



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Dispositivo poka-yoke para
selección de aberturas**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Pedro Enrique Flores Arredondo

ASESOR DE INFORME

Dr. Adrián Espinosa Bautista



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
PERFIL DE LA EMPRESA	4
ORGANIGRAMA	7
PERFIL DE PUESTO	8
ANTECEDENTES	9
DESARROLLO DEL PROYECTO	10
CONCLUSIONES	26

Introducción

A lo largo de la carrera fui adquiriendo los conocimientos necesarios que me han permitido desarrollarme profesionalmente en el ámbito laboral. Actualmente, puedo aplicar esos conocimientos implementando mejoras en los procesos de la empresa en la cual laboro.

El siguiente reporte describe de manera detallada el diseño, fabricación e implementación de un dispositivo poka-yoke que tiene como objetivo el incremento de la producción y disminución de la contaminación entre el producto bueno y producto fuera de especificación.

También encontraremos una breve descripción de la empresa donde actualmente me desempeño la cual lleva por nombre RYPSA (Resortes y Partes S.A.) que a grandes rasgos podría describir como una empresa dedicada a la fabricación de resortes y autopartes, siendo su principal actividad el proveer los mismos al sector automotriz.

También se describe la capacidad de fabricación de la empresa y sus principales procesos de manufactura.

De igual manera se incluye la estructura de la empresa en función del mapa de procesos, así como el organigrama donde se menciona el puesto en el que día a día pongo en práctica algunos de mis conocimientos de la carrera.

También podemos encontrar la explicación de las actividades en las cuales me desempeño y mi participación dentro de la empresa, haciendo énfasis en las tareas que van enfocadas o mayormente relacionadas a la carrera de ingeniería.

A continuación, comienza la descripción del reporte escrito. Aquí podremos encontrar el paso a paso de un proyecto que desarrollé en relación a un problema reportado por el departamento de calidad, haciendo una recopilación que abarca del origen del problema, pasando por la implementación del dispositivo, hasta la obtención de los resultados.

Por último, nos encontramos con las conclusiones del proyecto las cuales también van relacionadas al trabajo que desempeño en la empresa, a mi experiencia laboral y a mi crecimiento personal.

Perfil de la Empresa.

RYPSA es una empresa 100% Mexicana con más de 35 años de experiencia en el desarrollo y diseño de la ingeniería y manufactura avanzada de componentes metálicos con altas especificaciones técnicas. La descripción de la empresa la tome de la página de internet RYPSA (www.rypsa.com)

La misión de la empresa es “Ser líder en el mercado de todos los productos que fabrican, a través de la mejora continua del personal y los procesos”. De igual forma para cumplir la meta utilizan recursos como tecnología de punta y un sistema de calidad exigente conforme a la norma IATF 16949. ¹

Las principales industrias a las que se dedica son la automotriz que abarca un 40% de la producción total de la empresa, la industria de energía con un 30%, la industria de electrodomésticos con un 25% y la industria médica con un 5%. Estos porcentajes se obtuvieron en relación a la cantidad de fabricación de los productos en las diferentes áreas.

Los principales productos que se fabrican para estas distintas industrias son: resortes de tensión, torsión y compresión, siguiendo también la fabricación de formas de alambre, retenes, bujes, arillos, seguros, grapas, clips y sujetadores. También se realizan ensambles y subensambles.

La fabricación de estos productos va depender según los requerimientos en las diferentes industrias. Por ejemplo:

Automotriz. Frenos, columnas de dirección, amortiguadores, transmisiones, flechas, interiores, espejos, válvulas, mangueras, asientos, pedales, palancas de velocidad y rótulas.

Energía. Breakers, apagadores, reguladores, subestaciones, luminaria, transformadores y paneles solares.

Electrodomésticos. Lavadoras, secadoras, refrigeradores, hornos, estufas, lavavajillas, taladros, sierras, planchas y calentadores.

Médica. Accesorios para ortodoncia, accesorios para limpieza dental, camas para hospitales y máquinas de diagnóstico.

Todos estos productos pertenecientes a los diferentes sectores de la industria son exportados directa e indirectamente a países como Estados Unidos, Canadá, Brasil, Alemania, España, Japón y Australia.

¹ La NORMA IATF 16949 establece los requisitos particulares para la aplicación de Norma ISO 9001 para la producción en serie y piezas de recambio original en la industria del automóvil. “ATF 16949:2016 Gestión de la Calidad en el Sector de la Automoción” <https://www.aenor.com/certificacion/automocion/calidad-automocion-iatf-16949#:~:text=La%20Norma%20IATF%2016949%20establece,en%20la%20industria%20del%20autom%C3%B3vil.>

El principal objetivo de la empresa al ser un fabricante a nivel internacional es apearse al diseño y especificaciones del cliente y entregar el producto con las características requeridas.

A pesar de contar con una plantilla de diseñadores, RYPSA no diseña resortes o productos, dichos productos a fabricar ya vienen con especificaciones previas requeridas por el cliente como se mencionó con anterioridad, estos diseñadores van más enfocados a la creación de herramientas capaces de fabricar dichos productos.

La empresa cuenta con distintas áreas y procesos dentro de los cuales laboran más de 200 empleados en planta, un aproximado de 70 empleados administrativos y un número cercano a 90 máquinas de fabricación.

En planta se encuentran 4 áreas principales o áreas iniciadoras las cuales se llaman de esta manera ya que es aquí donde comienza la fabricación del producto a través de los distintos procesos convirtiendo la materia prima en los productos útiles anteriormente mencionados, para su funcionamiento en los distintos sectores de la industria. Estas áreas iniciadoras son las siguientes:

Multiformadoras: En esta área principalmente se fabrican formas de alambre y flejes. Cuenta con 4 máquinas CNC (Máquinas de control numérico) especializadas en este tipo de productos, también cuenta con un total de 21 máquinas, entre ellas están las especializadas para la fabricación de resortes de torsión.

Enrolladoras: En esta área principalmente se fabrican resortes de tensión y compresión, también arillos y seguros. A diferencia del área de multiformadoras los resortes no son tan complejos de fabricar a excepción de los resortes de tensión ya que las máquinas especializadas para estos productos realizan dos funciones que son: enrollar y formar ganchos. En esta área encontramos un total de 24 máquinas.

Multislides: Los principales productos de fabricación en esta área son los clips y sujetadores, también se fabrican bujes y seguros. Esta área se caracteriza por ser la única en la combinación de procesos para la fabricación de los productos ya que incluye el proceso de troquelado progresivo y el formado. Esta Multislides cuenta con un total de 28 máquinas.

Troqueles: En esta zona de fabricación como su nombre lo dice, está dedicada principalmente a la elaboración de piezas troqueladas, seguros y piezas para ensambles. Lo más relevante en esta área es la variedad de troqueles ya que cada uno es diferente y cuentan con distintas capacidades esenciales para el tipo de producto a fabricar. En esta área también se realizan procesos a los que se llaman segundas operaciones los cuales consisten en realizar cortes o dobleces extras al producto que en las operaciones iniciadoras no se pudieron lograr. Esta área cuenta con un total de 16 troqueles.

Dentro de las segundas operaciones también se encuentran las áreas de: Limpieza del producto, horneado, pintura, esmeriles, maquinado y multioperaciones especiales. Todas estas áreas forman parte del proceso de manufactura.

El mapa de procesos describe el flujo de los materiales, presenta las tareas asociadas a un **proceso**, desde la entrada de la materia prima hasta su finalización, muestra las decisiones que deben tomarse a lo largo de la cadena e indica cuáles son las relaciones fundamentales entre los pasos del **proceso**. **Imagen 1**. Se hace énfasis en el de manufactura, las áreas iniciadoras y las áreas de segunda operación. **Imagen 2**.

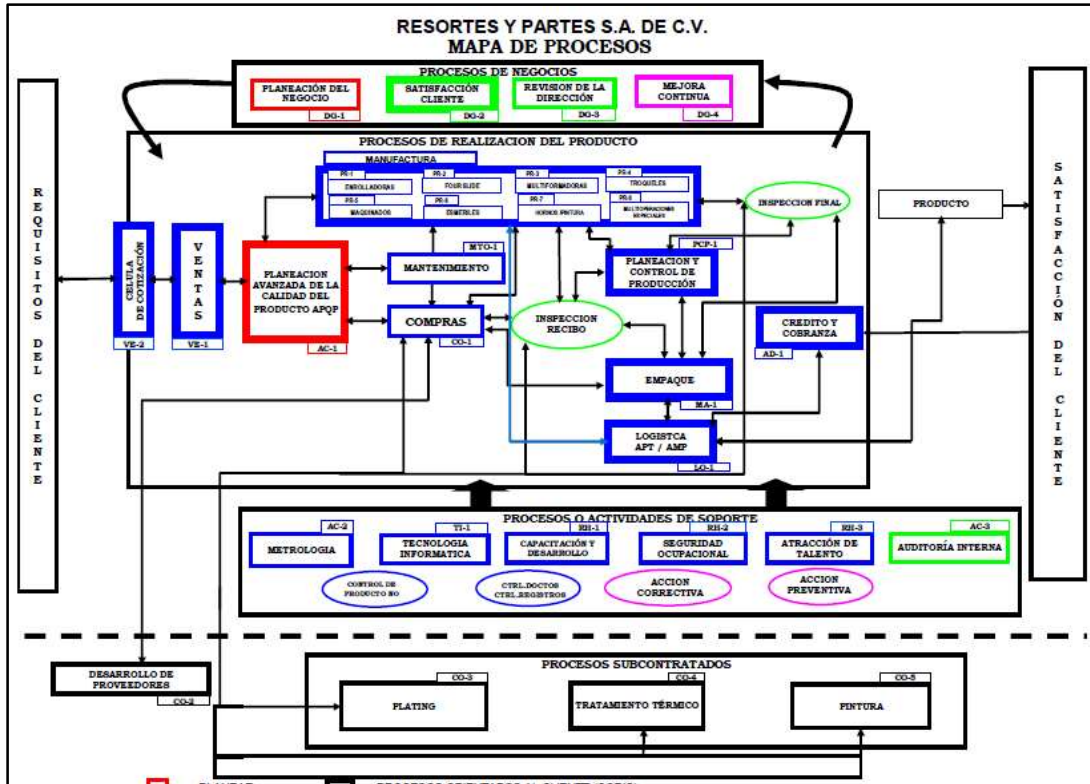


Imagen 1. Mapa de procesos RYPSA

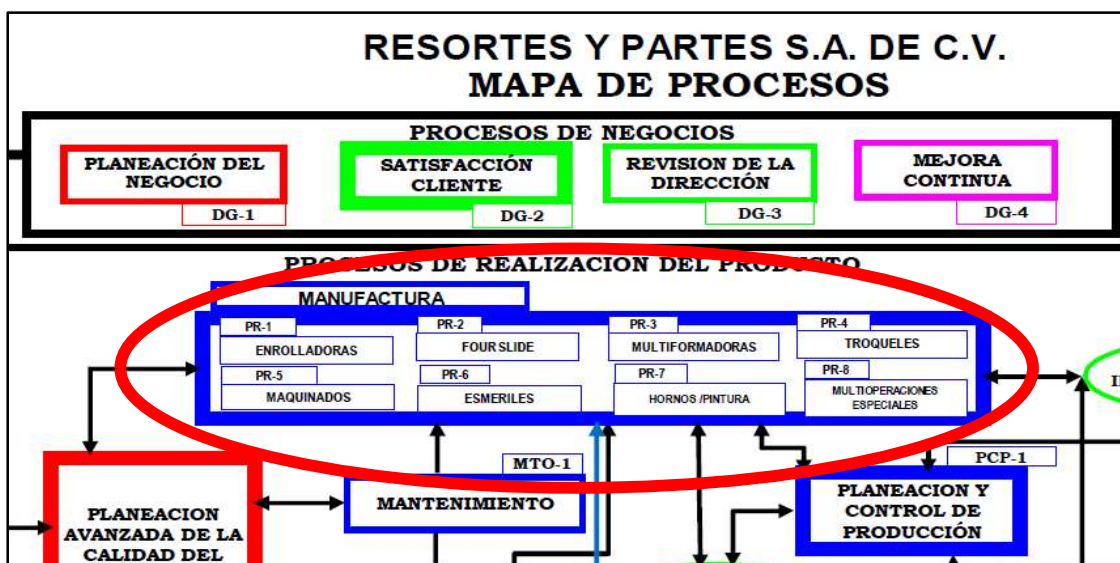


Imagen 2. Proceso de Manufactura, áreas iniciadoras y áreas de segunda operación.

Dentro del proceso de Manufactura se encuentra la parte administrativa la cual a su vez se divide en diferentes roles, entre los cuales se localiza el de Ingeniería de Procesos donde me desarrollo actualmente. **Imagen 3.**

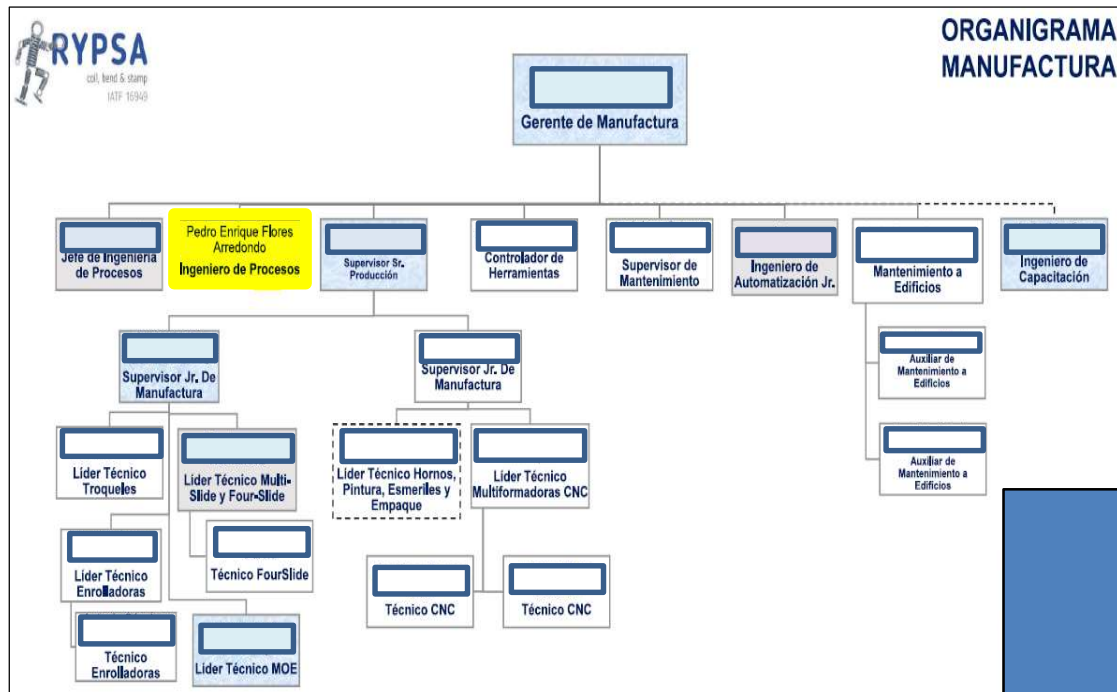


Imagen 3. Organigrama administrativo del proceso de Manufactura, hace énfasis en área de ingeniería de procesos.

Perfil del puesto

En el área de manufactura de RYPSA, la importancia de gestionar los procesos es fundamental, es por eso que existe la subárea llamada Ingeniería de procesos en la cual me desempeño actualmente, se describe este cargo de la siguiente manera.

Un ingeniero de proceso tiene como responsabilidad coordinar las actividades necesarias para el arranque de producción, es decir, es aquel que evalúa a través de un estudio estadístico y con base en su experiencia el inicio de la producción, también se encarga de tomar decisiones en relación a los problemas que se presentan durante los procesos de manufactura y poder detener la producción en caso de ser necesario.

A continuación se describen algunas actividades que también realiza un ingeniero de proceso.

Disposición final del producto no conforme. Es otra de las actividades importantes del ingeniero de procesos en la cual se determina que se va a hacer con el producto rechazado por el cliente o por el área de calidad, decidiendo hacer desde una selección de dicho producto, separando el producto bueno del defectuoso, hasta un re trabajo donde se vuelve a iniciar el proceso ya con las modificaciones pertinentes, según sea más conveniente en tema de costos.

Analizar cambios al proceso, emitir y actualizar información técnica. El ingeniero de proceso también se involucra en la parte operativa, supervisando y analizando los procesos de fabricación con el fin de que sean eficaces y eficientes. Está también la parte técnica en donde todos los procesos que se lleguen a modificar deben de estar documentados y estandarizados para que no se vean afectadas las especificaciones del cliente.

Por último, un ingeniero de procesos debe apoyar a todas las áreas en la solución de problemas, aquí es donde entran las acciones correctivas y los proyectos como el que voy a presentar. La mayor parte del tiempo y gran parte de mis actividades en la empresa van en relación a la mejora de los procesos.

Actualmente me encargo del análisis y solución de problemas de calidad, así como la implementación de proyectos de mejora, también me dedico a generar arranques de producción, emitir y editar información técnica y disponer del producto rechazado.

Antecedentes

Al realizar trabajos manuales como una selección al cien por ciento, siempre se corre el riesgo de tener errores ya que existe incertidumbre en el proceso y para garantizar la calidad del producto se depende de la habilidad del operador. Cuando se realiza una selección al cien por ciento se tiene como objetivo el entregar al cliente la mayor calidad posible, es por eso que se utilizan distintas herramientas con el fin de mejorar el proceso, evitar errores e incrementar la productividad.

Entre esas herramientas de selección se encuentra el dispositivo Poka-yoke, que por definición es una técnica de calidad desarrollada alrededor de los años 60's cuya idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

Un ejemplo muy claro y común de un dispositivo poka-yoke es la conexión de un puerto USB, el puerto USB tiene una forma única que al conectar un cable USB solo habrá una manera de hacerlo sin cometer el error de conectarlo incorrectamente. Esa es la idea principal de una herramienta poka-yoke, el evitar errores.

Existen dos tipos de poka-yoke; Prevención y Detección.

La implementación de estas herramientas surge principalmente de un proceso de mejora, o de la corrección de algún problema de calidad reportado con anterioridad.

Para poder implementar un poka-yoke correctamente, se debe seguir una serie de pasos.

En primer lugar se detecta el problema, si dentro del proceso observamos que los errores son repetitivos y que afectan en todos los aspectos a la empresa, pasamos al segundo paso que es llegar a la causa raíz del problema. Para determinar la causa raíz de un problema se aplica una serie de técnicas y herramientas especializadas que facilitan la identificación de la causa. Posteriormente se debe diseñar el poka-yoke de forma en que ese defecto no vuelva a pasar y que aparte no cause otro defecto.

Una vez que el diseño sea fabricado, se prueba y se valida su correcto funcionamiento, para esto se deben realizar varias pruebas, tanto de eficacia como de eficiencia. Si el poka-yoke es eficaz y eficiente, se implementa con todo el personal, capacitando y explicando el correcto funcionamiento del mismo y por último, se realiza una revisión y monitoreo constante para evitar que se vuelva a presentar la falla

En resumen los pasos a seguir son:

- 1. Identificar el problema.**
- 2. Determinar la Causa raíz del problema.**

- 3. Diseñar el dispositivo Poka-yoke, tomando en cuenta la eficacia y eficiencia.**
- 4. Implementar y verificar el correcto funcionamiento del dispositivo**
- 5. Implantar el dispositivo a través de capacitación e instrucciones del proceso.**
- 6. Revisión constante del funcionamiento y monitoreo del proceso para evitar la falla.**

Para complementar esta información, en este documento se presenta el desarrollo de estos pasos con un problema que se presentó en la empresa donde trabajo actualmente y en donde mi participación fue relevante para la solución.

Desarrollo del proyecto.

A principios del año 2019, calidad reportó un problema interno con uno de los productos que fabricamos en el área de **Multislide**.

El producto es una grapa cuyas principales especificaciones a checar o las más importantes son la dureza, la abertura y la deformación.

Con la deformación no hay mayor problema pues con nuestro sistema de calidad logramos identificar el defecto, por otro lado, la dureza y la abertura se ven afectadas por el tratamiento térmico, por lo que es más difícil controlar esas especificaciones, es por ello que el producto nace con una selección al 100% para la abertura. Es aquí donde se plantea la pregunta: ¿Si el producto lleva una selección al 100%, por qué se reportó un problema de calidad en relación a la abertura?

De primera instancia se pueden realizar una serie de supuestos y teorías lógicas para determinar la causa del problema, como por ejemplo que aunque esa haya sido la indicación, el operador no haya realizado la selección del producto al 100%, sin embargo este indicio iba más allá, dado que se repetía constantemente, fue entonces que comencé a replantear y definir realmente el problema.

Lo primero que hice fue *identificar correctamente el problema*.

¿Qué paso?, ¿Cuándo paso?, ¿Dónde paso?, ¿Quién lo hizo?, ¿Por qué lo hizo? Y ¿Cómo lo hizo?, esta serie de preguntas son esenciales para poder determinar de una mejor manera la verdadera causa raíz del problema.

Tomando en cuenta todas estas preguntas, determiné que el problema reportado por calidad fue correctamente identificado, el paso a seguir es *determinar la causa raíz*.

Posteriormente me dedique a observar el proceso es decir cuál era la manera de trabajar de los operadores, que movimientos hacen, con qué velocidad de producción trabajan, que distracciones tienen, si segregan e identifican el material correctamente, etc.

Con esta serie de preguntas fue como pude definir correctamente el problema, ya que según el reporte de calidad la cantidad de piezas fuera de especificación no eran suficientes para determinar que el material no se seleccionó y tampoco eran pocas piezas como para determinar un error humano, por lo tanto el siguiente paso era convocar a un equipo multidisciplinario para que con ayuda de herramientas como el diagrama de ISHIKAWA y los 5porqué's llegáramos a la misma causa raíz y así poder establecer las acciones correctivas.

Comenzamos con una lluvia de ideas utilizando el diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado esta herramienta cuenta con 6 ramas denominadas: Operador, maquina, materia prima, método, medio ambiente y medición.

Estos 6 conceptos funcionan como las principales causas del problema, la lluvia de ideas son ramas más pequeñas que se van clasificando en cada concepto y tienen información más detallada. Al final se seleccionan las ideas de acuerdo a la importancia y relevancia al problema, después se toman las dos ideas más relevantes como supuestas causas raíces y se comienza el análisis con la técnica de los 5Porqué's para profundizar más en la causa.

En este caso realice dos análisis, uno en cuestión de la ocurrencia (¿Por qué paso?) y otro en cuestión de la fuga o detección (¿Por qué no lo Detectamos?).

Como ya mencione este producto lleva una selección 100% y es una operación manual, por lo tanto el análisis de la detección queda resuelto quedando como causa raíz la falta de conciencia por parte del operador.

En cuestión de la ocurrencia, el cuestionamiento va más hacia el proceso, describiré brevemente como es que realizan la selección:

Primero llega el material del servicio externo, se realiza una breve inspección y de ahí pasa al área de MOE (Multioperaciones especiales) que es el área donde se realiza la selección 100%, el procedimiento que utilizan para la selección de la abertura es con ayuda de un dispositivo separador el cual consta de una varilla redonda de unos 6 cm de longitud con dos diámetros distintos; el primer diámetro corresponde a la abertura máxima de la grapa y el segundo corresponde a la abertura mínima de la grapa, este NG es colocado en una base de metal y ya con material en la mesa comienzan a pasar las grapas por el NG , la condición de aceptación del material es que la grapa se debe mantener en el primer diámetro del dispositivo y debe caer al pasar por el segundo diámetro. **Imagen 4,**



Imagen 4. Método inicial de selección de aberturas, con NG-1104

Si las piezas caen al pasar por el primer diámetro significa que las piezas están abiertas (fuera de especificación) y si las piezas no caen al pasar por el segundo diámetro, significa que las piezas vienen cerradas, cuando se presentan estos últimos dos casos, las piezas deben ser separadas y segregadas en bolsas distintas.

Es en este paso del proceso es donde podemos intuir cuál fue la causa del problema.

De primera instancia se puede determinar que la causa raíz es: “El producto seleccionado como producto bueno, se contamina con producto malo, porque el método de selección no es el adecuado”.

Se llegó a ese análisis por dos causas principales; la primera fue que durante el proceso las piezas buenas van cayendo sobre la mesa y al llegar a cierta cantidad de piezas se vacían en los contenedores de producto bueno, pero si se presenta el caso en el cual una pieza está abierta al pasarla por el NG corre el riesgo de caer sobre las misma piezas buenas. La segunda causa es que al segregar las piezas buenas y malas no son identificadas correctamente y en un cambio de turno estas puedan pasar como piezas buenas ya inspeccionadas.

Una vez determinada la causa raíz continuamos estableciendo las acciones correctivas, estas acciones deben estar relacionadas directamente a la causa y deben atacar el problema contundentemente para así evitar que se vuelva a repetir.

Tomando en cuenta todo lo anterior fue como *decidí realizar un dispositivo de selección*, diseñado específicamente para separar el material de una manera automática, el diseño del dispositivo no debía afectar el método de selección, tiempos de producción y por consiguiente el costo de fabricación del dispositivo no tenía que ser elevado.

La idea principal del dispositivo es que al realizar la selección, el producto OK cayera en automático a su contenedor para así evitar la contaminación con el producto NOK , para esto se necesitaba de inicio un sistema de canaletas que se pudieran adaptar a las mesas de trabajo, el diseño del sistema se basó en otro producto que de igual manera se trabaja con canaletas, sin embargo este sistema se adaptó a las especificaciones del producto.

En el periodo de fabricación del sistema de canaletas, realicé el primer boceto y prototipo del separador, constaba de una caja rectangular de acrílico con separaciones, a la que se adaptó el NG-1104. **Imagen 5 y 6.**



Imagen 5. NG-1104 para selección de aberturas.

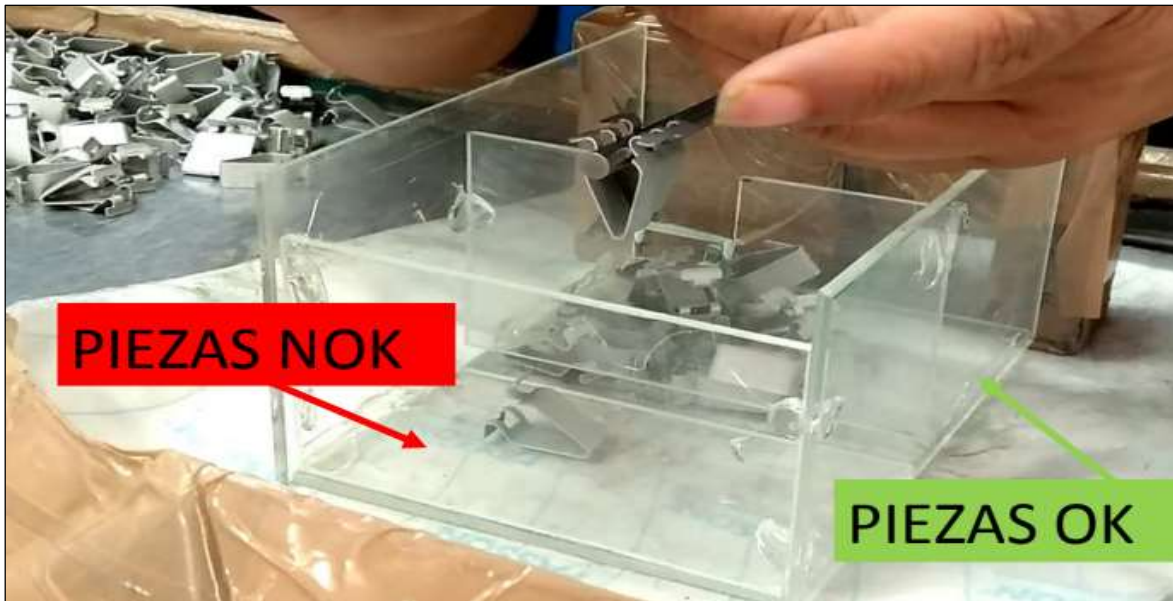


Imagen 6. Prototipo inicial para selección de aberturas, adaptación del NG-1104

Entre cada longitud de los diferentes diámetros del NG, agregué la separación con la intención de que el producto OK no se contaminara con las piezas abiertas, sin embargo el NG tenía una longitud muy pequeña por lo que las separaciones quedaban muy juntas corriendo el riesgo de que se volvieran a contaminar, de esto surgió la primera modificación en el diseño del NG.

A través de una solicitud de fabricación mandé a fabricar el NG-1104 con una longitud mayor, de 7cm por cada diámetro dando un total de 14cm, Sin embargo, al ser diámetros pequeños, el proceso de fabricación iba a ser un poco complicado pues debido a las longitudes solicitadas, maquinar el NG en torno sería imposible sin tener variación en los diámetros. **Imagen 7** e **Imagen 8**.

Orden de trabajo para Fabricación de Herramientas y/o Dispositivos			
Fecha:	<u>06/03/19</u>	Folio No.	<u>907</u>
Departamento que solicita:	<u>Manufactura</u>		
Hacer Diseño	<input type="checkbox"/>	Modificar Hacer Croquis	<input checked="" type="checkbox"/>
		Diseño existente	<input type="checkbox"/>
Fecha requerida:	<u>15/03/19</u>	Prioridad No.:	_____
Requerimientos (DATOS): <u>NG-1103</u>			
<u>Modificar NG-1104 cambiar longitud</u>			
<u>5' para 60 y 5' para 10-60</u>			
<u>dando un total de 10'</u>			
Solicitó	Autorizó	Verificó Información (Solicitante)	Recibió Orden (Diseño)
			Fecha: <u>26-03-19</u>
			Hora: <u>17:00</u>

Imagen 7. Solicitud de fabricación de NG-1104, mayor longitud.

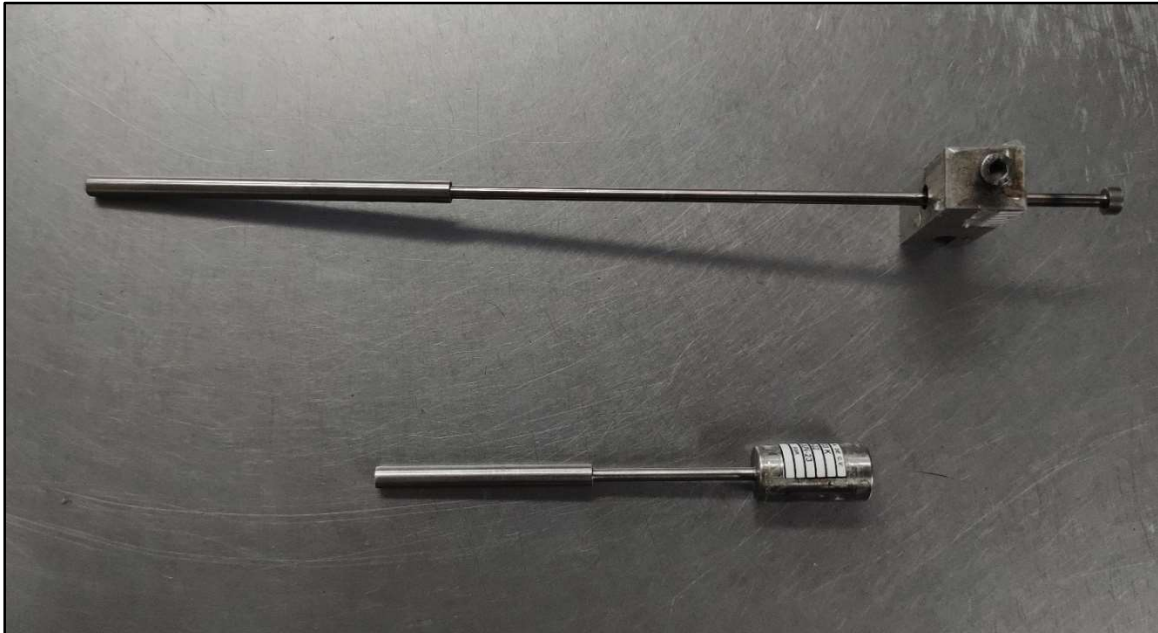


Imagen 8. Cambio de diseño NG-1104, aumento de longitud.

El área de diseño sugirió comprar las varillas de fábrica, estas varillas son botadores que se utilizan en los herramientales de los troqueles, al utilizarse en herramientales muy precisos estas no tendrían variación en el diámetro y cumplirían con las longitudes solicitadas pero antes se tendría que investigar si existían botadores con el diámetro requerido.

Se generó la requisición y quede en la espera de la llegada para continuar con su fabricación. Antes de realizar la solicitud, compare el costo de compra vs el costo de fabricación. El resultado fue favorable para la compra así que se solicitaron 6 juegos de botadores.

Una vez que llegaron los botadores, se mandaron a maquinar al área de erosión, el botador con el diámetro mayor sería barrenado con un diámetro igual al del botador con el diámetro menor, para así poder ensamblarlos.

Ya que tenía el NG con la longitud adecuada comencé a realizar el nuevo diseño del separador, de primera instancia debía ser ergonómico para que no afectara su método de selección y en segunda tenía que ser adaptable y fácil de manipular, el separador iba a constar de tres secciones. La primera sección sería para las piezas abiertas, estas iban a caer en esa zona durante todo el proceso, la segunda sección sería para las piezas OK, esta sección permanece abierta y va directa a la canaleta para que las piezas OK caigan directamente al contenedor, por último una pequeña sección en donde iría adaptado el NG y caerían las piezas cerradas

Imagen 9.

Estas tres secciones serian separables para que después de un tiempo cuando estén llenas se puedan vaciar en bolsas perfectamente identificadas como “Piezas abiertas” y “Piezas cerradas”. Con este método atacaríamos la causa raíz por contaminación.

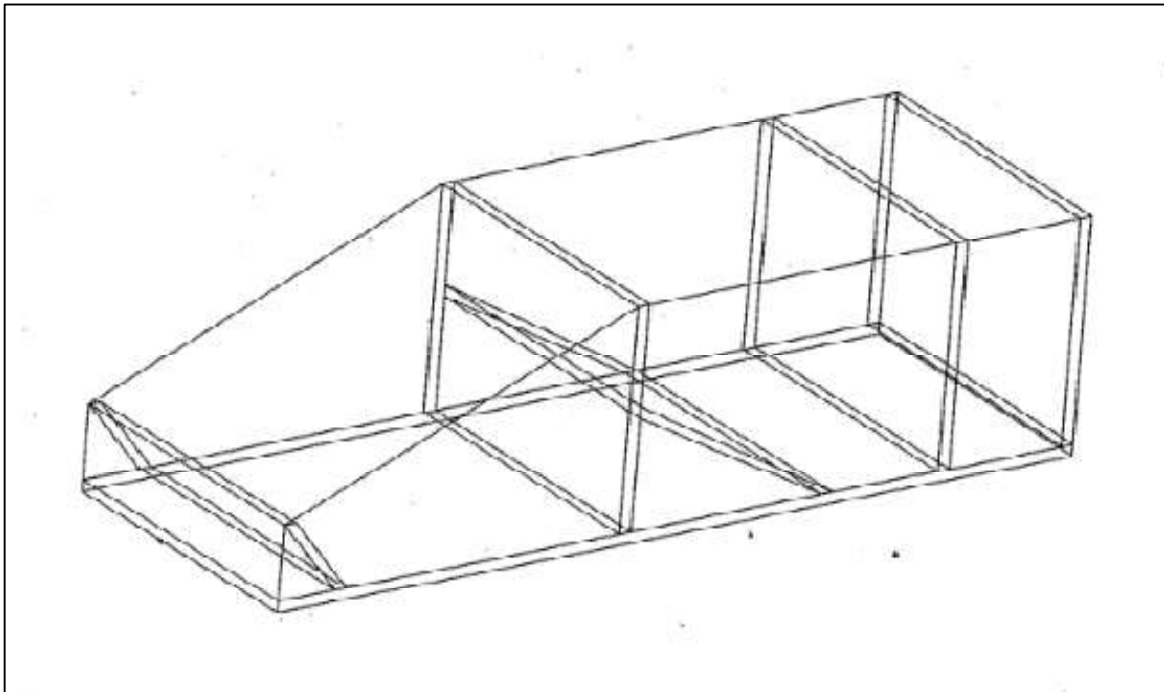


Imagen 9. Boceto de nuevo diseño de separador.

El material que se utilizó para el primer prototipo, fue acrílico de 3mm de espesor, elegí este material porque es liviano, elegante a la vista, y fácil de maquinar, la única desventaja es que al ser un material liviano y duro, se vuelve frágil, por lo que una caída o un mal golpe podría afectar el dispositivo. Sin embargo comencé con el diseño y boceto del dispositivo con las medidas necesarias solicite al área de diseño los dibujos de las piezas. El diseño contaba con un total de 15 piezas, 5 piezas por sección. **Imagen 10**

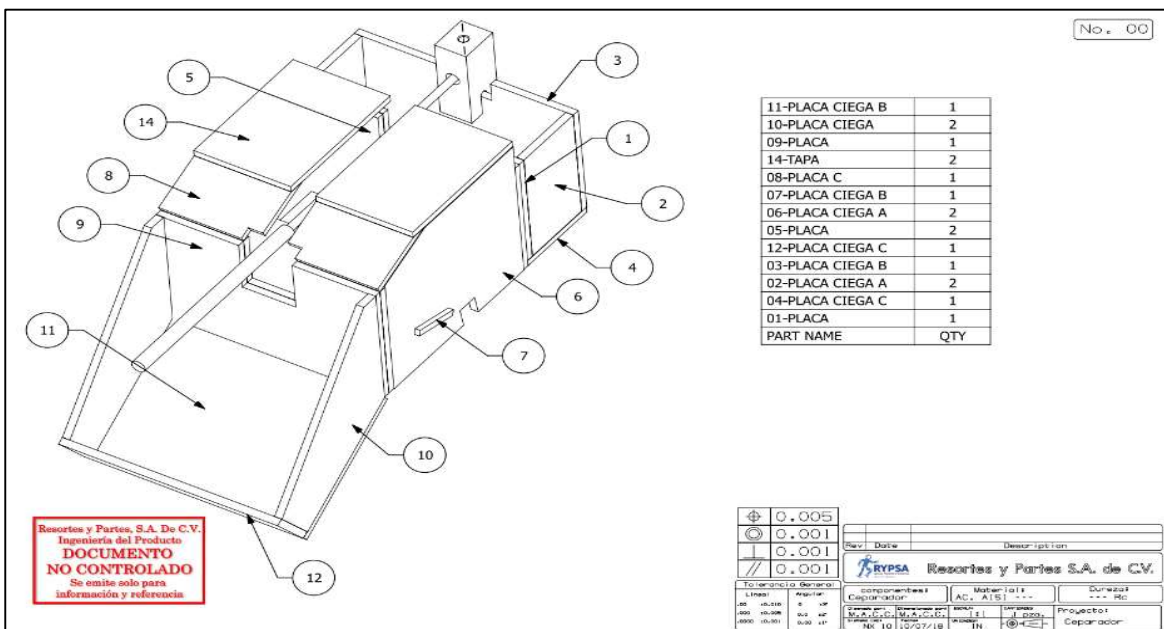


Imagen 10. Dibujo isométrico de dispositivo final.

Imprimí los dibujos a escala 1:1 para poder utilizarlos como plantillas, los pegue en una hoja de acrílico y con ayuda de un mototool y discos de corte comencé a cortar cada una de las piezas. Todo esto lo hice aparte de mis demás actividades, puede ser que en algún momento no me correspondía realizar ese trabajo, sin embargo como lo he mencionado apenas era un prototipo y quería que saliera tal cual lo tenía en la mente. **Imagen 11**

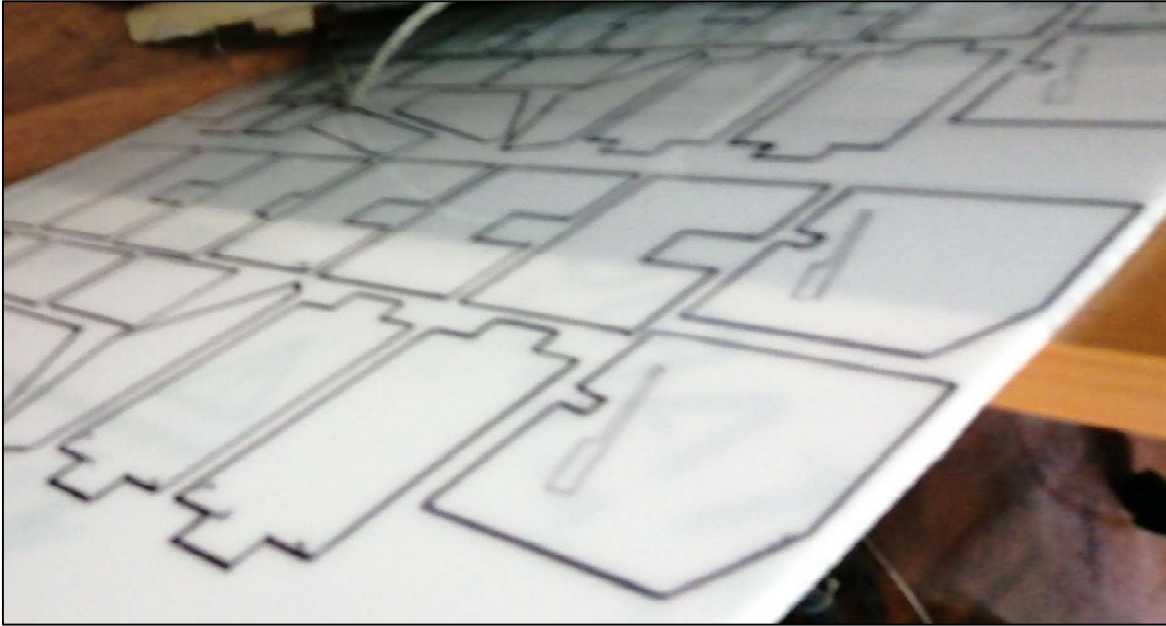


Imagen 11. Trazo de plantillas en hoja de acrílico.

Ya cortadas las piezas comencé a ensamblarlas con pegamento instantáneo, utilicé un pegamento llamado Loctite, este pegamento es especial y muy resistente por lo que era ideal para pegar el acrílico. El otro problema que aún no resolvía era la parte de montar y desmontar cada sección, fue cuando descubrí las propiedades de los imanes de neodimio. **Imagen 12.**



Imagen 12. Piezas cortadas para ensamble.

Este tipo de imanes a diferencia de los demás son imanes permanentes que no pierden su capacidad magnética, su campo magnético es muy fuerte por lo que lo hace ideal para el proyecto, son imanes que tienen distintas aplicaciones y se pueden encontrar en la vida cotidiana, están compuestos principalmente por neodimio, hierro y boro, su costo es bastante accesible por lo que solicite una requisición para 4 dispositivos. Nuevamente quede a la espera de su llegada para poder continuar con el proyecto.

Una vez que llegaron los imanes utilice 4 imanes para la primera y tercera sección y 8 imanes para la segunda sección dando un total de 16 imanes por dispositivo.

La idea es que en cada pared de las secciones estén pegados los imanes con los polos apuestos para que al acercarlos estos se unan y así poder tener las secciones montables y desmontables **Imagen 13**.

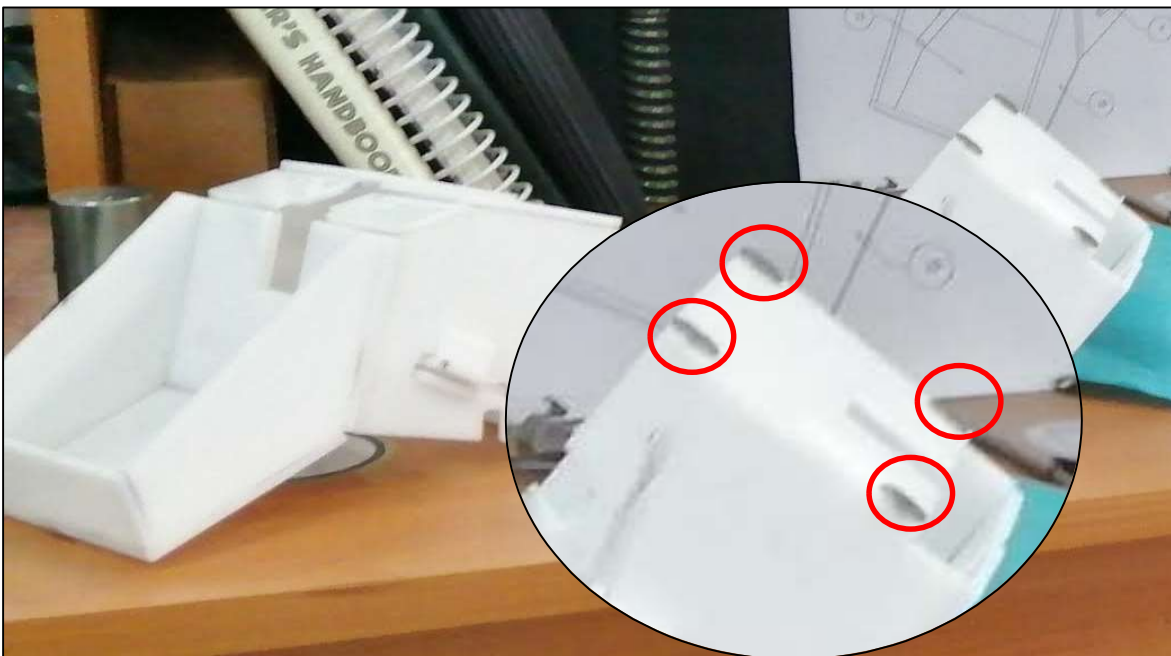


Imagen 13. Imanes de neodimio en cada pared.

La acción correctiva ya estaba fabricada, solo faltaba validar su correcto funcionamiento.

Para esto implemente una prueba con un operador, se adaptó la canaleta a la mesa y el dispositivo a la canaleta, se colocó el nuevo NG en el dispositivo y se observó el proceso durante una hora tomé tiempos de producción, analicé los movimientos del operador y la ergonomía y funcionamiento del dispositivo. **Imagen 14**,

Para la selección y segregación de las piezas abiertas no había ninguna clase de problema, las piezas caían en la zona correcta y se evitaba la contaminación con las piezas OK.



Imagen 14. Prueba e implementación de dispositivo.

Las piezas OK caían sin ningún problema, la segunda sección del dispositivo no presentaba falla por lo que el sistema poka-yoke funcionaba correctamente.

Apareció una pieza cerrada, al ser una pieza cerrada esta quedaba en el diámetro menor del NG, lo que se tenía que hacer era recorrer la pieza hasta la tercera sección lo cual hacía el proceso improductivo y además corría el riesgo de que al recorrer la pieza, cayera en la segunda sección con las piezas OK por lo que nuevamente estaba el riesgo de tener piezas contaminadas.

Con la nueva información obtenida realice modificaciones en el diseño del dispositivo, tomando en cuenta el riesgo de contaminación por piezas cerradas y tomando en cuenta el proceso improductivo de recorrer las piezas cerradas hasta la tercera sección.

Para agilizar el proceso de selección adapte el NG para que tuviera un ángulo de inclinación de 30° aproximadamente, esta inclinación ayudó a que las piezas cayeran fácilmente en las zonas indicadas evitando el riesgo de contaminación. También para evitar el riesgo de contaminación de las piezas cerradas con piezas OK agregue en el diseño una compuerta que bloquea la entrada de las piezas OK, así es posible retirar las piezas cerradas sin riesgo a que se contaminen con las piezas OK. **Imagen 15.**

Al realizar las primeras pruebas del dispositivo, me percaté que los imanes no sujetaban las secciones como lo esperaba, al mover la canaleta o mover el dispositivo con la mano se separaban provocando un proceso improductivo y dañando el dispositivo.



Imagen 15. Inclinación de dispositivo para mejor funcionamiento.

Decidí retirar los imanes y pegar las secciones para obtener un solo modulo. Se adaptó la compuerta al dispositivo y se realizaron nuevamente las pruebas, después volví a monitorear el proceso durante una hora, observe que el funcionamiento del dispositivo era tal cual lo esperaba, el operador se tardó 10 minutos en adaptarse al nuevo dispositivo ya que el funcionamiento era similar a su proceso anterior, al ver que no había problema con el dispositivo decidí continuar el proceso durante todo el turno.

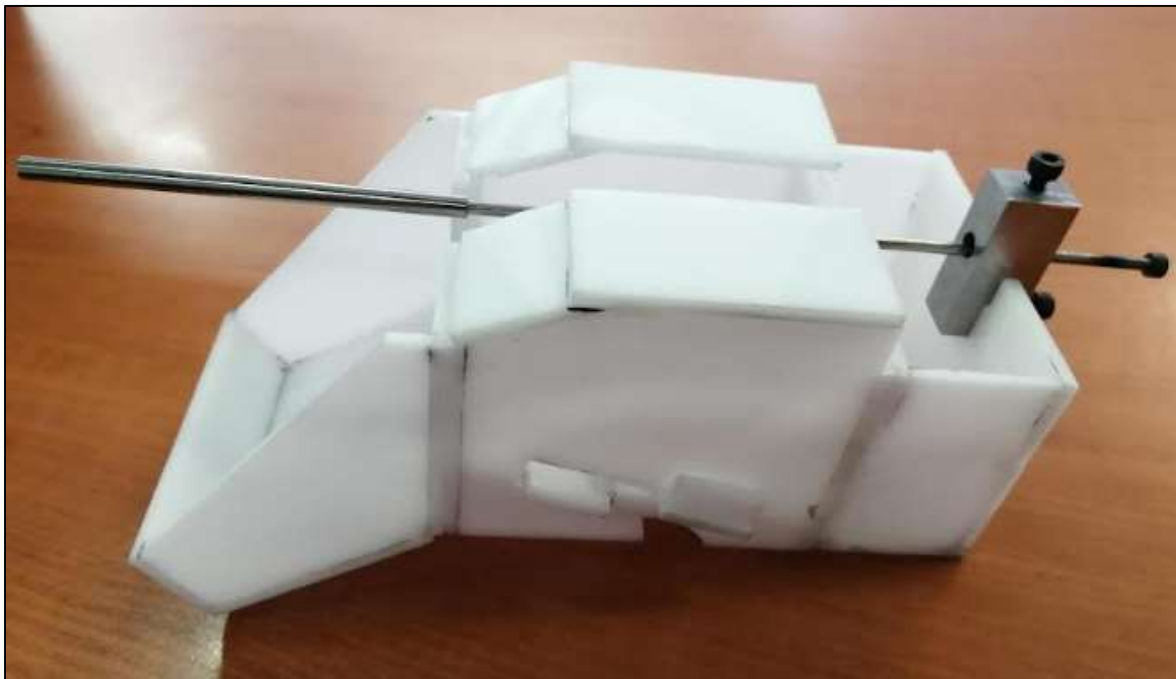


Imagen 16. Dispositivo sin imanes, un solo modulo.

Generalmente al ser un producto de alto volumen se trabaja con cuatro operadores a la vez, al terminar el turno comparé la producción del operador que utilizo el dispositivo con la producción de los tres operadores restantes. Los resultados fueron sorprendentes pues con el nuevo dispositivo incremento la producción un 40% lo cual era un indicador positivo para continuar su implementación.

La eficiencia del dispositivo estaba validada, solo quedaba comprobar la eficacia, para esto solicite al segundo turno otra selección al 100% del producto ya seleccionado con el dispositivo en el primer turno esperando no encontrar ninguna pieza NOK.

Al finalizar la selección corroboré que no se encontrara ninguna pieza NOK, por lo tanto, la eficiencia como la eficacia del dispositivo quedaron validadas.

Mande a fabricar 3 NG's y 3 dispositivos más, la fabricación de los dispositivos ya no quedaron a mi cargo, realicé una orden al área de mantenimiento, les proporcione las plantillas de las piezas y el área de diseño me proporciono un dibujo en CAD con el ensamble.

Posterior a un mes ya tenía los 4 dispositivos listos para realizar *la implementación del nuevo proceso de selección. Imagen 17*



Imagen 17. Cuatro dispositivos listos para el nuevo método de selección.

Para facilitar la implementación del proceso generé una hoja de instrucción con el paso a paso del proceso y el funcionamiento del dispositivo. **Imágenes 18,19 y 20.**

La hoja de instrucción está compuesta de indicaciones claras y precisas, así como una serie de ayudas visuales que facilitan la comprensión del proceso. Esta hoja de instrucción es aprobada por el área de calidad, ingeniería y el área de manufactura y una vez firmada queda registrada en el sistema con un folio para consulta.

 RYPESA <small>coil, bend & stamp IATF 16949</small>		HOJA DE INSTRUCCIÓN NUMERO Hi-Pr-021 NIVEL DE REVISIÓN: "00" Abr.05,2020	
Fecha de Aprobación: Abr.05,2020		Título de la Hoja: Instrucción de Selección para las grapas NY.	PAGINA 1 DE 7
Emitido por:  Ing. Pedro Flores Manufactura / Pedro Flores		Aprobado por:  Gerente de Manufactura	 Gerente de Aseg. de Calidad

1.0 PROPÓSITO
 Describir el método para la selección del material "Grapas NY" en el área de Multi Operaciones Especiales (MOE).

2.0 REFERENCIA
 N/A

3.0 INSTRUCCIÓN

3.1 INSTRUCCIONES PREVIAS A LA SELECCIÓN

3.1.1 Solicitar los contenedores específicos (OK) para poder segregar el material dentro de especificación de una manera más segura y así evitar la contaminación.



 RYPESA <small>coil, bend & stamp IATF 16949</small>		HOJA DE INSTRUCCIÓN NUMERO Hi-Pr-021 NIVEL DE REVISIÓN: "00" Abr.05,2020	
Fecha de Aprobación: Abr.05,2020		Título de la Hoja: Instrucción de Selección para las grapas NY.	PAGINA 2 DE 7
Emitido por:  Ing. Pedro Flores Manufactura / Pedro Flores		Aprobado por:  Gerente de Manufactura	 Gerente de Aseg. de Calidad

3.1.2 Solicitar el NG correspondiente al número de parte, verificar PLAN DE CONTROL.



3.1.2 Armar el sistema de canaletas para la segregación del material.



Imagen 18. Hoja de instrucción.

 RYPESA <small>roll, bend & stamp UATP 16045</small>		HOJA DE INSTRUCCIÓN NUMERO Hi-Pr-021 NIVEL DE REVISIÓN: "00" Abr.05,2020	
Fecha de Aprobación: Abr.05,2020		Título de la Hoja: Instrucción de Selección para las grapas NY.	
Emitido por:  Ing. Pedro Flores Manufactura / Pedro Flores		Aprobado por:  Gerente de Manufactura	
		 Gerente de Aseg. de Calidad	

3.2 INSTRUCCIONES PARA LA SELECCIÓN

La selección del material con número de parte "Grapa" se deberá realizar siguiendo las siguientes indicaciones:

3.2.1 Solicitud y surtimiento del material "Grapa" a la mesa de trabajo donde se realizará su selección.

3.2.2 Solicitud y colocación de la información técnica a pie de la operación (plan de control, ayudas visuales de último rechazo, hoja de instrucción y hojas de hora por hora).

3.2.3 Una vez que ya contamos con el material a seleccionar en la mesa de trabajo y se revisó la información técnica procedemos a realizar la operación.

3.2.3.1 Colocar el material a seleccionar alrededor del operador.

3.2.3.2 Tomar el material con ambas manos uno por uno y presentarlo en el NG.



 RYPESA <small>roll, bend & stamp UATP 16045</small>		HOJA DE INSTRUCCIÓN NUMERO Hi-Pr-021 NIVEL DE REVISIÓN: "00" Abr.05,2020	
Fecha de Aprobación: Abr.05,2020		Título de la Hoja: Instrucción de Selección para las grapas NY.	
Emitido por:  Ing. Pedro Flores Manufactura / Pedro Flores		Aprobado por:  Gerente de Manufactura	
		 Gerente de Aseg. de Calidad	

3.2.3.3 Si el material no se sostiene en el NG caerá en la primera sección del dispositivo y se considera como pieza "Abierta" (NOK).



3.2.3.4 Si la pieza pasa a la segunda sección del dispositivo y cae a través de la canaleta, se considera como pieza "OK".



Imagen 19. Hoja de Instrucción.

		HOJA DE INSTRUCCIÓN NUMERO Hi-Pr-021 NIVEL DE REVISIÓN: "00" Abr.05,2020	
Fecha de Aprobación: Abr.05,2020		Título de la Hoja: Instrucción de Selección para las grapas NY.	PAGINA 6 DE 7
Emitido por:  Ing. Pedro Flores Manufactura / Pedro Flores		Aprobado por:  Gerente de Manufactura	
		 Gerente de Aseg. de Calidad	

3.2.3.5 El material OK caerá en un contenedor especial cerrado para evitar posible contaminación con piezas NOK.



3.2.3.6 En caso de que la pieza se atore en el NG, cierre la compuerta para asegurar que no caiga al contenedor y recorra la pieza hasta la tercera sección.



		HOJA DE INSTRUCCIÓN NUMERO Hi-Pr-021 NIVEL DE REVISIÓN: "00" Abr.05,2020	
Fecha de Aprobación: Abr.05,2020		Título de la Hoja: Instrucción de Selección para las grapas NY.	PAGINA 7 DE 7
Emitido por:  Ing. Pedro Flores Manufactura / Pedro Flores		Aprobado por:  Gerente de Manufactura	
		 Gerente de Aseg. de Calidad	





Nota: Es responsabilidad de cada operador el separar e identificar correctamente las piezas NOK al final del turno.

Imagen 20. Hoja de instrucción.

Ya que el proceso de selección solo cambio de forma interna y se adaptó el NG al dispositivo de separación, no amerita que el cliente sea notificado del cambio al proceso, sin embargo alguna otra información como el plan de control si se modificó.

La modificación del plan de control también me corresponde así que agregué el folio de la hoja de instrucción para que cualquier operador que trabaje el producto, tenga referencia directa a la hoja de instrucción y pueda consultarla para un correcto proceso de selección.

Ya que tenía toda la información técnica actualizada, así como los 4 dispositivos ya fabricados, con la ayuda del supervisor reuní a todo el personal operativo del área con la intención de explicarles el nuevo proceso de selección, la importancia que conlleva el realizar el proceso tal cual lo explica la hoja de instrucción y la importancia de ser consciente de su proceso y su trabajo. Les explique que al ser un área de operaciones manuales el riesgo a equivocarse dependía de su compromiso a la hora de trabajar, siempre van a existir errores humanos pero con dispositivos como ese “a prueba de errores” los resultados siempre serán favorables.

Finalmente *la implantación de los dispositivos* estaba hecha, la respuesta por el personal operativo era positiva, incluso surgieron sugerencias de expandir la acción correctiva hacia otros productos similares que utilizaban el mismo proceso de selección.

Como parte de un análisis de solución de problemas, hay una sección en donde se analiza si hay productos que pueden llegar a tener el mismo problema y de ser así se recomienda aplicar las mismas acciones correctivas aunque ese producto aun no haya presentado problemas, es como prevenir el riesgo antes de que pase.

Sabiendo esto, se hizo un listado de productos similares que utilizaran el mismo proceso de selección, se encontraron 4 productos similares lo único que cambiaba era la abertura de las grapas. Al tener aberturas diferentes, los diámetros de los NG´s cambiaban, fue ahí que mande a fabricar nuevos NG´s con el mismo concepto que el NG-1104. Nuevamente se realizó una requisición para comprar los botadores y se emitió una solicitud de fabricación para el área de maquinado y erosión.

Una vez teniendo los nuevos NG´s se implementó el mismo procedimiento y se adaptaron a los nuevos dispositivos.

Meses después se dio *seguimiento al correcto funcionamiento de los dispositivos*, el problema se había erradicado pues ya no se habían reportado rechazos internos o externos por lo que se podía concluir que el tema de selección de aberturas se había cerrado.

Sin embargo los dispositivos al ser de un material resistente pero a la vez frágil, con el uso y el paso del tiempo se van deteriorando, así que realicé una solicitud para que los dispositivos fueran recubiertos con lámina galvanizada y así poder alargar su tiempo de vida. **Imagen 24**

Sumado a esto se realizó un programa de mantenimiento y se compartieron los planos para poder fabricar nuevos dispositivos cada vez que se requieran.

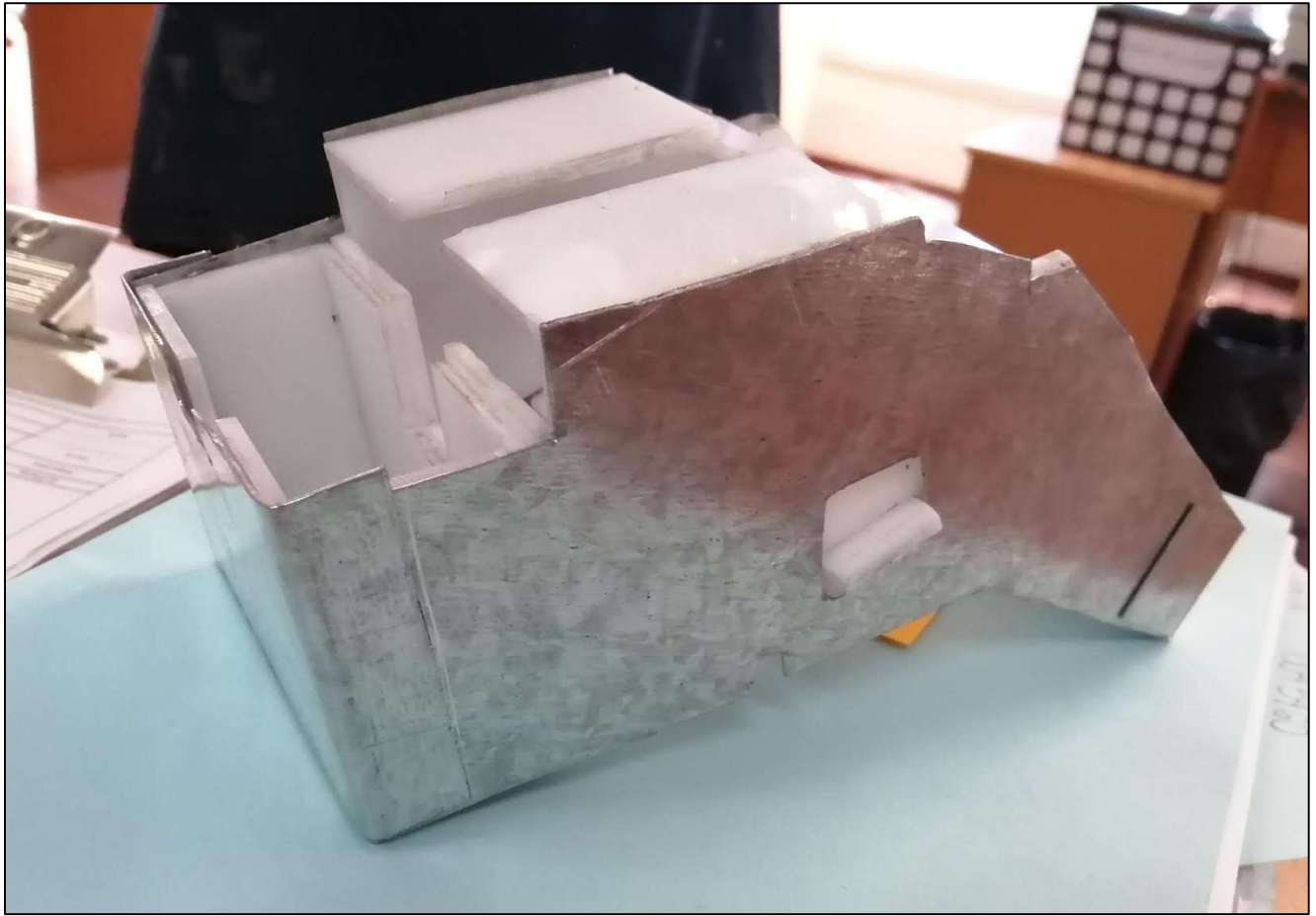


Imagen 24. Dispositivo final, con refuerzo de lámina galvanizada.

Conclusiones

Desde que inicie mi trayectoria académica siempre tuve un objetivo en la mente y ese objetivo era titularme de una carrera en donde pudiera desarrollar mi imaginación, poder crear y dar vida a mis ideas y así poder resolver un problema o facilitar una actividad, sin duda alguna esa carrera es la ingeniería.

Estudiar una ingeniería implica más que solo obtener buenas calificaciones, implica más que solo pasar las materias, es un privilegio que muy pocos logran tener ya que no es nada fácil, sin embargo, desde mi punto de vista para poder decir que estudiaste ingeniería debes ser capaz de demostrar que todo el conocimiento y la información que recibiste la puedes aplicar en tu día a día porque al final ese es el objetivo, pero eso solo lo puedes descubrir hasta que te enfrentas al mundo real, al mundo externo donde te das cuenta que las necesidades que puede llegar a imponer la sociedad van más allá.

Es así como puedo concluir que el ser un profesionalista y tener una carrera funciona como una herramienta para poder resolver los distintos tipos de problemas que se presentan tanto en la industria como en la vida cotidiana, tal como el que acabo de describir en el contenido de este trabajo.

Gracias a la carrera pude obtener los conocimientos para poder desarrollar una idea capaz de resolver un problema y gracias a eso, también desarrollé algunas habilidades que me serían muy útiles durante toda mi trayectoria laboral y en mi vida personal. Por ejemplo, debido al problema que se presentó en la empresa y la manera en que pude resolverlo, me permitió ver más allá, mi forma de pensar cambio a la hora de enfrentar una situación porque entendí que si aplicas la metodología correcta y realizas un análisis eficiente, puedes llegar a la causa raíz de todo y en consecuencia aplicar acciones que eviten que el problema vuelva a ocurrir.

En fin, una conclusión no llega cuando algo se termina, si no cuando entiendes el porqué de las cosas y utilizas esa razón para seguir adelante, usando todo lo que tienes a tu alcance con un solo objetivo; ser mejor día con día.

Gracias, por su atención.