había
Proceso de corte (Cuerpo y tubo)	No había
Proceso de soldadura	No había
Proceso de plisado del papel	No había
Proceso de expandido preensamble	Se debía actualizar
Proceso de horno	Se debía actualizar
Proceso de inyección poliol blando	No había
Proceso de inyección poliol rígido	No había
Proceso de inyección poliol adhesivo	No había
Proceso de inyección de tapas plásticas	No había
Proceso de marcación (Video jet)	No había
Proceso de embolsado	No había
Proceso de embalaje	Se debía actualizar
Proceso de hotmelt	No había
Proceso de rayado y limpieza de tapas	No había
Proceso de punzonado de tapas	No había
Proceso de fabricación de empaques	No había
Proceso de impresión de etiquetas	No había

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de la información recolectada.

Se considero esto como un desperdicio ya que muchas veces se observó que el personal operativo rotaba de sus habituales puestos de trabajo para desempeñar otras labores y no tenían estos soportes para respaldarse y orientarse al momento de ejecutar una operación; generando confusión, pérdidas de tiempo y desperfectos.

4.3. Implementación de herramientas Lean.

Para determinar cuál herramienta seria la indicada para cada despilfarro, se investigó en diversos sitios web el tema en cuestión, esto con la finalidad de reforzar los conocimientos y establecer con precisión las herramientas para cada caso. A partir de ahí se analizó cual era el mejor método por el cual se implementarían estas mismas, posteriormente se llevó a cabo la ejecución de la propuesta de solución.

Se indican a continuación las herramientas Lean que se aplicaron en cada uno de los desperdicios encontrados:

- **Proceso de preensamble (Papel y cuerpo).**

En este proceso se aplicó la herramienta 5s, el procedimiento de implementación se llevó a cabo de la siguiente manera:

I. Clasificar (Seiri):

Los embudos utilizados en el proceso del preensamble se encontraban en un recipiente angosto, que además de estos también almacenaba diversas cosas, como pistolas de silicona, trapos, papeles y elementos de protección personal. Aplicando la primer “s” se realizó una clasificación con todo lo que contenía el recipiente; se separaron las cosas que no eran necesarias y las que sí. Conservando en este mismo espacio únicamente los embudos.

II. Ordenar (Seiton):

Para la aplicación de la segunda “s”, se procedió a trasladar los embudos a una zona más amplia, donde se pueden identificar más fácilmente y con esto se reduce el tiempo de búsqueda.

III. Limpieza (Seiso):

Antes de aplicar las 5s, se evidenciaba que en el sitio donde se guardaban los embudos había materiales que no debían estar ahí. Una vez se reubicaron en un espacio más amplio, se delimito la zona y se le hizo la recomendación a los operarios de que aquel sitio era exclusivamente para almacenar los embudos, además de que este mismo debía permanecer en óptimas condiciones de limpieza.

Figura 18. Elementos y Residuos Presentes en el Lugar donde se Guardaban los Embudos



Fuente: Autor

IV. Estandarizar (Seiketsu):

Inicialmente se hizo un inventario con los embudos existentes y se tomó la medida del diámetro de cada uno de estos, para marcarlos e identificarlos con mayor facilidad. A partir de ahí se dividieron los embudos en dos grupos, de acuerdo con el diámetro. En el sitio donde se almacenan, esta señalado mediante un cartel el espacio donde debe ir cada embudo, y se le hace claridad al operario de que una vez se haya utilizado la pieza, esta misma debe devolverse al lugar de donde se tomó. Esto le permite al operario identificar ágilmente que tipo de pieza pertenece a cada lugar, en que orden deben ir y percatarse de posicionarlas en excelentes condiciones de limpieza.

Tabla 2.
Inventario de embudos según su característica

EMBUDOS		
N°	**DIÁMETRO**	**COLOR**
1	94	Naranja
2	95	Metal.
3	111	Metal.
4	119	Metal.
5	120	Naranja
6	139	Metal.
7	149	Café
8	158	Metal.
9	170	Naranja
10	171	Rojo
11	175	Verde
12	190	Verde
13	191	Verde
14	194	Rojo
15	194	Rojo
16	197	Verde
17	200	Verde
18	202	Café
19	210	Rojo
20	217	Verde
21	218	Azul
22	238	Azul
23	249	Metal.
24	253	Verde
25	257	Azul
26	260	Verde
27	270	Verde
28	271	Verde
29	275	Verde
30	285	Rojo
31	290	Blanco
32	308	Rojo
33	310	Blanco
34	312	Verde

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de la información recolectada.

V. Disciplina (Shitsuke):

Una vez se implementaron las 5s, se llevó a cabo una inspección diaria, donde se verifico el estado actual del sitio en el cual se aplicó la herramienta Lean, inspeccionando cada paso descrito anteriormente y reforzando los pasos de la metodología 5s de manera pedagógica en los operarios. Este proceso se llevó a cabo durante un par de semanas, con el fin de crear un hábito de compromiso y mantener la disciplina.

- **Proceso de expandido (Preensamble).**

Al igual que en el proceso anterior, se implementó la herramienta 5s, y su modo de aplicación también se realizó de manera secuencial:

I. Clasificar (Seiri):

Se separaron las piezas que no corresponden al proceso de expandido. Dejando únicamente las pertenecientes a la mesa expansora.

II. Ordenar (Seiton):

El cajón donde se guardaban las piezas de la mesa expansora era un espacio demasiado reducido, por lo que los operarios al terminar este proceso guardaban estas piezas sin ningún tipo de orden, apilando una sobre otra, lo cual hacia más difícil y tardía la búsqueda al momento de utilizarlas nuevamente. Por lo anterior, se procedió a reubicar las mordazas y los conos en un estante que previamente fue restaurado. Ahora las mordazas y los conos tienen un espacio delimitado y único, que permitirá reducir notablemente los tiempos de búsqueda.

III. Limpieza (Seiso):

Al ser piezas mecánicas, estas conservaban residuos de grasa y polvo donde se almacenaban anteriormente. Al cambiarlas de lugar por un espacio más amplio y ventilado esta situación mejoro. Se le hace la indicación al operario de que debe respetarse el espacio de estas piezas, y no disponer de este mismo para guardar o arrojar otras cosas.

IV. Estandarizar (Seiketsu):

Un desperdicio notable en este proceso era que el operario tardaba varios minutos en identificar que juego de mordaza y cono le servía para la referencia que necesitaba expandir. Esta problemática fue tenida en cuenta y resuelta de la siguiente manera:

A. Inicialmente se llevó a cabo un seguimiento del proceso de expandido de filtros, y se tomó un registro diario según los filtros que expandieran por turno, con el propósito de elaborar una estandarización que permitiera saber que juego de mordaza-cono le sirve a cada filtro y reducir los tiempos de retraso al ejecutar este proceso. Para esto se anotaba el filtro que se expandía y los diámetros de la mordaza y el cono que fueron utilizados en el proceso de expandido. Este procedimiento resulto algo tedioso y lento, ya que no todos los filtros de aire requieren ser expandidos, por lo que no todos los días los operarios realizaban este proceso.

Figura 19. Registro Diario Llevado a cabo Inicialmente

SEGUIMIENTO MEDIDAS CONO Y MORDAZA CON RESPECTO A LA REFERENCIA DE FILTRO EXPANDIDA				
FECHA	**REFERENCIA FILTRO**	**DIAMETRO MORDAZA (mm)**	**DIAMETRO CONO INFERIOR (mm)**	**DIAMETRO CONO SUPERIOR (mm)**
13/09/2022	AP-1325	130,60	68,41	70,47
14/09/2022	AP-2877sy (R)	157,94	65	70,84
14/09/2022	AP-7242	135,92	65,79	70,50
14/09/2022	AP-17871	131,16	62	70
15/09/2022	AP-5627	173,59	62,10	70,04
16/09/2022	AP-2877S	165,9	62,7	70
26/09/2022	AP-186-1	119,51	62,53	70,06
21/10/2022	AP-4863	165,9	62,53	70,06

Fuente: Autor

B. Posteriormente se realizó un inventario de las mordazas y los conos que había. Seguido de esto se les asigno un nombre a cada una de estas piezas, para que fuese más fácil de identificarlas al momento del seguimiento diario.

Tabla 3.
Identificación y longitud de cada mordaza

MORDAZAS MESA EXPANSORA	
REFERENCIA MORDAZA	**DIAMETRO MORDAZA (mm)**
M1	94.58
M2	120
M3	127
M4	131
M5	135
M6	158
M7	172.6
M8	186.6
M9	186.63
M10	202.5
M11	166.19

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de la información recolectada.

Tabla 4.
Identificación y medidas de cada cono

CONOS MESA EXPANSORA		
REFERENCIA CONO	**DIAMETRO CONO SUPERIOR (mm)**	**DIAMETRO CONO INFERIOR (mm)**
C1	81.11	63.68
C2	80	42
C3	70	65.45
C4	86.63	62.86
C5	70	61.62

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de la información recolectada.

C. Para agilizar este proceso, se procedió a montar cada una de las 11 mordazas y los 5 conos en la mesa expansora, probando cada combinación o relación entre estas 2 piezas y registrando el diámetro final al momento de expandirse.

Figura 20. Combinaciones entre Mordazas – Conos y las Medidas Arrojadas

REFERENCIA MORDAZA	REFERENCIA CONO	DIAMETRO MORDAZA SIN EXPANDIR	DIAMETRO CONO	DIAMETRO MORDAZA EXPANDIDA
M1	C1	94.58	81.11	122
M1	C2	94.58	80	NO SIRVE
M1	C3	94.58	70	111
M1	C4	94.58	86.63	128
M1	C5	94.58	70	106
M2	C1	120	81.11	148
M2	C2	120	80	NO SIRVE
M2	C3	120	70	135
M2	C4	120	86.63	155
M2	C5	120	70	131
M3	C1	127	81.11	155
M3	C2	127	80	NO SIRVE
M3	C3	127	70	144
M3	C4	127	86.63	164
M3	C5	127	70	140
M4	C1	131	81.11	160
M4	C2	131	80	NO SIRVE
M4	C3	131	70	149
M4	C4	131	86.63	165
M4	C5	131	70	143
M5	C1	135	81.11	164
M5	C2	135	80	167
M5	C3	135	70	151
M5	C4	135	86.63	NO SIRVE
M5	C5	135	70	148
M6	C1	158	81.11	170
M6	C2	158	80	171
M6	C3	158	70	NO SIRVE
M6	C4	158	86.63	188
M6	C5	158	70	170
M7	C1	172.63	81.11	201
M7	C2	172.63	80	190
M7	C3	172.63	70	189
M7	C4	172.63	86.63	206
M7	C5	172.63	70	185
M8	C1	186.6	81.11	213.28
M8	C2	186.6	80	207.14
M8	C3	186.6	70	202.97
M8	C4	186.6	86.63	220.61
M8	C5	186.6	70	198.94
M9	C1	186.63	81.11	213.31
M9	C2	186.63	80	207.17
M9	C3	186.63	70	203.00
M9	C4	186.63	86.63	220.64
M9	C5	186.63	70	198.97
M10	C1	202.5	81.11	232
M10	C2	202.5	80	228
M10	C3	202.5	70	NO SIRVE
M10	C4	202.5	86.63	238
M10	C5	202.5	70	216
M11	C1	166.19	81.11	195
M11	C2	166.19	80	181
M11	C3	166.19	70	182
M11	C4	166.19	86.63	200
M11	C5	166.19	70	179

Fuente: Autor

D. Después de esto se investigó cuáles eran los filtros de aire que necesitaban ser expandidos. A partir de ahí se consultó en un aplicativo propio de la empresa las especificaciones de estos filtros y se registraron estos datos en

un archivo Excel. Se tuvo en cuenta la diferencia en milímetros del cuerpo, tubo y el ancho de pliegue del papel, con base en esto se realizó un cálculo de la diferencia que quedaba en el filtro al momento de sumar esas longitudes.

Figura 21. Listado de Filtros que se Expanden y Medidas Relevantes para la Estandarización

N°	REFERENCIA FILTRO	DIAMETRO TUBO (mm)	REFERENCIA MORDAZA QUE LE SIRVE	REFERENCIA CONO QUE LE SIRVE	RANGO TOLERANCIA	ANCHO DE PLIEGUE	DIAMETRO CUERPO	DIFERENCIA	TIPO DE FILTRO
1	AP-10903	95	N/A	N/A		18	136	5	N
2	AP-1126	139	M3	C3	5	36.5	219	7	N
3	AP-1325	140	M4	C3	9	42	229	5	N
4	AP-14210	171	M11	C5	8	28	230	3	N
5	AP-1655-0	108	M1	C3	3	28	166	2	H
6	AP-17845	197	M7	C1	4	38	274	1	N
7	AP-17871	135	M3	C5	5	36	212	5	N
8	AP-186	127	M2	C5	4	45	216	-1	H
9	AP-186/1	127	M2	C5	4	45	216	-1	H
10	AP-1908233	91	N/A	N/A		28	151	4	N
11	AP-203823	136	M3	C5	4	28	194	2	N
12	AP-20457	120	M1	C1	2	38	196	0	N
13	AP-2231	100	M1	C5	6	28	161	5	N
14	AP-2236	134	M3	C5	6	38	214	4	N
15	AP-2253	132	M2	C3	3	20	175	3	N
16	AP-2299	135	M3	C5	5	28	193	2	N
17	AP-23030	186	M7	C2	4	44	274	0	N
18	AP-240	135	M3	C5	5	33	212	11	H
19	AP-25653	172	M11	C5	7	50	275	3	N
20	AP-2654	201	M7	C4	5	62	328	3	N
21	AP-2690	171	M11	C5	8	28	230	3	N
22	AP-27902	175	M11	C2	6	44	267	4	N
23	AP-2863	171	M11	C5	8	28	230	3	N
24	AP-2877S	171	M11	C5	8	28	230	3	N
25	AP-2877SY	104	M1	C5	2	8	122	2	N
26	AP-2959	132	M2	C3	3	20	175	3	H
27	AP-25600	89	N/A	N/A		20	131	2	H
28	AP-30192	214	M8	C4	6	28	274	4	N
29	AP-31874	118	M1	C1	4	20	161	3	H
30	AP-3270	114	N/A	N/A		28	172	2	N
31	AP-35433	100	M1	C5	6	24	151	3	N
32	AP-3544P	118	M1	C1	4	20	161	3	N
33	AP-3548	199	M7	C1	2	38	274	-1	N
34	AP-35892	140	M4	C3	9	36.5	219	6	N
35	AP-3707	118	M1	C1	4	20	161	3	N
36	AP-3736	171	M11	C5	8	28	230	3	N
37	AP-3740	224	M10	C2	4	50	328	4	N
38	AP-3920	108	M1	C3	3	20	150	2	N
39	AP-39601	88	N/A	N/A		36.5	168	7	N
40	AP-3988	94	N/A	N/A		15	131	7	N
41	AP-4636	166	M6	C1	4	44	256	2	N
42	AP-4862	213	M9	C4	7	37	301	14	N
43	AP-4863	171	M11	C5	8	8	191	4	N
44	AP-48772	118	M1	C1	4	20	161	3	H
45	AP-5203	198	M7	C1	3	38	274	0	N
46	AP-5627	180	M7	C5	5	38	256	0	N
47	AP-5628	123	M1	C4	5	GUATA	129	6	N
48	AP-5H100	149	M3	C1	6	20	192	3	H
49	AP-7242	148	M5	C3	3	38	224	0	N
50	AP-78020	171	M11	C5	8	28	230	3	N
51	AP-78090	171	M11	C5	8	28	230	3	N
52	AP-84457	170	M11	C5	9	44	262	4	N
53	AP-85051	113	N/A	N/A		27.5	168	0	N
54	AP-93019	127	M2	C5	4	28	187	4	N
55	AP-9S001	89	N/A	N/A		20	131	2	H
56	AP-C010	136	M3	C5	4	36.5	212	3	N
57	AP-C20500	135	M3	C5	5	28	193	2	N
58	AP-C23610	136	M3	C5	4	38	212	0	N

Fuente: Autor

E. Con base en esta información, se determinó que mordaza y cono le sirve a cada filtro. Uniendo la información recolectada inicialmente y la obtenida en este segundo método, se le asigno un juego de mordaza y cono a cada filtro.

Figura 22. Asignación de Mordaza y Cono para cada Filtro

partmo FILTROS	FILTROS A EXPANDIR (MESA EXPANSORA) LINEA DE AIRE		partmo FILTROS
Nº	**REFERENCIA FILTRO**	**MORDAZA**	**CONO**
1	AP-10903	N/A	N/A
2	AP-1126	M3	C3
3	AP-1325	M4	C3
4	AP-14210	M11	C5
5	AP-1655-0	M1	C3
6	AP-17845	M7	C1
7	AP-17871	M3	C5
8	AP-186	M2	C5
9	AP-186/1	M2	C5
10	AP-1908233	N/A	N/A
11	AP-203823	M3	C5
12	AP-20457	M1	C1
13	AP-2231	M1	C5
14	AP-2236	M3	C5
15	AP-2253	M2	C3
16	AP-2299	M3	C5
17	AP-23030	M7	C2
18	AP-240	M3	C5
19	AP-25653	M11	C5
20	AP-2654	M7	C4
21	AP-2690	M11	C5
22	AP-27902	M11	C2
23	AP-2863	M11	C5
24	AP-2877S	M11	C5
25	AP-2877SY	M1	C5
26	AP-2959	M2	C3
27	AP-2S600	N/A	N/A
28	AP-30192	M8	C4
29	AP-31874	M1	C1
30	AP-3270	N/A	N/A
31	AP-35433	M1	C5
32	AP-3544P	M1	C1
33	AP-3548	M7	C1
34	AP-35892	M4	C3
35	AP-3707	M1	C1
36	AP-3736	M11	C5
37	AP-3740	M10	C2
38	AP-3920	M1	C3
39	AP-39601	N/A	N/A
40	AP-3988	N/A	N/A
41	AP-4636	M6	C1
42	AP-4862	M9	C4
43	AP-4863	M11	C5
44	AP-48772	M1	C1
45	AP-5203	M7	C1
46	AP-5627	M7	C5
47	AP-5628	M1	C4
48	AP-5H100	M3	C1
49	AP-7242	M5	C3
50	AP-78020	M11	C5
51	AP-78090	M11	C5
52	AP-84457	M11	C5
53	AP-85051	N/A	N/A
54	AP-93019	M2	C5
55	AP-9S001	N/A	N/A
56	AP-C010	M4	C5
57	AP-C20500	M3	C5
58	AP-C23610	M3	C5

Fuente: Autor

F. Por último, se elaboró un formato que contiene la estandarización realizada, diseñado de una forma que es fácil y rápida su interpretación.

Figura 23. Formato de Estandarización

partmo FILTROS

FILTROS A EXPANDIR (MESA EXPANSORA)

LINEA DE AIRE

partmo FILTROS

M1 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-1655-0	C1
AP-20457	C5
AP-2231	C5
AP-2877SY	C5
AP-31874	C1
AP-35433	C5
AP-3544P	C1
AP-3707	C1
AP-3920	C3
AP-48772	C1
AP-5628	C4

M2 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-186	C5
AP-186/1	C5
AP-2253	C3
AP-2959	C3
AP-93019	C5

M3 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-1126	C3
AP-17871	C5
AP-203823	C5
AP-2236	C5
AP-2299	C5
AP-240	C5
AP-5H100	C1
AP-C010	C5
AP-C20500	C5
AP-C23610	C5

M4 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-1325	C3
AP-35892	C3

M5 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-7242	C3

M6 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-4636	C1

M7 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-17845	C1
AP-23030	C2
AP-2654	C4
AP-3548	C1
AP-5203	C1
AP-5627	C5

M8 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-30192	C4

M9 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-4862	C4

M10 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-3740	C2

M11 (MORDAZA)

FILTRO	CONO
AP-14210	C5
AP-25653	C5
AP-2690	C5
AP-27902	C2
AP-2863	C5
AP-2877S	C5
AP-3736	C5
AP-4863	C5
AP-78020	C5
AP-78090	C5
AP-84457	C5

Fuente: Autor

Este trabajo permitirá reducir los tiempos de búsqueda y confusiones en este proceso. Además, de que se evidencia un gran cambio con respecto al estado anterior. Se le hace claridad al operario de que debe respetar el espacio que fue creado para el almacenamiento de estas piezas, y se le recalca que el éxito de la estandarización construida se basa en el compromiso, clasificación, orden y limpieza por parte de todos.

V. Disciplina (Shitsuke):

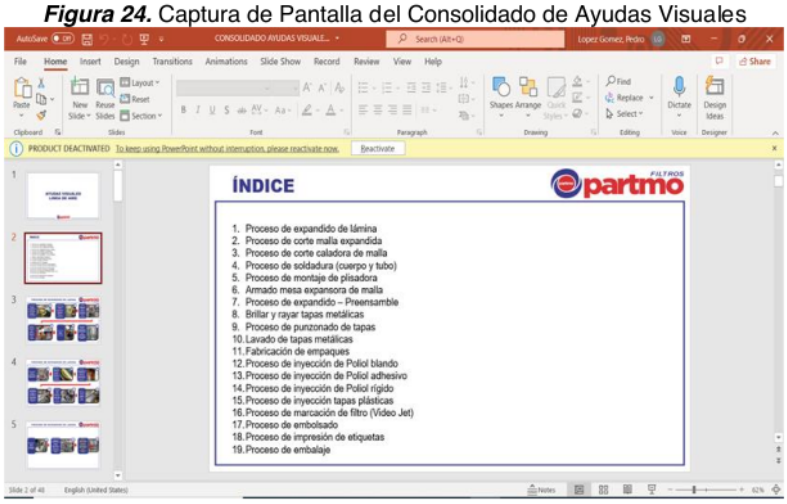
Una vez se implementaron las 5s, se llevó a cabo una inspección diaria durante un par de semanas, donde se verifico el estado actual del sitio donde se aplicó la herramienta Lean, inspeccionando cada paso descrito anteriormente y reforzando la metodología 5s en los operarios.

- **Elaboración e implementación de Ayudas Visuales.**

Inspirado en la herramienta de Lean “Poka Yoke” y adoptando gran parte de su metodología, se elaboraron las Ayudas Visuales para cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de los filtros de aire. Incluyendo en cada una de estas, imágenes, guías, y advertencias que ayuden al operario en el correcto desarrollo de los procesos. Se posicionaron en cada uno de los puestos de trabajo del personal operativo ubicándolas de forma cercana y visible. Servirán como mecanismos que ayuden a prevenir errores en los procesos o advertir estos mismos.

Además, se realizó un consolidado de todas las Ayudas Visuales en formato power point, que servirá para instruir y capacitar al personal nuevo en cada uno de los procesos de la línea de producción.

Figura 24. Captura de Pantalla del Consolidado de Ayudas Visuales



Fuente: Autor

5 RESULTADOS

- **Aplicación de herramientas 5s en los procesos de preensamble y expandido de filtros.**

Para la aplicación de la herramienta 5s en los 2 procesos de preensamble y expandido de filtros, se realizó una búsqueda de un estante para la ubicación de las mordazas, conos y embudos. Con trabajo propio y ayuda del personal de mantenimiento, se restauró el estante y se ubicó en un sitio estratégico cercano a donde se ejecuta el proceso. Disponiendo un espacio único para cada pieza, delimitando y marcando cada una de estas según la estandarización hecha.

Figura 25. Proceso de Restauración del Estante



Fuente: Autor

Al momento de colocar en funcionamiento este espacio, se realizó una capacitación con los operarios involucrados en los procesos de preensamble y expandido de filtros. En esta reunión se les explico al personal operativo la metodología 5s y la importancia que esta tiene en los procesos de producción. Además, se les menciono sobre el trabajo realizado y se les hizo énfasis en que el éxito de este mismo se basaba en el compromiso de todos.

También se explico el funcionamiento de la estandarización realizada, y se les recalco que este espacio era únicamente para disponer las piezas que pertenecen a este mismo, manteniendo un orden y limpieza. Se llego a un compromiso por parte de ellos donde se acordó devolver las piezas al sitio establecido al terminar de utilizarlas, y realizar una limpieza general del estante al terminar la jornada laboral.

Figura 26. Capacitación con el Personal Involucrado



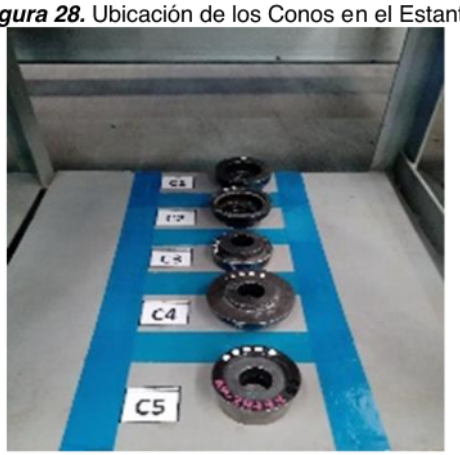
Fuente: Autor

Figura 27. Ubicación de las Mordazas en el Estante



Fuente: Autor

Figura 28. Ubicación de los Conos en el Estante



Fuente: Autor

Figura 29. Ubicación de los Embudos en el Estante



Fuente: Autor

Se logró construir una herramienta de gestión visual para instruir y recordar a los operarios como debía ser el correcto mantenimiento del estante y las piezas que hacen parte de él. Además de esto se realizaron inspecciones diarias de este proceso, para verificar el compromiso de los operarios y revisar el funcionamiento del sistema 5s.

Se creo un formato de auditoria 5s y se realizo esta misma en 2 semanas aleatorias al momento de terminar la jornada laboral, obteniendo buenos resultados en cada uno de los criterios de evaluación (véase Anexos A y B).

Figura 30. Herramienta de Gestión Visual



Fuente: Autor

La aplicación de la herramienta 5s en estos dos procesos resulto beneficiosa, los operarios tardan menos tiempo en buscar las piezas que necesitan para desarrollar sus procesos.

En el caso de los embudos resulta más fácil identificarlos ahora, pues de acuerdo a como están ubicados en el estante, se hace más ágil escoger el que necesitan.

En el proceso de preensamble en la mesa expansora se logro un notable beneficio, las mordazas y los conos tienen un espacio independiente por lo que ahora los operarios ocupan menos tiempo en buscarlas e identificarlas, además de que gastan menos tiempo en saber que juego de mordaza y cono le sirve a cada filtro pues gracias a la estandarización hecha realizan este proceso de forma inmediata.

- **Aplicación de la herramienta Poka yoke.**

Se implemento la metodología Poka yoke por medio de las ayudas visuales de proceso. Se elaboraron las ayudas visuales para cada uno de los procesos de la

línea de aire, se adecuaron en cada uno de los centros de trabajo de una forma estratégica y visible.

Figura 31. Fragmento con parte de las Ayudas Visuales Elaboradas



Fuente: Autor

Gracias a las ayudas visuales, ahora los operarios tienen presente como es el correcto desarrollo de los procesos, y reconocen la fácil interpretación de estas mismas, además de la inclusión de datos o notas relevantes que le ayuden a prevenir errores.

Figura 32. Ayuda visual Implementada en la Línea de Producción



Fuente: Autor

6 CONCLUSIONES

Gracias a los conocimientos que fueron adquiridos a lo largo de la tecnología, se tuvieron las bases necesarias para cumplir con los objetivos de la práctica y aportar al cumplimiento de los objetivos del área de ingeniería, los cuales están basados en la optimización de los procesos y el correcto funcionamiento de estos mismos.
La práctica empresarial fue un reto y aprendizaje constante, pues se reforzaron conocimientos acerca de procesos industriales y del mundo laboral de carreras afines como la propia.

El éxito de esta práctica se baso en el trabajo en conjunto con las distintas áreas implicadas. El personal operativo fue quien explico detalladamente cada uno de los procesos. El área de calidad y mantenimiento fue quien demostró la importancia que tiene cada proceso en la correcta elaboración de los filtros. Por ultimo la gerencia de ingeniería fue quien respaldo cada accionar del plan de trabajo propuesto, además cada uno de los colaboradores de esta área brindaron aprendizajes y experiencias que aportaron en el desarrollo de la práctica.

Se pueden obtener grandes beneficios con la implementación de herramientas Lean. En el presente caso se demostró que, mediante métodos o técnicas simples, se pueden eliminar ciertos fallos o desperdicios que impiden el correcto desarrollo de los procesos. Logrando aumentar la productividad y creando un compromiso hacia la mejora continua.

7 RECOMENDACIONES

Es importante que el compromiso por parte de los operarios con el trabajo realizado siga manteniéndose en el transcurso del tiempo. Además, se le hace la recomendación a cada uno de los implicados a ser mentores de los nuevos trabajadores que lleguen a esta área, explicándoles la importancia que tiene la

metodología aplicada, el funcionamiento de esta misma y el correcto mantenimiento de cada una de estas mejoras.

Se hizo entrega de los archivos de estandarización, guía de la línea de aire y consolidado de ayudas visuales a la gerencia de ingeniería. Esto con el fin de que ante cualquier cambio en los procesos, estos archivos permanezcan actualizados.

Se le explico al ingeniero de procesos de la línea de aire como se realizo el proceso de estandarización del preensamble de filtros y como es su funcionamiento, con el objetivo de que ante nuevos desarrollos o nuevas referencias que se vayan a producir y requieran de este procedimiento, se actualice la versión del formato y se coloque en el estante la versión nueva.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andreu, I. (15 de Julio de 2021). *Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?* Obtenido de APD: https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/

Centro de competitividad de Monterrey. (7 de Febrero de 2018). *Por qué es importante implementar la filosofía Lean en tu empresa* . Obtenido de Centro de competitividad de Monterrey: https://ccmty.com/filosofia-lean-en-tu-empresa/#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20eficacia,en%20conjunto%20con%20una%20serie

Eurofins Envira Ingenieros Asesores. (25 de Abril de 2020). *¿En qué consiste el método de las 5?* Obtenido de Eurofins Envira Ingenieros Asesores: https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/

Filtros Partmo. (2023). *Filtros Partmo*. Obtenido de Linkedin: https://co.linkedin.com/company/filtros-partmo

Orellana, P. (11 de Abril de 2020). *Proceso de mejora continua*. Obtenido de Economipedia: https://economipedia.com/definiciones/proceso-de-mejora-continua.html

Partmo. (2023). *Historia*. Obtenido de Partmo: https://partmo.com/historia/

Pogalz, B. (31 de Agosto de 2016). *Donaldson*. Obtenido de Donaldson: https://ir.donaldson.com/press-releases/press-release-details/2016/Donaldson-Completes-Acquisition-of-the-Partmo-Filter-Business-in-Colombia/default.aspx

Ricardo, R. (s.f.). *¿Qué es el análisis de procesos? – Definición | Significado | Ejemplo.* Obtenido de Economia Industrial: https://economiaindustrial.com/que-es-el-analisis-de-procesos-definicion-significado-ejemplo/

Rueda, A. (29 de Agosto de 2022). *El filtro de aire en un coche: ¿para qué sirve?* Obtenido de El motor: https://motor.elpais.com/actualidad/para-que-sirve-el-filtro-de-aire-en-un-coche/

Salazar, B. (29 de Octubre de 2019). *¿Qué es el Lean Manufacturing?* Obtenido de Ingeníeria Industrial Online: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/

Universidad EAFIT. (21 de Octubre de 2014). *Lean Manufacturing*. Obtenido de Universidad EAFIT: https://www.eafit.edu.co/investigacion/pgm/corporativo/Paginas/lean-manufacturing.aspx#.Y-wwT3bMLrd

Zarate, D. (20 de Enero de 2023). *Qué es el método poka-yoke y cómo emplearlo.* Obtenido de Hubspot: https://blog.hubspot.es/sales/que-es-poka-yoke

9 ANEXOS

Anexo A. Formato de auditoria 5s diligenciado (primera semana)

AUDITORIA 5S

partmo FILTROS

Área: Estante (Zona de preensamble de filtros - Línea de Aire)

Personal involucrado: Tesur Camilo Romero JENITER VEGA Ana M Navarro

Categoría	Criterio de evaluación	Nota de 1 a 5				
		11/1/2023	12/1/2023	13/1/2023	16/1/2023	17/1/2023
CLASIFICACIÓN	¿En el estante se encuentran únicamente los elementos correspondientes al área de trabajo?	5	5	5	5	5
	¿Las mordazas, conos y embudos se encuentran en buen estado?	5	5	5	5	5
	¿Los elementos del estante se encuentran correctamente identificados?	5	5	5	5	5
ORDEN	¿Las mordazas, conos y embudos se encuentran ubicados en el espacio correspondiente?	5	5	5	5	5
	¿Las líneas demarcatorias del estante están completas, fijas y visibles?	5	5	5	5	5
	¿Las etiquetas que señalizan cada espacio se encuentran visibles, fijas y completas?	5	5	5	5	5
LIMPIEZA	¿Las superficies del estante se encuentran limpias y sin ningún deterioro?	5	5	5	5	5
	¿Las zonas comunes cercanas al estante se limpian y se mantienen con frecuencia?	5	5	5	5	5
	¿Los elementos del estante se encuentran limpios?	5	5	5	5	5
	¿Los operarios limpian habitualmente el estante, los elementos y la estación de trabajo?	5	5	5	5	5
ESTANDARIZACIÓN	¿Se han desarrollado estándares de orden y limpieza en el área de trabajo?	5	5	5	5	5
	¿Los operarios involucrados en el área están capacitados y comprenden los procedimientos de las 5s?	5	5	5	5	5
	¿Hay herramientas de gestión visual para determinar si el procedimiento 5s esta correcto?	5	5	5	5	5
	¿Los operarios respetan el formato de estandarización y realizan su trabajo de acuerdo con la información que hay en él?	5	5	5	5	5
DISCIPLINA	¿Todos están involucrados en las actividades de mejora?	5	5	5	5	5
	¿Se llevan a cabo reuniones periódicas en el área para revisar el sistema 5s?	5	5	5	5	5
	¿Existen y se siguen los procedimientos estándar de orden y limpieza?	5	5	5	5	5
	¿Se llevan a cabo auditorias 5s de froma regular?	5	5	5	5	5
PUNTAJE TOTAL (Promedio)		5	5	5	5	5

ESCALA DE CALIFICACIÓN:
Muy mal: 1 / Mal: 2 / Aceptable: 3 / Bien: 4 / Muy bien: 5

Firma auditor	Pedro López
Firma operarios	Camilo Romero JENITER VEGA Ana M Navarro

Anexo B. Formato de auditoria 5s diligenciado (segunda semana)

AUDITORIA 5S

Área: Estante (Zona de preensamble de filtros - Línea de Aire)

Personal involucrado: Jennifer Vega, Jhoan Pinto, Juan Moreno

Categoría	Criterio de evaluación	Nota de 1 a 5				
		6/2/2023	7/2/2023	8/2/2023	9/2/2023	10/2/2023
CLASIFICACIÓN	¿En el estante se encuentran únicamente los elementos correspondientes al área de trabajo?	5	5	5	5	5
	¿Las mordazas, conos y embudos se encuentran en buen estado?	5	5	5	5	5
	¿Los elementos del estante se encuentran correctamente identificados?	5	5	5	5	5
ORDEN	¿Las mordazas, conos y embudos se encuentran ubicados en el espacio correspondiente?	5	5	5	5	5
	¿Las líneas demarcatorias del estante están completas, fijas y visibles?	5	5	5	5	5
	¿Las etiquetas que señalizan cada espacio se encuentran visibles, fijas y completas?	5	5	5	5	5
LIMPIEZA	¿Las superficies del estante se encuentran limpias y sin ningún deterioro?	5	5	5	5	5
	¿Las zonas comunes cercanas al estante se limpian y se mantienen con frecuencia?	5	5	5	5	5
	¿Los elementos del estante se encuentran limpios?	5	5	5	5	5
	¿Los operarios limpian habitualmente el estante, los elementos y la estación de trabajo?	5	5	5	5	5
ESTANDARIZACIÓN	¿Se han desarrollado estándares de orden y limpieza en el área de trabajo?	5	5	5	5	5
	¿Los operarios involucrados en el área están capacitados y comprenden los procedimientos de las 5s?	5	5	5	5	5
	¿Hay herramientas de gestión visual para determinar si el procedimiento 5s esta correcto?	5	5	5	5	5
	¿Los operarios respetan el formato de estandarización y realizan su trabajo de acuerdo con la información que hay en él?	5	5	5	5	5
DISCIPLINA	¿Todos están involucrados en las actividades de mejora?	5	5	5	5	5
	¿Se llevan a cabo reuniones periódicas en el área para revisar el sistema 5s?	5	5	5	5	5
	¿Existen y se siguen los procedimientos estándar de orden y limpieza?	5	5	5	5	5
	¿Se llevan a cabo auditorias 5s de froma regular?	5	5	5	5	5
	PUNTAJE TOTAL (Promedio)	5	5	5	5	5

ESCALA DE CALIFICACIÓN:
Muy mal: 1 / Mal: 2 / Aceptable: 3 / Bien: 4 / Muy bien: 5

Firma auditor	Pedro López
Firma operarios	Jennifer Vega Jhoan Pinto. Juan Moreno

F-DC-128 Pedro Lopez

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	5%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.datasheet.hk Fuente de Internet	<1%
2	Submitted to Uniagustiniana Trabajo del estudiante	<1%
3	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1%
4	prezi.com Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1%
6	ddfe.curtin.edu.au Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
9	www.globaltrust.cl Fuente de Internet	<1%

10	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
11	www.cadie.org.ar Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante	<1 %
14	www-td.fnal.gov Fuente de Internet	<1 %
15	www.ragfun.net Fuente de Internet	<1 %
16	bonga.unisimon.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	expeditiorepositorio.utadeo.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	www.bucyrus.cl Fuente de Internet	<1 %
19	www.compartamos.org Fuente de Internet	<1 %
20	www.idepa.es Fuente de Internet	<1 %

21	Helena Gómez Martínez. "Variation of Fruit Quality Traits in Apricot as Sources for Nutraceutical Breeding", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
22	cgrfiles.cgr.go.cr Fuente de Internet	<1 %
23	johnpaul.thecopperfish.co.uk Fuente de Internet	<1 %
24	www.flacsoandes.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	www.gerenciayproductividad.com Fuente de Internet	<1 %
26	www.grupoelectrocosta.com Fuente de Internet	<1 %
27	www.tcs.com Fuente de Internet	<1 %
28	blogs.etsii.urjc.es Fuente de Internet	<1 %
29	www.apeco.org.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
31	www.sogefi.com.ar Fuente de Internet	<1 %

32	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
33	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
34	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
36	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
37	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
38	www.equipmentindia.com Fuente de Internet	<1 %
39	www.proyectosinstitucionalesydevinculacion.com Fuente de Internet	<1 %
40	www.vspt.cl Fuente de Internet	<1 %
41	moam.info Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	Apagado
Excluir bibliografía	Apagado		