



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA ESTANDARIZACIÓN DE HERRAMENTALES Y MATERIALES EN EL ÁREA DE PRENSAS EXCÉNTRICAS”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Raúl Rubén Romero Torres

Asesor:

Mg. Ing. Miguel Angel Oruna Rodríguez

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Paulina y a mi
padre Manuel, por su constante motivación
para culminar con mi carrera.

A mi hija Gianelly y mis hijos Diego y Álvaro,
que son la principal motivación de mi vida.

A mi esposa Carmen por su confianza
y por estar a mi lado durante todo este camino.

AGRADECIMIENTO

A dios por sus bendiciones y protección constante
a mi persona y mi familia.

A mis padres por sus consejos y apoyo para lograr
este objetivo.

A mis hijos por su apoyo y comprensión por el
tiempo que dejamos de compartir en el
cumplimiento de esta meta.

A mi esposa por su comprensión y apoyo para
alcanzar este objetivo.

A mis padres políticos, don Juan y doña Carmen
por su apoyo incondicional.

A los directivos de la empresa Corporación
Inversiones LYS por su confianza y apoyo.

A mis compañeros de trabajo por su apoyo
y por ser parte de un gran equipo de trabajo.

A mis familiares y amigos por sus consejos y
buenos deseos.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN EJECUTIVO	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
La Empresa	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
Filtro para motores de combustión interna	19
Productividad	21
Cuello de botella	22
Desperdicios.....	23
La Matriz	25
Diagrama de flujo	27
Diagrama de Ishikawa	27
Diagrama de Pareto.....	28
Diagrama de análisis de proceso (DAP)	29
Diagrama de operaciones de procesos (DOP)	30
Mejora continua	31
Cambios rápidos SMED.....	32
Prensas excéntricas	33
Limitaciones al sustento teórico.....	34
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	35

Clasificación de la empresa por sus operaciones	35
Descripción de la problemática en la empresa	37
Líneas de Producción	37
Centros de trabajo de la línea de filtros sellados	38
Problemática.....	40
Problema General	40
Problemas específicos	40
Objetivos	40
Estrategias de desarrollo	41
Experiencia laboral	42
Diagnostico (Planear)	44
Análisis de máquinas y herramientas usados en fabricación de porta empaque	55
Análisis de los tiempos de preparación y cambio de matriz	58
Propuesta de cambios en los procesos de fabricación	61
Acciones (Hacer).....	66
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	72
Resultados Implementación del SMED fase 2	72
Resultados cambio de presentación de material de planchas a flejes.....	73
Resultados por reemplazo de matrices simples por matrices progresivas.....	76
Cálculo del tiempo de retorno de la inversión	78
Variación del indicador de desempeño	79
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES	80
REFERENCIAS	84
ANEXOS	85
Anexo N°1. Línea de Productos Automotriz e industrial	85
Anexo N°2. Diseño de Matriz Simple	86

Anexo N°3. Diseño de Matriz Combinada	87
Anexo N°4. Diseño de Matriz Progresiva	88
Anexo N°5. Plan de trabajo: Estandarización de Herramientales y Materiales de Prensas Excéntricas	89
Anexo N°6. Plan de trabajo: Fabricación de Matrices	90
Anexo N°7. Diagrama de Operaciones de Filtro Sellado Inicial	91
Anexo N°8. Diagrama de Operaciones de Filtro Sellado Inicial	92
Anexo N°9. Procesamiento de partes en tiras y flejes	93
Anexo N°10. Capacitación e instructivos de prensas Excentricas	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales Clientes por Sector Industrial	15
Tabla 2. Producción Mensual por Línea de Producción.....	37
Tabla 3. Producción por Centro de Trabajo Línea de Sellado en base a una producción de 294,540 filtros.....	38
Tabla 4. Estrategias de desarrollo para aplicación de la propuesta	41
Tabla 5. Partes de Filtro sellado.	44
Tabla 6. Partes procesadas en Prensas Excéntricas	45
Tabla 7. Cantidad de Procesos por Tipo de Partes	46
Tabla 8. Placas Roscadas Seleccionadas	48
Tabla 9. Porta Empaque seleccionados	49
Tabla 10. Datos del Proceso de Fabricación de Placa Roscada.....	53
Tabla 11. Datos del Proceso de Fabricación de Porta Empaque	57
Tabla 12. Los 7 desperdicios y sus Causas.....	59
Tabla 13. Tiempos de Cambio de Formato Aplicando SMED Fase 2	61
Tabla 14. Variación de la Productividad en la Fabricación de Placa Roscada, por Cambio de Material.....	63
Tabla 15. Variación de la Productividad en la Fabricación de Porta Empaque por Cambio de Material.....	63
Tabla 16. Variación de la Productividad en la Fabricación de Placa Roscada, por Cambio de Matriz y Material	64
Tabla 17. Variación de la Productividad en la Fabricación de Porta Empaque por Cambio de Matriz y Material	65
Tabla 18. Implementación de SMED Fase 2.....	66
Tabla 19. Datos de Habilitado de Material para Fabricación de Placas Roscadas	68
Tabla 20. Datos de Habilitado de Material para Fabricación de Porta Empaque.....	69
Tabla 21. Plan de Cambio de matrices	70
Tabla 22. Estructura de Costos de Matrices	71
Tabla 23. Costo de Matricería por tipo de Parte.....	71
Tabla 24. Reducción de Tiempos de Preparación por Aplicación de SMED en área de prensas	72
Tabla 25. Incremento de la Disponibilidad de Máquina por aplicación de SMED.....	73

Tabla 26. Reducción de Horas Máquina, Horas Hombre y Materiales por Cambio de Presentación de Materiales de Placa Roscada.	73
Tabla 27. Reducción de Costos por Cambio de Presentación de Materiales de Placa Roscada.....	74
Tabla 28. Reducción de Horas Máquina, Horas Hombre y Materiales por Cambio de Presentación de Materiales de Porta Empaque.....	75
Tabla 29 Reducción de Costos por Cambio de Presentación de Materiales de Porta Empaque.....	75
Tabla 30. Reducción de Horas Hombre y Horas Máquina por Reemplazo de Matriz Simple por Matriz Progresiva de Placa Roscada	76
Tabla 31. Ahorro mensual por Reemplazo de Matriz Simple por Matriz Progresiva de Placa Roscada.....	77
Tabla 32. Reducción de Horas Hombre y Horas Máquina por Reemplazo de Matriz Simple por Matriz Combinada de Porta Empaque	77
Tabla 33. Ahorro por Cambio de Material y Reemplazo de Matrices	78
Tabla 34. Inversión por fabricación de Matrices.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Organigrama de la Empresa Corporación Inversiones LYS S.A.	17
<i>Figura 2.</i> Clasificación de los Filtros por su Línea de Producción	20
<i>Figura 3.</i> Secuencia de Procesos con Identificación de Cuello de Botella	22
<i>Figura 4.</i> Variación del Costo vs Incremento de la Ganancia.....	24
<i>Figura 5.</i> Modelo de Diagrama de Flujo	27
<i>Figura 6.</i> Diagrama Ishikawa.....	28
<i>Figura 7.</i> Diagrama de Pareto	29
<i>Figura 8.</i> Modelo de Diagrama de Análisis de Proceso.....	30
<i>Figura 9.</i> Modelo de Diagrama de Operaciones de Procesos	31
<i>Figura 10.</i> Ciclo PHVA	32
<i>Figura 11.</i> Fases de Aplicación SMED.....	33
<i>Figura 12.</i> Partes de una Prensa Excéntrica	34
<i>Figura 13</i> Clasificación de la Empresa por sus Operaciones.....	36
<i>Figura 14;</i> Clasificación de la Producción de filtros en la Matriz de transformación	36
<i>Figura 15.</i> Pareto Variedad de Partes de producción Producidas por Centros de trabajo. .	39
<i>Figura 16.</i> Cantidad de partes producidas por centro de trabajo.....	39
<i>Figura 17.</i> Partes del Filtro Sellado.....	45
<i>Figura 18.</i> Pareto Producción Placa Roscada.	47
<i>Figura 19.</i> Pareto Producción Porta Empaque	48
<i>Figura 20.</i> Placa Roscada.....	49
<i>Figura 21.</i> Porta Empaque.....	49
<i>Figura 22.</i> Rutas de Fabricación de Placa Roscada	52
<i>Figura 23.</i> Rutas de fabricación de Porta Empaque.....	56
<i>Figura 24.</i> Diagrama Ishikawa de Tiempos de Preparación y Cambio de Matrices.....	58
<i>Figura 25.</i> DAP de Cambio de Formato de Prensas Excéntricas Actual.	60
<i>Figura 26.</i> DAP de Cambio de Formato de Prensas Excéntricas Propuesto.....	62
<i>Figura 27.</i> Método de Corte de Plancha.....	67

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1.</i> Medición de la Productividad.....	21
<i>Ecuación 2.</i> Formula de la productividad.....	22
<i>Ecuación 3.</i> Indicador de desempeño	65
<i>Ecuación 4.</i> Cálculo de Tiempo de Retorno de la Inversión	78

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional fue desarrollado con la finalidad de incrementar la productividad de la línea de filtros sellado en la empresa Corporación inversiones LYS S.A. Donde luego de realizar la evaluación se detectó que el centro de trabajo de prensas excéntricas tenía la mayor carga de trabajo, principalmente en la fabricación de porta empaque y placa roscada, generando un cuello de botella en el flujo de las partes, por ello mediante la aplicación de herramientas de calidad y herramientas de mejora continua, se realizó el análisis del área donde se pudo encontrar tres puntos principales causantes de la pérdida de productividad: los tiempos de preparación de máquina, donde mediante la aplicación de la metodología SMED se logró reducir el tiempo aproximadamente a la mitad. El uso de material con presentación en planchas que requieren ser habilitadas se cambió por material en flejes eliminando el proceso de habilitado, además se logró una reducción en el consumo de materiales debido a que esta presentación no genera mermas. Y por último el uso de matrices simples que obligan a trabajar en varios pasos consumiendo mayor cantidad de horas máquina y horas hombre, para ello estas fueron reemplazadas por matrices combinadas y matrices progresivas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio fue desarrollado en las instalaciones de la empresa Corporación Inversiones LYS S.A. empresa que el presente año cumple 75 años, brindando soluciones en filtración en el mercado nacional e internacional. Fabricante y comercializadora de filtros para los sectores automotriz e industrial, con su planta ubicada en la Avenida industrial 3124 en el distrito de Independencia-Lima.

El autor del presente trabajo ha desarrollado una línea de carrera en la empresa, a lo largo de 26 años, desempeñando actualmente el cargo de Jefe de Ingeniería, desarrollando proyectos de ingeniería de producto y proyectos de ingeniería de procesos, es en ese contexto que en el año 2018 la empresa determina como un objetivo reducir el costo de producción en un 5% por lo que se procede a analizar las áreas donde implementar las mejoras correspondientes. Identificando un cuello de botella en el área de prensas excéntricas ya que esta procesa el 37% de las partes que se fabrican. Tomando en consideración que en promedio el 70% de las piezas que componen un filtro son procesados en el área de prensas excéntricas, se identifica una sobrecarga de trabajo en esta área, teniendo que recurrirse a horas extras para cumplir con el plan de producción, es por ello que se elabora un plan de trabajo con el objetivo de incrementar la productividad de esta área a través de la estandarización de herramientas (matrices) y materiales procesados.

En relación con lo mencionado el autor para el desarrollo del plan de trabajo pone en aplicación los conocimientos académicos recibidos y la experiencia adquirida, teniendo

como objetivo eliminar el cuello de botella, incrementando la productividad del área de prensas excéntricas mediante la estandarización de herramientas con lo que se planea reducir los tiempos de preparación y ejecución.

La Empresa

CORPORACION INVERSIONES LYS S.A es una empresa peruana líder en la fabricación y comercialización de filtros para el sector automotriz y el sector industrial, con más de 74 años de experiencia en el mercado. Fue fundada en 1946 por Don Fausto Huertas del Pino Garay con el nombre de Industria de Colorantes S.A iniciando sus actividades fabricando y comercializando productos químicos. En el año de 1949 cambia de razón social a Industrial Brawns S.A. tomando como giro de negocio la fabricación de filtros para motores de combustión interna bajo la marca registrada LYS.

En 1976, comprometidos con ofrecer al mercado productos de calidad, inaugura la nueva planta que cuenta con departamentos de innovación tecnológica, ingeniería y desarrollo. En 1982 inaugura el primer y único laboratorio de filtros en el Perú, con el cual puede otorgar soluciones de filtración a las principales industrias, adecuando sus productos a las distintas necesidades y exigencias de sus clientes, motivo por el cual recibe el sello de calidad otorgado por ITINTEC. Dada la reconocida calidad de sus productos, las ensambladoras de vehículos de las marcas Toyota, Nissan y Volvo, establecidas en el Perú, autorizan que Industrial Brawns S.A. fabrique filtros OEM con su marca.

En 1992 asume la gerencia general El Sr. Hugo Huertas del Pino Utrilla con quien se realizará una renovación de la planta incrementando su producción de 47,000 unidades a 350,000 unidades. En el año 2000 cambia de razón social a FILTROS LYS S.A. alineando

de esta manera la razón social de la empresa con la marca de su producto de calidad reconocida FILTROS LYS. En este periodo también, con un enfoque orientado hacia la satisfacción del cliente y cuidado del medio ambiente, obtiene la certificación ISO 9001 e ISO 14001.

En el año 2010 asume la gerencial el Sr. Hugo Gabriel Huertas del Pino Furguiele con quien se dará una mayor atención a las exportaciones, motivo por el cual el 2011 la empresa recibe el sello de Marca Perú y es reconocida como una de las primeras 25 empresas exportadoras peruanas. También se da énfasis en el desarrollo de productos para atender a los diferentes sectores industriales del país.

En el año 2019 se realiza una fusión corporativa cambiando de razón social a Corporación Inversiones LYS S.A.

A lo largo de 75 años la empresa está presente en los sectores automotriz e industrial, atendido a empresas de los diferentes sectores económicos, así tenemos en el sector automotriz clientes en todos los departamentos del Perú. En el mercado de exportación atiende a diez países del continente americano: Bolivia, Chile, Ecuador, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, Venezuela, Uruguay.

En el mercado Industrial atiende a los diferentes a sus diferentes sectores, brindado productos especializados para cada aplicación, en el siguiente cuadro se muestra los principales clientes industriales por sector.

Tabla 1.
Principales Clientes por Sector Industrial

SECTOR	RAZON SOCIAL
AGRICOLA	LA CALERA S.A.C
CEMENTO	UNION ANDINA DE CEMENTOS S.A.A
CLINICAS	CLINICA INTERNACIONAL S A
CONSTRUCCIÓN	ASERFEX S.A.
EMPRESAS DEL ESTADO	MARINA DE GUERRA DEL PERU
ENERGIA	ENEL GENERACION PERU S.A.A
INDUSTRIAL	AJEPER S.A.
LABORATORIO	LABORATORIOS PORTUGAL S R L
MINERIA	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
PESCA	AUSTRAL GROUP S.A.A.
PETROLEO	REFINERIA LA PAMPILLA S.A.A
REPRESENTANTE DE MARCA	DERCO PERU S.A.
TRANSPORTE FERROVIARIO	PERURAIL S.A.
TRANSPORTE INTERPROVINCIAL	TURISMO CIVA S.A.C.
TRANSPORTE PUBLICO	TRANSVIAL LIMA S.A.C.
TRANSPORTE URBANO	TRANSPORTES VIRGEN DE LA PUERTA S.A.

Misión:

Orientados por nuestros valores, fabricamos y comercializamos filtros y sistemas de filtración; enfocándonos en desarrollar nuestro capital humano, cuidar el medio ambiente y maximizar nuestra participación en el mercado nacional e internacional, generando una rentabilidad que satisfaga a los grupos de interés.

Visión:

Alargar la vida a través de la ingeniería de la filtración.

Valores:

Integridad: Implica mantener congruencia y coherencia permanente entre lo que se dice, piensa y hace, respetando valores, normas personales y de la empresa, asumiendo la responsabilidad de sus actos, siendo justo.

Profesionalismo: Desarrollo constante de solvencia profesional. Demanda permanente autodesarrollo de competencias y capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.

Búsqueda de la excelencia: Consiste en exceder continuamente los estándares y expectativas mínimas de los trabajos encomendados. Es el resultado de la práctica constante que culmina en hábitos de auto exigencia voluntaria.

Compromiso organizacional: Involucramiento, entusiasmo, actitud y pasión para realizar esfuerzos por el bien de la empresa, por la satisfacción personal alcanzada y el anhelo de permanecer en la misma identificado con sus objetivos y valores.

Organigrama de la empresa

A la cabeza de la empresa se encuentra la Presidencia Ejecutiva, actualmente a cargo del Sr. Hugo Huertas del Pino Utrilla, luego se encuentra la Gerencia General a cargo del Sr. Hugo Gabriel Huertas del Pino Furgiuele, teniendo a su cargo las gerencias de Finanzas, Supply Chain, Comercial y Operaciones. Es en esta última donde fue desarrollado el proyecto por el área de ingeniería y fue aplicado al área de Manufactura, a cargo de la Superintendencia de manufactura.

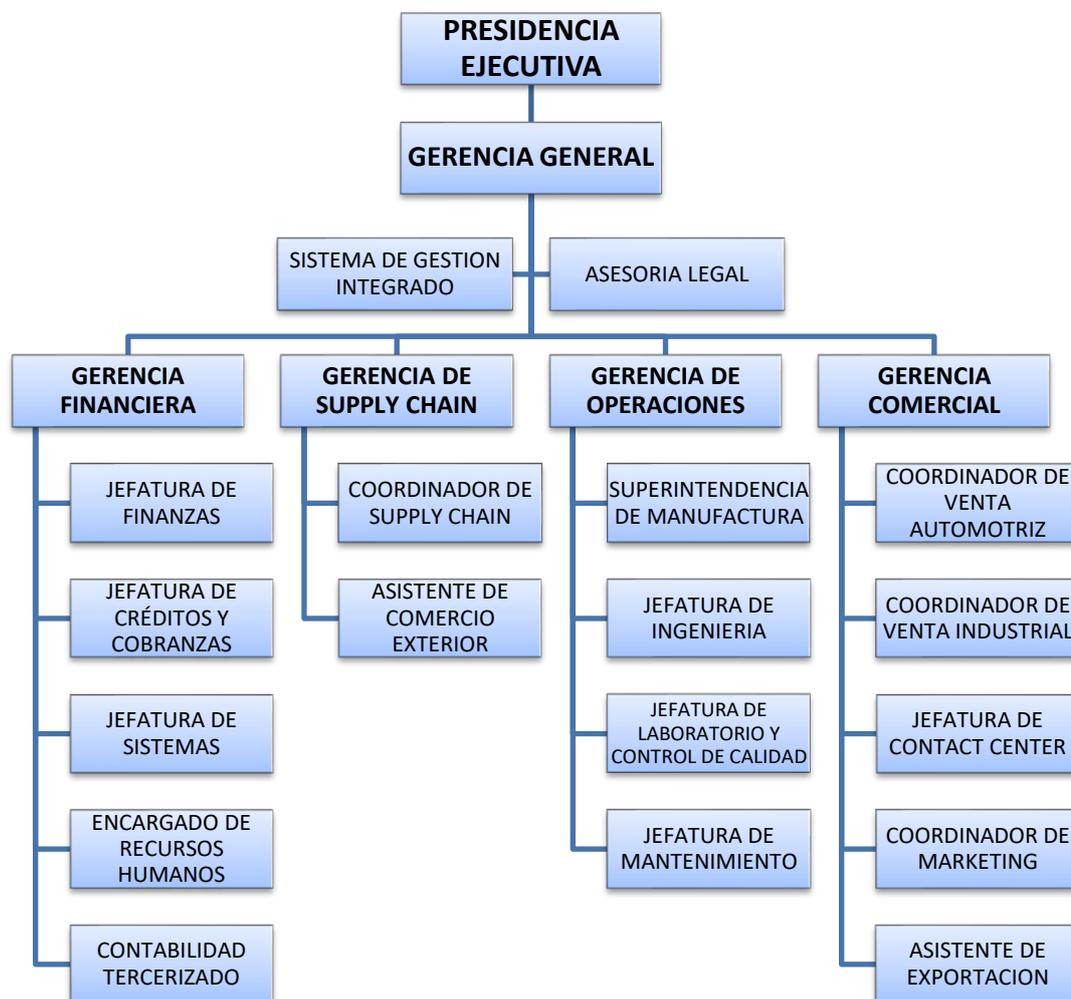


Figura 1. Organigrama de la Empresa Corporación Inversiones LYS S.A.

Línea de productos

La empresa cuenta con cinco líneas de productos para el sector automotriz y nueve líneas de productos para el sector industrial.

Filtros Sector Automotriz: Filtros para cabina, filtros para gasolina, filtros para aire, filtros para aceite y filtros para diesel.

Filtros Sector Industrial: Filtros para aire, filtros para aceite y filtros para diesel, filtros para surtidores, filtros para combustible de alto caudal, filtros para gas, filtros hidráulicos, filtros para agua y filtros HVAC.(Ver Anexo 1).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Filtro para motores de combustión interna

Los motores de combustión interna durante su vida útil están expuestos a contaminantes de procedencia externa, como el polvo y contaminantes generados internamente, como partículas generadas por desgaste. Estos contaminantes pueden causar daños considerables, acortando su vida útil y generando altos costos de mantenimiento, por ello es importante seleccionar y usar filtros de calidad. La función principal de un filtro es retener contaminantes que pueden causar daños a los motores.

El beneficio obtenido al usar el filtro adecuado es reducir el desgaste prematuro de sus componentes, alargando la vida útil del equipo y en consecuencia reduciendo los costos de mantenimiento. Un filtro debe cumplir con tres características principales.

Filtración: Es la capacidad que tiene un filtro para retener los contaminantes dañinos y garantizar el ingreso del fluido limpio al motor.

Funcionalidad: Es la capacidad que tiene el filtro para ensamblar correctamente con la base del motor, sin generar interferencias o dificultad en su colocación.

Resistencia: Es la capacidad que tiene el filtro para resistir las condiciones más adversas de funcionamiento del motor.

Es en estas dos últimas características donde cobran importancia los componentes metálicos del filtro que en su mayoría son fabricados por el proceso de prensado excéntrico.

Clasificación de los filtros

Los filtros pueden ser clasificados de diferentes maneras como por ejemplo por su aplicación, por la línea de producto, por el sector de aplicación, etc. Para fines del presente trabajo se presenta su clasificación por su línea de producción. Esta se clasifica en:

Filtro Sellado o Blindado: Se caracterizan por contar con una carcasa metálica y una base roscada, mediante la cual se instala en el motor o equipo.

Filtro Elemento o Cartucho: Esta compuesta por dos tapas, que pueden ser de metal o plástico, un medio filtrante y en algunos casos puede contar con cubiertas de plancha perforada.

Filtros para Aire: Es similares al filtro elemento, pero su aplicación es exclusiva para el filtrado de fluido de aire.



Figura 2. Clasificación de los Filtros por su Línea de Producción

Productividad

Todo sistema productivo requiere de recursos que serán transformados a través de un proceso para luego obtenerse un producto final, la productividad es la relación entre la cantidad de producto obtenido y los recursos empleados, entonces podemos afirmar que la productividad es el cociente de la cantidad de producto obtenida entre uno de los recursos empleados. Heizer & Render, (2015) afirman:

La medición de la productividad puede ser bastante directa. Es el caso cuando se mide la productividad como horas de trabajo por tonelada de determinado tipo de acero. Aunque las horas de trabajo son una medida común de un factor productivo, se puede utilizar otras medidas como el capital (dólares invertidos), los materiales (toneladas de mineral de hierro) o la energía (kilovatios de electricidad). (p.15)

Esto nos indica que la productividad puede ser medida tomando como referencia los recursos que están directamente relacionados con el producto o con factores que no están directamente relacionados con el producto. A continuación, se presenta la fórmula de la productividad:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Cantidad\ de\ factor\ utilizado\ (input)}$$

Ecuación 1. Medición de la Productividad

Fuente: Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas (2015)

Según (Prokopenko, 1989) indica “Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo”. (p.3).

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo}$$

Ecuación 2. Fórmula de la productividad

Fuente: La Gestión de la Productividad (1989)

Cuello de botella

Un concepto importante que considerar es determinar el proceso más crítico, también llamado cuello de botella, ya que este será el que determine la velocidad de la línea y por lo tanto está relacionada directamente con la productividad. Goldratt & Cox, (2014) señalan “Un cuello de botella ... es un recurso cuya capacidad es igual o menor a la demanda que hay de él. (p.119)

Esto significa que en una línea conformada por varios procesos la capacidad de la línea estará determinada por el proceso con menor capacidad, sin importar la posición en la que se ubique en la línea, por lo tanto, este será el proceso que debe ser analizado para incrementar la capacidad de la línea hasta que se presente un nuevo cuello de botella.



Figura 3. Secuencia de Procesos con Identificación de Cuello de Botella

Desperdicios

También conocida por la palabra japonesa Muda, que hace referencia a todas las actividades que no agregan valor al producto y por lo contrario genera pérdidas de recursos. Linker, (2004) menciona:

Toyota ha identificado siete tipos principales de desperdicio que no agrega valor en los negocios o en el proceso de manufactura ... Puede aplicarlos al desarrollo de productos, la toma de pedidos y la oficina, no solo a la línea de producción" (p. 28).

Los 7 tipos de desperdicios que no agregan valor identificados por Toyota son:

- a. **Sobreproducción:** Producir más de lo necesario o requerido, esto genera inventarios generando costos por almacenamiento y mantenimiento.
- b. **Espera:** Tiempos muertos por esperar materiales, piezas, personas o equipos generan pérdida de productividad.
- c. **Transporte innecesario:** Trasladar materiales o partes en el proceso de producción no genera valor, por lo contrario, puede generar daños que requieran reprocesar o rechazar materiales.
- d. **Sobre procesamiento o procesamiento incorrecto:** Si no se tiene claro los requerimientos del cliente se pueden generar procesos innecesarios o incorrectos, generando sobre costos en el producto
- e. **Inventarios:** El exceso de inventario de materia prima o partes en proceso, obliga a disponer de recursos para su almacenamiento, como espacio, personal para su traslado, mantenimiento y control, generando costos adicionales, además puede generar retrasos en los tiempos de entrega.

- f. Movimiento innecesario:** Los movimientos innecesarios que realice el operador durante su labor, como por ejemplo buscar, caminar, acomodar, etc. Causan fatiga del operario y pérdida de productividad.
- g. Productos defectuosos o retrabajos:** La producción de partes defectuosas, genera la pérdida de recursos empleados en su procesamiento o requiere de recursos adicionales para su reproceso, generando sobrecostos.

El pensamiento tradicional para obtener mayores ganancias comúnmente es incrementar el precio, si bien esto puede aceptar el mercado, la competitividad se reduce frente a otros productos de igual calidad con menor precio. El pensamiento lean se enfoca en reducir los costos, de esta manera podemos mantener el precio incrementando las ganancias, debido a que mejora la eficiencia de la empresa.

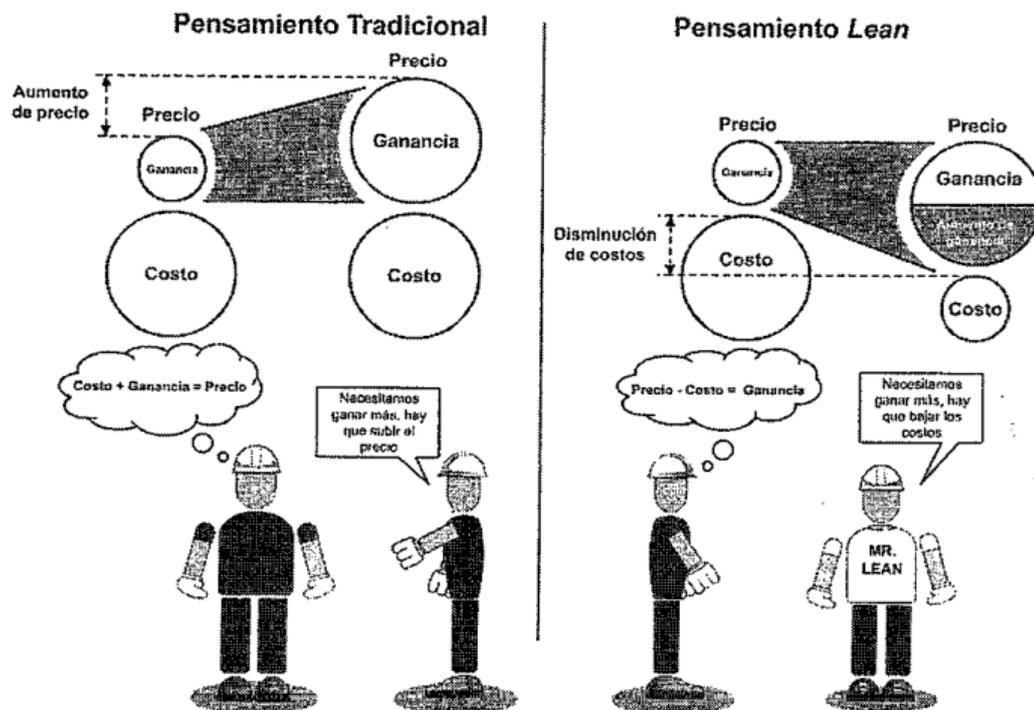


Figura 4. Variación del Costo vs Incremento de la Ganancia
Fuente: Manual de Lean Manufacturing

Pensamiento basado en metas para erradicar el desperdicio. Es preciso fijar una meta antes de elaborar un plan de mejoras, así si tenemos como objetivo reducir el tiempo a la mitad fijemos el tiempo objetivo, por ejemplo 20 minutos. Sekine & Arai, (1993) señalan “Tener una meta ayuda a mantener la atención en el progreso paso a paso. Una vez tenga una meta, empiece a pensar en los medios para alcanzarla” (p. 22)

Desperdicio de organización: suele encontrarse en los movimientos de búsqueda, localizaciones, selección, alineaciones y transporte.

Desperdicio en el reemplazo: suelen darse en las operaciones de aflojar y apretar pernos, a veces se utilizan en anclajes sin pernos.

Desperdicio de ajuste: Es el resultado de la unión deficiente a los estándares durante la operación de cambio.

La Matriz

Cerón, (2013) señala que un troquel sirve para colocarla sobre una prensa, en donde ejerce una fuerza sobre los elementos del troquel, ocasionando que la pieza superior quede ajustada sobre la matriz. Lo que generara la estampación del material que se colocó entre ambas piezas. Un troquel puede realizar operaciones de: corte, punzonado, embutición, doblado, o conformado (p.4).

Tipos de matrices

Los herramientales usados en las prensas excéntricas, también conocidos como matrices o troqueles, son dispositivos mecánicos que se instalan en las prensas y haciendo uso de la carrera y potencia de estas son usadas para transformar láminas de acero en piezas de diferentes formas.

Si queremos tener una clasificación de las matrices, esta podemos realizarla de muy variadas formas como el tipo de operación, el número de operaciones, el tipo de material, la máquina donde trabajan, etc. Para el presente trabajo emplearemos dos clasificaciones, por el tipo de operación y por el tipo de operaciones:

Según el tipo operación:

- Matriz de corte.
- Matriz de doblado.
- Matriz de embutido.
- Matriz mixta. Combinan variedad de operaciones.

Según el número de operaciones:

- Matriz simple: Consiste en realizar una operación con cada golpe de prensa (Ver anexo 2).
- Matriz combinada: Se realiza varias operaciones con cada golpe de la prensa, todas simultáneamente sobre la chapa, logrando la pieza que se desea en un solo golpe de la prensa (Ver anexo 3)
- Matriz progresiva: Por cada golpe de prensa se realizan varias operaciones en diferentes fases. Estas operaciones se realizan de manera gradual cuando la tira de la chapa avanza a través del troquel, obteniendo al final la pieza que se deseaba (Ver anexo 4)
- Matriz transfer: Al igual que los progresivos, el material que se introducido ha sido sometido previamente a distintas operaciones.

Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo también conocidos como diagramas de flujo de procesos o también mapa de proceso, es una herramienta gráfica muy poderosa que permite entender con claridad la manera como se desarrolla un proceso desde el principio hasta el final, analizarlo y poder proyectar cambios futuros en el proceso. Summers, (2006) manifiesta “La elaboración de diagramas de flujo es muy útil en las primeras etapas de la resolución de problemas porque los diagramas permiten a quienes estudian el proceso entender rápidamente lo que implica un proceso desde el principio hasta el final” (p. 516). (Ver figura 5).

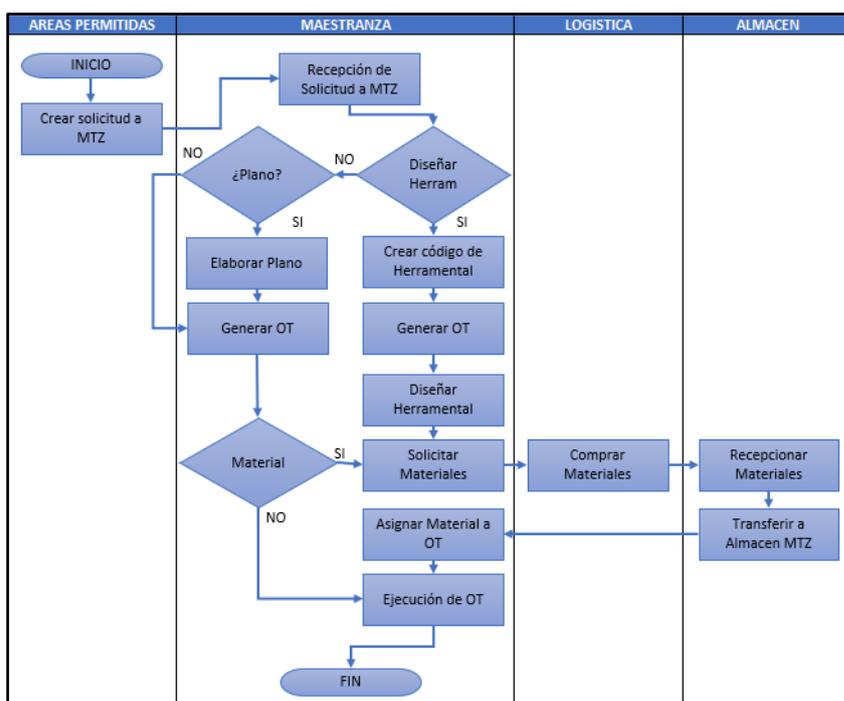


Figura 5. Modelo de Diagrama de Flujo

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o conocido también como diagrama causa-efecto o diagrama de espina de pescado, es una manera gráfica muy fácil con la que se puede analizar las causas de un problema, así tenemos que en el gráfico la cabeza del pescado

representa el efecto o problema y el esqueleto con sus espinas representan las causas del problema. Cuatrecasas, (2012) indica: “Esta herramienta es aconsejable que sea elaborada por un grupo de trabajo que facilite la aportación de ideas y datos de forma abundante y contrastada; de hecho, comenzó a utilizarse en los grupos denominados círculos de calidad (p. 592).

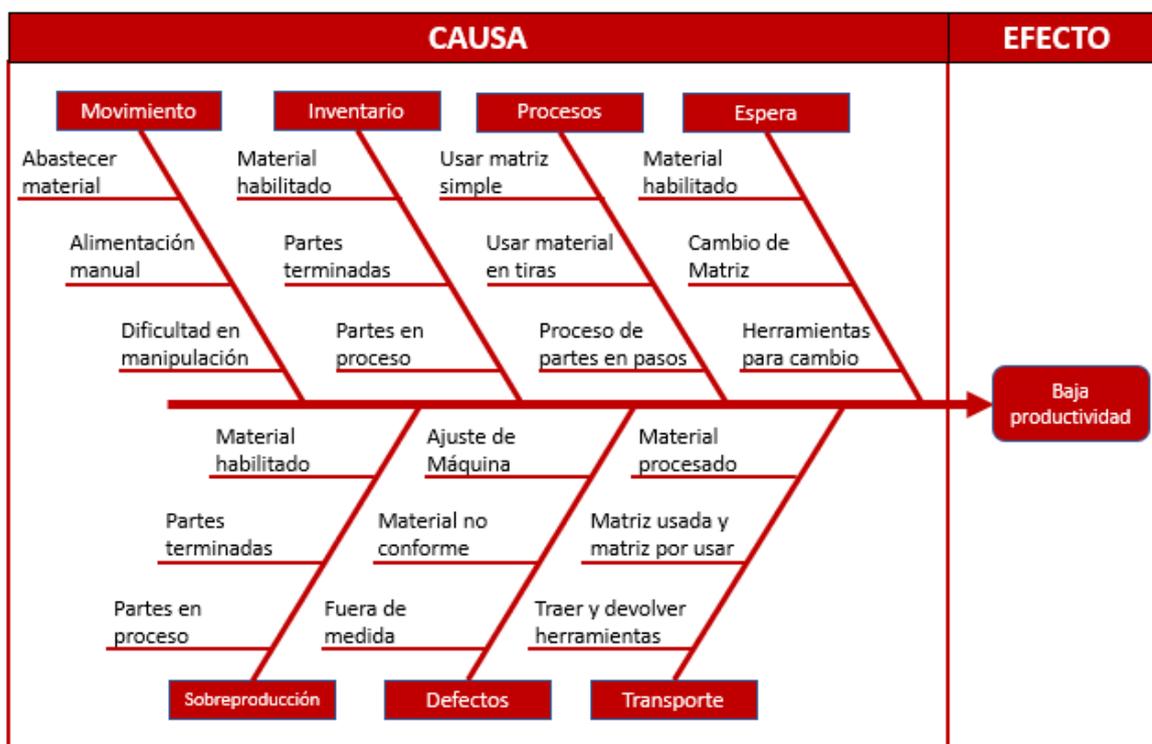


Figura 6. Diagrama Ishikawa

Diagrama de Pareto

Basado en el principio de Pareto que indica que el 80% de los defectos son originados por un 20% de las causas, es una herramienta que nos sirve para ordenar los defectos y sus causas permitiéndonos priorizar y atender los más importantes. López, (2016) menciona “El diagrama de Pareto es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes” (p.27). (Ver figura 7).

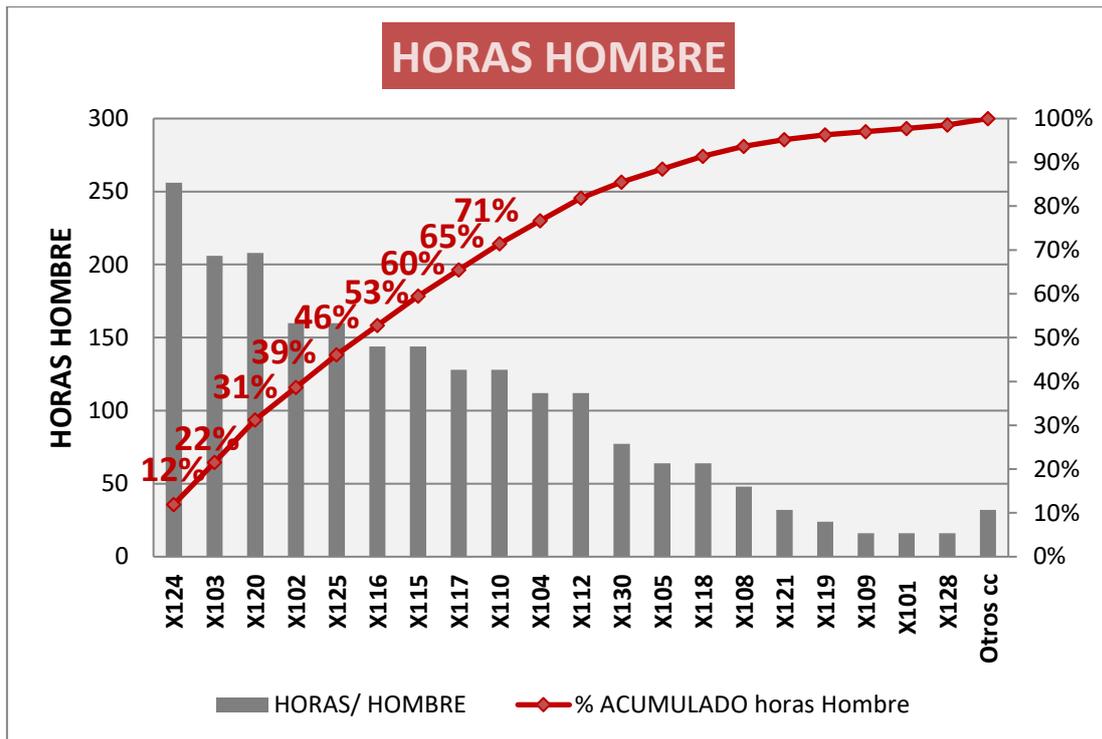


Figura 7. Diagrama de Pareto

Diagrama de análisis de proceso (DAP)

El DAP es una herramienta que nos permite recoger al detalle todas las actividades que se realizan en un proceso y de manera gráfica nos muestra las actividades que agregan valor como las operaciones e inspecciones y aquellas que no agregan valor como transportes, esperas, inventarios. Estas se pueden levantar antes y después de realizar los cambios y medir el impacto de los cambios realizados Gastelo, (2017) menciona “Particularmente es útil para poner en manifiesto costos ocultos como pueden ser distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales” (p.13). (Ver figura 8).



DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS

Estación:	Prensas excéntricas
Objeto:	Placa Roscada 3010
Actividad:	Conformado
Operario:	J. Varillas
Fecha:	14/02/18
Turno:	1er
Elaborado por:	S. Canto

RESUMEN		Actual	
		N°	Tiempo
	Operaciones	3	8.64
	Transporte	3	0
	Inspecciones	0	0
	Esperas	0	0
	Almacenamiento	0	0
TOTAL		6	8.64

N°	Descripción/Actividades	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiemp. (s)	Dist. (mt)	Cant. (Und)
									
1	Transporte de material		x						
2	Cortar, embutir, perforar	x					1.23		1
3	Traslado		x						
4	Avellanado	x					3.77		1
5	Traslado		x						
6	Roscado	x					3.64		1
7	Traslado		x						
8	Prueba de roscado	x					2.21		1
9									
10									
TOTAL							10.85	0	4

Figura 8. Modelo de Diagrama de Análisis de Proceso

Diagrama de operaciones de procesos (DOP)

Es una gráfica en donde se representan las operaciones relacionadas progresivamente en donde se lleva a cabo un proceso productivo; solo aquí se pueden tener un registro de las principales operaciones sin tener a la vez en cuenta el lugar ni al operario. (Gastelo, 2017). En otras palabras, es la representación gráfica de la elaboración de un producto o servicio. (Ver figura 9)

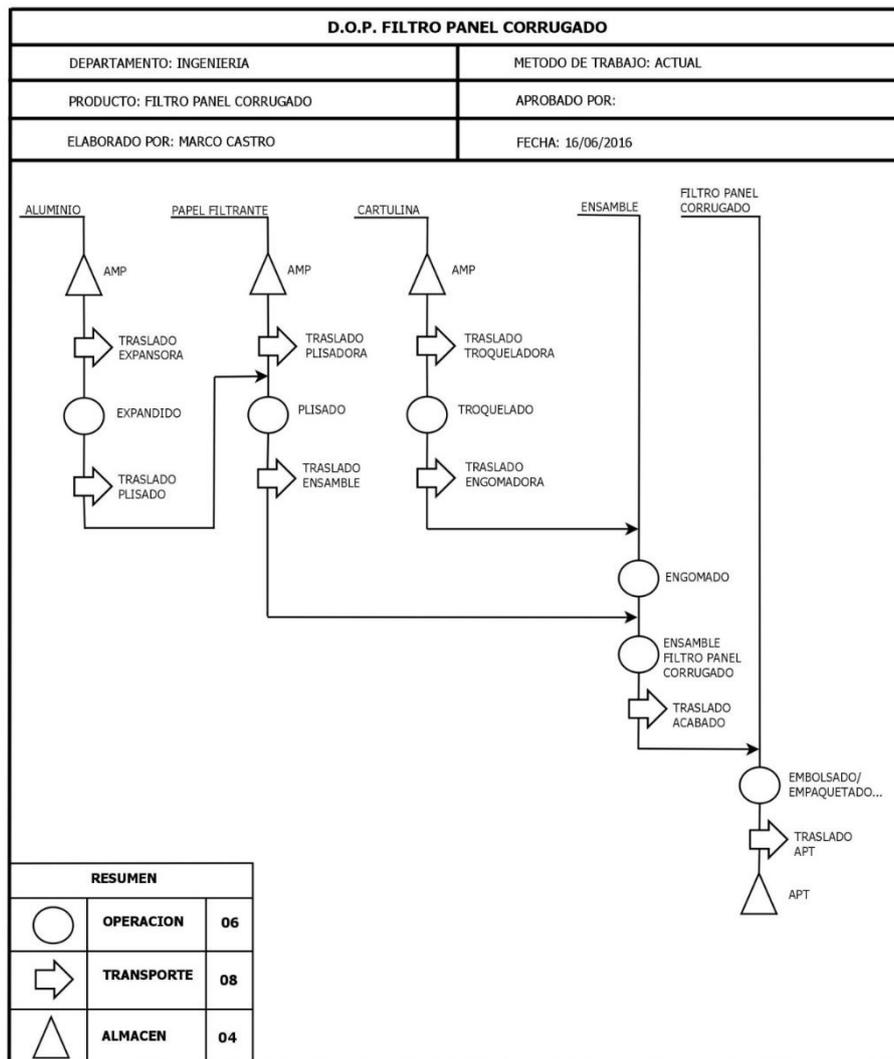


Figura 9. Modelo de Diagrama de Operaciones de Procesos

Mejora continua

También conocida como Kaizen, es una filosofía japonesa aplicable a cualquier actividad empresarial, donde plantea que estas siempre tienen la posibilidad de ser mejoradas, en un ciclo constante. Para esto no es necesario realizar grandes cambios trascendentales, con realizar pequeños cambios todos los días se obtendrán resultados importantes. Es una filosofía que promueve el trabajo en equipo donde es importante la participación de operarios y empleados a todo nivel. Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega (2020) afirman “ Las etapas genéricas del proceso de mejora continua se basan en el Ciclo PHVA

(Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) creado por Shewart y dado a conocer por Deming a la alta dirección japonesa en la década de 1950. (p. 39).

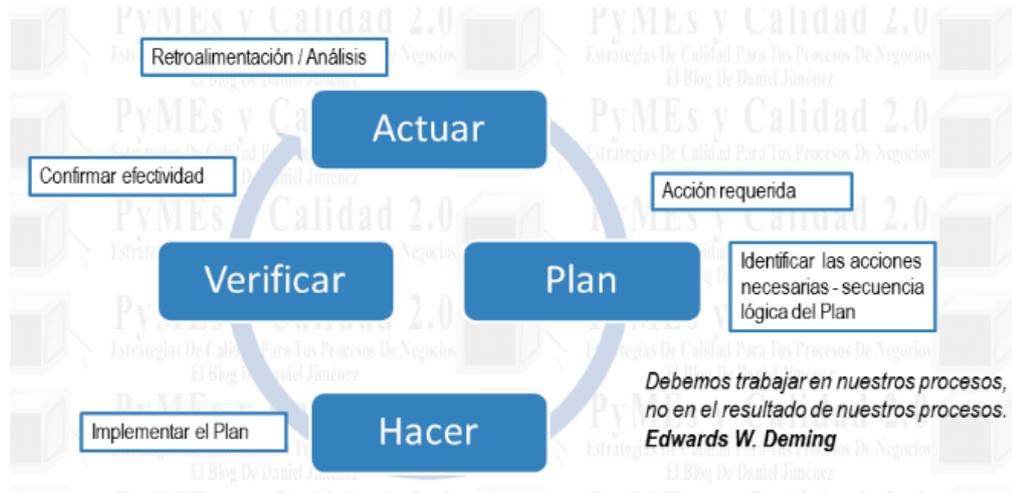


Figura 10. Ciclo PHVA

Fuente: El ciclo PDCA un práctico imbatible para resolver problemas o NC's »
Pymes y Calidad 2.0

Cambios rápidos SMED

Una industria que requiera mantener un flujo constante de producción con una mezcla de modelos distintos requiere que los tiempos empleados en el cambio de herramientas de sus máquinas sean muy cortos, caso contrario perderían productividad por tiempos muertos. El Dr. Shigeo Shingo desarrolló la metodología SMED, acrónimo de su descripción en inglés "Single Minute Exchange of Die". con la cual se reduce los tiempos de preparación a menos de 10 minutos.

La preparación no puede eliminarse por completo. Sin embargo, mediante un enfoque persistente, puede reducirse los tiempos de preparación actuales a la mitad, después a menos de 30 minutos, a menos de 9 minutos ("cambios de menos de un dígito" o SMED), y finalmente al rango de 3 minutos o cero preparación (Sekine & Arai, 1993, p. 3).

FASE	ACCIÓN	ANTES DEL CAMBIO	DURANTE EL CAMBIO
0	Medir el tiempo total del cambio		100%
1	Identifica operaciones externas e internas		Ext. Int. Ext. Int. Ext. Int.
2	Remover operaciones externas	50%	50%
3	Convertir operaciones internas en externas	75%	25%
4	Reducir operaciones externas e internas	40%	10%

Figura 11. Fases de Aplicación SMED

Prensas excéntricas

Las prensas excéntricas son máquinas mecánicas que mediante una volante acumulan energía, que al ser accionadas transmiten la energía acumulada mediante un sistema de eje excéntrico y una biela hacia la matriz la cual transformara el material con procesos de corte, doblado y embutido. Dependiendo del trabajo que realicen y el material que procesen estos pueden variar en sus características como su estructura, carrera, tamaño de mesa y presión. Estas pueden trabajar con láminas de diferentes espesores que pueden ir en el rango de 0.3mm a 6mm y materiales diversos como hojalata, acero, caucho, celulosa, etc.

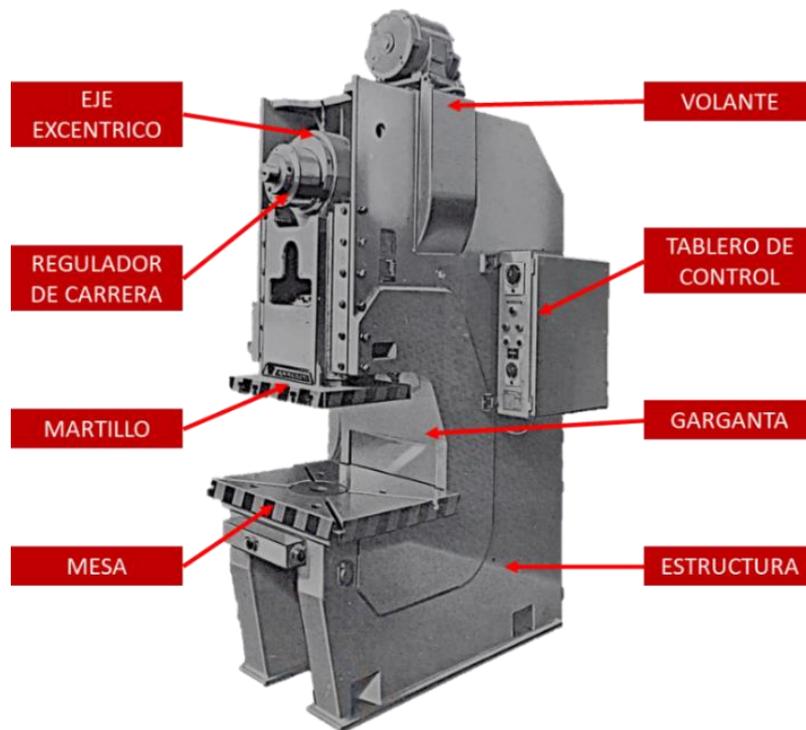


Figura 12. Partes de una Prensa Excéntrica

Limitaciones al sustento teórico

La cantidad de herramientas que se usan en el proceso de fabricación de filtros es muy grande, por lo que realizar la implementación de las mejoras en todos estos tomaría mucho tiempo y un alto costo de inversión, por ello consideramos que esto fue una limitante para realizar una mejora en todas las áreas. Sin embargo, el uso de herramientas como el diagrama de Pareto nos permitió priorizar las mejoras en los procesos más significativos y a través del ciclo de mejora continua, luego de una evaluación de los objetivos alcanzados, nos permite realizar un nuevo plan de trabajo.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Corporación inversiones LYS S.A. es una empresa que desarrolla, fabrica y comercializa filtros para los sectores industrial y automotriz, en este último sector, dada la globalización de los mercados, en esta última década se ha presentado una fuerte competencia de productos importados en su mayoría de procedencia asiática de bajo costo y en la mayoría de los casos de baja calidad.

A pesar de que se cuentan con normas técnicas nacionales para evaluar el correcto desempeño de los filtros, estos no son exigidos a los productos importados que ingresan al país, es por ello que en nuestro mercado tenemos productos de bajo costo que compiten con los filtros de la marca LYS de reconocida calidad y que a través de los años se ha preocupado por mantener un nivel de calidad alto, siendo la primera en contar con un laboratorio de filtración y contar con la certificación ISO 9000 – 2015.

Clasificación de la empresa por sus operaciones

La empresa por sus operaciones está clasificada como productora de bienes físicos y dentro de este grupo se encuentra clasificada como empresa de manufactura dedicada a la fabricación de filtros.



Figura 13 Clasificación de la Empresas por sus Operaciones

Dada la gran variedad de productos que se fabrican y los mercados a los que se atienden tenemos productos de fabricación masiva, en serie y en lotes. Por lo tanto, las líneas de producción deben ser flexibles y estandarizados de tal manera que los cambios frecuentes no afecten su productividad. En la matriz de transformación podemos ubicar el tipo de producción que se realiza con los filtros y sus diferentes líneas de producción.

		Repetitividad		
		UNA VEZ	INTERMITENTE	CONTINUO
+ VOLUMEN DE PRODUCCION -	Tecnología			
	ARTICULO UNICO	Proyecto		
	LOTE		Lote	
	SERIE		Serie	
	MASIVO		Masivo	
CONTINUO			Continuo	
		- FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN +		

Figura 14; Clasificación de la Producción de filtros en la Matriz de transformación

Descripción de la problemática en la empresa

En el plan estratégico desarrollado por la empresa para los años 2017-2020, y considerando, como se indica en líneas anteriores, la fuerte competencia de productos importados de diferentes procedencias y diferentes calidades se establece mejorar la rentabilidad. Para ello se determinan 2 objetivos estratégicos relacionados con el área de manufactura:

- Disminuir los costos de producción
- Optimización de la planta industrial

Dados estos dos objetivos se procede a realizar un análisis de la planta para determinar y priorizar las áreas donde enfocarse para realizar las mejoras que permitan alcanzar los objetivos planteados. Como primer análisis se revisaron las líneas de producción.

Líneas de Producción

La empresa tiene una producción promedio de 336,600 filtros por mes, distribuida entre sus tres líneas de producción, Filtros Sellados, Filtros Elementos y Filtros de Aire. En la siguiente tabla podemos ver la variedad y volumen de producción por cada línea.

Tabla 2.
Producción Mensual por Línea de Producción

Línea de Producción	Variedad Productos	Producción Mensual	% Producción
Filtros Sellados	82	294,540	87.5%
Filtros Elementos	41	12,180	3.62%
Filtros de Aire	80	29,880	8.88%
TOTAL	203	336600	100%

Como podemos apreciar el mayor volumen de producción se encuentra en la línea de filtros sellados, con un 87.5% de las unidades producidas, en consecuencia, esta será la línea donde se inicialmente se evaluarán y aplicarán los planes de mejora.

Análisis de los centros de trabajo de la línea de Filtros sellados

Centros de trabajo de la línea de filtros sellados

La línea de filtros sellados está compuesta por once centros de trabajo donde se procesan todas las partes de los filtros. En el siguiente cuadro podemos apreciar la variedad de partes que procesan y la cantidad de partes que se producen para cumplir con la producción mensual de 294,540 filtros en la línea de sellados

Tabla 3.

Producción por Centro de Trabajo Línea de Sellado en base a una producción de 294,540 filtros.

Centro de Trabajo	Variedad	% Variedad	Cantidad	% Cantidad
Prensas Excéntricas	343	36%	1,090,340	37%
Troquelado de Emp.	79	8%	276,340	9%
Ensamble Filtros	79	8%	238,410	8%
Prensas Hidráulicas	79	8%	238,410	8%
Soldadura-Proyección	77	8%	234,410	8%
Ensamble Elementos	72	8%	218,690	7%
Plisado	72	8%	218,690	7%
Conformado Tubos	71	8%	218,570	7%
Soldadura de Puntos	37	4%	152,740	5%
Inyectado	21	2%	42,080	1%
Rollos Filtrantes	10	1%	23,700	1%
TOTAL	940	100%	2,952,380	100%

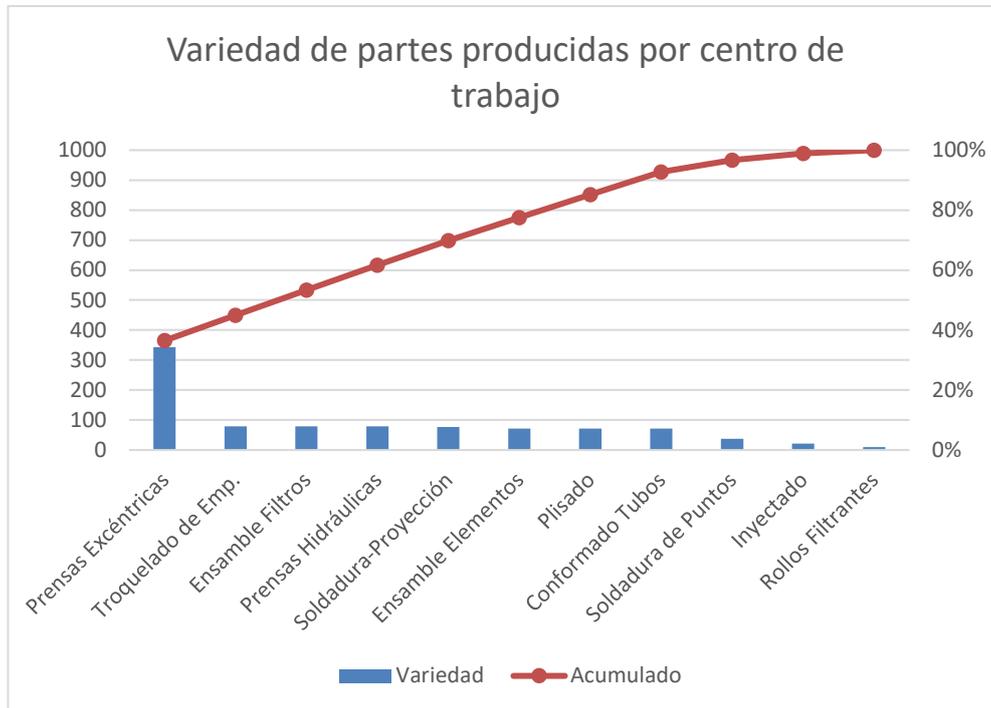


Figura 15. Pareto Variedad de Partes de producción Producidas por Centros de trabajo.

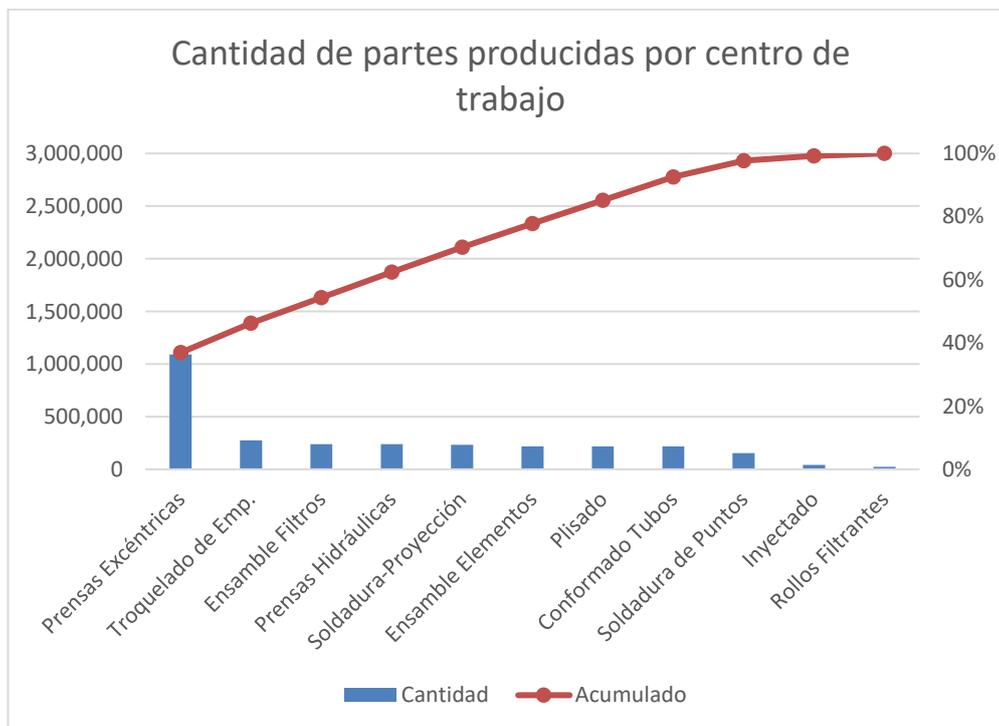


Figura 16. Cantidad de partes producidas por centro de trabajo

Problemática

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación anterior, se plantea desarrollar un plan de trabajo en el centro de trabajo de Prensas Excéntricas

Problema General

¿Cómo influirá en la productividad la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas?

Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación actual en el área de trabajo de prensas excéntricas?
- ¿Cuáles serían los criterios a utilizar para la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas?
- ¿Cuáles serían los costos y beneficios de la aplicación de la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas?

Objetivos

Objetivo General

Aplicar la estandarización de herramientas y materiales para incrementar la productividad del centro de trabajo de prensas excéntricas

Objetivo específico

- Determinar la situación actual en el área de trabajo de prensas excéntricas
- Establecer los criterios a utilizar para la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas

- Evaluar los costos y beneficios de la aplicación de la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas

Estrategias de desarrollo

Tabla 4.

Estrategias de desarrollo para aplicación de la propuesta

Fase	Objetivos	Herramientas/Modelos
Diagnóstico	Determinar la situación actual en el área de trabajo de prensas excéntricas	Plan de Trabajo Diagrama de Pareto partes procesadas Diagrama de Operaciones de proceso Diagrama de Pareto por tipo de partes Pareto Producción Porta Empaque Diagrama de Análisis de Proceso Flujograma Diagrama de Ishikawa o causa y efecto. Indicadores claves de desempeño
Implementación	Establecer los criterios a utilizar para la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas	Planeación (Plan de trabajo) SMED Diagrama de análisis de Proceso Cronograma Plan de capacitación Diagrama de Flujos DAP Tablas de contenido Tablas comparativas Indicadores claves de desempeño posteriores
Evaluación	Evaluar los costos y beneficios de la aplicación de la estandarización de herramientas y materiales en el área de prensas excéntricas	Indicadores claves de desempeño Análisis comparativo entre costos iniciales y finales

Experiencia laboral

El autor del presente trabajo inicia sus labores en la empresa hace 26 años, egresado de la carrera técnica de diseño de máquinas inicia sus labores en la empresa ocupando el cargo de Dibujante Técnico Mecánico en el departamento de Ingeniería, teniendo como funciones principales:

- Elaborar, actualizar y distribuir los planos de los componentes, filtros
- Elaborar, actualizar los planos de los herramientas usados en la fabricación de los filtros.

Cuatro años después dado el conocimiento adquirido en el campo de la ingeniería de filtración, ocupa el cargo de Supervisor de Desarrollo, teniendo las funciones principales:

- Análisis de muestras y elaborar el informe de factibilidad de nuevos desarrollos.
- Diseño de componentes, filtros y sus herramientas.
- Generar el requerimiento de materiales y orden de trabajo para la fabricación de herramientas.
- Seguimiento y elaboración de prototipos de muestras en desarrollo.
- Pruebas de laboratorio y campo de prototipos de muestras en desarrollo
- Elaboración y aprobación de documentación de filtros nuevos (Despieces, hoja de ruta, especificaciones, planos, etc.).

Con los conocimientos y experiencia adquirida, en el año 2008 ocupa el cargo de Jefe de Ingeniería, desempeñando las siguientes funciones.

- Coordinar con la Superintendencia de Manufactura la elaboración y aprobación del presupuesto anual de ingeniería.

- Presenta indicador mensual sobre la gestión de ingeniería.
- Ingeniería de Producto: Control del avance del desarrollo, prueba de campo, envío a laboratorio y de hacer cumplir las fechas indicadas.
- Ingeniería de Procesos: Elaboración de planes de trabajo de implementación y modificación y control de procesos.
- Maestría: Seguimiento y control de las ordenes de trabajo de maestría.
- Coordinación con otras áreas de la empresa

En el desarrollo del proyecto, dado que esta tarea fue desarrollada como parte de la ingeniería de procesos, se inició elaborando un plan de trabajo. Para el registro del plan de trabajo se utilizó el formato REG-ING-011 el cual se encuentra registrado en el sistema de gestión integrado de la empresa.

Este formato, REG-ING-011 Plan de trabajo, permite identificar dentro del ciclo de mejora continua las actividades que se desarrollaran, así como también cuenta con un diagrama de GANT para la planificación y seguimiento de las actividades. (Ver Anexo 5)

Diagnostico (Planear)

Análisis de los tipos de componentes procesados

Según el plan de trabajo en una primera etapa revisamos los tipos de componentes que se procesan en el centro de trabajo de Prensas Excéntricas, para ello se analizó los componentes que tiene un filtro sellado, el material del que está compuesto y el proceso de fabricación que tiene en el siguiente cuadro se muestra esta información.

Tabla 5.
Partes de Filtro sellado.

Ítem	Partes	Material	Proceso de Fabricación
1	Placa Roscada	Acero	Prensado Excéntrico
2	Porta Empaque	Acero	Prensado Excéntrico
3	Tapa superior	Acero	Prensado Excéntrico
4	Tapa inferior	Acero	Prensado Excéntrico
5	Capsula	Acero	Prensado Excéntrico
6	Empaque de válvula	Vitorite	Prensado Excéntrico
7	Carcaza	Acero	Prensado Hidráulico
8	Empaque Externo	Caucho	Vulcanizado
9	Empaque Interno	Caucho	Vulcanizado
10	Tubo central	Acero	Conformado
11	Medio filtrante	Papel filtrante	Plisado
12	Resorte de válvula	Alambre acerado	Fabricación externa
13	Resorte de fijación	Alambre acerado	Fabricación externa

En el siguiente grafico se muestran cada una de las partes mencionadas en la tabla anterior.

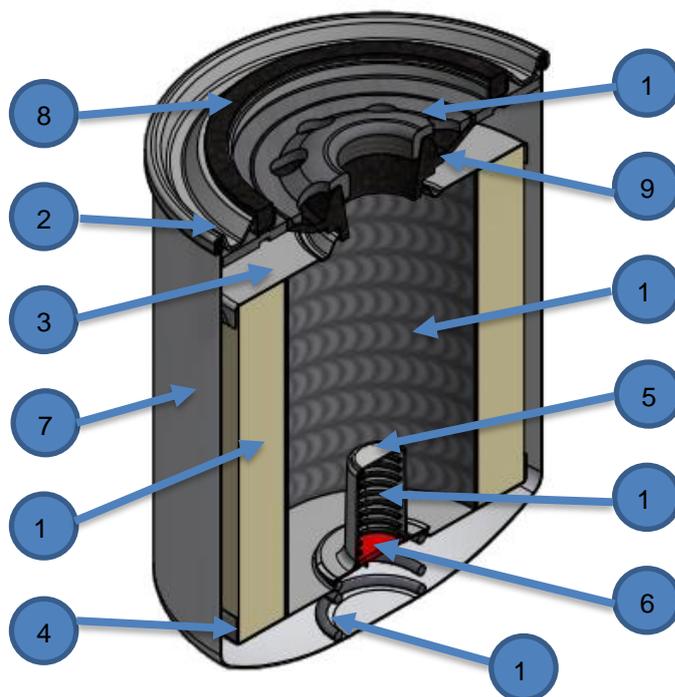


Figura 17. Partes del Filtro Sellado

Del análisis realizado a los componentes de un filtro sellado se determina que el centro de trabajo de Prensas excéntricas procesa cuatro tipos de partes tapas, porta junta, placa roscada y accesorio (capsula y postizos). En el siguiente cuadro se muestra el detalle de la evaluación realizada, donde se aprecia la cantidad y variedad de partes que se procesan en cada grupo.

Tabla 6.
Partes procesadas en Prensas Excéntricas

Partes	Variedad	% Variedad	Cantidad	% Cantidad
Tapas	144	42%	438,880	40%
Porta Empaque	79	23%	238,410	22%
Placa Roscada	77	22%	234,410	21%
Accesorios	43	13%	178,640	16%
TOTAL	343	100%	1,090,340	100%

Análisis de los procesos por tipo de componente

Luego de determinarse los tipos de componentes procesados en el centro de trabajo de Prensas Excéntricas, se procedió a analizar los procesos de cada uno de estos, con el objetivo de identificar las propuestas de mejora a implementarse. Para ello se elaboró el diagrama de operaciones (DOP) de un filtro sellado. Donde se han identificado en color verde los procesos realizados en prensas excéntricas. (Ver Anexo 7)

Revisando la información del DOP podemos ver que las tapas y accesorios solo requieren de un paso de prensado excéntrico, mientras el porta empaque requiere de dos pasos de prensado excéntrico. Por último, tenemos a la placa roscada que requiere de cuatro pasos de prensado excéntrico. Dadas estas condiciones se sus procesos de fabricación, se determina implementar las mejoras en las partes que tienen mayor cantidad de procesos, teniendo en primer lugar el proceso de fabricación de la placa roscada, que representa el 46% de las actividades realizadas en el centro de trabajo de Prensas excéntricas y el proceso de fabricación del Porta Empaque con una representación del 23%. En el siguiente cuadro se detalla lo indicado.

Tabla 7.
Cantidad de Procesos por Tipo de Partes

Tipo de Partes	Cantidad	Procesos	Cant. Procesos	%Cant. Procesos
Placa Roscada	234,410	4	937,640	46%
Porta Empaque	238,410	2	476,820	23%
Tapas	438,880	1	438,880	22%
Accesorios	178,640	1	178,640	9%
TOTAL	1,090,340		2,031,980	100%

Placa Roscada: Este tipo de parte cuenta con 48 modelos distintos y cada uno de estos tienen volúmenes de producción distinta. Por ello a través de un diagrama de Pareto se seleccionaron las partes con mayor volumen de producción.

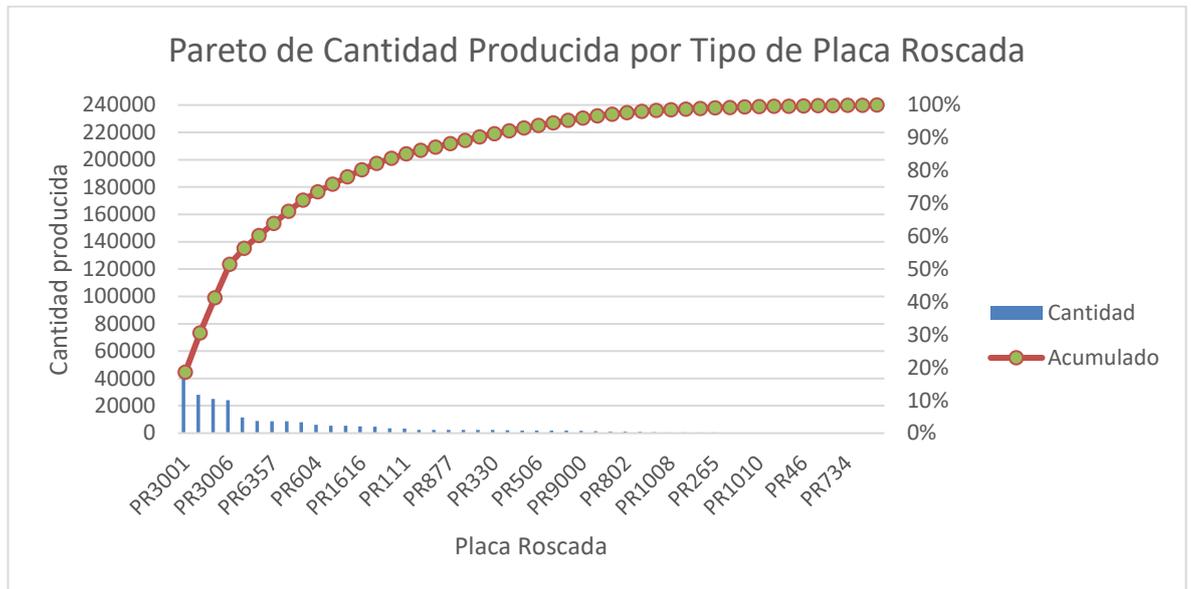


Figura 18. Pareto Producción Placa Roscada.

En el diagrama de Pareto podemos apreciar que, de los 48 modelos 13 representan el 80% de la producción. Estos 13 modelos de Placa roscada fueron seleccionados para evaluar los cambios en sus procesos.

Porta Empaque: En el caso de este tipo de parte cuenta con 29 modelos distintos y cada uno de estos, también tienen volúmenes de producción distinta. Por ello a través de un diagrama de Pareto, nuevamente, se seleccionaron las partes con mayor volumen de producción.

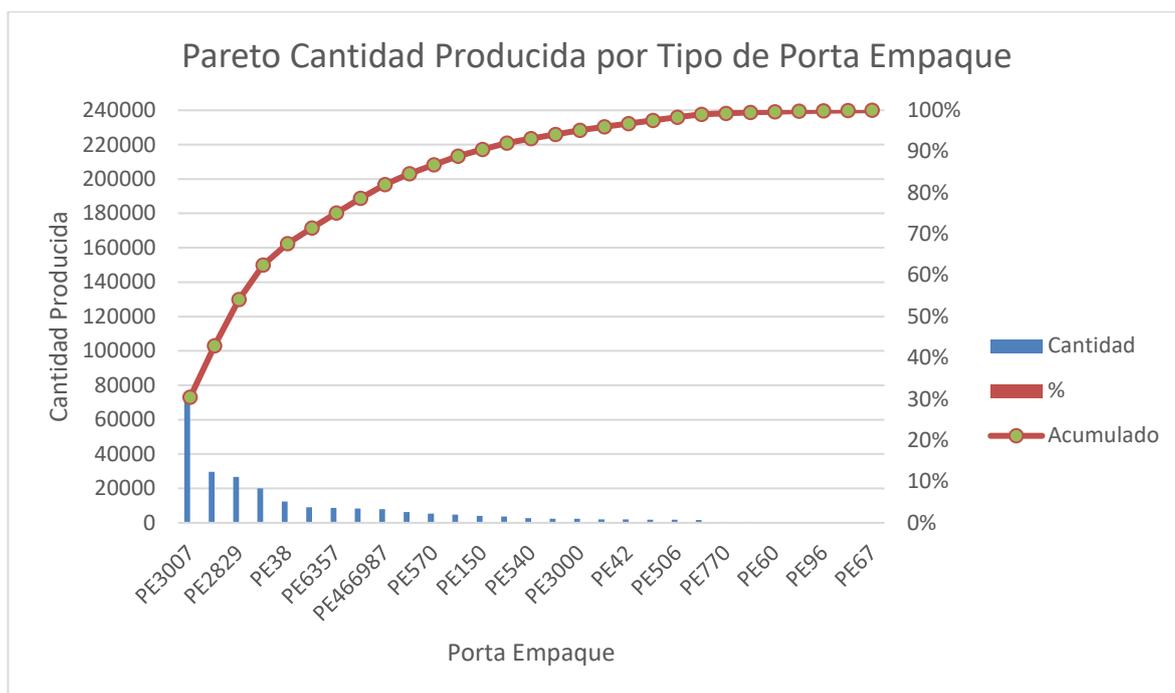


Figura 19. Pareto Producción Porta Empaque

En el diagrama de Pareto podemos apreciar que, de los 29 modelos, 8 representan el 80% de la producción. Estos 8 modelos de porta empaque Placa roscada fueron seleccionados para evaluar los cambios en sus procesos.

Tabla 8.
Placas Roscadas Seleccionadas

Placa Roscada	Cantidad	%	Acumulado
PR3001	43640	19%	19%
PR1	28020	12%	31%
PR916	25120	11%	41%
PR3006	24000	10%	52%
PR68	11400	5%	56%
PR682	9000	4%	60%
PR6357	8700	4%	64%
PR305	8600	4%	68%
PR466987	8000	3%	71%
PR604	6000	3%	74%
PR601	5420	2%	76%
PR521	5360	2%	78%
PR1616	5000	2%	80%

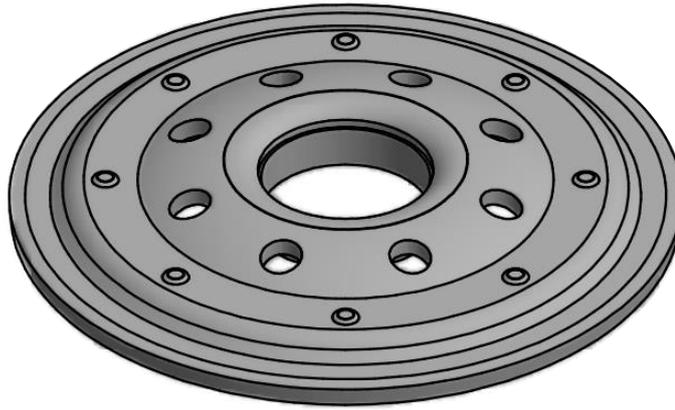


Figura 20. Placa Roscada

Tabla 9.
Porta Empaque seleccionados

Porta Empaque	Cantidad	%	Acumulado
PE3007	72640	30%	30%
PE111	29720	12%	43%
PE2829	26680	11%	54%
PE68	20000	8%	63%
PE38	12400	5%	68%
PE682	9000	4%	71%
PE6357	8700	4%	75%
PE604A	8400	4%	79%



Figura 21. Porta Empaque

Análisis de máquinas y herramientas usados en fabricación de placas

roscadas

Luego de obtenida la relación de partes a ser evaluadas se procedió a revisar los procesos de cada uno de ellos iniciando con los procesos de las placas roscadas.

La línea de fabricación de placas roscadas se encuentra conformada por seis pasos que son el habilitado más cuatro pasos de prensado excéntrico y uno de roscado, pero para el presente análisis no considero el proceso de roscado debido a que este no pertenece al área en análisis y tampoco es afectado por los cambios que se realicen. En cambio, si se consideró el proceso de habilitado ya que este si se ve afectado por los cambios realizados.

Por lo indicado, la línea convencional está conformada por cinco pasos, en cada uno de ellos interviene una máquina y uno o dos operarios, pero dependiendo del tipo de matriz que se utilice, la cantidad de pasos puede disminuir. En total se encontró cuatro rutas distintas

Ruta de pasos con matrices simples: Es la ruta más larga conformada por cinco pasos, se inicia con el habilitado del material, luego continúan los cuatro pasos de prensado excéntrico, en cada paso se utiliza una matriz tipo simple. Para el habilitado se requiere de dos operarios y para cada uno de los pasos de prensado excéntrico requiere de un operario. En resumen, los recursos necesarios serán de cinco máquinas y seis operarios.

Ruta de pasos con matrices combinadas y simple: En esta ruta se reducen los pasos de cinco a cuatro, esto debido al uso de matrices combinadas que pueden reemplazar a dos

pasos, así tenemos dos combinaciones. En la primera los pasos de corte y perforado se unifican en uno solo, En esta alternativa los recursos usados son de cuatro máquinas y cinco operarios.

Ruta de pasos con matrices simples y combinadas: Similar al caso anterior tenemos otra alternativa donde los pasos que se unifican son los de conformado y proyección. En esta alternativa de igual forma al anterior los recursos usados son de cuatro máquinas y cinco operarios

Ruta de pasos con matrices combinadas: En esta ruta el proceso se reduce a tres pasos, usando matrices combinadas se unifican los pasos de corte y perforado en una máquina y en otra máquina se unen los pasos de conformado y proyección. En esta ruta los recursos usados se reducen a tres máquinas y cuatro operarios.

Ruta de pasos con matriz progresiva: Esta es la ruta óptima donde el proceso solo requiere de un paso. A diferencia de los casos anteriores, donde el primer paso es el habilitado de las planchas en tiras, en esta ruta se elimina el habilitado, debido a que el material usado tiene presentación en flejes y mediante un alimentador es suministrado constantemente a la prensa, la cual cuenta con una matriz progresiva que en simultáneo puede realizar los cuatro pasos. Para esta ruta los recursos empleados se reducen a una máquina y un operario.

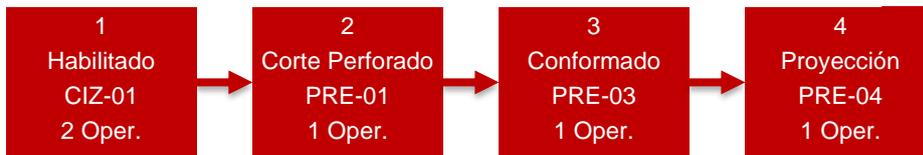
En el siguiente gráfico se muestran las diferentes rutas que presenta el proceso de fabricación de las placas roscadas

RUTAS DE FABRICACION DE PLACA ROSCADA

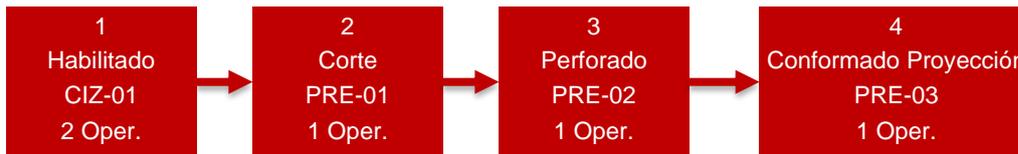
Ruta con material en plancha y matrices simples



Ruta con material en plancha, matriz combinada y matrices simples



Ruta con material en plancha, matrices simples y matriz combinada



Ruta con material en plancha y matrices combinadas



Ruta con material en fleje y matriz progresiva



Figura 22. Rutas de Fabricación de Placa Roscada

En la siguiente tabla se detalla por cada parte las características del proceso, así como también las horas máquina y horas hombre que requieren para su producción.

Tabla 10.
Datos del Proceso de Fabricación de Placa Roscada

Parte	Cant.	Datos	Habilitado	Corte	Perforado	Conformado	Proyección	Total	
PR3001	43640	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04	5	
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200		
		Operarios	2	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	12.5	13.2	36.4	20.8	36.4	119	
		H. Hombre	24.9	13.2	36.4	20.8	36.4	132	
PR1	28020	Matriz	No aplica			Progresivo			
		Máquina	No aplica			PRE-01		1	
		Capacidad	0			3240			
		Operarios	0			1		1	
		H. Máq.	0.0			8.6		8.6	
		H. Hombre	0.0			8.6		8.6	
PR916	25120	Matriz	No aplica	Simple	Simple		Combinada		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02		PRE-03	4	
		Capacidad	3500	3300	1200		2100		
		Operarios	2	1	1		1	5	
		H. Máq.	7.2	7.6	20.9		12.0	47.7	
		H. Hombre	14.4	7.6	20.9		12.0	54.9	
PR3006	24000	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04	5	
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200		
		Operarios	2	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	6.9	7.3	20.0	11.4	20.0	65.6	
		H. Hombre	13.7	7.3	20.0	11.4	20.0	72.4	
PR68	11400	Matriz	No aplica		Combinada		Combinada		
		Máquina	CIZ-01		PRE-01		PRE-03	3	
		Capacidad	3500		3300		2100		
		Operarios	2		1		1	4	
		H. Máq.	3.3		3.5		5.4	12.1	
		H. Hombre	6.5		3.5		5.4	15.4	
PR682	9000	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04	5	
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200		
		Operarios	2	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	2.6	2.7	7.5	4.3	7.5	24.6	
		H. Hombre	5.1	2.7	7.5	4.3	7.5	27.2	
PR6357	8700	Matriz	No aplica		Combinada		Simple	Simple	
		Máquina	CIZ-01		PRE-01		PRE-03	PRE-04	4
		Capacidad	3500		3300		2100	1200	
		Operarios	2		1		1	1	5

		H. Máq.	2.5		2.6		4.1		7.3		16.5
		H. Hombre	5.0		2.6		4.1		7.3		19.0
PR305	8600	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04		5		
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200				
		Operarios	2	1	1	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	2.5	2.6	7.2	4.1	7.2	23.5			
		H. Hombre	4.9	2.6	7.2	4.1	7.2	25.9			
PR466987	8000	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04		5		
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200				
		Operarios	2	1	1	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	2.3	2.4	6.7	3.8	6.7	21.9			
		H. Hombre	4.6	2.4	6.7	3.8	6.7	24.1			
PR604	6000	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04		5		
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200				
		Operarios	2	1	1	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	1.7	1.8	5.0	2.9	5.0	16.4			
		H. Hombre	3.4	1.8	5.0	2.9	5.0	18.1			
PR601	5420	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04		5		
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200				
		Operarios	2	1	1	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	1.5	1.6	4.5	2.6	4.5	14.8			
		H. Hombre	3.1	1.6	4.5	2.6	4.5	16.4			
PR521	5360	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04		5		
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200				
		Operarios	2	1	1	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	1.5	1.6	4.5	2.6	4.5	14.6			
		H. Hombre	3.1	1.6	4.5	2.6	4.5	16.2			
PR1616	5000	Matriz	No aplica	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple		
		Máquina	CIZ-01	PRE-01	PRE-02	PRE-03	PRE-04		5		
		Capacidad	3500	3300	1200	2100	1200				
		Operarios	2	1	1	1	1	1	1	6	
		H. Máq.	1.4	1.5	4.2	2.4	4.2	13.7			
		H. Hombre	2.9	1.5	4.2	2.4	4.2	15.1			

Análisis de máquinas y herramientas usados en fabricación de porta empaque

La línea de fabricación de porta empaque está conformada por tres pasos, en cada uno de ellos también interviene una máquina y uno o dos operarios, la cantidad de pasoso también puede variar dependiendo del tipo de herramental que se emplea. En este caso se encontraron cuatro rutas distintas.

Ruta de pasos con matrices simples: Es la ruta más extensa conformada por tres pasos, que inicia con el habilitado del material y continua con dos pasos de prensado excéntrico, en cada paso se utiliza una matriz tipo simple. El personal requerido es de dos operarios para el habilitado y un operario por cada paso de prensado excéntrico. En resumen, los recursos necesarios serán de tres máquinas y cuatro operarios. Una variante de esta ruta es sin el paso de habilitado, el cual se presenta al usar material en flejes suministrado con un alimentador. En este caso la ruta se reduce a dos pasos. En esta alternativa los recursos usados son de dos máquinas y dos operarios

Ruta de pasos con matrices combinadas: En esta ruta el proceso se reduce a dos pasos, usando matrices combinadas se unifican los pasos de corte y embutido en una máquina. En esta ruta los recursos usados se reducen a dos máquinas y tres operarios. Para esta ruta también tenemos una variante adicional si usamos un alimentador con material en fleje. En este caso solo requerimos de una máquina y un operario

Ruta de pasos con matriz progresiva: Para el caso del porta empaque esta ruta es igual a la ruta con matriz combinada y material en fleje suministrado con alimentado, La diferencia radica en que la matriz combinada puede ser usada en piezas con formas simples

donde el material no esté sometido a grandes esfuerzos. La matriz progresiva dado que son dos pasos en una sola matriz permite trabajar con formas más complejas.



Figura 23. Rutas de fabricación de Porta Empaque

En la siguiente tabla se detalla por cada parte las características del proceso, así como también las horas máquina y horas hombre que requieren para su producción y se indica la productividad por hora hombre y hora máquina en cada caso.

Tabla 11.
Datos del Proceso de Fabricación de Porta Empaque

Parte	Cant.	Procesos	Habilitado	Cortar		Total
				Embutir	Embutir	
PE3007	72640	Matriz	No aplica	Simple	Simple	
		Máquina	CIZ-01	PRE-05	PRE-06	3
		Capacidad	4000	3800	1900	
		Operarios	2	1	1	4
		H. Máquina	18.2	19.1	38.2	75.5
		H. Hombre	36.3	19.1	38.2	93.7
PE111	29720	Matriz	No aplica	Combinada		
		Máquina	CIZ-01	PRE-05		2
		Capacidad	4000	3800		
		Operarios	2	1		3
		H. Máquina	7.4	7.8		15.3
		H. Hombre	14.9	7.8		22.7
PE2829	26680	Matriz	No aplica	Progresivo		
		Máquina	No aplica	PRE-05		1
		Capacidad	0	4100		
		Operarios	0	1		1
		H. Máquina	0.0	6.5		6.5
		H. Hombre	0.0	6.5		6.5
PE68	20000	Matriz	No aplica	Combinada		
		Máquina	No aplica	PRE-05		2
		Capacidad	0	3800		
		Operarios	2	1		3
		H. Máquina	0.0	5.3		5.3
		H. Hombre	0.0	5.3		5.3
PE38	12400	Matriz	No aplica	Simple	Simple	
		Máquina	No aplica	PRE-05	PRE-06	2
		Capacidad	0	3800	1900	
		Operarios	2	1	1	4
		H. Máquina	0.0	3.3	6.5	9.8
		H. Hombre	0.0	3.3	6.5	9.8
PE682	9000	Matriz	No aplica	Simple	Simple	
		Máquina	CIZ-01	PRE-05	PRE-06	3
		Capacidad	4000	3800	1900	
		Operarios	2	1	1	4
		H. Máquina	2.3	2.4	4.7	9.4
		H. Hombre	4.5	2.4	4.7	11.6
PE6357	8700	Matriz	No aplica	Simple	Simple	
		Máquina	CIZ-01	PRE-05	PRE-06	3

	Capacidad	4000	3800	1900	
	Operarios	2	1	1	4
	H. Máquina	2.2	2.3	4.6	9.0
	H. Hombre	4.4	2.3	4.6	11.2
	Matriz	No aplica	Simple	Simple	
	Máquina	CIZ-01	PRE-05	PRE-06	3
PE604A 8400	Capacidad	4000	3800	1900	
	Operarios	2	1	1	4
	H. Máquina	2.1	2.2	4.4	8.7
	H. Hombre	4.2	2.2	4.4	10.8

Análisis de los tiempos de preparación y cambio de matriz

En promedio se realizan tres cambios de formato por día, cada cambio de formato toma en promedio entre 20 a 25 minutos, lo que implica que en total cada máquina esta parada por lo menos una hora diaria por cambio de formato, reduciendo sus horas productivas diarias de ocho a siete. Esto sumado a la cantidad de pasos que requiere cada tipo de parte, se multiplica por la cantidad de pasos que requiere cada uno.

Para determinar las causas probables que originan los altos tiempos de preparación, con el personal de prensas excéntricas se desarrolló el diagrama de causa efecto, tomando como base los siete tipos de desperdicio identificados por Toyota.

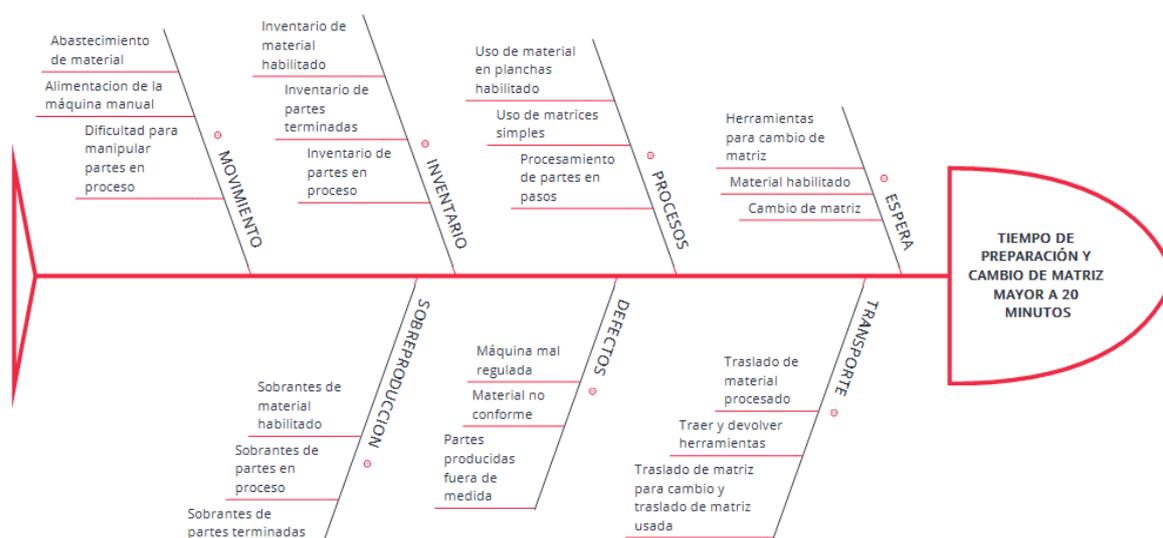


Figura 24. Diagrama Ishikawa de Tiempos de Preparación y Cambio de Matrices

Tabla 12.
Los 7 desperdicios y sus Causas

Desperdicios	Causas
Espera	Herramientas para cambio de matriz
	Material habilitado
	Cambio de matriz
Transporte	Traslado de material procesado
	Traer y devolver herramientas
	Traslado de matriz para cambio y traslado de matriz usada
Procesos	Uso de material en planchas habilitado
	Uso de matrices simples
	Procesamiento de partes en pasos
Defectos	Máquina mal regulada
	Material no conforme
	Partes producidas fuera de medida
Inventario	Inventario de material habilitado
	Inventario de partes terminadas
	Inventario de partes en proceso
Sobreproducción	Sobrantes de material habilitado
	Sobrantes de partes en proceso
	Sobrantes de partes terminadas
Movimiento	Abastecimiento de material
	Alimentación de la máquina manual
	Dificultad para manipular partes en proceso

Adicionalmente, también se realizó el levantamiento de un DAP del cambio de formato, donde se puede apreciar que el 48% del tiempo de cambio son traslados y esperas, tiempo improductivo donde se pierde productividad.



DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS

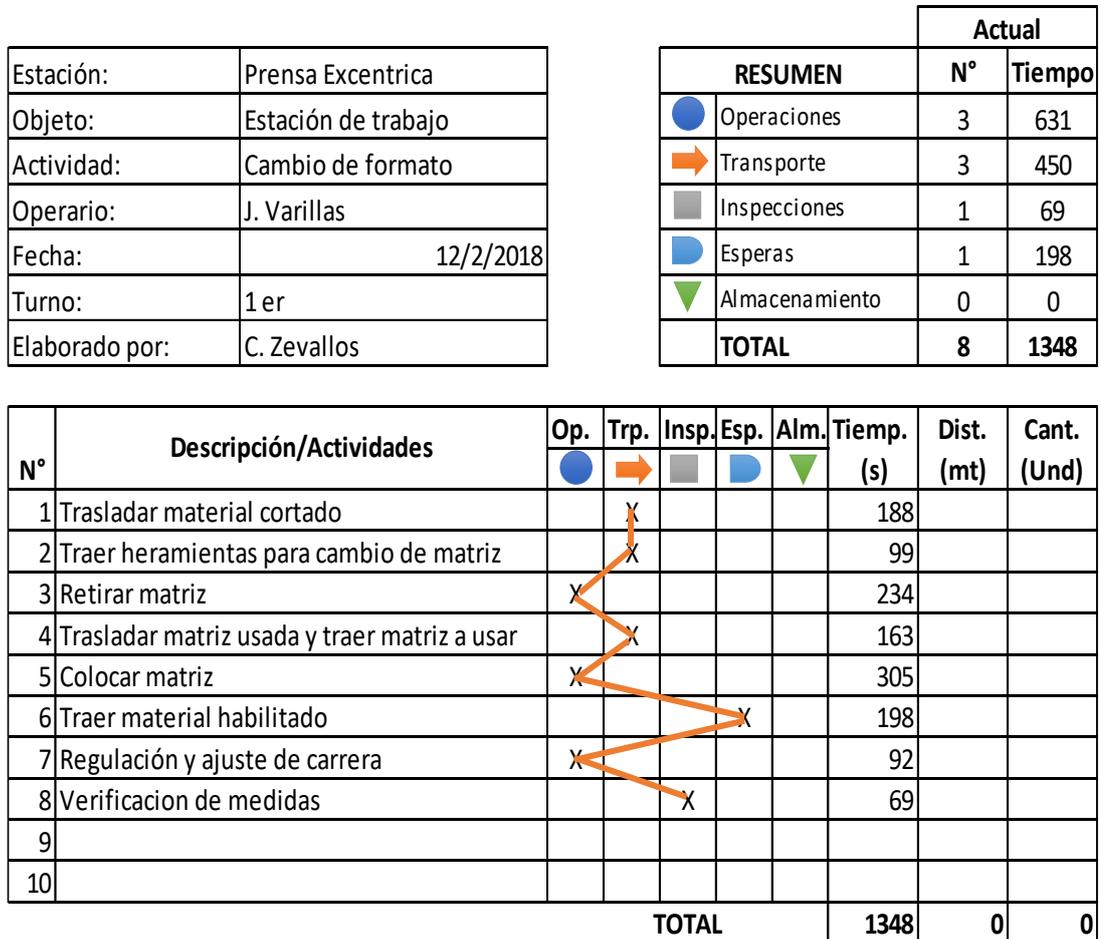


Figura 25. DAP de Cambio de Formato de Presas Excéntricas Actual.

Considerando aplicar la metodología SMED, inicialmente hasta la fase 2, para el cambio de formato en toda el área de presas excéntricas, se proyecta reducir el tiempo de cambio a un 28%.

Tabla 13.

Tiempos de Cambio de Formato Aplicando SMED Fase 2

Parte	Tiempo de Cambio Actual				Tiempo de Cambio Propuesto			
	Cambio Formato	Pasos	Por Matriz min.	Total min.	Cambio Formato	Por Matriz min.	Total min.	Reducción
Placa Roscada	3	4	20	240	1	10	30	13%
Porta Junta	3	2	20	120	1	10	30	25%
Tapas								
Superior	3	1	20	60	1	10	30	50%
Tapas Inferior	3	1	20	60	1	10	30	50%
Accesorios	3	1	20	60	1	10	30	50%
TOTAL				540			150	28%

Propuesta de cambios en los procesos de fabricación

Del análisis realizado se determinó realizar los cambios en el proceso en tres etapas.

Implementación de SMED fase 2 (Corto plazo). en el área de prensas

excéntricas. Tiempo estimado de implementación 30 días. De acuerdo con la información obtenida en el diagrama de Ishikawa y el DAP de cambio de formato, con un tiempo de cambio de 1348 segundos, se identificaron cuatro actividades que pueden ser realizadas sin la necesidad de tener la máquina parada, estas son las actividades de transporte y espera, que pueden ser realizadas por una tercera persona, previo a la parada de máquina. Así actividades que son internas las transformamos en actividades externas. Con la propuesta se reduce el tiempo de preparación a 700 segundos equivalente al 52% del tiempo inicial.



DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS

Estación:	Prensa Excentrica								
Objeto:	Estación de trabajo								
Actividad:	Cambio de formato								
Operario:	J. Varillas								
Fecha:	15/03/2018								
Turno:	1 er								
Elaborado por:	C. Zevallos								

RESUMEN		Propuesto	
		N°	Tiempo
	Operaciones	3	594
	Transporte	0	0
	Inspecciones	1	60
	Esperas	0	0
	Almacenamiento	0	0
TOTAL		4	654

N°	Descripción/Actividades	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiemp. (s)	Dist. (mt)	Cant. (Und)
									
1	Retirar matriz	X					210		
2	Colocar matriz	X					295		
3	Regulación y ajuste de carrera	X					89		
4	Verificación de medidas			X			60		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
TOTAL							654	0	0

Figura 26. DAP de Cambio de Formato de Prensas Excéntricas Propuesto

Cambio de presentación de material de planchas a flejes (Mediano plazo).

Tiempo estimado de implementación 90 días. Un cambio que incide inmediatamente en el incremento de la productividad es el cambio de material de planchas a flejes. Con este cambio se elimina el proceso de habilitado el cual requiere del uso de una cizalla y dos operarios. Este cambio requerirá del uso de un debobinador y un alimentador de flejes, equipo con el cual se cuenta, pero actualmente tiene poco carga de trabajo.

El tiempo estimado de implementación es de 90 días debido a que este es el tiempo de abastecimiento de materiales y el stock actual de planchas tiene una cobertura de 90 días. Para el caso de las placas roscadas, reemplazar el material en planchas por material en

flejes que será suministrado a las prensas por un alimentador, el cambio incrementará la productividad de las horas máquina en 12% y de las horas hombre en 23%. A

continuación, se detallan tres ejemplos de la variación de la productividad por cambio de material en Placa Roscada.

Tabla 14.

Variación de la Productividad en la Fabricación de Placa Roscada, por Cambio de Material

Parte	Máq. Oper.	H. Máq.	H. Homb.	Productividad		Var. Product.		Matrices y Material	
				HM	HH	HM%	HH%		
PR3001	5	6	119.2	131.7	366	331	12%	23%	Simple/Plancha
PR3001	4	4	107.0	107.0	409	409			Simple/Fleje
PR3006	5	6	65.6	72.4	366	331	12%	23%	Simple/Plancha
PR3006	4	4	58.7	58.7	409	409			Simple/Fleje
PR682	5	6	24.6	27.2	366	331	12%	23%	Simple/Plancha
PR682	4	4	2.8	2.8	409	409			Simple/Fleje

De igual manera al caso anterior, en el Porta Empaque, se reemplazará el material en planchas por material en flejes que será suministrado a las prensas por un alimentador. Este cambio incrementará la productividad de las horas máquina en 32% y de la hora hombre en 63%

Tabla 15.

Variación de la Productividad en la Fabricación de Porta Empaque por Cambio de Material

Parte	Máq. Oper.	H. Máq.	H. Homb.	Productividad		Var. Product.		Matrices y Material	
				HM	HH	HM%	HH%		
PE3007	3	4	75.5	93.7	962	776	32%	63%	Simple/Plancha
PE3007	1	1	57.4	57.4	1267	1267			Simple/Fleje
PE682	3	4	9.4	11.6	962	776	32%	63%	Simple/Plancha
PE682	1	1	7.1	7.1	1266	1266			Simple/Fleje
PE604A	3	4	8.7	10.8	962	776	32%	63%	Simple/Plancha
PE604A	1	1	6.6	6.6	1267	1267			Simple/Fleje

Reemplazo de matrices simples por matrices progresivas (Largo plazo). Tiempo estimado de implementación 210 días.

Esta tercera etapa es la más larga en implementarse, dado que los tiempos de fabricación de matrices son largos, esta implementación se ira dando gradualmente.

Luego del análisis realizado a los procesos de fabricación de placa roscada y porta empaque podemos ver que la mayor productividad se obtiene en los procesos donde se emplean matrices progresivas alimentadas con material en fleje, esta alternativa comparada con una por pasos individuales incrementa la productividad, en el caso de las placas roscadas, en 785% las horas máquina y en 878% las horas hombre.

En la siguiente tabla se muestran tres casos donde se puede apreciar la considerable variación de la productividad.

Tabla 16.

Variación de la Productividad en la Fabricación de Placa Roscada, por Cambio de Matriz y Material

Parte	Máq.	Oper.	H. Máq.	H. Homb.	Productividad		Var. Product.		Matrices y Material
					HM	HH	HM%	HH%	
PR3001	5	6	119.2	131.7	366	331	785%	878%	Simple/Plancha
PR3001	1	1	13.5	13.5	3240	3240			Progresivo/Fleje
PR3006	5	6	65.6	72.4	366	331	785%	878%	Simple/Plancha
PR3006	1	1	7.4	7.4	3240	3240			Progresivo/Fleje
PR682	5	6	24.6	27.2	366	331	785%	878%	Simple/Plancha
PR682	1	1	2.8	2.8	3240	3240			Progresivo/Fleje

En el caso del porta empaque empleando una matriz progresiva alimentada con material en fleje. incrementa la productividad de las horas máquina hasta en 326% y de las horas hombre en 429%.

En la siguiente tabla se muestran tres casos donde se puede apreciar el incremento de la productividad por hora hombre y hora máquina.

Tabla 17.

Variación de la Productividad en la Fabricación de Porta Empaque por Cambio de Matriz y Material

Parte	Máq.	Oper.	H. Máq.	H. Homb.	Productividad		Var. Product.		Matrices y Material
					HM	HH	HM%	HH%	
PE3007	3	4	75.5	93.7	962	776	295%	390%	Simple/Plancha Combinada/Fleje
PE3007	1	1	19.1	19.1	3800	3800			
PE682	3	4	9.4	11.6	962	776	326%	429%	Simple/Plancha Progresivo/Fleje
PE682	1	1	2.2	2.2	4100	4100			
PE604A	3	4	8.7	10.8	962	776	295%	390%	Simple/Plancha Combinada/Fleje
PE604A	1	1	2.2	2.2	3800	3800			

Indicador de desempeño. El indicador de desempeño que se emplea en la planta en general, es el de filtros producidos por hora hombre, el cual se calcula con la siguiente ecuación.

$$\text{Filtros } x \text{ HH} = \frac{\text{Producción Mensual}}{\text{Operarios } x \text{ Horas Laborales mes}}$$

Ecuación 3. Indicador de desempeño

Los valores que se tienen antes de la ejecución de los cambios son: La planta cuenta con 80 operarios que trabajan en turnos de 8 horas, contando en promedio con 26 días laborales por mes. Aplicando la ecuación tenemos un resultado de 20.2 filtros por hora hombre

$$\text{Filtros } x \text{ HH} = \frac{336,600 \text{ Filros}}{80 \text{ Operarios } x 8 \text{ Horas } x 26 \text{ Dias}} = 20.2 \text{ Filtros } x \text{ HH}$$

Acciones (Hacer)

Implementación del SMED fase 2: De acuerdo con el DAP propuesto se procederá a remover las operaciones identificadas como externas.

Tabla 18.

Implementación de SMED Fase 2

N°	Actividades	Tipo	Implementación
1	Trasladar material cortado	Externo	Se designa a un tercer operario para que realice el traslado de las partes procesadas en todas las máquinas
2	Traer herramientas para cambio de matriz	Externo	Se implemento un tablero con las herramientas necesarias para realizar el cambio de matriz, eliminando los tiempos muertos por búsqueda y traslado de herramientas.
3	Traer matriz a usar	Externo	Se designa al almacenero de matrices para trasladar la matriz hasta la máquina.
4	Retirar matriz	Interno	Capacitación de operarios para realizar cambio de matriz y ajuste de máquina (Ver Anexo 10)
5	Trasladar matriz usada	Externo	Se designa al almacenero de matrices para trasladar la matriz usada al almacén de matrices.
6	Colocar matriz	Interno	Capacitación de operarios para realizar cambio de matriz y ajuste de máquina
7	Traer material habilitado	Externo	Se designa al ayudante de habilitado para trasladar el material hasta las prensas.
8	Regulación y ajuste de carrera	Interno	Capacitación de operarios para realizar cambio de matriz y ajuste de máquina
9	Verificación de medidas	Interno	Capacitación de operario en metrología para el control en la fabricación de partes

Complementando las actividades desarrolladas en esta etapa se incluyen las acciones realizadas con respecto a la información obtenida en el diagrama de Ishikawa, en el podemos ver que de las 21 causas obtenidas, 18 tienen actividades para su eliminación o reducción. Quedan 3 actividades que no serán tratadas en el presente trabajo.

Modificación de los materiales Placa Roscada

El material empleado en la fabricación de las placas roscadas, seleccionadas para el presente proyecto, es acero laminado en caliente con espesor de 2.5 mm. De los 13 modelos seleccionados doce emplean plancha y uno fleje. La plancha es habilitada a lo ancho en tiras, según el ancho determinado para cada modelo, obteniéndose una determinada cantidad de tiras por plancha, al no ser exacta la cantidad de tiras que se pueden obtener a lo largo de la plancha, se genera una merma la cual debe ser distribuida entre el total de piezas obtenidas

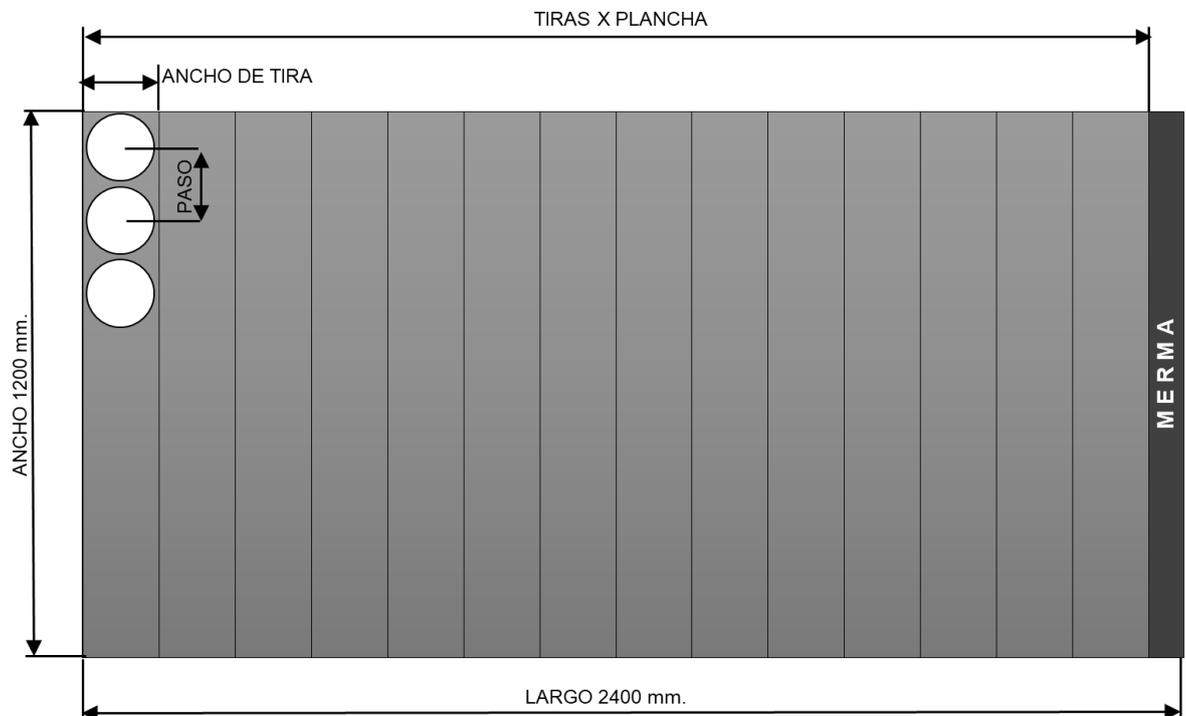


Figura 27. Método de Corte de Plancha

En el caso de uso del material en fleje ya no se requiere habilitar el material, simplemente se carga al alimentador y este suministra a la prensa, el ancho tiene la medida que se requiere por lo tanto no se genera merma

Tabla 19.

Datos de Habilitado de Material para Fabricación de Placas Roscadas

Parte	Cant.	%	Ancho mm	Paso mm	Tiras x Pl.	Pza xTira	Pza xPl	Peso kg	Peso Fleje	Variac. Porcent.	Variac. Ponder.
PR1616	5000	2.7%	68	66	35	18	630	0.0897	0.0881	-2%	-0.05%
PR3006	24000	12.7%	68	66	35	18	630	0.0897	0.0881	-2%	-0.23%
PR3001	43640	23.2%	68	66	35	18	630	0.0897	0.0881	-2%	-0.42%
PR466987	8000	4.2%	78	76	30	15	450	0.1256	0.1163	-7%	-0.31%
PR916	25120	13.3%	78	76	30	15	450	0.1256	0.1163	-7%	-0.98%
PR682	9000	4.8%	83	81	28	14	392	0.1442	0.1319	-8%	-0.41%
PR521	5360	2.8%	96	94	25	12	300	0.1884	0.1771	-6%	-0.17%
PR604	6000	3.2%	96	94	25	12	300	0.1884	0.1771	-6%	-0.19%
PR305	8600	4.6%	96	94	25	12	300	0.1884	0.1771	-6%	-0.27%
PR6357	8700	4.6%	96	94	25	12	300	0.1884	0.1771	-6%	-0.28%
PR68	11400	6.1%	96	94	25	12	300	0.1884	0.1771	-6%	-0.36%
PR1	28020	14.9%	96	94	0	0	0	0.0000	0.1771	0%	0.00%
PR601	5420	2.9%	105	103	22	11	242	0.2336	0.2122	-9%	-0.26%
TOTAL	188260	100%									-3.95%

De acuerdo con el orden indicado en la tabla se procedió a crear y solicitar los materiales en flejes.

Modificación de los materiales Porta Empaque

El material empleado en la fabricación del porta empaque, es acero laminado en frío con espesor de 0.7 mm. De los 8 modelos seleccionados 5 emplean plancha y 3 fleje. El

método de corte de la plancha tiene las mismas consideraciones que se toman para la placa roscada. En el siguiente cuadro se muestra las características del habilitado del material.

Tabla 20.

Datos de Habilitado de Material para Fabricación de Porta Empaque

Parte	Cant.	%	Ancho mm	Paso mm	Tiras x Pl.	Pza xTira	Pza xPl	Peso kg	Peso Fleje	Variac. Porcent.	Variac. Ponder.
PE3007	72640	38.7%	85	82.5	28	14	392	0.0404	0.0385	-5%	-1.76%
PE682	9000	4.8%	107.5	105	22	11	242	0.0654	0.0620	-5%	-0.25%
PE604A	8400	4.5%	121.5	119	19	10	190	0.0833	0.0794	-5%	-0.21%
PE6357	8700	4.6%	121.5	119	19	10	190	0.0833	0.0794	-5%	-0.21%
PE38	12400	6.6%	121.5	119	0	0	0	0.0000	0.0794	0%	0.00%
PE111	29720	15.8%	96	93.5	25	12	300	0.0528	0.0493	-6%	-1.03%
PE68	20000	10.7%	121.5	119	0	0	0	0.0000	0.0794	0%	0.00%
PE2829	26680	14.2%	121.5	119	0	0	0	0.0000	0.0794	0%	0.00%
TOTAL	187540	100%									-3.46%

En la tabla se muestra que tres modelos ya cuentan con material en fleje, en los cinco casos restantes se procederá a realizar el cambio respectivo.

Reemplazo de matrices simples por matrices progresivas

Como parte de las acciones propuestas a mediano plazo, se realiza un plan de trabajo para la fabricación de matrices combinadas y progresivas para las partes con menor productividad, es así que se decide fabricar nuevas matrices para nueve de las trece placas roscadas y cinco de las ocho portas empaques.

Tabla 21.
Plan de Cambio de matrices

Parte	Cant.	Productividad		Actual	Modificada
		HM	HH	Matrices/Material	Matrices/Material
PR3001	43640	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR3006	24000	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR682	9000	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR305	8600	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR466987	8000	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR604	6000	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR601	5420	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR521	5360	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR1616	5000	366	331	Simple/Plancha	Progresivo/Fleje
PR6357	8700	527	458	Combinada+Simple/Plancha	Sin Modificación
PR916	25120	527	458	Simple+Combinada/Plancha	Sin Modificación
PR68	11400	939	740	Combinada/Plancha	Sin Modificación
PR1	28020	3240	3240	Progresivo/Fleje	Sin Modificación
PE3007	72640	962	776	Simple/Plancha	Combinada/Fleje
PE682	9000	962	776	Simple/Plancha	Combinada/Fleje
PE604A	8400	962	776	Simple/Plancha	Combinada/Fleje
PE6357	8700	962	776	Simple/Plancha	Combinada/Fleje
PE38	12400	1267	1267	Simple/Fleje	Combinada/Fleje
PE111	29720	1949	1310	Combinada/Plancha	Sin Modificación
PE68	20000	3800	3800	Combinada/Fleje	Sin Modificación
PE2829	26680	4100	4100	Progresivo/Fleje	Sin Modificación

Como se puede apreciar en la tabla 20, se fabricarán catorce matrices nuevas, nueve para placas roscadas y cinco para porta empaques. Dada la capacidad del área de maestranza que puede fabricar dos matrices por mes se realiza un plan de trabajo que inicia en el mes de febrero hasta setiembre donde se programa el diseño, fabricación, validación y puesta en la línea de producción de las catorce matrices. (Ver anexo 6)

En el siguiente cuadro se muestra el costo promedio por la fabricación de matrices por tipo, en ella se puede apreciar que el costo de una matriz combinada con respecto a una matriz simple es 77% mayor y una matriz progresiva con respecto a una matriz simple es 733% mayor.

Tabla 22.
Estructura de Costos de Matrices

Rubro	Matriz		Matriz	
	Simple	Combinada	Progresiva	
Materiales Directos y Servicios	\$ 346.95	\$ 413.34	\$ 2,353.52	
Mano de Obra Indirecta	\$ 289.27	\$ 606.02	\$ 2,792.75	
Costos Indirectos de Fabricación	\$ 569.06	\$ 1,109.11	\$ 4,898.55	
TOTAL	\$ 1,205.29	\$ 2,128.46	\$ 10,044.83	

Dados los costos indicados podemos apreciar que en el caso del porta empaque, el costo de las matrices por pasos (2 matrices simples) con respecto a la matriz combinada es 12% menor. En el caso de la placa roscada, el costo de las matrices por pasos (4 matrices simples) con respecto a la matriz progresiva el costo es 108% mayor.

Tabla 23.
Costo de Matricería por tipo de Parte

Matriz por tipo de parte	Tipo	Cantidad	Costo	Total	Variación
Matrices porta empaque	Simple	2	\$ 1,205.29	\$ 2,410.58	-12%
	Combinada	1	\$ 2,128.46	\$ 2,128.46	
Matrices placa roscada	Simple	4	\$ 1,205.29	\$ 4,821.16	108%
	Progresiva	1	10,044.83	10,044.83	

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se describirá el desarrollo de la etapa *Verificar* del plan de trabajo.

Resultados Implementación del SMED fase 2

Luego de la implementación del SMED fase 2 en el área de prensas excéntricas se logró una reducción de los tiempos de preparación de 51.5%, que, considerando las 9 prensas del área, se logra reducir el tiempo de parada por día de 10.1 a 4.9 horas.

Tabla 24.

Reducción de Tiempos de Preparación por Aplicación de SMED en área de prensas

Parte	Cambios	Prensas	Anterior	Tiempo de cambio min.			
				Total	Nuevo	Total	Reducción
Placa Roscada	3	4	22.5	269.6	10.9	130.8	51.5%
Porta Junta	3	2	22.5	134.8	10.9	65.4	51.5%
Tapa Superior	3	1	22.5	67.4	10.9	32.7	51.5%
Tapa Inferior	3	1	22.5	67.4	10.9	32.7	51.5%
Accesorios	3	1	22.5	67.4	10.9	32.7	51.5%
TOTAL		9		606.6		294.3	

Considerando que las prensas trabajan turnos de ocho horas, por las nueve prensas que cuenta el área, en total contamos con 72 horas disponibles de horas máquina por día, pero considerando que se tenía 10.1 horas de parada por preparación de máquina, la disponibilidad real era de 61.9 horas, (disponibilidad 85.9%). con la implementación las horas de parada se reducen a 4.9 horas lo que significa una disponibilidad de 67.1 horas (disponibilidad 93.2%). Por lo tanto, podemos indicar que se obtuvo un incremento de la disponibilidad de las prensas de 8.4%.

Tabla 25.

Incremento de la Disponibilidad de Máquina por aplicación de SMED

SMED	Horas x Turno	Prensas	Horas Maq.	Horas Prepa	Horas Disponible	Incremento de disponibilidad
Antes	8	9	72	10.1	61.9	8.4%
Después	8	9	72	4.9	67.1	

Resultados cambio de presentación de material de planchas a flejes.

El resultado obtenido por el cambio de presentación del material de planchas a flejes es una reducción en el consumo de materiales, así como también una reducción de las horas hombre y horas máquina. Esto como consecuencia de eliminar el proceso de habilitado, dejando de usarse para este proceso, una máquina (Cizalla 01) y dos operarios, quienes serán asignados a otras áreas.

Con respecto a la fabricación de placas roscadas las horas máquina empleadas se redujeron a un 89%, las horas hombre se redujeron a un 79% y el consumo de materiales se redujo a un 96%

Tabla 26.

Reducción de Horas Máquina, Horas Hombre y Materiales por Cambio de Presentación de Materiales de Placa Roscada.

Parte	Cant.	Sin implementación			Con implementación		
		Total HM Horas	Total HH Horas	Material kg.	Total HM Horas	Total HH Horas	Material kg.
PR3001	43640	119.21	131.68	3915.13	106.74	106.74	3843.68
PR3006	24000	65.56	72.42	2153.14	58.70	58.70	2113.85
PR682	9000	24.58	27.16	1297.65	22.01	22.01	1187.45
PR305	8600	23.49	25.95	1620.24	21.03	21.03	1523.03
PR466987	8000	21.85	24.14	1004.80	19.57	19.57	930.70
PR604	6000	16.39	18.10	1130.40	14.68	14.68	1062.58
PR601	5420	14.81	16.35	1265.86	13.26	13.26	1150.36

PR521	5360	14.64	16.17	1009.82	13.11	13.11	949.23
PR1616	5000	13.66	15.09	448.57	12.23	12.23	440.39
PR6357	8700	16.51	19.00	1639.08	14.03	14.03	1540.74
PR916	25120	47.68	54.86	3155.07	40.51	40.51	2922.39
PR68	11400	12.14	15.40	2147.76	8.88	8.88	2018.89
PR1	28020	8.65	8.65	4962.23	8.65	8.65	4962.23
TOTAL	188260	399.18	444.96	25749.77	353.39	353.39	24645.50

La reducción obtenida por el cambio de la presentación del material en la fabricación de las placas roscadas representa un ahorro de \$3,272.04 por mes.

Tabla 27.

Reducción de Costos por Cambio de Presentación de Materiales de Placa Roscada.

	Costo	Sin implementación		Con implementación		
		Total	Monto	Total	Monto	Reducción
Horas Máquina	\$ 25.82	399.18	\$ 10,306.74	353.39	\$ 9,124.63	\$ 1,182.11
Horas Hombre	\$ 11.85	444.96	\$ 5,272.77	353.39	\$ 4,187.72	\$ 1,085.05
Material kg.	\$ 0.91	25749.77	\$ 23,432.29	24645.50	\$ 22,427.41	\$ 1,004.88
TOTAL						\$ 3,272.04

Referente a la fabricación de porta empaque las horas máquina empleadas se redujeron a un 77%, las horas hombre se redujeron a un 63% y el consumo de materiales se redujo a un 97%.

Tabla 28.

Reducción de Horas Máquina, Horas Hombre y Materiales por Cambio de Presentación de Materiales de Porta Empaque

Parte	Cant.	Sin implementación			Con implementación		
		Total HM Horas	Total HH Horas	Material kg.	Total HM Horas	Total HH Horas	Material kg.
PE3007	72640	75.51	93.67	2932.58	57.35	57.35	2799.09
PE682	9000	9.36	11.61	588.56	7.11	7.11	558.22
PE604A	8400	8.73	10.83	699.66	6.63	6.63	667.38
PE6357	8700	9.04	11.22	724.65	6.87	6.87	691.21
PE38	12400	9.79	9.79	985.17	9.79	9.79	985.17
PE111	29720	15.25	22.68	1567.79	7.82	7.82	1465.88
PE68	20000	5.26	5.26	1588.99	5.26	5.26	1588.99
PE2829	26680	6.51	6.51	2119.71	6.51	6.51	2119.71
TOTAL	187540	139.45	171.56	11207.10	107.33	107.33	10875.65

La reducción obtenida por el cambio de la presentación del material en la fabricación del porta empaque, suma un ahorro adicional de \$1,954.93 por mes.

Tabla 29

Reducción de Costos por Cambio de Presentación de Materiales de Porta Empaque.

	Costo	Sin implementación		Con implementación		
		Total	Monto	Total	Monto	Reducción
Horas Máquina	\$ 25.82	139.45	\$ 3,600.56	107.33	\$ 2,771.35	\$ 829.21
Horas Hombre	\$ 11.85	171.56	\$ 2,033.03	107.33	\$ 1,271.90	\$ 761.13
Material kg.	\$ 1.10	11207.10	\$ 12,327.81	10875.65	\$ 11,963.22	\$ 364.60
TOTAL						\$ 1,954.93

Con los cambios realizados en esta etapa se suma un ahorro mensual de \$5,226.97, monto con el cual se sustenta la inversión requerida para la siguiente etapa, reemplazar las matrices simples por matrices progresivas.

Resultados por reemplazo de matrices simples por matrices progresivas

En esta etapa los resultados obtenidos se verán reflejados en las horas máquina y horas hombre, el consumo de materiales ya no será afectado. Para el caso de la fabricación de las placas roscadas las horas máquina y horas hombre se reducen a un 30%.

Tabla 30.

Reducción de Horas Hombre y Horas Máquina por Reemplazo de Matriz Simple por Matriz Progresiva de Placa Roscada

Parte	Cant.	Sin implementación		Con implementación	
		Total HM Horas	Total HH Horas	Total HM Horas	Total HH Horas
PR3001	43640	106.74	106.74	13.47	13.47
PR3006	24000	58.70	58.70	7.41	7.41
PR682	9000	22.01	22.01	2.78	2.78
PR305	8600	21.03	21.03	2.65	2.65
PR466987	8000	19.57	19.57	2.47	2.47
PR604	6000	14.68	14.68	1.85	1.85
PR601	5420	13.26	13.26	1.67	1.67
PR521	5360	13.11	13.11	1.65	1.65
PR1616	5000	12.23	12.23	1.54	1.54
PR6357	8700	14.03	14.03	14.03	14.03
PR916	25120	40.51	40.51	40.51	40.51
PR68	11400	8.88	8.88	8.88	8.88
PR1	28020	8.65	8.65	8.65	8.65
TOTAL	188260	353.39	353.39	107.57	107.57

Este cambio representa un ahorro mensual adicional de \$9,260.26

Tabla 31.

Ahorro mensual por Reemplazo de Matriz Simple por Matriz Progresiva de Placa Roscada

	Costo	Sin implementación		Con implementación		
		Total	Monto	Total	Monto	Reducción
Horas						
Máquina	\$ 25.82	353.39	\$ 9,124.63	107.57	\$ 2,777.40	\$ 6,347.23
Horas Hombre	\$ 11.85	353.39	\$ 4,187.72	107.57	\$ 1,274.68	\$ 2,913.04
TOTAL						\$ 9,260.26

En el caso de el porta empaque las horas hombre y horas máquina se reducen a un 45%

Tabla 32.

Reducción de Horas Hombre y Horas Máquina por Reemplazo de Matriz Simple por Matriz Combinada de Porta Empaque

Parte	Cant.	Sin implementación		Con implementación	
		Total HM Horas	Total HH Horas	Total HM Horas	Total HH Horas
PE3007	72640	57.35	57.35	19.12	19.12
PE682	9000	7.11	7.11	2.20	2.20
PE604A	8400	6.63	6.63	2.21	2.21
PE6357	8700	6.87	6.87	2.29	2.29
PE38	12400	9.79	9.79	3.26	3.26
PE111	29720	7.82	7.82	7.82	7.82
PE68	20000	5.26	5.26	5.26	5.26
PE2829	26680	6.51	6.51	6.51	6.51
TOTAL	187540	107.33	107.33	48.67	48.67

El ahorro obtenido por la reducción es de \$2,210.02 adicionales

Cuantificando el ahorro total obtenido por los cambios tendremos: un ahorro mensual de \$16,697.25

Tabla 33.

Ahorro por Cambio de Material y Reemplazo de Matrices

Actividades	Placa	Porta	Total
	Roscada	Empaque	
Cambio de material de planchas a flejes.	\$ 3,272.04	\$ 1,954.93	\$ 5,226.97
Reemplazo de matrices simples por matrices progresivas	\$ 9,260.26	\$ 2,210.02	\$ 11,470.28
Total			\$ 16,697.25

Cálculo del tiempo de retorno de la inversión

Con referencia a la inversión por la fabricación de cinco matrices combinadas y nueve matrices progresivas tenemos un total de \$101,045.73.

Tabla 34.

Inversión por fabricación de Matrices

Tipo de matriz	Cantidad	Costo Und.	Total
Matriz Combinada	5	\$ 2,128.46	\$ 10,642.29
Matriz Progresiva	9	\$ 10,044.83	\$ 90,403.44
Total			\$ 101,045.73

Con los valores obtenidos podemos determinar el tiempo en el cual se recupera la inversión.

$$\text{Tiempo de retorno} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Ahorro mensual}}$$

Ecuación 4. Cálculo de Tiempo de Retorno de la Inversión

$$\text{Tiempo de retorno} = \frac{\$101,045.73}{\$16,697.25} = 6.05 \text{ meses}$$

Variación del indicador de desempeño

Luego de los cambios implementados se mantiene en promedio el volumen de producción, pero se redujo el número de operarios de 80 a 75, con este cambio el indicador de desempeño se incrementa de 20.2 Filtros x hora hombre a 21.6 Filtros x hora hombre, obteniéndose un incremento de 6.93%

$$\text{Filtros x HH} = \frac{336,600 \text{ Filros}}{75 \text{ Operarios x 8 Horas x 26 Días}} = 21.6 \text{ Filtros x HH}$$

También podemos ver que los resultados obtenidos guardan relación con los cambios mostrados en el DOP final. Donde se muestra que inicialmente la línea constaba de 44 operaciones y luego del cambio se redujo a 35 operaciones (Ver Anexos 7 y 8)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo realizado en las instalaciones de la empresa Corporación Inversiones LYS S.A. como consecuencia del plan estratégico de la empresa para los años 2017 – 2020 donde planteaba como objetivos estratégicos reducir los costos de producción y la optimización de la planta industrial, se emiten las siguientes conclusiones:

Dada la variedad de productos con demanda variable se determinó analizar las líneas de producción, donde se pudo evidenciar que la línea de filtros sellados procesaba el 87.5% de la producción de filtros. Al realizar un análisis mas al detalle de esta línea se obtuvo como resultado que esta línea cuenta con once centros de trabajo donde el que tiene mayor carga de trabajo es Prensas excéntricas con un 37%, de esta manera se determina implementar un plan de trabajo para incrementar la productividad de esta.

El plan de trabajo desarrollado bajo el método de mejora continua estaba conformado por las cuatro etapas correspondientes. Planear, donde se realiza un análisis de las partes producidas en el centro de trabajo y mediante la aplicación de herramientas como Pareto, se determina que el 69% de la carga de encuentra en la fabricación de Placas roscadas y Porta Empaque. Se procede a analizar los procesos de estas partes encontrando perdidas de productividad por sobre procesamiento, transporte y esperas. Es así como se identifica tres modificaciones al proceso las cuales se darán en tres etapas, las cuales se implementaron en la etapa Hacer:

- Reducción de tiempos de preparación de máquina mediante la aplicación de la metodología SMED, logrando reducir el tiempo de preparación a un 28%

- Cambio de la presentación del material de planchas a flejes, con lo cual se elimina el proceso de habilitado y se obtuvo una reducción en el consumo de material de 3.9%, reducción en las horas máquina de 14.5% y reducción de las horas hombre de 25.3%
- Reemplazo de matrices simples a matrices combinadas y matrices progresivas, logrando una reducción adicional de 66% en las horas máquina y horas hombre.

En la tercera etapa verificar se revisan los logros obtenidos se evidencia los ahorros obtenidos, así tenemos que, por la reducción de los tiempos de preparación de máquina, con lo cual se tiene una disponibilidad de máquina adicional de 169 horas por mes, se logró un ahorro equivalente a \$4,363.58. Por el cambio de presentación del material lográndose un ahorro mensual de \$5,226.97. y por el reemplazo de matrices se logró un ahorro mensual de \$11,470.29.

Por último, podemos mencionar que de la experiencia obtenida con el desarrollo del presente trabajo cabe resaltar los siguientes puntos.

En la mayoría de los casos dada la experiencia obtenida muchos de los problemas que se presentan son tratados sin la aplicación de una metodología que nos permita documentar los antecedentes, la planificación, ejecución y seguimiento de las mejoras que se realizan. Si bien esto nos permite resolver los problemas con mayor rapidez, no podemos determinar el impacto, la importancia y el real valor de los beneficios obtenidos. Un adecuado procedimiento y con la aplicación de las herramientas adecuadas nos permite identificar correctamente la fuente del problema, el tratamiento que debe darse y dado que

en la mayoría de los casos la solución definitiva no puede darse en un solo golpe, podemos implementar un ciclo de mejora continua donde se los cambios se irán dando en etapas, por ello la importancia de documentar los cambios realizados.

Otro punto importante para considerar es que en la mayoría de las organizaciones se tiene el concepto de que todo cambio requiere altos montos de inversión, lo cual no siempre es así. Con un adecuado análisis de los procesos se puede determinar que con simples cambios ya sea en el método, distribución, programación, manejo de inventarios, entre otros, se pueden lograr cambios importantes y ahorros considerables.

RECOMENDACIONES

Dados los resultados obtenidos en el plan de trabajo y continuando con la etapa Actuar, se dan las siguientes recomendaciones:

Al área de Ingeniería de Procesos. En el presente trabajo la implementación de la metodología SMED se dio solo hasta la fase 2 quedando pendiente la implementación de la fase 3 y 4, por ello se recomienda concluir con las 2 fases restantes. Además, programar un plan de trabajo para la implementación de esta herramienta en otras áreas donde se realicen cambios de formato como prensas hidráulicas.

Al área de Producción y Almacen de Materiales. Dado que se cambio la presentación de los materiales a flejes, estos últimos deben ser suministrados por Almacen y entregados a la estación de trabajo correspondiente. Por ello se recomienda establecer un procedimiento para que el traslado y entrega de material sea antes de que la máquina pare, de esta manera se evitara tiempos de parada por espera de abastecimiento de materiales.

A la Superintendencia de Manufactura. Luego de la implementación de las mejoras propuestas, las horas hombre requeridas en Prensas excéntricas se reduce aproximadamente al 54% por lo que de los 8 operarios que trabajan en el área mas los 2 operarios que trabajan en el habilitado, el personal requerido puede reducirse a 4 o 5 operarios. Por lo indicado se recomienda evaluar si el personal sobrante es reasignado a otras áreas o si se incrementa el volumen de producción.

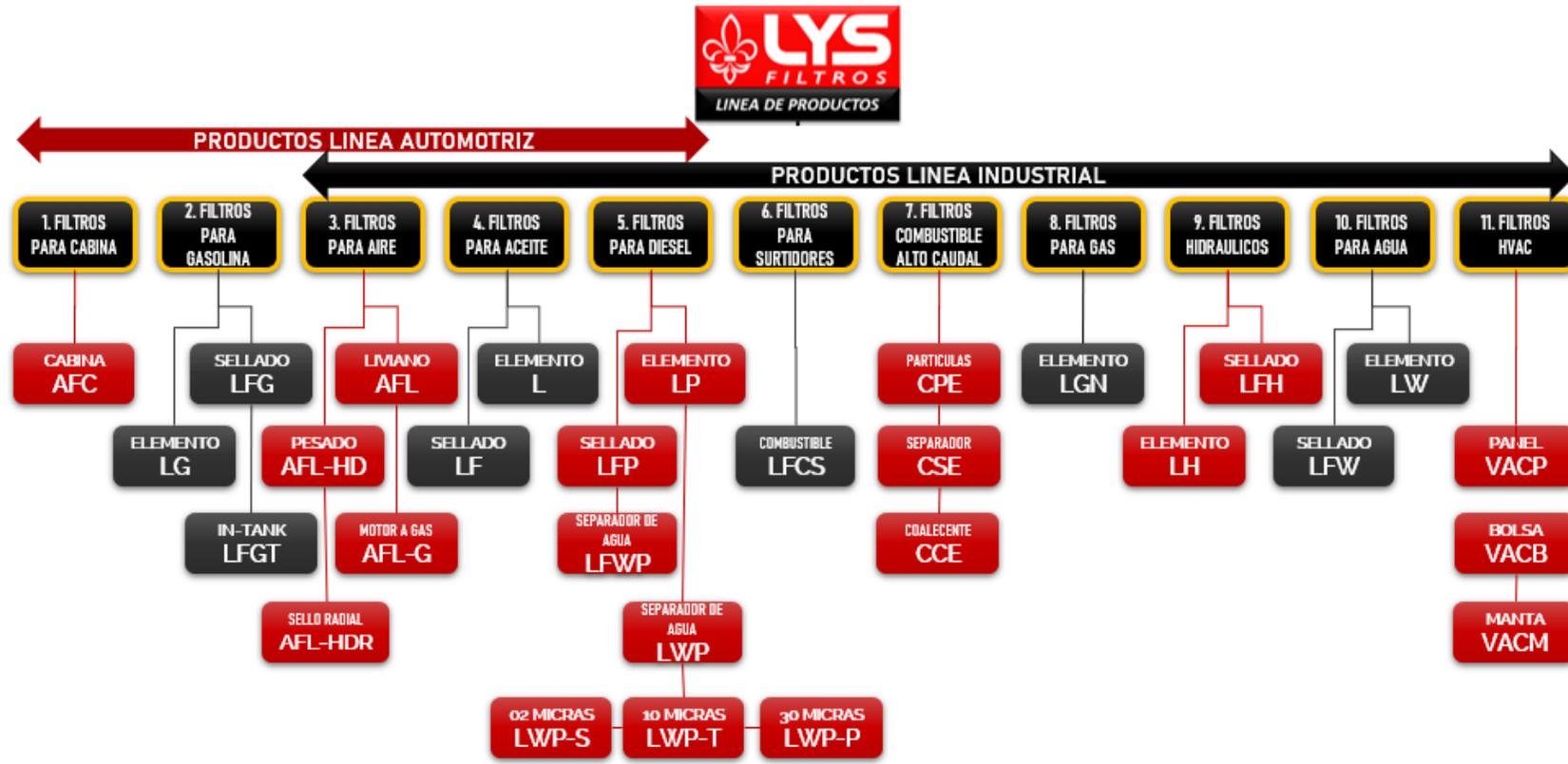
Al área de ingeniería de Producto. Dada la variedad de partes se recomienda evaluar la posibilidad de estandarizar y unificar estas, con lo cual se reduciría la variedad de partes y materiales.

REFERENCIAS

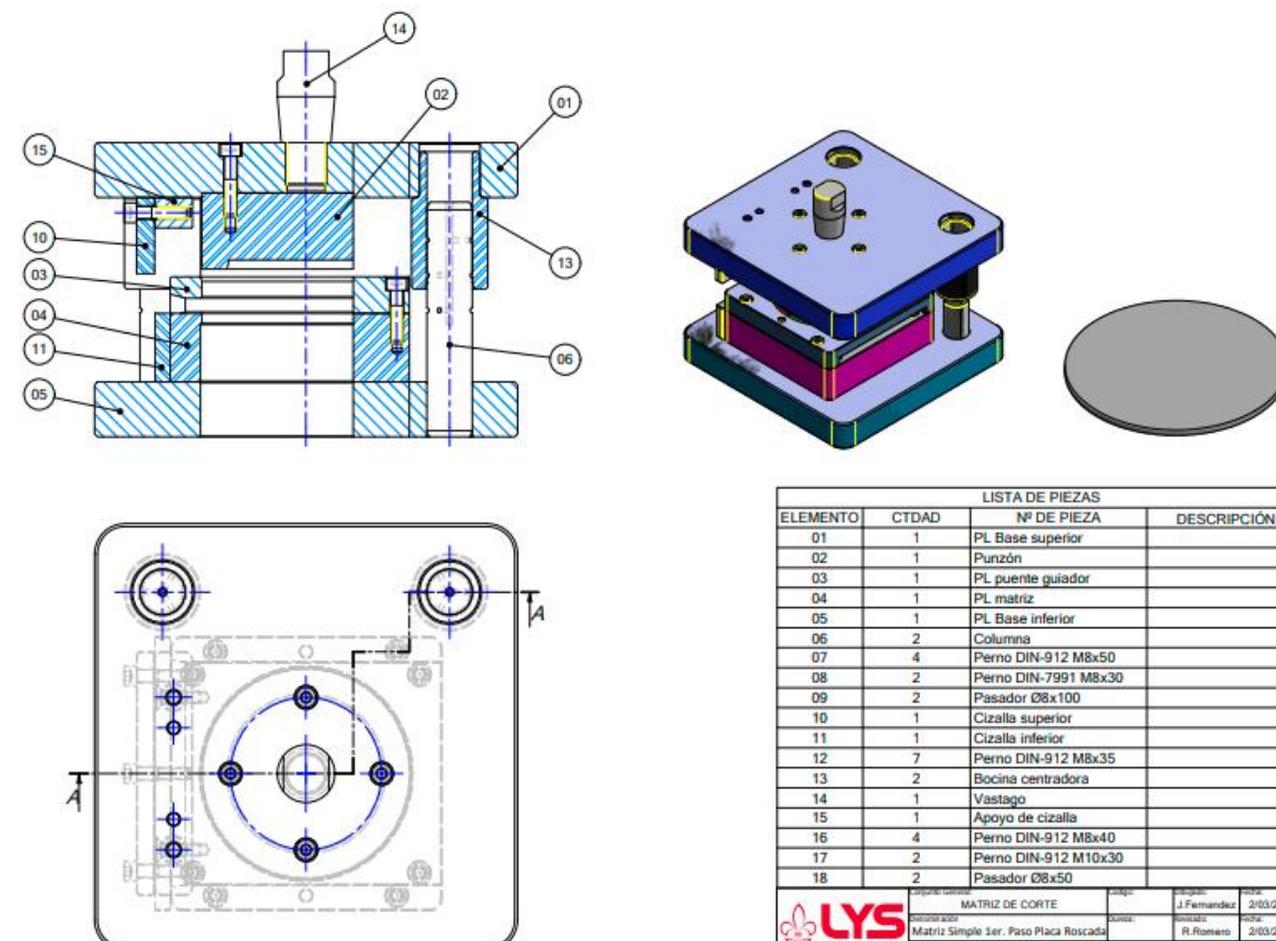
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2020). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y Técnicas*. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Cerón, J. E. (2013). *Desarrollo de Aspectos Metodológicos en el Diseño de Matrices progresivas*. Santander.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión de la Calidad Total*. Madrid: Diaz de Santos.
- Gastelo, H. (2017). *Mejora de la Productividad Mediante el Uso Eficiente de la Mano de Obra Directa en el Proceso de Inyección Plásticos en Ciplast Perú S.A.C*. Lima.
- Goldratt, E., & Cox, J. (2014). *La Meta Un proceso de mejora continua*. Montevideo: Granica.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN. S.A.
- Linker, J. (2004). *The Toyota Way*. New York: McGraw-Hill.
- López, P. (2016). *Herramientas Para la Mejora de la Calidad Métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Madrid: CONFEMETAL.
- Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Sekine, K., & Arai, K. (1993). *Kaizen para Preparaciones Rápidas de Máquinas*. Madrid: TGP-Hoshin, SL.
- Summers, D. (2006). *Administración de la Calidad*. México: Pearson.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2009). *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica*. Mexico D.F.: Limusa S.A.

ANEXOS

Anexo N°1. Línea de Productos Automotriz e industrial



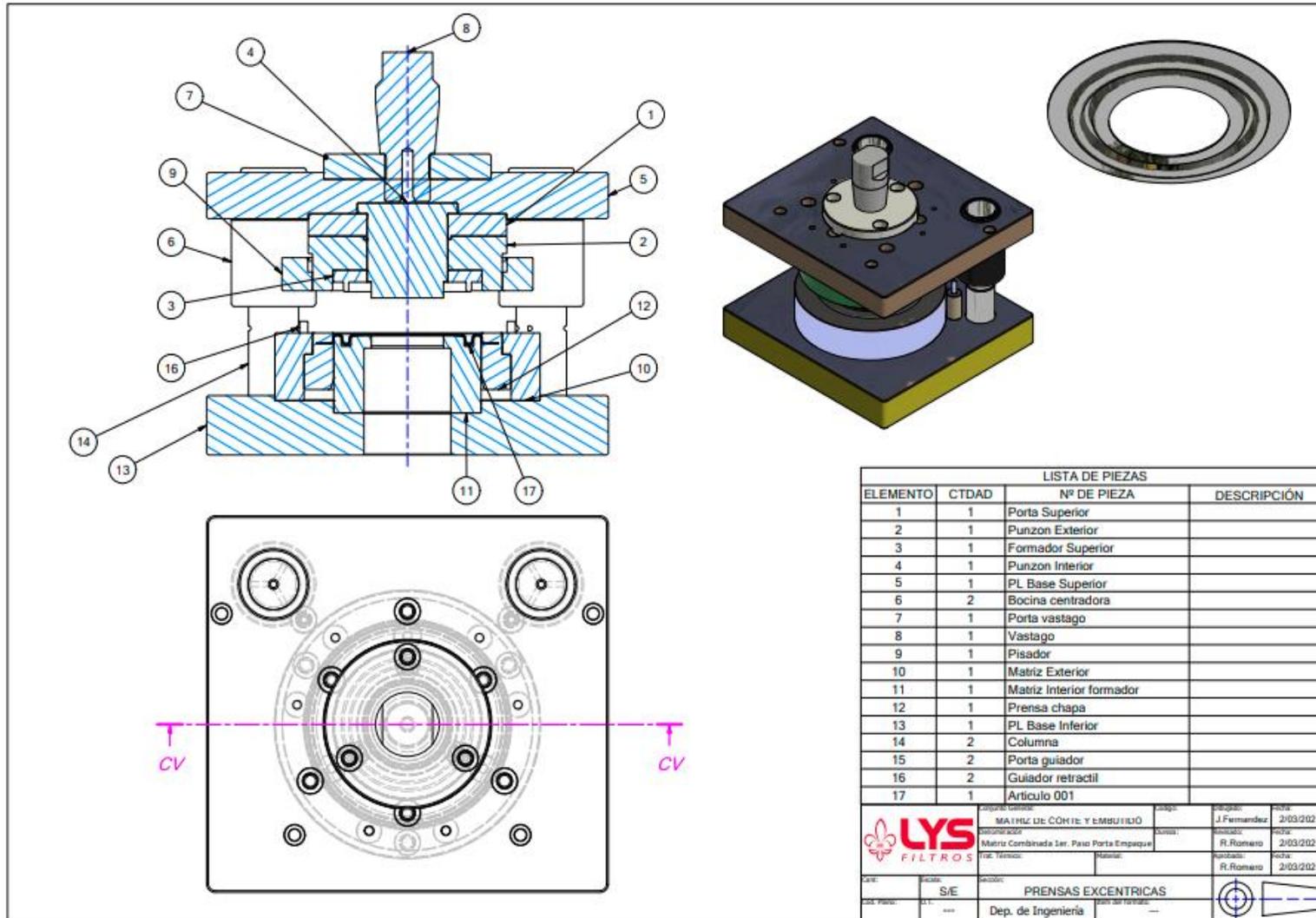
Anexo N°2. Diseño de Matriz Simple



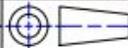
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
01	1	PL Base superior	
02	1	Punzón	
03	1	PL puente guiador	
04	1	PL matriz	
05	1	PL Base inferior	
06	2	Columna	
07	4	Perno DIN-912 M8x50	
08	2	Perno DIN-7991 M8x30	
09	2	Pasador Ø8x100	
10	1	Cizalla superior	
11	1	Cizalla inferior	
12	7	Perno DIN-912 M8x35	
13	2	Bocina centradora	
14	1	Vástago	
15	1	Apoyo de cizalla	
16	4	Perno DIN-912 M8x40	
17	2	Perno DIN-912 M10x30	
18	2	Pasador Ø8x50	

		MATRIZ DE CORTE		Diseñado: J. Fernández	Fecha: 2/03/2021
Diseñado por:		Matriz Simple 1er. Paso Placa Roscada		Revisado: R. Romero	Fecha: 2/03/2021
Crea. Técnico:		Revisado:		Revisado: R. Romero	Fecha: 2/03/2021
AREA: S/E	DIVISION:	PRENSAS EXCÉNTRICAS			
Crea. Párra:	A.Y.:	Dep. de Ingeniería		Revisado por:	

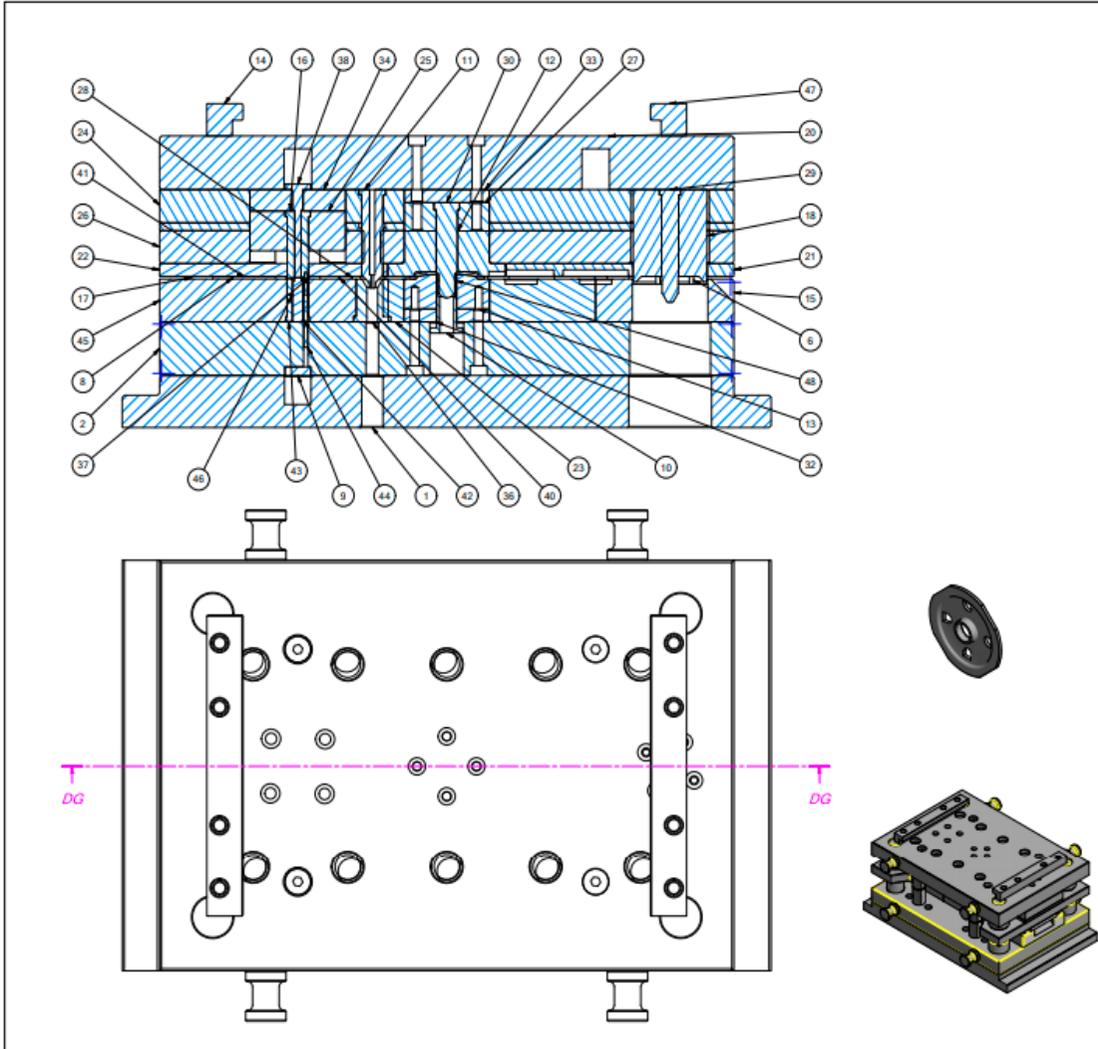
Anexo N°3. Diseño de Matriz Combinada



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Porta Superior	
2	1	Punzon Exterior	
3	1	Formador Superior	
4	1	Punzon Interior	
5	1	PL Base Superior	
6	2	Bocina centradora	
7	1	Porta vastago	
8	1	Vastago	
9	1	Pisador	
10	1	Matriz Exterior	
11	1	Matriz Interior formador	
12	1	Prensa chapa	
13	1	PL Base Inferior	
14	2	Columna	
15	2	Porta guizador	
16	2	Guizador retráctil	
17	1	Artículo 001	

	Proyecto	MATRIZ DE CONTE Y EMBUDO	Elaborado	J. Fernandez	Fecha	2/03/2021
	Descripción	Matriz Combinada 1er. Paso Porta Empaque	Diseñado	R. Romero	Fecha	2/03/2021
	Elaborado		Revisado	R. Romero	Fecha	2/03/2021
	Revisado		Revisado	R. Romero	Fecha	2/03/2021
Código	S/E	Sección	PENSAS EXCENTRICAS			
Dep. de Ingeniería						

Anexo N°4. Diseño de Matriz Progresiva



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1		Placa Base Suplemento
2	1		Placa base inferior
3	4		Buje placa base superior
4	20		Arandela-2
5	10		Bocina limitadora de carrera
6	4		Botador de papa central sup.
7	4		Buje de placa extratora
8	4		Columna Guia-1
9	1		Disco expulsor de perforado central
10	1		Expulsor de disco formado
11	1		Extractor de papa central
12	1		Formador de disco Superior
13	1		Formador inferior
14	1		Guías para montaje
15	1		Hembra de corte exterior
16	1		Hembra de perforado central
17	8		Lavador de tira -1
18	1		Macho de corte exterior
19	8		Perno jalador de matriz
20	1		Placa base Superior
21	1		Placa extratora de Macho
22	1		Placa extratora de punzones
23	1		Placa porta conformado inferior.
24	2		Placa porta punzones
25	1		Placa porta punzones perifericos
26	1		Placa Prensachapa
27	1		Porta punzon repujador
28	2		Punzon centrador de tira
29	1		Punzon centrador de troquel
30	1		Punzon repujador de rosca
31	2		Sistema de votador de disco
32	1		Sulfidiera de formador inferior
33	1		Sulfidiera de punzon repujador
34	1		Sulfidiera de punzones
35	4		Tornillo limitador de carrera
36	1		Bocina central
37	4		Punzon de perforado periferico
38	11		Pin extractor de papa central
39	4		Dado hembra perforado periferico
40	8		Tpe frías de carrera
41	4		Topes de espesor de chapa
42	1		Pin perforado central
43	1		Porta punzon de perforado central
44	3		Pin botador de papa
45	1		Placa porta diapos hembra
46	1		Botador de tira inferior
47	1		Guías para montaje_MR1
48	1		000020127



LYS
FILTROS

PROYECTO: MATRIZ PROGRESIVA
 CLIENTE: Matriz Progresiva Placa Roscada
 FECHA: 2019/02/11
 DISEÑADO POR: R. Romero
 REVISADO POR: R. Romero
 APROBADO POR: R. Romero

PROYECTO: PRENSAS EXCÉNTRICAS
 DEPARTAMENTO: Dep. de Ingeniería

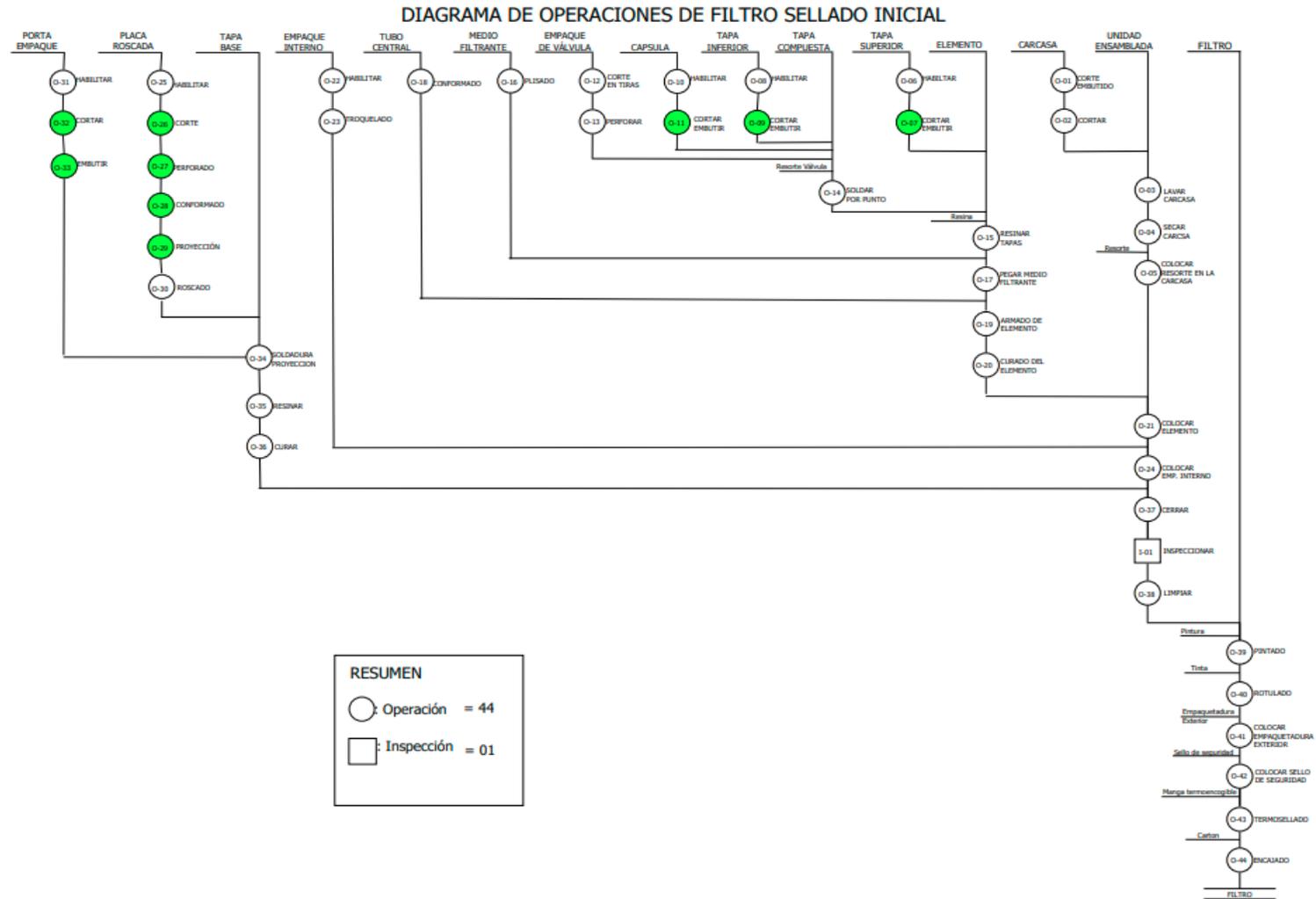
Anexo N°5. Plan de trabajo: Estandarización de Herramientales y Materiales de Presas Excéntricas

	REGISTRO															Código	REG-ING-011							
	PLAN DE TRABAJO															Versión	00							
																Fecha	4/2/2018							
																Paginas	1-1							
DESCRIPCION	Estandarización de herramientas y materiales de Presas Excéntricas															N°	2018-01							
AREA SOLICITANTE	Manufactura					EJECUTADO POR					Ingeniería													
AÑO		2018																						
ACTIVIDAD	MES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				Responsable	Avance	Cumplimiento %
		01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04			
PLANEAR																								
Análisis de los tipos de componentes procesados	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
Análisis de los procesos por tipo de componente	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
Análisis de maquinas y herramientas usados	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
Propuesta de cambios en los procesos	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
HACER																								
Modificación de los procesos según importancia	P																		Ingeniero de Procesos	0%				
	R																							
Modificación de los herramientas según importancia	P																		Superv. de Maestranza	0%				
	R																							
Modificación de los materiales según importancia	P																		Ingeniero de Procesos	0%				
	R																							
VERIFICAR																								
Verificar incremento de la productividad obtenida con los cambios realizados	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
Verificar variaciones en el consumo de materiales	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
ACTUAR																								
Reevaluar estado de los procesos, herramientas y materiales	P																		Jefe de Ingeniería	0%				
	R																							
% DE CUMPLIMIENTO PROMEDIO																								

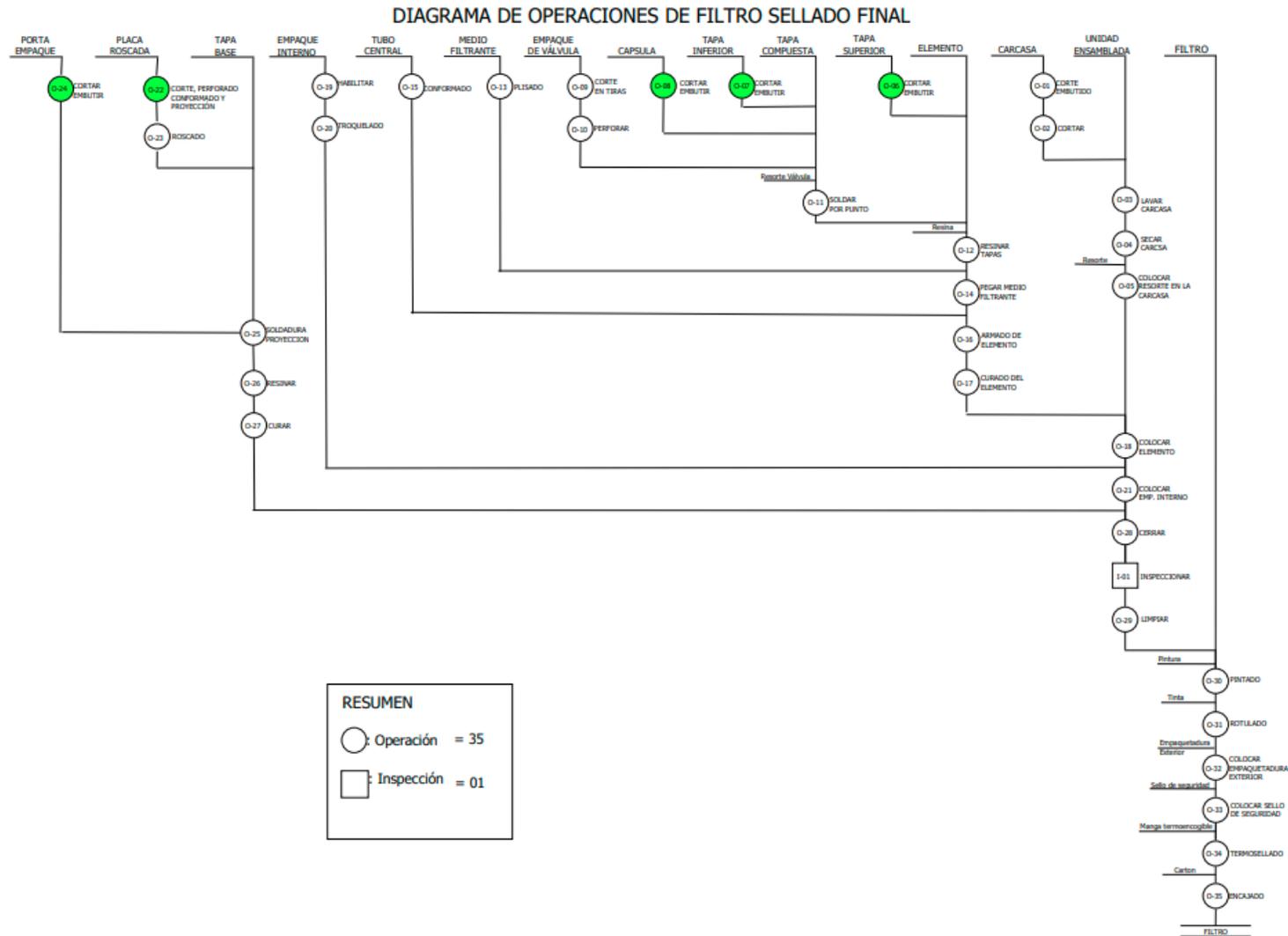
Anexo N°6. Plan de trabajo: Fabricación de Matrices

		REGISTRO																												Código	REG-ING-011			
		PLAN DE TRABAJO																												Versión	00			
DESCRIPCION		Fabricacion de matrices																												N°	2018-02			
AREA SOLICITANTE	Ingeniería	EJECUTADO POR														Maestranza																		
AÑO		2018																																
ACTIVIDAD	MES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE		Responsable	Avance	Cumplimiento %
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2			
PLANEAR																																		
Diseñar matriz de placa roscada	P	PR3001			PR3006				PR682				PR305				PR466987			PR604			PR601			PR521			PR1616			Ingeniero de Producto	0%	
Diseñar matriz de porta empaque	P		PE3007			PE682			PE604A				PE6357				PE38														Ingeniero de Producto	0%		
HACER																																		
Fabricar matriz de placa roscada	P		PR3001			PR3006			PR682				PR305				PR466987			PR604/PR601						PR521/PR1616				Superv. de Maestranza	0%			
Fabricar matriz de porta empaque	P			PE3007			PE682		PE604A				PE6357				PE38													Superv. de Maestranza	0%			
VERIFICAR																																		
Probar matriz de placa roscada	P				PR3001				PR3006				PR682				PR305			PR466987					PR604/PR601		PR521/PR1616			Superv. de Maestranza	0%			
Probar matriz de porta empaque	P					PE3007			PE682				PE604A				PE6357			PE38										Superv. de Maestranza	0%			
ACTUAR																																		
Iniciar producción matriz de placa roscada	P				PR3001				PR3006				PR682				PR305			PR466987					PR604/PR601		PR521/PR1616			Ingeniero de Producto	0%			
Iniciar producción matriz de porta empaque	P					PE3007			PE682				PE604A				PE6357			PE38										Ingeniero de Producto	0%			
% DE CUMPLIMIENTO PROMEDIO																																		

Anexo N°7. Diagrama de Operaciones de Filtro Sellado Inicial



Anexo N°8. Diagrama de Operaciones de Filtro Sellado Inicial



Anexo N°9. Procesamiento de partes en tiras y flejes



Anexo N°10. Capacitación e instructivos de prensas Excéntricas

		INSTRUCCION		Código:	INS - ING - 055
		OPERACION DE PRESA EXCENTRICA 06 (PRE-06)		Versión:	2
				Fecha:	02/04/2019
				Página:	1-1
IMÁGENES	ITEM	DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR	
      		INICIO			
	1	ENCENDIDO DEL TABLERO	1.1 Ubicar el selector C1 en el tablero STF-02 y colocarlo en la posición 1 (Fig. a).		
	2	ENCENDIDO DE LA MÁQUINA	2.1 Presionar el botón de encendido de la máquina (Fig. b). 2.2 Presionar el botón de arranque (Fig. c). 2.3 Reiniciar el contador de golpes a cero (Fig. e). 2.3 Proceder a accionar el pedal de la prensa para iniciar la operación (Fig. f).		
	3	MONTAJE DE LA MATRIZ	3.1 Colocar la volante con la flecha en dirección al piso. 3.2 Colocar la matriz en el centro de la mesa de la prensa y bajar el cabezal moviendo la volante con ambas manos hasta que la mesa y la parte superior de la matriz hagan contacto. 3.3 Colocar el seguro del porta espiga. 3.4 Ajustar los pernos de seguridad del porta espiga. 3.5 Con la llave de boca, bajar la mesa móvil superior hasta hacer contacto con la parte superior de la matriz. 3.6 Ajustar los pernos de seguridad del conjunto inferior de la matriz (Fig. g). 3.7 Regular la carrera de trabajo según el componente con la llave de boca. 3.8 Ajustar los dos pernos y tuercas del seguro de gusano.		
	4	OPERACIÓN DE LA MÁQUINA	4.1.1 Ingresar la tira por el lado derecho de la prensa (Fig. g). 4.1.2 Empujar la tira hasta hacer contacto con el tope (si lo tuviera) de lo contrario centrarlo en el área de corte (Fig. g). 4.1.3 Accionar el pedal de la prensa para dar inicio a la operación (Fig. f). 4.1.4 Retirar la pieza e ir almacenándolas en una bandeja (Fig. g). 4.1.5 Colocar el desperdicio en la tina de desechos. 4.2 Para componentes en proceso 4.2.1 Centrar el producto en la matriz (Fig. g). 4.2.2 Accionar el pedal de la prensa para dar inicio a la operación (Fig. f). 4.2.3 Proceder a retirar el componente de la matriz con un gancho o imán e ir almacenándolos en una bandeja.	Ver especificación ESP-ING-023 Planos de componentes por Prensado Excéntrico Filtros para Aire ESP-ING-040 Planos de Contratapas ESP-ING-041 Planos de Discos ESP-ING-454 Planos de accesorios por Prensado Excéntrico ESP-ING-065 Planos de tapas por Prensas Excéntricas para filtros sellados y elementos	
	5	APAGADO DE LA MÁQUINA	5.1 Presionar el botón de parada (Fig. c). 5.2 Presionar el botón de apagado de la máquina (Fig. b).		
	6	APAGADO DEL TABLERO	6.1 Ubicar el selector C1 en el tablero STF-02 y colocarlo en la posición 0 (Fig. a).		
	7	FIN			

Elaborado por: Miguel Palomino Supervisor de Producción	Revisado por: Raúl Romero Jefe de Ingeniería	Aprobado por: Hernán Ojeda Superintendente de Manufactura
---	--	---

