



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

AGOSTO-DICIEMBRE 2021

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

**PROYECTO DE TITULACIÓN**  
**CÁMARA POKA YOKE PARA DETECCIÓN DE**  
**REBABA EN RANURA DE PLUNGER AVO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**MIGUEL ANGEL ORTEGA GUERRERO**

**ASESOR:**

**M.C. JOSÉ ALONSO VERA GARNICA**



Mayo



Ricardo  
**2022 Flores**  
Año de  
**Magón**  
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

## **CAPITULO 1 PRELIMINARES**

### **Agradecimientos**

Quiero aprovechar en estas pequeñas líneas para agradecer a todas las personas que han estado en las buenas y en las malas, apoyándome por la andadura en lo largo de estos 4 años y medio en la carrera Ingeniería Industrial ejercida por el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

En primer lugar, quiero agradecer el apoyo que recibí por parte de toda mi familia, desde mis padres, hermanos, tíos y abuelos. Mis padres que siempre han estado brindándome su apoyo incondicional desde el inicio hasta el final de la ingeniería, dándome todo lo necesario incluso cuando no se contaba con lo suficiente, ellos lucharon a lado mío para que yo pudiera llegar a la meta. En especial, quiero agradecer a mi madre motivación por la cual pude llegar hasta el final.

Posteriormente quiero agradecer a mis amigos y compañeros de grupo los cuales fueron muy importantes a lo largo de la andadura, espero y podamos seguir conservando nuestra amistad.

También quiero dar las gracias a cada uno de los docentes que me impartieron sus conocimientos a lo largo de la carrera, debido a que sin ellos esto no hubiera sido posible, sin dejar a pecho agradezco a la gran institución que me ha preparado desde que decidí ser ingeniero, el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

Finalmente, doy mil gracias a mis asesores Juan Negro Días Ovalle Y José Alonso Vera encargados de darme su apoyo en el paso final, así mismo, doy gracias a Beyonz Mexicana SA de CV por darme su confianza para realizar mis residencias en este cálido lugar de trabajo. Por último, doy gracias a las personas del departamento de Ingeniería en manteamiento de la empresa Beyonz Mexicana, a Juan Manuel, Enrique Palacios, Jorge Reyes y José Trinidad Morales por el apoyo que me brindaron para cumplir con el objetivo del proyecto.

¡Mil Gracias!

## **Resumen:**

Este proyecto que se presenta a continuación es una cámara Poka-Yoke para eliminar los defectos de las piezas en la línea de producción Plunger AVO.

Este proyecto desarrollado a lo largo de seis meses consta de una cámara de alta resolución la cual detecta los defectos en la pieza y los elimina a través de un cilindro, todo esto controlado a través de un PLC.

En la primera etapa de proyecto se definió el problema, el cual, fue el aumento de reclamos por parte de los clientes hacia la empresa debido a defectos detectados en las piezas que la empresa comercializa.

Para plantear la alternativa de solución se realizaron algunos estudios para determinar la factibilidad del proyecto y luego de determinar que, efectivamente era un proyecto factible, se procedió a la elaboración de diseños a mano alzada del prototipo del proyecto, para posteriormente ser realizados en softwares de diseño.

Se inició con la elaboración del prototipo del poka-yoke aplicando los conocimientos obtenidos previamente de las capacitaciones otorgadas por la empresa, el prototipo se concluyó con éxito y se dio inicio a la fase de pruebas.

El proyecto no llegó a su fase final que es la inserción del poka-yoke a la línea de producción, debido a que el periodo de práctica concluyó, sin embargo, los resultados de las pruebas del prototipo fueron altamente favorables, lo que significa que el poka-yoke cumple su función con éxito.

## Índice

CAPITULO 1 PRELIMINARES.....	2
Agradecimientos .....	2
Resumen: .....	3
Índice .....	4
CAPÍTULO 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	8
Introducción: .....	8
Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente: .....	10
Misión: .....	10
Visión: .....	10
Filosofía de equipo Beyonz Mexicana: .....	11
Objetivos estratégicos automotrices.....	11
Objetivos estratégicos ambientales .....	12
Organigrama de la empresa:.....	12
Problemas a resolver priorizándolos. ....	13
Justificación del proyecto: .....	16
Objetivos (generales y específicos) del poka yoke .....	16
Objetivos generales de la mejora de Wet blast .....	17
CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO .....	17
Giro industrial.....	17
Sector automotriz.....	17
Ingeniería.....	18
Ingeniería en mantenimiento.....	18
Procesos.....	18
Proceso de producción .....	19
Poka Yoke .....	19
Maquinaria y equipo.....	19
Materia prima.....	19

Auto CAD.....	20
Torno CNC.....	20
Centro de maquinado.....	20
Refrigerante .....	20
Lavadora.....	20
Micrómetro de aire .....	20
Master NG .....	21
Master OK.....	21
Análisis FODA.....	21
Casos de investigación .....	22
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO .....</b>	<b>28</b>
Descripción de actividades .....	28
Diagrama de Gantt.....	28
Diseño .....	29
Instalación de softwares.....	30
Diseño a mano alzada .....	31
Capacitación de manejo de AutoCAD básico.....	33
Diseño AutoCAD.....	35
Diseño SOLIDWORKS.....	37
Cotización de componentes para POKAYOKE .....	40
Programación PLC.....	42
Diseño de la estación de trabajo .....	43
Análisis FODA al hacer la estación en planta.....	43
Análisis FODA al mandar hacer la estación con proveedores .....	44
Análisis de la opción más favorable. ....	45
Capacitación balconearía y pintura .....	46
Mejoras en otras líneas de la planta.....	53
Wet Blast sistema de extracción de partículas en la parte frontal de la máquina.....	53
Apoyo en Implementación de lavadora para la limpieza de las piezas de Wet Blast ..	64
Apoyo en fallas en las líneas.....	75
<b>CAPITULO 5: RESULTADOS .....</b>	<b>76</b>

Resultados Poka Yoke .....	76
Resultados Mejora En Wet Blast.....	78
CAPITULO 6 CONCLUSIONES .....	82
CAPITULO 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	83
CAPITULO 8 BIBLIOGRAFIAS .....	84
CAPITULO 9 .....	86

### **Índice de ilustraciones.**

Ilustración 1. Organigrama Beyonz Mexicana .....	12
Ilustración 2 Reclamo de Jatco. ....	13
Ilustración 3. Pieza NG.....	14
Ilustración 4. Pieza OK.....	15
Ilustración 5. Software AutoCAD .....	30
Ilustración 6 Software SOLIDWORKS.....	30
Ilustración 7. Diseño a mano alzada.....	31
Ilustración 8. Boceto aprobado por el Gerente y Subgerente de Ingeniería.....	32
Ilustración 9. Casillas y menú de AutoCAD. ....	33
Ilustración 10. Capaz de AutoCAD.....	33
Ilustración 11. Tornillo en AutoCAD.....	34
Ilustración 12. Tornillo acotado.....	34
Ilustración 13. Diseño del Poka Yoke en AutoCAD .....	35
Ilustración 14. Dibujo final de AutoCAD.....	36
Ilustración 15. Partes del Poka Yoke en SOLIDWORKS .....	37
Ilustración 16. Vista isométrica lateral derecha.....	38
Ilustración 17. Vista isométrica lateral izquierda .....	38
Ilustración 18. Vista frontal .....	39
Ilustración 19. Vista lateral izquierda .....	39
Ilustración 20. Vista Lateral derecha .....	39
Ilustración 21. Equipo de protección personal .....	46
Ilustración 22. Shoter instalado en línea de APZ .....	47
Ilustración 23. Trabajo de corte de piezas para estación de trabajo .....	48
Ilustración 24. Piezas para estación recién pintadas .....	49
Ilustración 25. Estación de trabajo, armada.....	50
Ilustración 26. Estación terminada, componentes ensamblados. ....	51
Ilustración 27. Parte trasera de Poka Yoke, ubicación de tablero de control. ....	52
Ilustración 28. Bomba de Blasteo.....	53
Ilustración 29. Ductos.....	54
Ilustración 30. Vista frontal de la máquina, parte por donde sale la presión de las partículas. ....	55

Ilustración 31. Diagrama causa efecto, de las circunstancias de la línea.....	56
Ilustración 32. Diseño para conectar el sistema de extracción. ....	57
Ilustración 33. Diseño de parte frontal para el sistema de extracción .....	58
Ilustración 34. Prototipo de tapa. ....	60
Ilustración 35. Tapa con ajustes lista para ensamblar en máquina de WetBlast.....	61
Ilustración 36. Parte frontal, mejora implementada.....	62
Ilustración 37. Conexión hacia sistema de extracción. ....	63
Ilustración 38. Barra estabilizadora, Pieza Ok. ....	64
Ilustración 39. Barra estabilizadora, Pieza NG. ....	65
Ilustración 40. Iniciación de conexión del tablero de control. ....	66
Ilustración 41. Tablero de control, en un 50%. ....	68
Ilustración 42. Tablero de control terminado.....	69
Ilustración 43. Dibujo para la creación de la caja de la botonera. ....	70
Ilustración 44. Caja para la botonera.....	71
Ilustración 45. Caja para botonera en área de pintura. ....	72
Ilustración 46. Caja ensamblada y cableado de botones.....	73
Ilustración 47. Botonera cableada. ....	74
Ilustración 48. Prototipo de Poka Yoke.....	76
Ilustración 49. Ranura de la pieza con rebaba.....	77
Ilustración 50. Mejora en Wet Blast, Antes-Después.....	78
Ilustración 51. Propuesta de mejora vista lateral. ....	86
Ilustración 52. Propuesta de mejora, vista frontal. ....	87
Ilustración 53. Mejora aplicada por el residente en la línea WetBlast, esta imagen muestra el antes y el después de la implementación. ....	88

### **Índice de tablas**

Tabla 1. Cronograma de actividades para el Poka Yoke. ....	29
Tabla 2. Lista de componentes para Poka Yoke. ....	41
Tabla 3. Análisis FODA para elaboración de estación en planta. ....	43
Tabla 4 Análisis FODA, para hacer la estación de trabajo con proveedores. ....	44
Tabla 5. Producción antes de la mejora. ....	79
Tabla 6. Producción después de la mejora.....	80
Tabla 7. Comparación de productividad antes y después de la mejora. ....	81

## **CAPÍTULO 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **Introducción:**

En el presente, se encuentra el desarrollo del proyecto de estadía, el cual previamente fue seleccionado por el practicante según su consideración.

Beyonz Mexicana SA de CV, es una empresa japonesa de giro automotriz, dedicada a la fabricación, maquinado y venta de piezas automotrices, que, desde el año 2013, año en el que entró en el mercado, se ha posicionado como una de las empresas más importantes del sector, convirtiéndose en uno de los principales y más fuertes proveedores de empresas de nivel internacional.

Este proyecto será de gran ayuda para la empresa beneficiaria, el proyecto en cuestión es una cámara Poka Yoke para detección de rebaba en ranura de plunger AVO.

A lo largo del desarrollo de este reporte encontraremos la información básica de la empresa, desde sus inicios, visión, misión y lo que es hoy en día, en seguida, se tiene el organigrama general de la empresa donde cada empleado puede conocer cuál es su posición dentro de la empresa, así como, la problemática que se pretende resolver.

La detección de problemas se hizo a base de orden de prioridad del departamento de calidad, esto se definió por la inconformidad externada por Jatco hacia las piezas que se producen en la línea Plunger AVO.

Este reporte otorga a la empresa la posibilidad de identificar sus fallas más sobresalientes, aunado a esto le proporciona una descripción detallada de actividades a realizar para desarrollar una solución factible y rentable a dichos problemas.

Dentro de los varios apartados que conforman este documento se identifican imágenes alusivas a algunos de los de los pasos esenciales del desarrollo del proyecto, tales como, imágenes e ilustraciones del manejo de diferentes softwares empleados para el diseño de la cámara Poka-Yoke.



En este documento se encuentran también otras mejoras implementadas en las líneas de producción de la empresa en cuestión.

**Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente:**

Beyonz Mexicana es una empresa Japonesa de giro automotriz encargada de la fabricación, maquinado y venta de piezas automotrices así como la fabricación de pines para moldes.

Esta empresa japonesa se estableció el 19 de marzo de 2013 con una área en planta de 40,000 metros cuadrados. Uno de los principales objetivos fue generar más de 300 empleos para los mexicanos en enero de 2023. Para marzo de 2016 esta empresa ya contaba con 44 empleados a su disposición y para abril de 2021 ya tenía en órbita a 220 empleados.

Los principales clientes de la empresa son: Jatco, Nissan Motors, NHK Spring, G-TEKT, Honda, Mazda, Subaru, Valo, Ryobi, Hitachi, Sanden.

Las áreas que componen esta organización son: Recursos humanos, Finanzas (Compras, ventas), Ingeniería en mantenimiento, Control de producción, Departamento de producción y calidad.

El residente desarrollo sus actividades en el área de Ingeniería en Mantenimiento

**Misión:**

A través de nuestra tecnología, formar parte de la sociedad.

Buscar el valor de la tecnología y perseguir el progreso en las actividades empresariales. Desarrollar la vida a través de la tecnología adecuada es nuestra convicción y la misión que debemos cumplir para la sociedad.

**Visión:**

Somos un equipo que

1. Recibe la confianza y aceptación del Cliente y la Sociedad.
2. Se desarrolla eficientemente y con enfoque -pequeño pero talentoso.

3. Busca el crecimiento y felicidad recíproco -empresa y empleados.
4. Cada miembro es importante –todos participan activamente y están motivados.
5. Comparte sus emociones (alegría, enojo, tristeza, entusiasmo, etc.).

### **Filosofía de equipo Beyonz Mexicana:**

BEYONZ MEXICANA es un equipo.

Cada uno de los empleados es un miembro importante del equipo.

Satisfacción del Cliente, éxito del equipo, y crecimiento y felicidad del integrante es el origen de la administración de la empresa.

Beyonz es la empresa Mexicana pero al mismo tiempo, su origen es japonés. Es importante la comprensión y el respeto de la cultura de cada país, para cumplir el objetivo de ser un equipo atractivo que va más allá de las fronteras de Japón y México.

### **Objetivos estratégicos automotrices**

- 1.-Asegurar el objetivo de las ventas y utilidades (ventas y operativo)
- 2.-Scrap de proceso menor a 3,000 ppm (calidad)
3. Reclamo de cliente menos de cuatro (objetivo interno es cero) (calidad)
- 4-Crear el ambiente de trabajo con cero accidentes (seguridad e higiene)

### **Objetivos estratégicos moldes**

- 1.- Crear un ambiente cero accidentes (seguridad e higiene)
- 2.-Cumplir con los presupuestos generales de la unidad de moldes asegurando las utilidades para tener números negros (ventas)
- 3.- Más/menos cero utilidades operativas de los pines fabricados en México (se basa en los 22 días hábiles en junio de 2021). Asegurar más de 5% en 2022 (se basa en los 22 hábiles)



## **Problemas a resolver priorizándolos.**

En la línea Plunger AVO en los últimos meses ha habido un gran reclamo por parte del cliente debido a la no conformidad en las piezas que se maquinan en esta línea de producción.

En la siguiente ilustración se muestra el reclamo del cliente.

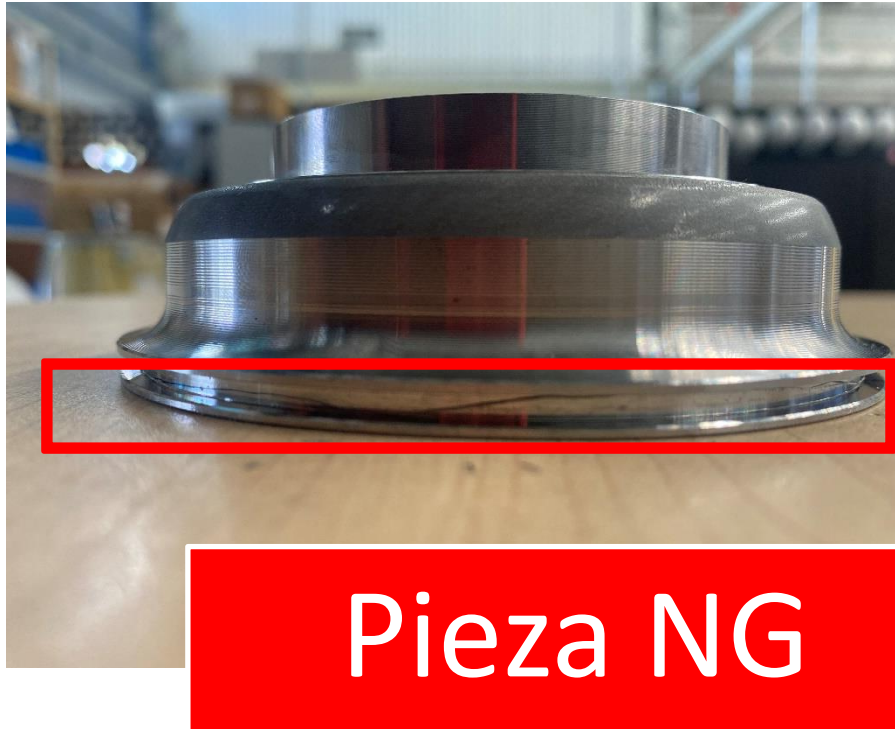


**Ilustración 2 Reclamo de Jatco.**

Esto originó integrar una línea de inspección, la cual, sirve para sortear las piezas y eliminar la rebaba que estaba en las piezas Plunger AVO, es por ello que se decidió actuar de forma inmediata para eliminar los defectos de las piezas.

El problema a resolver en la línea es eliminar la rebaba que se encuentra dentro de la pieza Plunger AVO, defecto que se eliminará a través de un Poka Yoke.

En la ilustración 3 se muestra la pieza NG, la ranura está señalada en un rectángulo rojo, aquí se puede apreciar el problema que ha originado el reclamo del cliente, seguido de ella en la ilustración 4 color verde se puede observar una pieza ok.



**Ilustración 3. Pieza NG**

En la imagen anterior se puede observar una delgada rebaba dentro del rectángulo rojo, este es el pequeño defecto más notable a simple vista.

Así mismo, la siguiente ilustración 4 muestra la pieza ok de la línea, la cual se puede observar que cumple con todos los requisitos.



**Ilustración 4. Pieza OK**

### **Justificación del proyecto:**

El principal problema es la pérdida de contrato con el cliente por la mala calidad de las piezas, uno de los defectos más constantes es la rebaba dentro de la ranura de la pieza, razón que originó el desarrollo del proyecto con el fin de eliminar los problemas actuales.

En la línea se ha calibrado la presión del refrigerante del CNC en varias ocasiones para intentar eliminar la rebaba que se presenta en la pieza, pero esto no ha dado resultados positivos.

Lo que se propone hacer para resolver los problemas, es desarrollar el Poka Yoke, el cual, toma cuatro puntos de la pieza la cual girara a través de un servomotor, la cámara, al detectar la rebaba acciona un pistón, operación que eliminara la materia sobrante mientras la pieza está rotando. Los resultados que se esperan son disminuir los PPMS, el tiempo ciclo actual es de 0.61 con el cual se producen 99 PPH, de las cuales 2 son piezas NG, con el Poka Yoke las PPH disminuirán a 98 de las cuales se esperan que todas sean piezas ok. Así mismo, los PPM's estarán por debajo de los 3000 los cuales son los permitidos por el departamento de calidad.

Así mismo, con la creación de este proyecto el residente desarrollara una habilidad para crear nuevos proyectos en la empresa y mejoras dentro de los procesos de producción.

### **Objetivos (generales y específicos) del poka yoke**

El objetivo general del proyecto es:

- Cumplir con los requerimientos del cliente.

Derivado de ello los objetivos específicos que se pretenden lograr con el Poka Yoke son:

- Disminuir los PPM`S
- Eliminar línea de inspección.



## **Objetivos generales de la mejora de Wet blast**

- Proteger la salud del operario, a su vez que el tiempo ciclo del proceso se mantenga y la producción no disminuya.

## **CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO**

A continuación, se presentan los temas principales que identifican este proyecto y que, además, sirven como punto de partida para entender de mejor manera el desarrollo del proyecto, desde definiciones básicas, desarrollo e incluso la visualización a futuro del mismo.

### **Giro industrial**

Para comprender las actividades que desarrolla la empresa, debemos conocer cuál es el giro al que dicha empresa pertenece, en este caso para comprender mejor a que se refiere este término se presentan algunas definiciones de distintos autores.

Una de las definiciones que encontramos para este concepto es “negocios que se dedican a la fabricación de bienes, aquellos que usan los recursos naturales o materias primas, y lo transforma en un producto terminado”. (Rodríguez, 2022)

Con esto se entiende y se llega a la conclusión de que todas aquellas que empresas u organizaciones que dirigen sus actividades económicas a la transformación de la materia prima para convertirla en un nuevo producto con aquellas que se sitúan en el giro industrial.

### **Sector automotriz**

Según el sitio web Avantis (2020), menciona que el sector automotriz es la industria que se encarga de diseñar, desarrollar, fabricar, ensamblar, comercializar y vender automóviles, o bien, partes de automóviles.

En el mismo sitio, se encontró que, para este sector, es de suma importancia tener siempre en cuenta el tiempo, pues es necesario cumplir con los tiempos exactos que se tienen estipulados, del mismo modo que los movimientos que se hacen dentro de la compañía, todo esto con el fin de entregar la mercancía en el tiempo y forma acordado.

### **Ingeniería**

Según el Consejo de Ingenieros para el desarrollo profesional, “la ingeniería es la aplicación de la ciencia en la conversión óptima de los recursos naturales para uso de la humanidad”.

Por su parte, Pardo, J. define la ingeniería como un arte que emplea conocimientos científicos para la invención, perfeccionamiento o utilización en todo lo que sea viable.

Ambos autores comparten un punto esencial dentro de sus definiciones, debido a que ambos coinciden que la ingeniería requiere de conocimientos de ciencia.

### **Ingeniería en mantenimiento**

En el punto anterior se explica el significado de la ingeniería, ahora bien, se entiende como ingeniería en mantenimiento a la rama de la ingeniería que se dedica al estudio y desarrollo de técnicas que faciliten el mantenimiento de las instalaciones de una empresa, con esto a su vez se espera una optimización de procesos.

En el caso de este proyecto, en la empresa Beyonz, la ingeniería en mantenimiento se divide en cuatro rangos; gerente, especialistas, staff y técnicos. Estos tienen tareas y/o actividades específicas, en el caso de los especialistas son los encargados de detectar y realizar las mejoras pertinentes en los procesos, mientras que los staff se encargan de la documentación, un ejemplo de esto son las hojas de falla, y los planes de mantenimiento, finalmente, los técnicos tienen son quienes solucionan las fallas que se presentan en las maquinas.

### **Procesos**

“Un proceso es una secuencia de acciones que se llevan a cabo para lograr un fin determinado. Se trata de un concepto aplicable a muchos ámbitos, a la empresa, a la química, a la informática, a la biología, a la química, entre otros.” (Westreicher, 2022).

Por otra parte, Yirda (2021), define un proceso como la sucesión de actos o acciones realizados con cierto orden, que se dirigen a un punto o finalidad, así como también al conjunto de fenómenos activos y organizados en el tiempo.

Todos los autores citados dentro de esta definición redactaron su propia definición de acuerdo al tiempo en el que vivían, sin embargo, actualmente considero que estas dos definiciones se complementan con los aspectos más relevantes de cada una.

### **Proceso de producción**

A partir de la definición anterior se define un proceso de producción como el conjunto de actividades que se encargan de transformar la materia prima en un producto para ser entregado al cliente final.

### **Poka Yoke**

Poka Yoke significa “a prueba de errores”, se trata de mecanismos o dispositivos que una vez instalados, evitan los defectos, aunque se cometan errores”. (Elical, 2020)

Dentro de Beyonz, los Poka Yoke se emplean para eliminar defectos, identificar piezas NG y/o detectar las piezas que no cumplen con los estándares de la empresa, o bien, con los requisitos que solicita el cliente.

### **Maquinaria y equipo**

Pérez (2016) define la maquinaria y el equipo como los activos que posee una empresa para su uso en la producción o suministro de bienes y servicios, para arrendarlos a terceros o para propósitos administrativos, y se esperan usar durante más de un período económico.

Dentro de la maquinaria y equipo que se emplea para la realización de este proyecto, se encuentra, la cámara de visión alta resolución, sensor, cilindro, servomotor, fuente de alimentación 24VDC, electroválvulas, plc, etc.

### **Materia prima**

En 2020, Caballero, F, define la materia prima como, los insumos o materiales que se transforman para crear un producto final, lo anterior, se logra mediante el proceso de producción.

### **Auto CAD**

El AutoCAD es un programa tecnológico de diseño de infraestructuras y piezas necesarias.

Para llevar a cabo este proyecto se empleó este programa para diseñar la estación de trabajo y cada una de sus piezas, por ejemplo, las láminas. Este programa facilitó la obtención de ángulos y medidas para realizar los cortes necesarios.

### **Torno CNC**

Un torno cnc es una máquina que se emplea para realizar trabajos mecanizados, son operadas mediante un sistema de control numérico a través de un ordenador que ya tiene integrado.

Esta máquina emplea datos alfanuméricos y los ejes cartesianos para su operación.

### **Centro de maquinado**

Los centros de maquinado son equipos que permiten automatizar actividades, su principal función es el maquinado de piezas y componentes metálicos; este tipo de equipos son altamente empleados en la industria automotriz para la fabricación de componentes para el motor de los vehículos.

En Beyonz el centro de maquinado sirve para maquinar la materia prima.

### **Refrigerante**

Es un proceso que sirve para enfriar las piezas mientras están en proceso de maquinado.

### **Lavadora**

Es una máquina que se emplea para lavar las piezas, en primer lugar, se introducen las piezas en el agua con un tratamiento para, posteriormente, pasar a la secadora, esta máquina, seca las piezas mediante un sistema de secado por fuerza centrífuga en donde se preparan las piezas para pasar al siguiente proceso.

### **Micrómetro de aire**

Es la máquina final de un proceso, en esta, se miden las piezas a través de presión de aire, cuando las piezas están incorrectas o defectuosas se depositan en la caja de scrap,

por el contrario, cuando la pieza terminada es correcta se le entrega al inspector para que la deposite en la materia terminada.

### **Master NG**

Es un término empleado dentro de las empresas Beyonz para y identificar las piezas cuyas características no son las correctas, es decir, aquellas que no cumplen con los requerimientos del cliente.

### **Master OK**

Es un término utilizado dentro de Beyonz para identificar las piezas que cumplen al 100% con los requerimientos que el cliente solicita.

A su vez, estos dos términos son empleados para calibrar las maquinas, brindando la posibilidad de que las maquinas tengan dos rangos a partir de los cuales pueda tomar lectura.

### **Análisis FODA**

Goodstein definió el análisis FODA como “la principal forma de validar el modelo de la estrategia de negocios”.

Por otro lado, en 2021, Martínez definió a la matriz Foda como una metodología de análisis que tiene por objetivo proporcionar una vista detallada de la estructura interna y externa de una empresa o proyecto.

Comparto algunos puntos de opinión de ambos autores, sin embargo, considero que es análisis FODA es una herramienta que ayuda a las organizaciones a identificar sus puntos de mejora con el fin de obtener más y mejores resultados.

### **Plunger AVO**

Plunger AVO, es una línea de producción en Beyonz Mexicana SA de CV, así mismo la pieza que se maquina en esta línea de producción recibe el mismo nombre.

## **Casos de investigación**

### **Caso 1. Implementación de poka-yoke en herramental para disminución de PPMS En estación de ensamble**

Este es un caso de un proyecto desarrollado en una empresa del ramo automotriz, realizado con la intención de disminuir los errores por millón [PPMS] generados por el ensamble incorrecto del mismo.

El problema se presentó debido a que se manejaban dos modelos de piezas con ejes similares y estos con frecuencia eran confundidos generando cifras alarmantes de piezas con error.

El objetivo del proyecto en fue disminuir los PPM's generados en un 50%, a través de la implementación de un poka-yoke que evitara dicho defecto.

El poka-yoke consistía en instalar un sensor fotoeléctrico en la máquina para detectar el error, el cual, permitía diferenciar la longitud y geometría de la pieza.

Algunas características como los ejes entre modelos A y B fueron evaluadas, entre ellos la longitud, diámetro, forma geométrica y material del que están hechos. Posteriormente se colocó el poka-yoke de sensor fotoeléctrico a un lado de la fixtura, la cual si se colocaba un eje de menor altura (125mm) no era detectado por el láser y la máquina no continuaba con el ciclo, enviando un mensaje por el PLC de colocar el eje en el caso del modelo B.

Para validar el poka-yoke se hizo un estudio de repetibilidad y reproducibilidad [R&R] donde se comprobó que con la implementación del proyecto se logró reducir los PPMS en un 87.97%.

## **Caso 2. Implementación de dispositivo a prueba de error (poka-yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico**

Este caso es un ejemplo de la aplicación de un poka-yoke en la empresa Accudyn de México, el cual pretende solucionar el problema de los rechazos de calidad por falta de componentes (Clips) en el soporte de cableado de arneses (Parte mecánica que se inserta en el cuerpo del automóvil para rutear los cables), correspondientes al modelo Camaro los cuales generan quejas y alertas del cliente.

El poka-yoke que se desarrolló consistió en un sistema electromecánico conformado por un fixture (parte mecánica conocida como herramental), un dispositivo electrónico formado por un controlador lógico programable, sensores y actuadores que interactúan entre sí para evitar la falta de clips en el producto “soporte para cableado de arneses del modelo Camaro.”

Para la realización del poka-yoke fue necesario emplear máquina de control numérico utilizando como materia prima una placa de Naylamid.

Los resultados finales de la implementación de este proyecto fueron validados con una serie de pruebas que demostraron que con la implementación del dispositivo a prueba de error se eliminaron los errores cometidos por distracción del operador, ya que no permite enviar producto con faltantes de clips al cliente final al disminuir de 27 fallas por mes a 0 fallas, además se incrementa la habilidad del trabajador y la rapidez de la operación al incrementar de 60 pzas. / hr. a 80 pzas. / hr., y, se mejora el método de trabajo al permitir ejecutar la tarea correctamente.

### **Caso 3. “DISEÑO DE DISPOSITIVO POKAYOKE PARA INSERCIÓN GUIADA DE TERMINALES EN INDUSTRIA ARNESERA”**

Este caso es de la empresa ACME de Hermosillo, Sonora, la cual presenta alta cantidad de desperdicios de material y de dinero ocasionados principalmente por la mano de obra, ya que las tareas son repetitivas y en alto volumen generan en el operador dificultad para llevar a cabo su trabajo de manera constante durante toda su jornada laboral.

El desarrollo de este proyecto consistió en diseñar un dispositivo Poka Yoke para inserción guiada de cables con terminales en conectores para arneses de la industria del sector automotriz, el cual consiste en un sistema de control inteligente que permitirá notificar al cliente en tiempo real acerca de los defectos, piezas producidas y tomar acciones correctivas en el momento para evitar futuros errores.

Este dispositivo Poka-Yoke consistirá en reducir/eliminar el defecto de invertido dentro del proceso de ruteo y ensamble del arnés. Esto será posible mediante el análisis oportuno y eficaz, guiando al operador por una secuencia de inserción de cables sistematizada y controlada hasta la inserción en el conector.

La etapa de inserción de terminales en el conector ocurre durante la estación de preblock, la cual es una estación crítica y de suma relevancia ya que aquí se preforman los conectores con su respectivo cableado para después ser procesado en las etapas de ruteo, colocación de accesorios y/o enteipado. El operador responsable de esta tarea deberá ser una persona certificada y calificada para realizar el trabajo con la mayor calidad posible.

Al incluir un sistema Poka-Yoke de inserción guiada de terminales proporcionará al personal encargado un medio para aumentar su productividad y disminuir sus errores tomando acciones preventivas que eviten que los posibles defectos sean detectados una vez que el arnés es terminado.



#### **Caso 4. Poka-Yoke para fabricar coches sin errores**

Este caso se centra en las empresas del sector de la automoción que enfrentan importantes penalizaciones cuando se producen errores en la cadena de suministro de los componentes a los fabricantes de automóviles.

Uno de los requerimientos era disminuir los errores de secuenciación, que se habían producido con el anterior Volkswagen Polo por parte de otras compañías.

Una reducción de errores que es importante porque esta compañía se encarga de suministrar los seis cristales.

Se optó por realizar un Smart Poka-Yoke, el cual, permite secuenciar la entrega de cristales a Volkswagen en el orden en el que el fabricante los tiene que recibir para su montaje en el coche. Tienen un tiempo de entrega reducido y necesitaban ser ágiles en el proceso de secuenciación de cristales.

La solución se ha centrado en la automatización del proceso para eliminar pasos que el operario tenía que realizar de forma manual para comparar las referencias de los cristales sobre el papel y el orden de entrega al Volkswagen, Schnellecke Logistics recibe los cristales, que se introducen en su sistema propio 'just in time' para procesar su orden, y formar los racks.

La solución se ha apoyado en la visualización del rack en un monitor para que el operario lo visualice y en un sistema semafórico con balizas en colores rojo y verde, que se han instalado en las islas de secuenciación.

La baliza verde indica el contenedor del que se debe tomar el cristal, según el orden del rack, mientras que el color rojo indica que no hay que utilizar ese contenedor de cristales.

La solución incluye un sistema de verificación para que el operario compruebe que el cristal que ha tomado sigue siendo el correcto, para lo que se ha empleado una cámara OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) para escanear el código del cristal.

La solución ha permitido a Schnellecke Logistics hacer el proceso más rápido, fluido y en menor tiempo de ciclo.

### **Caso 5. Poka-Yoke en línea de producción de cubiertas para porta equipaje automotriz**

Este caso se desarrolla en una empresa automotriz que realiza una operación de costura en la línea donde se produce una cubierta retráctil para porta equipaje y que realiza desde el corte de material hasta la inspección final del producto terminado en un rango de producción desde 400 hasta 500 piezas por día. La operación de costura consiste en pasar la pieza con una cintilla adherible a través de la máquina de coser y realizar una costura recta en ambos lados de la cintilla. La operación dependía en su totalidad de la experiencia y habilidad que tiene el operador para mantener una costura recta, observándose una amplia variación en las costuras. El problema detectado es que estas variaciones provocaban que las piezas fueran rechazadas y se generara desperdicio, y, a su vez, pérdidas económicas.

Por lo anterior se plantea el diseño e implementación de un Poka Yoke para reducir la variación en la operación de costura de cubiertas retráctiles porta equipaje, disminuyendo la cantidad de defectos tales como desperdicios y su impacto financiero en la organización.

Para el diseño del Poka-Yoke se utilizó la metodología de prototipado rápido, consistente en una técnica de manufactura que se fundamenta en un modelado físico de los diseños, lo cual permite una mejor comprensión de las ideas en la etapa de desarrollo, ayudando a encontrar problemas potenciales.

El proceso inicia con la simulación de experiencia del usuario por medio de un modelo manual del poka-yoke creado con materiales sencillos y fáciles de obtener, posteriormente se realizan las correcciones correspondientes al prototipo.

Con la aplicación del Poka-Yoke se modificó el método de costura, introduciendo el material de forma horizontal, realizando un movimiento que permite presionar la tela para

el cierre de la costura, la cual es liberada al terminar la operación para regresar al punto inicial y continuar con la siguiente pieza.

Además, el Poka-Yoke utilizó una guía para evitar el movimiento irregular producido por la fuerza del operador, respetando la velocidad de la máquina de coser.

Con la implementación del Poka-Yoke en la línea de producción se eliminaron al 100% los defectos en la operación de costura, los que anteriormente representaban el rechazo de un 40% de la producción total de cubiertas en las auditorías de calidad realizadas al proceso.



Integración de los componentes del proyecto						

**Tabla 1. Cronograma de actividades para el Poka Yoke.**

El proyecto de residencias en el periodo de Agosto-Diciembre de 2021 surgió a partir del reclamo de Jatco, uno de los principales clientes de la empresa, esta inconformidad fue a causa de la rebaba que se encontraba en la parte interior de la ranura de la pieza Plunger AVO.

**Diseño**

En la empresa optó por desarrollar el proyecto de la cámara Poka Yoke para detectar la rebaba de la ranura de la pieza de Plunger AVO.

Plunger AVO es el nombre de la línea de producción y de la pieza que se procesa en esta línea de producción.

En la primera semana de agosto, se trató el tema del problema que se presentaba en la línea Plunger Avo, punto en el que se comentó el plan para poder eliminar este problema, el cual, trato de desarrollar una cámara de visión la cual tiene como fin eliminar el defecto de la pieza del proceso de producción.

En la semana dos se tuvo un recorrido por la empresa, donde se pudo observar las cámaras con las que contaban en otras líneas de producción.

En el recorrido en planta se explicó cada una de los sistemas de visión, su funcionamiento, las características, las partes que conforman una cámara, cual es la función de un Poka yoke entre otros aspectos muy importantes, a partir de esto las ideas que surgían son positivas para lo que se espera lograr.

Un Pokayoke es una técnica de calidad para evitar errores en la operación de un sistema.

### **Instalación de softwares**

Para dar comienzo con este proyecto y definirse los softwares a utilizar, estos fueron instalados con éxito, con la ayuda del departamento de sistemas.

La ilustración 5 muestra el programa de AutoCAD, mismo que sirve para el diseño en plano 2D.

La ilustración 6 muestra el programa SolidWorks este tiene como función diseñar y crear infinidad de ideas.



**Ilustración 5. Software AutoCAD**



**Ilustración 6 Software SOLIDWORKS**

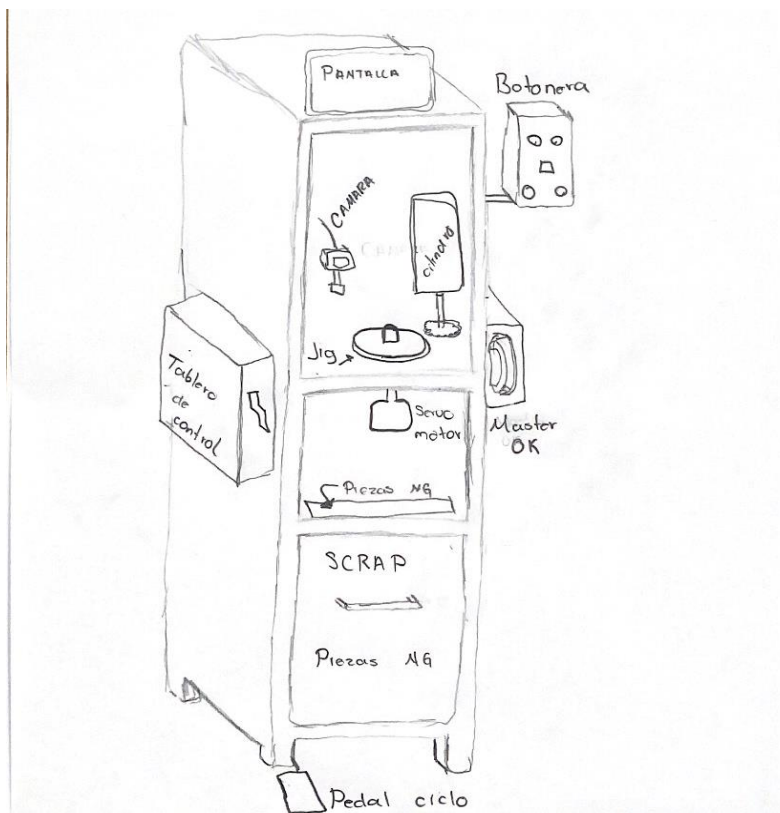
### Diseño a mano alzada

Para dar comienzo al diseño del proyecto se tomó en cuenta una cámara pokayoke de la línea de proceso **HUB**, con el fin de tener una idea más clara, para seguir trabajando con la nueva propuesta de mejora para Plunger AVO.

Al tener en cuenta la cámara de Hub, se comenzó a trabajar con un boceto a mano alzada para presentarse al gerente de Ingeniería en mantenimiento y asesor del proyecto Juan José Díaz Ovalle.

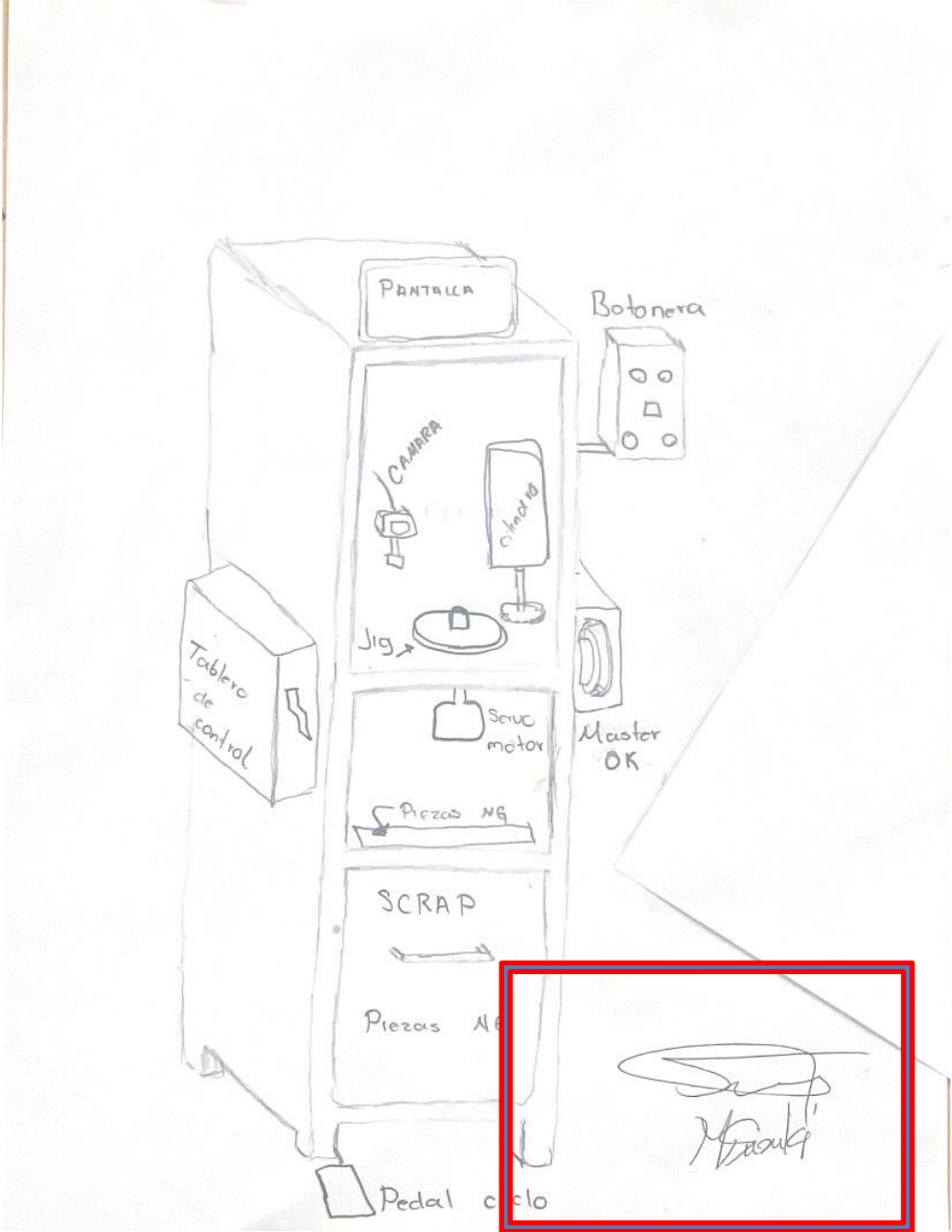
Para el dibujo a mano alzada se tomó en cuenta cada uno de los componentes necesarios para la cámara, y con ello se logró tener una idea más concreta del funcionamiento del mismo.

La ilustración 7 muestra el boceto que se desarrolló por el residente al frente del proyecto.



**Ilustración 7. Diseño a mano alzada.**

La ilustración 8 muestra la autorización del boceto, esta, está firmada por el gerente Masao Susuke y Juan José Días Ovalle, gerente y asesor del proyecto



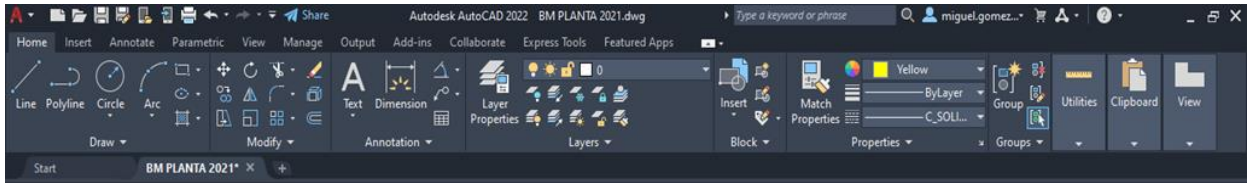
**Ilustración 8. Boceto aprobado por el Gerente y Subgerente de Ingeniería.**



## Capacitación de manejo de AutoCAD básico.

Se llevó a cabo la capacitación de manejo de AutoCAD, con la finalidad de que pueda desarrollar el diseño de la estación de trabajo para el producto de AVO PLUNGER.

Primero, se muestra las casillas con las que cuenta el menú y su funcionalidad en la ilustración 9.

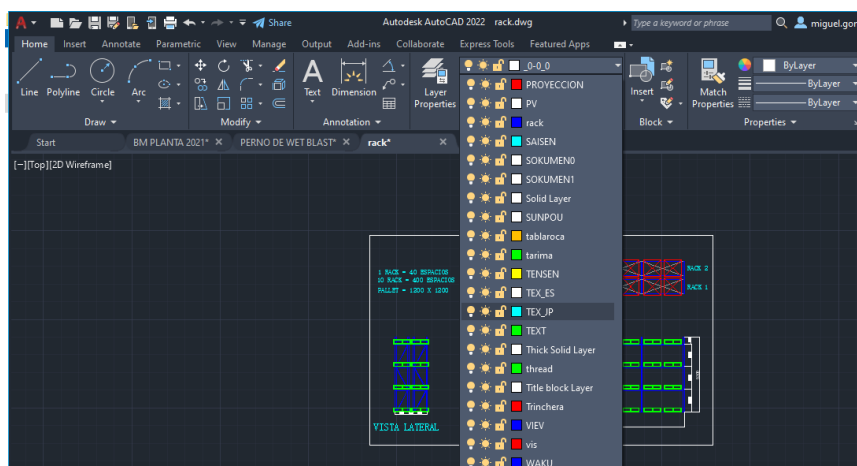


**Ilustración 9. Casillas y menú de AutoCAD.**

Este ítem se llevó en un tiempo de una semana, ya que es algo complejo debido a todas las variantes con las que cuenta el CAD.

Una vez comprendido el uso de cada casilla, se comenzó con la realización de algunos trazos y la creación de capas para la separación de trazos en el dibujo.

Las capas es el menú desplegado que se muestra en la ilustración 10.



**Ilustración 10. Capas de AutoCAD.**



## Diseño AutoCAD

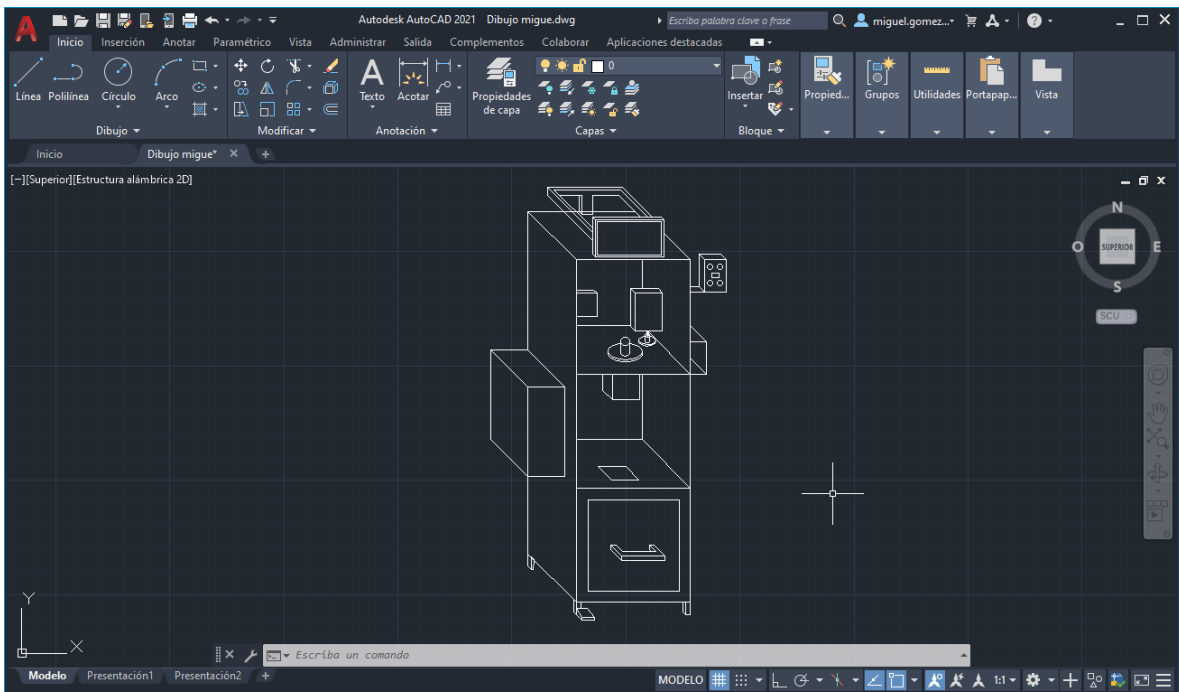
En la semana 3 se autorizó el boceto creado por el residente Miguel Ortega, donde seguido al residente se le impartió una pequeña capacitación para el uso y manejo de AutoCAD.

AutoCAD primer software que se utilizó para el diseño del proyecto, aquí se trabajó primeramente con el diseño de la estación de trabajo.

Posteriormente, se analizaron los materiales para la mesa de trabajo, que tipo de lámina, diámetro del tubular, diámetros del ángulo de acero, tornillos, tuercas, rondanas.

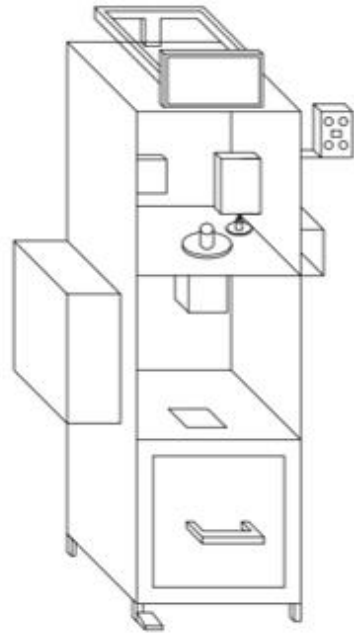
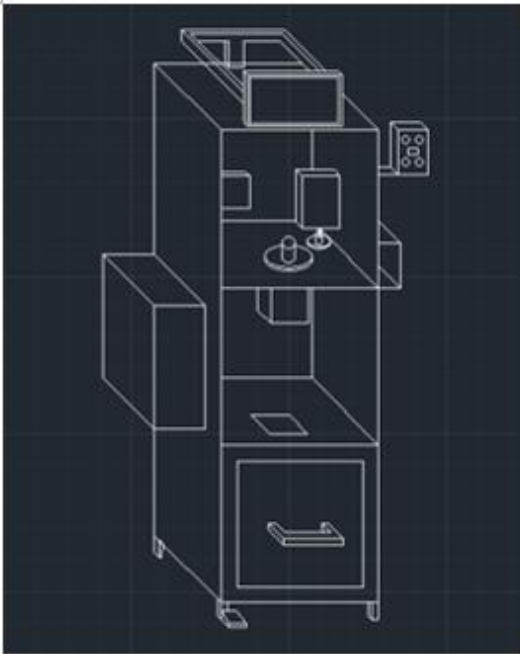
Antes de iniciar en el traslado del boceto, se tomaron en cuenta las medidas reales, para poder trabajar en una escala, sobre todo para evitar errores a la hora del ensamblado de los componentes.

La siguiente ilustración muestra el diseño en AutoCAD.



**Ilustración 13. Diseño del Poka Yoke en AutoCAD**

Ilustración 14 muestra el dibujo final como resultado de AutoCAD.

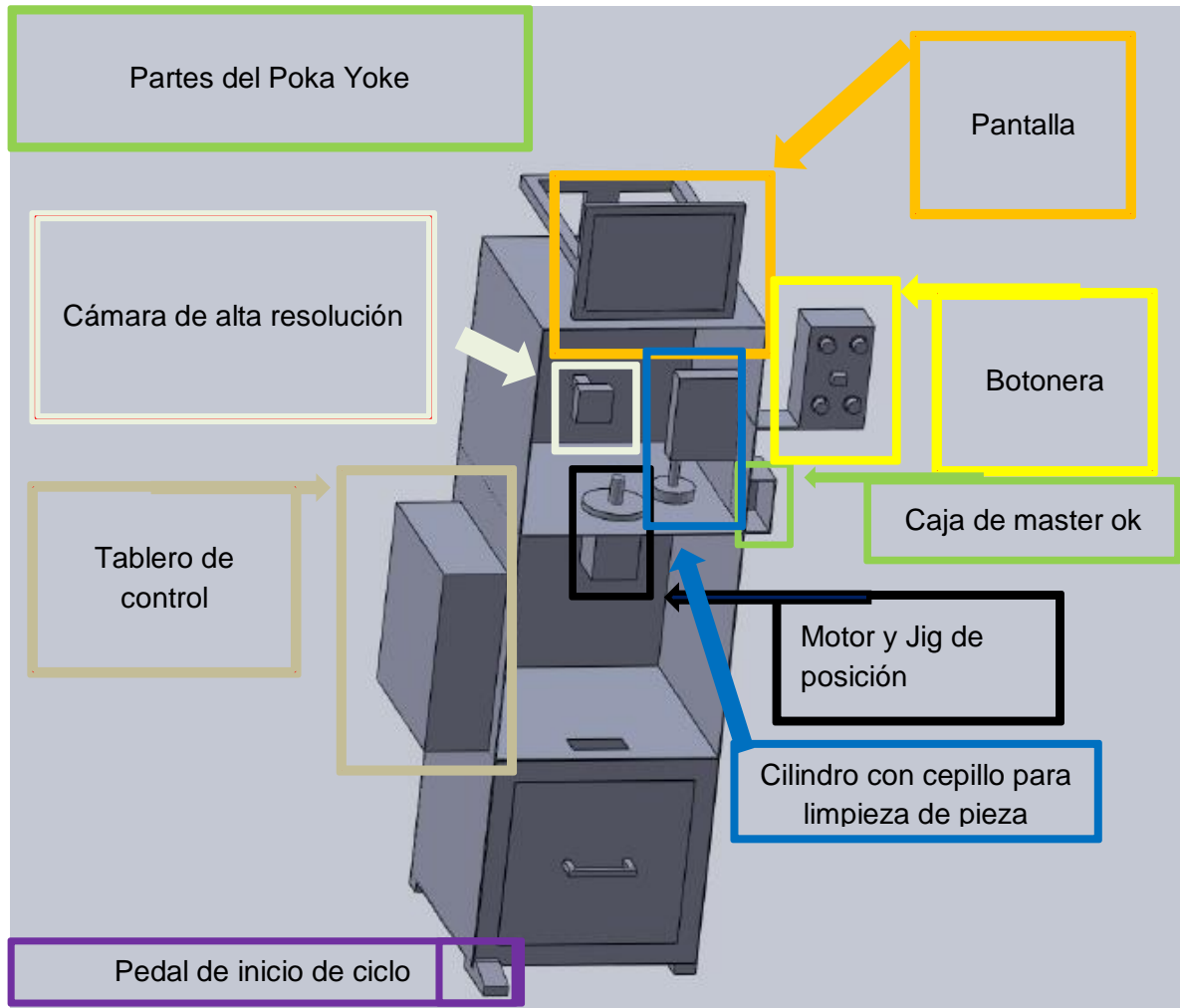


**Ilustración 14. Dibujo final de AutoCAD**

## Diseño SOLIDWORKS

Una vez diseñado el boceto en AutoCAD, se comenzó a trabajar en SOLIDWORKS teniendo un diseño en 3d con cada una de las partes que integraran el Poka Yoke,

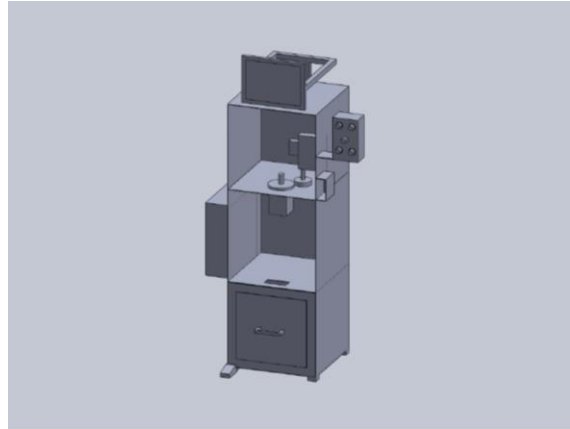
En la siguiente ilustración se muestra cada una de las partes del Poka Yoke, el cual se diseñó en SolidWorks.



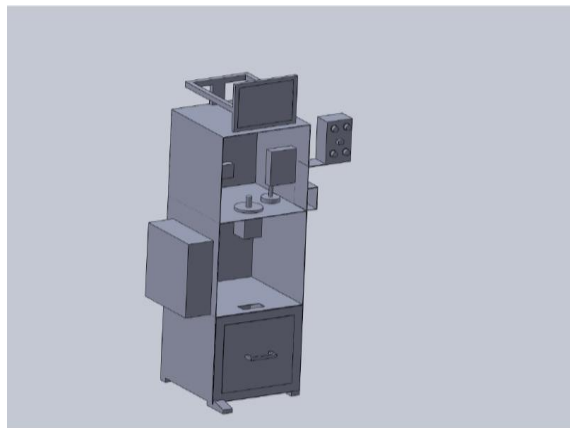
**Ilustración 15. Partes del Poka Yoke en SOLIDWORKS**

Al diseñar el boceto en SOLIDWORKS se llevó un arduo esfuerzo y dedicación, obteniendo un resultado positivo, al estar trabajando en el software se complicó en varias ocasiones, debido a que el software utilizado no se conoce al 100%.

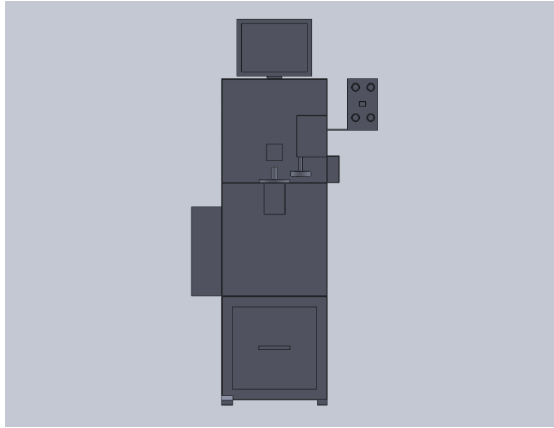
Se realizaron varios dibujos para así saber más del software y tener más claras las ideas, a continuación, se muestran varias vistas del resultado final.



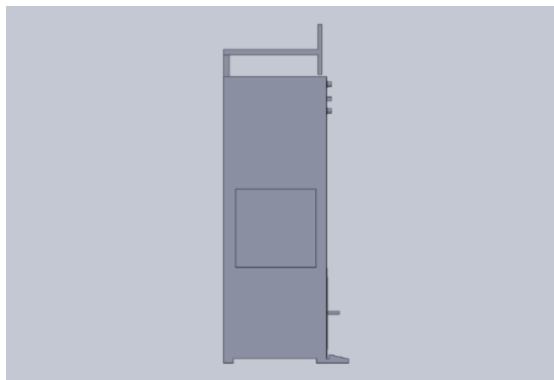
**Ilustración 16. Vista isométrica lateral derecha**



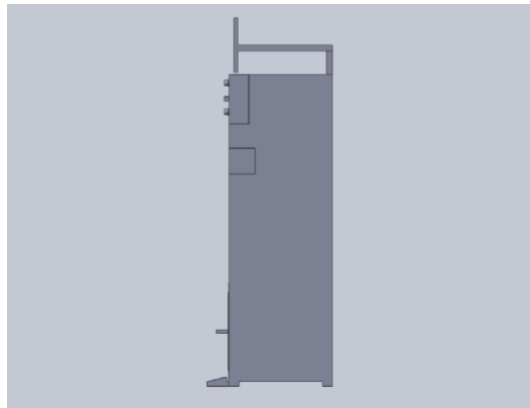
**Ilustración 17. Vista isométrica lateral izquierda**



**Ilustración 18. Vista frontal**



**Ilustración 19. Vista lateral izquierda**



**Ilustración 20. Vista Lateral derecha**

## **Cotización de componentes para POKAYOKE**

Septiembre 1 cotización de los componentes del proyecto, Beyonz Mexicana cuenta con más de 300 proveedores, toda empresa busca la mejor calidad en refacciones a un bajo precio.

Existen infinidad de empresas que cuentan con los modelos y refacciones requeridas para la nueva implementación, es por ello que se contactó a los mejores proveedores de acuerdo al historial de compras que se ha registrado en el sistema del almacén de mantenimiento.

Andrea Núñez, encargada de compras en la misma área, estuvo apoyando con la cotización de cada una de las refacciones, en el lapso de una semana ya se contaba con la respuesta de cada uno de los proveedores que se habían contactado.

Las partes que se cotizaron fueron las siguientes:

- PLC OMRON
- MOTOR 127 VOLTS
- CÁMARA COGNEX
- PANTALLA COGNEX VV900
- CORTINA PVD225Q
- CLEMAS PARA CONEXIÓN
- SENSORES
- MAIN POWER
- PEDAL
- ELECTRO VÁLVULA
- INTERRUPTOR 127 VOLTS 30 AMPERS
- 2 BOTONES
- 2 LÁMPARAS INDICADORAS
- 1 BUZER
- CILINDRO
- REGULADORAS DE AIRE



La siguiente tabla muestra los precios de cada una de las refacciones que se necesita para el Poka Yoke.

<b>Cotización para Poka Yoke</b>				
<b>NOMBRE</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PROVEEDOR</b>
<b>PANEL</b>	PMX-090T	CONGMEX	\$ 39,112.00	DAITOU
<b>PANTALLA</b>	IS200M-130-40-125	CONGMEX	\$ 41,651.00	DAITOU
<b>FUENTE</b>	S8VK-CO6024	OMRON	\$ 3,010.63	SOLUCIÓN PID
<b>SENSOR</b>	PVD225	BANNER	\$ 14,544.03	DAITOU
<b>CLEMA</b>	Clema WDU-2.5 Para calibre 26-12 AWG 600V 20 AMP2. 5mm MCA.	WEIDMULLER	\$ 12.01	FUSIBLES PROTECCIONES S.A DE CV
<b>Interruptor de pedal 1NA/1NC,</b>	HRF-MD2Y MCA	KACON.	\$ 331.50	FUSIBLES PROTECCIONES S.A DE CV
<b>FLASH BUZZER</b>	ZUMBADOR ELECTRONICO 3-24 V SONIDO CONTINUO	METALTEX	\$ 148.55	DAITOU
<b>BOTON</b>	SWITCH	METALTEX	\$ 889.00	GECTECH DE MEXICO SA DE CV
<b>BOTONERA</b>	LR44 AG131,5 V	TOSHIBA	\$ 543.00	TOSHIBA
<b>LED</b>	VC190-W	AEIRL	\$ 203.00	FUSIBLES PROTECCIONES S.A DE CV
<b>PLC</b>	CP1L-M40DR-A	OMRON	\$ 12,399.63	SOLUCIÓN PID
<b>MOTOR PASO A PASO</b>	G10030H-S2	OMBRON	\$8,358	SOLUCIÓN PID
<b>CAMARA</b>	IN- SHIGHT 2000	COGNEX	\$55,356	DAITOU

**Tabla 2. Lista de componentes para Poka Yoke.**

## **Programación PLC**

Semana 3 asesoría para programación de PLC.

El curso fue 100% practico. Se formó al residente de forma que le permitiera desarrollar habilidades y conocimientos para que comprendiera y desarrollara procesos con lógica programable.

Se tomó una capacitación del autómatas OMRON de la serie CP1E, estudiando sus características técnicas, el lenguaje de programación a través del programa CX-Programmer, la programación de instrucciones básicas (contactos, bobinas, memorias, contadores, timers) y resolución de proyectos de automatización de complejidad baja.

No solo se le capacito a programar, sino que también conoció todos los elementos que rodea al PLC, como lo son el aparellaje, confección de esquemas, el acopio del material necesario para el tablero eléctrico, y la comprensión de los P&DI (Bombas, controladores e instrumentación).

¿Cómo funcionará?

Al presionar el pedal este dará ciclo, cuando ya se haya dado ciclo, el servo motor comenzará a girar y tomará cuatro posiciones diferentes, la cámara al tomar las cuatro fotos detectará la rebaba y esta misma mandará una señal al PLC, el cual, mandará una señal al cilindro, y este, a la vez se accionará y bajará un cepillo, cuando el cepillo este en posición el motor comenzará a girar para que el cepillo pueda remover la rebaba, una vez terminado el tiempo ciclo del motor, esta cámara repetirá el mismo funcionamiento para corroborar que la rebaba se haya retirado correctamente.

Cuando la cámara haya dado el segundo ciclo y este haya finalizado, el PLC emitirá una luz verde la cual indicara que la pieza es OK, una vez terminado el proceso de inspección por el Poka Yoke, el operario solo se encargara de empacar la pieza.

### Diseño de la estación de trabajo

Para la estación de trabajo primeramente se diseñaron las piezas de la estación en el software AutoCAD, se diseñaron cada una de las piezas, como lo es los ángulos para estructura, las láminas para las tapas, la caja de Scrap, el soporte para la botonera entre otras partes fundamentales.

Una vez teniendo los dibujos de las partes de la estación se realizó un análisis FODA para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y las amenazas de realizar la estación, en la planta o mandarlo hacer con un proveedor.

### Análisis FODA al hacer la estación en planta

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
-Aumento en el desarrollo tecnológico e innovación de la empresa beneficiaria. -Mayor capacitación para los trabajadores encargados de desarrollar la maquinaria. -Reducción de costos al delegar la tarea de la fabricación de la maquinaria a los trabajadores especializados que ya trabajan en la empresa, en lugar de contratar capital de trabajo de proveedores.	-Apoyo a capital intelectual, evitando así una fuga por la falta de apoyo a las mentes jóvenes.
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
-Dificultad para encontrar los materiales y los elementos necesarios para fabricar la estación de trabajo.	-Elementos de calidad inferior a los que se podrían encontrar con los proveedores.

**Tabla 3. Análisis FODA para elaboración de estación en planta.**

**Análisis FODA al mandar hacer la estación con proveedores**

Fortalezas	Oportunidades
-Funcionamiento estandarizado acorde a necesidades básicas.	-Materiales y/o componentes de mayor calidad para la elaboración de la estación.
Debilidades	Amenazas
-Fuga de capital intelectual al no hacer uso de sus habilidades manuales e intelectuales. -Poca adaptabilidad de la estación de trabajo al proceso requerido al no ser fabricada acorde a las necesidades específicas de la empresa. -Tiempo de fabricación superior al tiempo que la empresa lo solicita. -Entrega extemporánea de la maquinaria.	-El tipo de cambio se modifica constantemente lo cual puede resultar poco favorable para la empresa. -Precio de compra superior al presupuesto establecido para ser destinado a la compra de la estación de trabajo.

**Tabla 4 Análisis FODA, para hacer la estación de trabajo con proveedores.**

Una vez teniendo los análisis de hacer la estación en la planta o hacerla con un proveedor, se realizó una comparación, una vez hecha la comparación para ver cuál era la mejor opción para empezar a hacer la mesa de trabajo.

### **Análisis de la opción más favorable.**

Tras haber hecho un arduo análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de las dos opciones presentadas; realizar la estación de trabajo en planta o mandar a hacer la estación de trabajo con un proveedor, es posible percatarse que ambas opciones tienen un gran número de elementos positivos, aunque, también negativos, con el fin de otorgar al lector un panorama generalizado del análisis, es importante mencionar que los puntos positivos más relevantes que se encontraron en la opción de realizar la estación de trabajo en las instalaciones de la empresa son la reducción de costos, al asignar el proyecto a los trabajadores que ya forman parte de la empresa en lugar de contratar capital de trabajo extra o externo; otro punto que favorece esta opción es el avance tecnológico que, a su vez, dará pie a más innovación, y, por ende a un crecimiento general.

En el caso de la opción número dos, referente a mandar a hacer la estación de trabajo con proveedores, los puntos positivos son más escasos, pues, la única ventaja es que los materiales podrían ser de calidad superior que la que se puede encontrar en los materiales que ofrece la empresa beneficiada. En el caso contrario, considerando ahora las desventajas o puntos en contra, se encuentran, para la opción número uno que se puede presentar la dificultad para obtener materiales y elementos para la estación de trabajo; en el caso de la opción número dos, las debilidades son más numerosas, comenzando por la poca adaptabilidad de la estación de trabajo a los requerimientos que la empresa solicita, además, es altamente probable que no se cumpla con los tiempos estipulados para la entrega de la misma, sin embargo, se considera que el punto que más afectaría a la viabilidad de esta opción son los costos de fabricación más elevados, pues, significa un desembolso considerable para la empresa.

En conclusión, se considera que la opción más redituable es la opción número uno, fabricar la estación de trabajo en las instalaciones de la empresa para apoyar al capital intelectual, impulsar el desarrollo e innovación tecnológica, y, reducir los costos de fabricación.

Se optó, por hacer la estación de trabajo en planta. Una vez tomada la decisión.

### **Capacitación balconearía y pintura**

El curso de corte y soldadura fue totalmente practico enfocado a la fabricación de estructuras metálicas, para la instalación de algunos shoter para el confinamiento de piezas NG en líneas de producción, incluyó desde la teoría de uso y manejo seguro de equipo de soldar Mig infra mod:MM261 / gas co2.

Una vez explicada la forma de ajustar el equipo de acuerdo al material o materiales a soldar, poniendo atención con el amperaje y la velocidad de avance del micro alambre.

Se tocó el tema de la importancia del uso de equipo de seguridad para el trabajo de soldadura, como es el uso de mascarilla, careta, mangas, guantes, mandil y polainas.

La ilustración 21 muestra el equipo de protección personal, el cual se usa para realizar los trabajos de balconearía y pintura.



**Ilustración 21. Equipo de protección personal**

Después se realizaron prácticas de puntos y cordones en diferentes materiales, hasta que se liberó para el uso con poca supervisión.

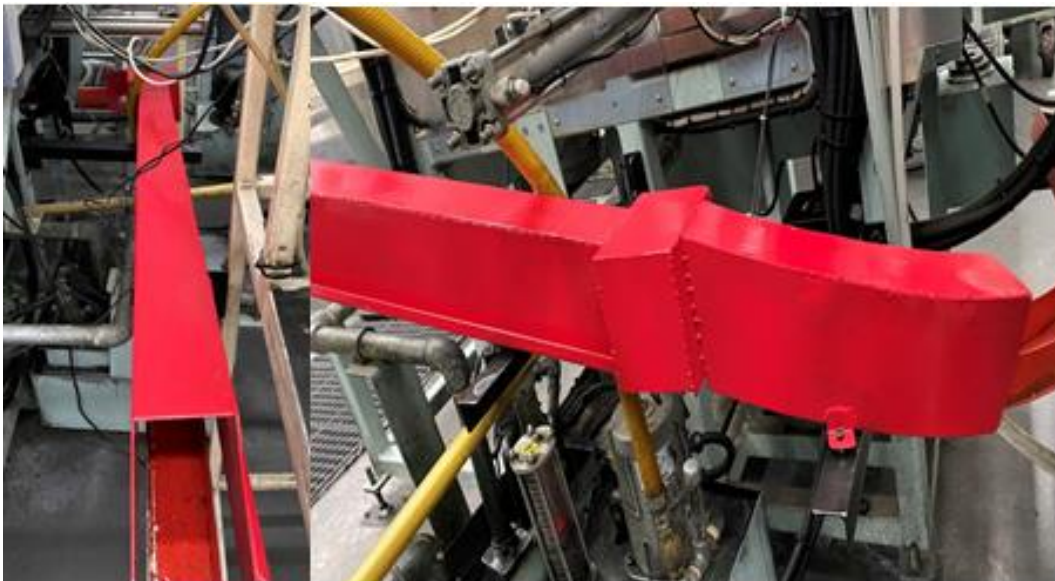
Se tomó un curso de uso y manejo seguro de pulidora manual con disco de corte, equipo corte con disco de 14”.

Para el manejo seguro de estos equipos, se realizaron prácticas en taller y así fortalecer aún más su confianza en el manejo de estos equipos, para la habilitación de los materiales a trabajar.

Una vez teniendo los conceptos y práctica de los diferentes equipos, se asignó un trabajo el cual se supervisó de inicio a fin, indicándole los detalles a tomar en cuenta. (realizó la modificación de un shoter de forma curva para el área de APZ 264).

La ilustración 22 muestra el shoter que se hizo para la línea de APZ.

Un shoter es una caja para confinar el scrap del proceso de producción.



**Ilustración 22. Shoter instalado en línea de APZ**

De igual forma se instruyó en el uso de equipo para pintar, una pistola de alto volumen y baja presión, para dar el acabado final a las estructuras y pailería terminada.

Después de algunos trabajos realizados, cada vez con menos supervisión, se le dejó realizar los trabajos necesarios para su proyecto, proporcionándole el apoyo cuando lo solicitaba.

Así mismo, se le asignaron trabajos de fabricación desde sencillos a complicados, obteniendo un resultado satisfactorio.

Al concluir con la capacitación de balconearía y pintura se comenzó a trabajar con la estación de trabajo.

Primero se dibujaron las partes, en la lámina para después proceder a cortarlas.

En la siguiente ilustración se muestra el trabajo de corte, de las piezas para la estación de trabajo.

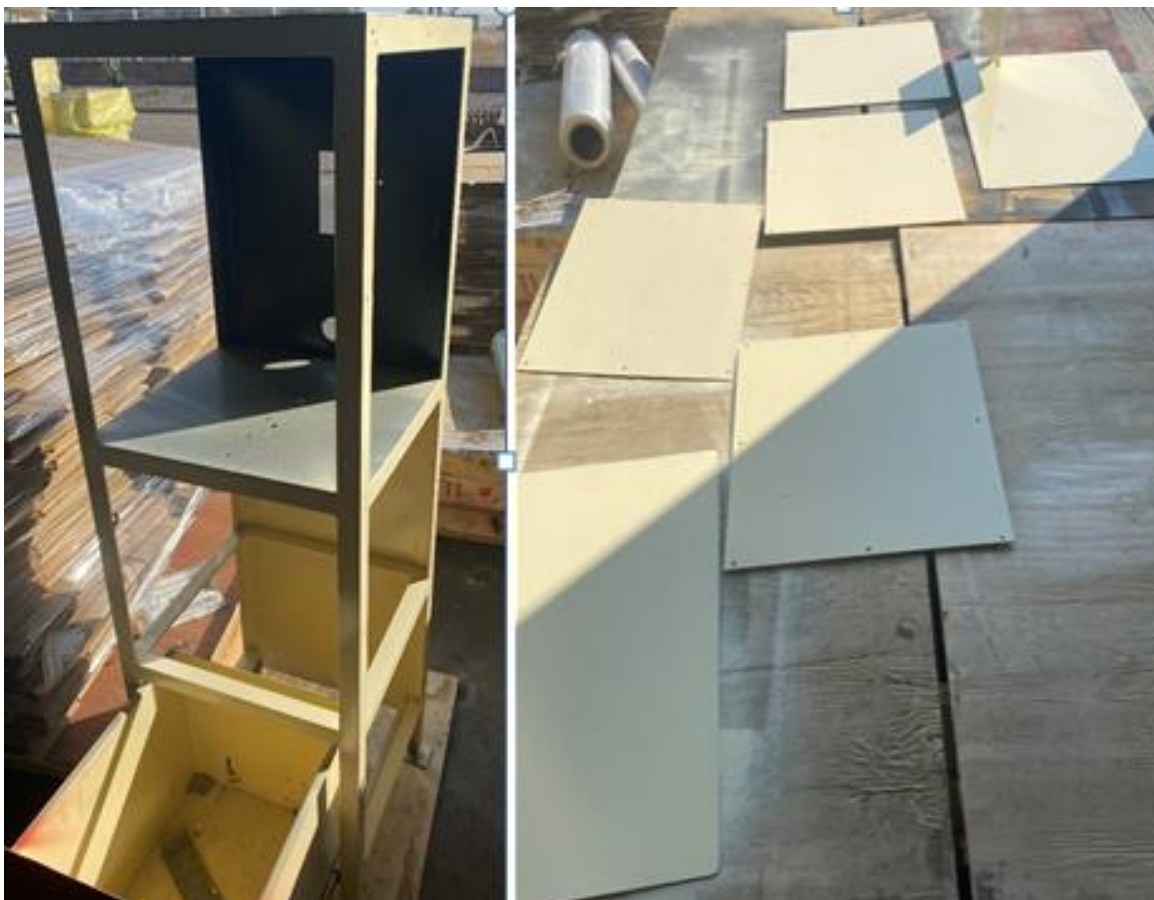


**Ilustración 23. Trabajo de corte de piezas para estación de trabajo**



Cuando se terminaron de cortar todas las partes, se empezaron a rebabeear, para después comenzar a barrenar.

Cuando todas las partes ya estaban listas se comenzó a soldar, una vez la estructura, se comenzó a limpiar, para después pasarse al área de pintura.



**Ilustración 24. Piezas para estación recién pintadas**

Para que la pintura seque bien y esta no se corruque al tocar la pieza, se debe dejar secando en un lapso de 3 días para empezar a trabajar o poder tocar la pieza.

Cuando la pintura estuvo totalmente seca se comenzó a ensamblar cada una de las piezas de la estación de trabajo.

La siguiente imagen (ilustración 25) muestra la estación de trabajo ya ensamblada.



**Ilustración 25. Estación de trabajo, armada.**

Una vez montada la estación de trabajo se comenzó a instalar cada uno de los componentes, la cámara de visión, el display, cilindros, Jig, motor reductor botonera, caja para tablero de control etc.

La siguiente imagen (ilustración 26) muestra la estación con los componentes ensamblados.



**Ilustración 26. Estación terminada, componentes ensamblados.**

Montadas las partes del Poka Yoke se comenzó a cablear la alimentación de la pantalla hacia el tablero de control, así como la cámara y electroválvulas.

La siguiente imagen (ilustración 27) muestra la parte trasera del Poka Yoke, misma donde se ubica el tablero de control.



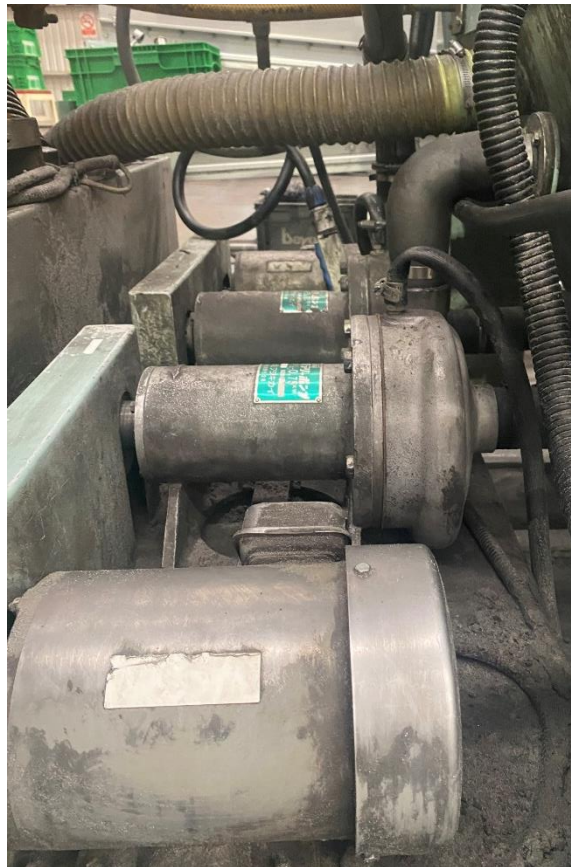
**Ilustración 27. Parte trasera de Poka Yoke, ubicación de tablero de control.**

### **Mejoras en otras líneas de la planta**

#### **Wet Blast sistema de extracción de partículas en la parte frontal de la máquina.**

West Blast, en esta línea se detectó un problema al estar operando la máquina, estas máquinas sirven para eliminar los residuos de soldadura de las barras estabilizadoras a través de un tratamiento de arena disuelta en agua y aceite antioxidante Yushiro cleaner PCW553.

A la hora de bastear, una bomba (ilustración 28) lanza la mezcla hacia las piezas con una presión de aire.



**Ilustración 28. Bomba de Blasteo.**

La mezcla sale a presión por los ductos (ilustración 29) que apuntan la pieza, en la imagen se muestran los ductos por donde sale la mezcla de arena.



**Ilustración 29. Ductos**

La presión con la que se dispara la mezcla es tan fuerte que esta mezcla sale hacia el exterior, impactando de frente al operador de la máquina, esta mezcla podría ser dañina para salud del operador.

En la siguiente imagen (ilustración 30) se muestra la maquina en una vista frontal, parte por la que sale la mezcla y se impacta directamente con el operador, en el recuadro rojo se muestra la parte por donde sale disparada la mezcla hacia el operador.

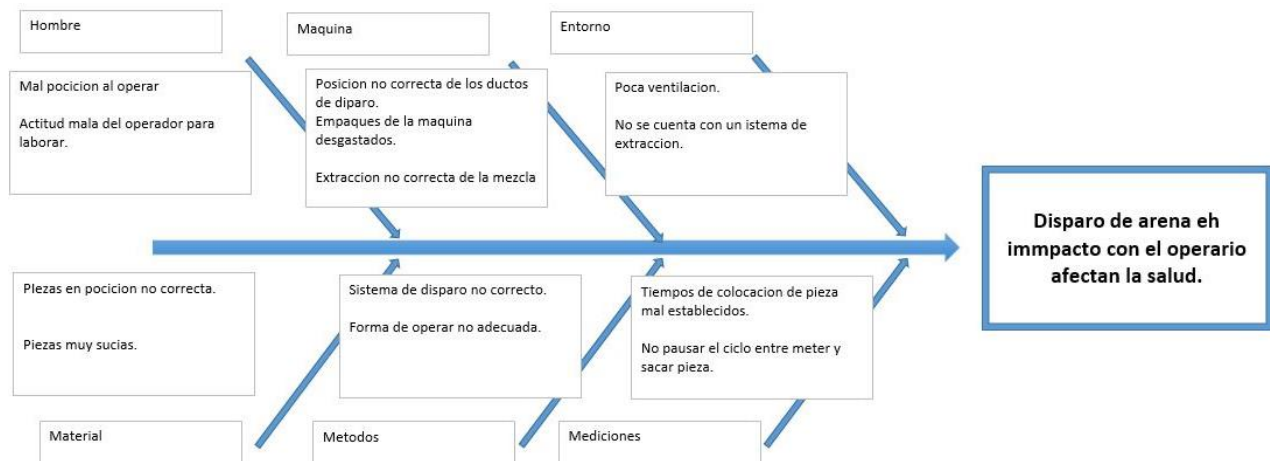


**Ilustración 30. Vista frontal de la máquina, parte por donde sale la presión de las partículas.**

Este problema fue detectado durante la operación del equipo mismo al que se optó por darle solución para que esta mezcla que se dispara, no se valla directamente al operario.

Primeramente, se optó por realizar un diagrama causa efecto para analizar las circunstancias de la línea.

En la siguiente imagen (ilustración 31) se muestra el diagrama causa efecto.



**Ilustración 31. Diagrama causa efecto, de las circunstancias de la línea.**

Una vez que se analizó esta técnica de calidad, se pensó que era lo más conveniente para evadir este problema. Por lo cual, se propuso implementar un sistema de extracción en la parte frontal de la máquina para evitar que esta mezcla se estuviera desprendiendo hacia el exterior, y sobre todo, para proteger al operario que está trabajando en esta máquina.

Se propuso colocar una tapa, conectándola al sistema de extracción de la cabina de la máquina, esto con el fin de extraer todas las partículas que se desprenden hacia afuera de la máquina.

Los siguientes diseños están firmados y autorizados por Suzuki Masao y Juan José Díaz Ovalle, asesor de la empresa. El recuadro verde de la imagen (ilustración 32) encierra el sistema de extracción de la cabina, a este sistema se le conectará una manguera que va



a succionar todas las partículas de la mezcla que saldrán hacia el exterior, la parte naranja muestra cómo estará conectada la manguera hacia el sistema de extracción.



**Ilustración 32. Diseño para conectar el sistema de extracción.**

En la imagen (ilustración 33) se muestra la parte frontal de la maquina donde se colocará la tapa para evitar que se desprenda la mezcla hacia el operador.



**Ilustración 33. Diseño de parte frontal para el sistema de extracción**

Una vez autorizado el diseño se empezaron a tomar medidas de la parte frontal de la máquina para proceder a trabajar con la tapa.

Los materiales que se utilizaron ya estaban en stock en el almacén de mantenimiento.

Los materiales utilizados fueron:

- Policarbonato
- Lamina calibre 18
- Tubular de 1" pulgada
- Conexión macho de 6" pulgadas
- Y griega de 6" pulgadas
- Abrazaderas de 6" pulgadas
- Tornillos milimétricos 6M X 50
- Tornillos milimétricos 6m x 20

Durante la primera semana de noviembre se comenzó a cortar la lámina, el tubular, policarbonato y el neopreno.

Una vez cortados los tubulares se empezaron a soldar para realizar el marco de la tapa, cuando ya estaba soldado el marco se comenzó a barrenar, las láminas el marco, el policarbonato y el neopreno.

Después se comenzaron a ensamblar todas las partes de la tapa para probarla en la máquina de Wet Blast.

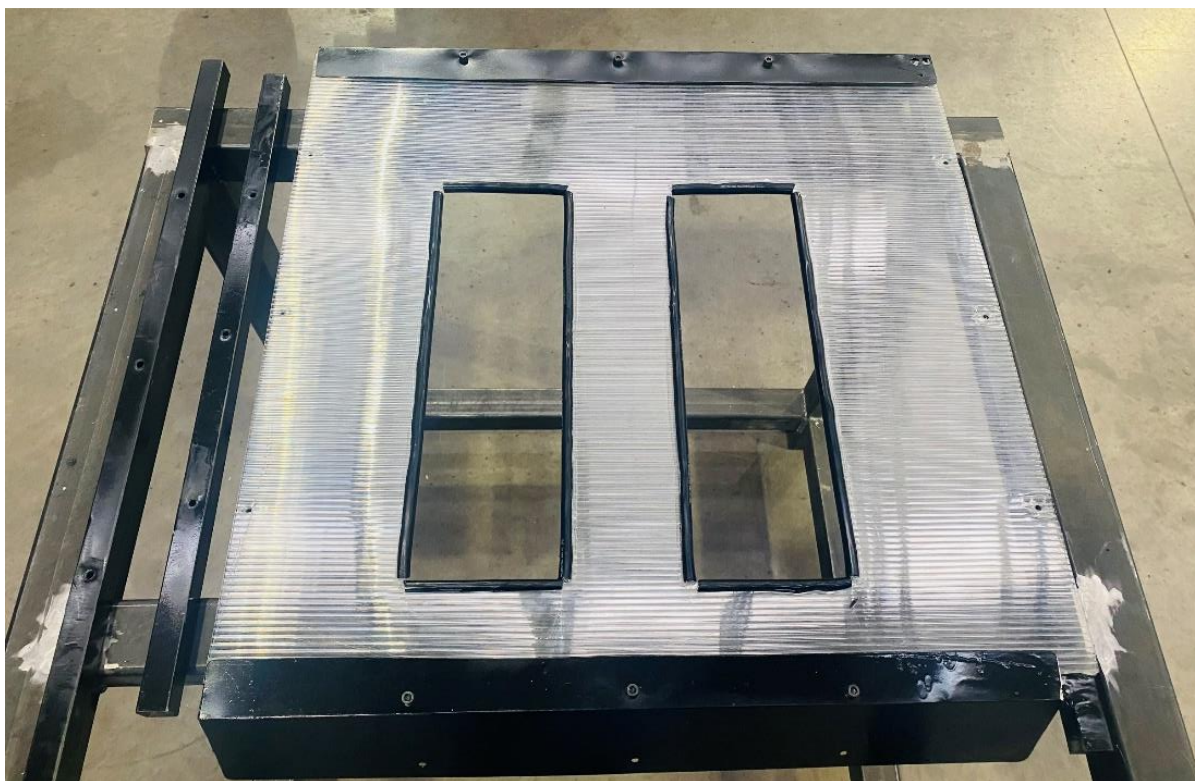
La siguiente imagen (ilustración 34) muestra la tapa de la máquina esta imagen ilustra la tapa como un prototipo.



**Ilustración 34. Prototipo de tapa.**

Al tener la tapa se le hicieron algunos ajustes para después proceder a pintarla y ensamblarla nuevamente en la máquina.

La siguiente imagen (ilustración 35), la tapa de la maquina en condiciones finales, es decir, pintada y con los ajustes necesarios para instalarse en la línea.



**Ilustración 35. Tapa con ajustes lista para ensamblar en máquina de WetBlast.**

Segunda semana de noviembre, se instaló la tapa como mejora de la máquina de Wet Blast.

La siguiente ilustración muestra la maquina con la tapa ya instalada, y con la manguera hacia el sistema de extracción.



**Ilustración 36. Parte frontal, mejora implementada.**

La siguiente ilustración muestra la conexión de la cabina frontal hacia el sistema de extracción.



**Ilustración 37. Conexión hacia sistema de extracción.**

Esta mejora implementada en la línea se tuvo en observación una semana para ver la funcionalidad de la implementación.

Se estuvo checando la producción durante una semana para ver la variabilidad y saber si la mejora no afecta en la producción de la línea.

### **Apoyo en Implementación de lavadora para la limpieza de las piezas de Wet Blast**

Otro problema que se estaba presentando en Wet Blast, trata de que las piezas salen con suciedad debido a que el sistema de limpieza con el que cuenta la maquina no funciona al 100% es por ello que las piezas están saliendo con viruta.

Este problema ha afectado desde que se instaló la línea en la empresa, es por ello que a través de un análisis por el Ing. Enrique Palacios se optó por realizar este proyecto mismo en que se estuvo apoyando por el residente.

La siguiente imagen (ilustración 38), muestra la pieza OK, esta pieza ilustra el cómo debe de salir una vez que se le aplica el tratamiento.

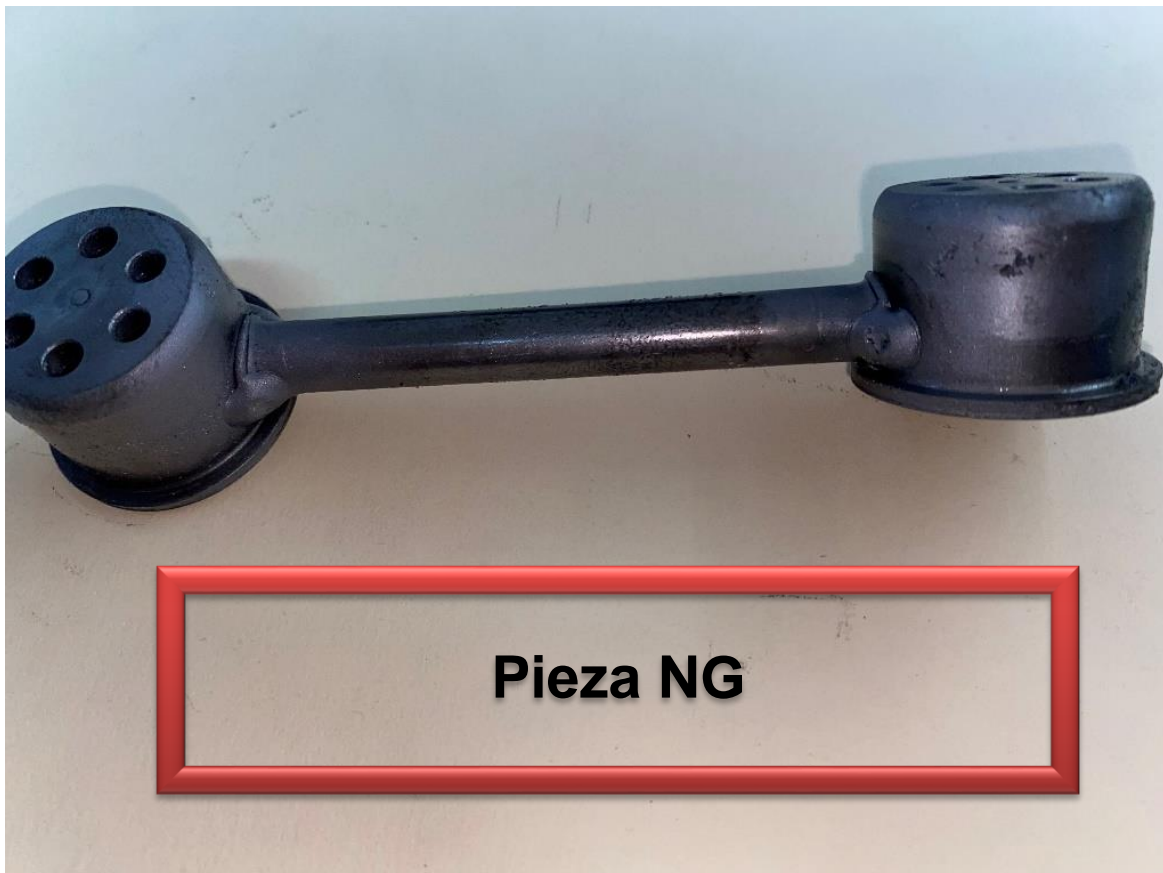


**Ilustración 38. Barra estabilizadora, Pieza Ok.**



Las piezas NG son aquellas que cuentan con residuos de arena, así como con virutas de soldadura adheridas a la barra estabilizadora a la cual se le aplica el tratamiento de blasteo.

Ilustración 39 muestra la pieza NG, es decir, la pieza con suciedad.



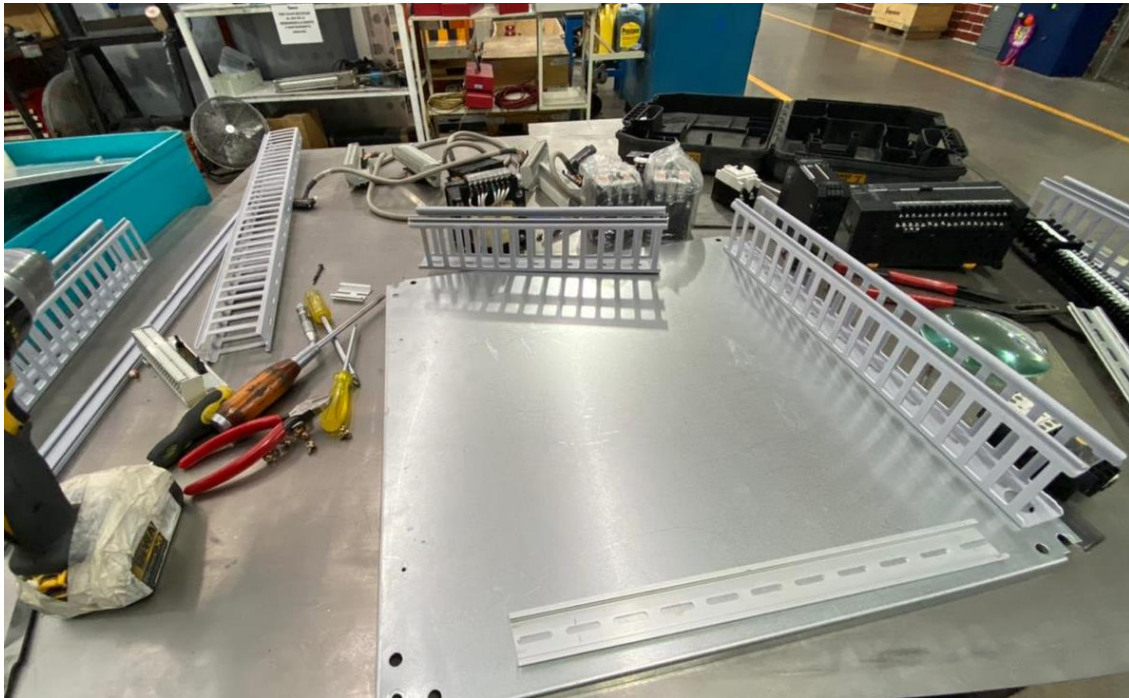
**Ilustración 39. Barra estabilizadora, Pieza NG.**

Al estar sacando la producción con piezas sucias, se tenían que limpiar, nuevamente después del proceso, esto debido a que la empresa que pinta las piezas no las aceptaba con suciedad, es por ello que se decidió implementar la lavadora para asegurarse que las piezas salgan limpias y no haya rechazo por parte del proveedor que las pinta.

En esta implementación solo se apoyó, conectando el tablero de control, que gracias a las capacitaciones recibidas en la empresa, se elaboró la botonera de la lavadora de

principio a fin, es decir desde los cortes de la lámina, los barrenos, pintura, ensamble, integración de botones, conexión de salidas y entradas etc.

Ilustración 40 muestra el tablero de control cuando se empezó a conectar.



**Ilustración 40. Iniciación de conexión del tablero de control.**

Para este tablero de control se utilizaron los siguientes componentes:

- Transformador de 220 volts a 127 volts:

Este sirve para transformar el voltaje, o bien dicho para controlar una carga y una descarga de voltaje, este se utiliza en tableros de control industriales, como fin de tener constante una carga de voltaje.

- Fuente de alimentación con salida de 24 volts:

Esta sirve para alimentar el PLC, para alimentar sensores, bobinas de relevadores, el pirómetro, electro válvulas, dis play etc.

- Switch:

Este nos sirve para cortar la corriente del tablero de control.

- Contactores magnéticos:

Estos funcionan a través de una bobina que se alimenta a 24 volts, sirven para activar resistencias, activar bombas de 127 volts, 220 volts etc.

- Relevadores:

Estos tienen como función activar sensores, electroválvulas, estos relevadores de este tablero de control se alimentan a 24 volts, y las salidas de voltaje son de 24 volts.

- PLC:

Es un controlador lógico programable, el cual sirve o se encarga de controlar todo el tablero de control, es el cerebro de la máquina.

- Clemas:

Estas sirven para conectar entradas y salidas de contactores, plc, sensores, botones etc.

- Botones:

Los botones se usan para manipular una máquina de forma manual, para prender y apagar la máquina.

- Lámparas:

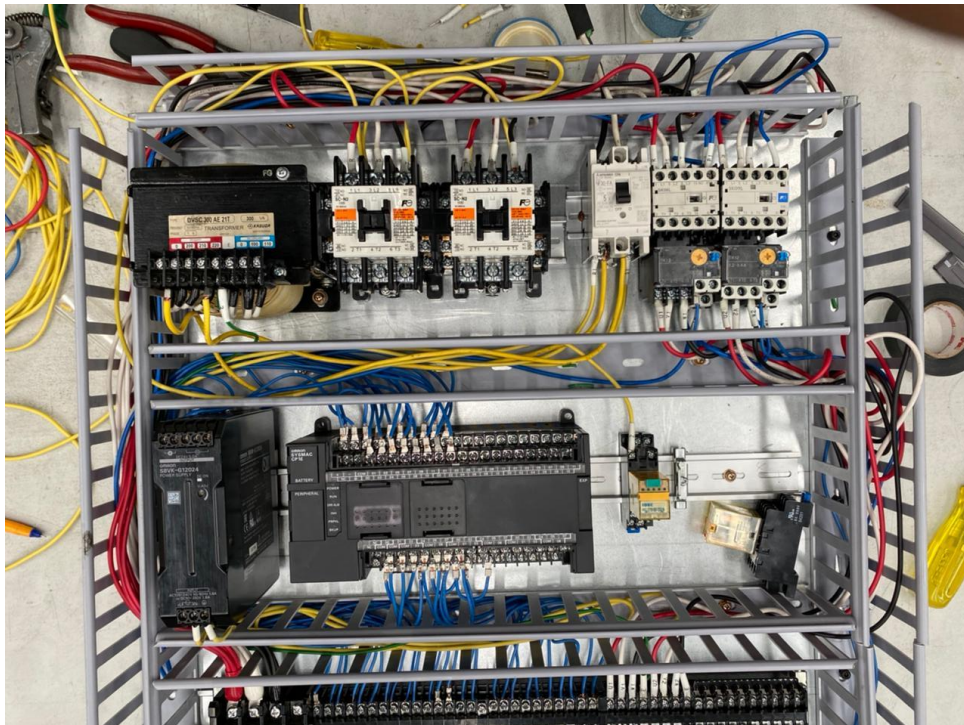
Estas sirven para la emisión de señales, por ejemplo: si la maquina está en funcionamiento, si hay algún error etc.

- Pirómetros:

Sirven para presentar temperaturas, estos se setean para su funcionamiento, el pirómetro se encarga de apagar o encender las resistencias o bien dicho los contactores que controlan las resistencias.

Una vez teniendo en cuenta para que sirven cada uno de los componentes necesarios para la lavadora, se comienza a conectar el tablero de control.

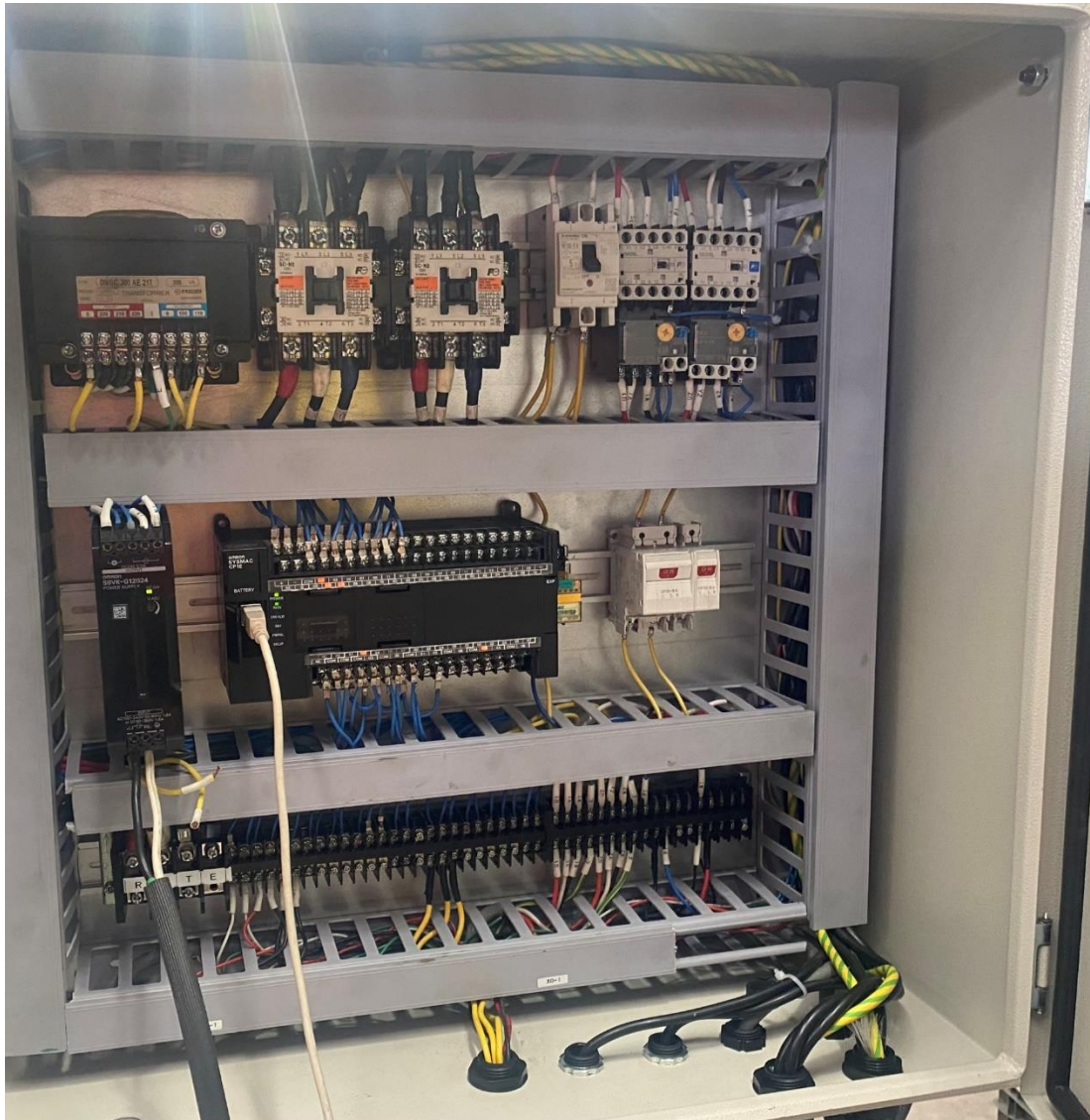
La siguiente imagen muestra el tablero de control conectado en un 50%



**Ilustración 41. Tablero de control, en un 50%.**

Cuando se finalizó la conexión del tablero de control se estuvo checando línea por línea con el multímetro, esta acción se hizo para evitar cortos circuitos en el tablero, una vez que se corroboró que todo estaba bien conectado, se procedió a ensamblar el tablero en la caja de la lavadora.

Una vez montado el tablero, se conectaron bombas, sensores, resistencias, electroválvulas, cilindros, botonera, pirómetros etc.

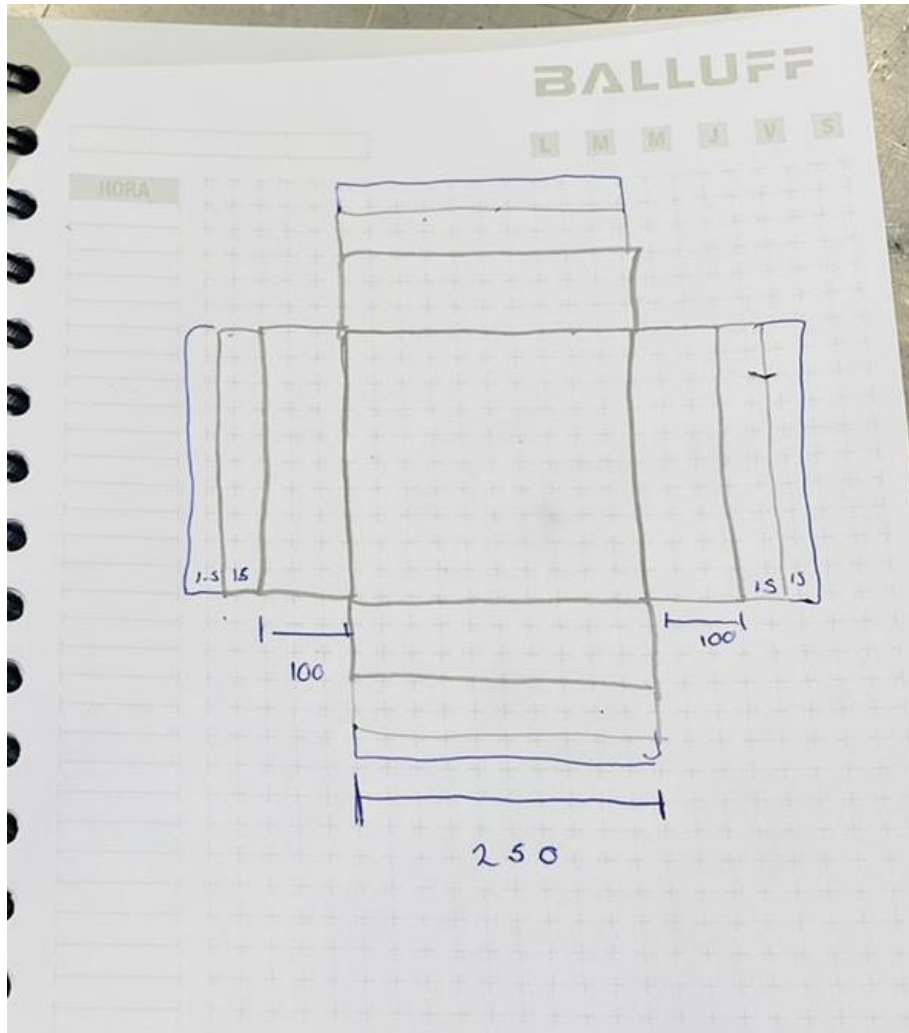


**Ilustración 42. Tablero de control terminado.**

En este proyecto solo se apoyó en la conexión de los componentes del tablero de control y de los componentes necesarios de la lavadora, como lo es los cilindros, bombas, motores, resistencias, sensores, electroválvulas etc.

También se apoyó en la creación de la botonera de la lavadora, la creación de la lavadora se muestra en pasos en las siguientes imágenes desde los cortes, la armazón, la pintura, el ensamble de botones, cableado, peinado de cables y montaje en la lavadora.

Ilustración 43 muestra el dibujo para la creación de la caja.



**Ilustración 43. Dibujo para la creación de la caja de la botonera.**

Teniendo el dibujo se procedió a plasmar el dibujo en la lámina, una vez plasmado el dibujo se comenzó a cortar con pulidora.

Posteriormente se empezó a trazar las líneas para el desbaste y así poder doblarla con mayor facilidad, cuando los desbastes ya estaban marcados se procedió a doblar y soldar la caja, para la botonera.

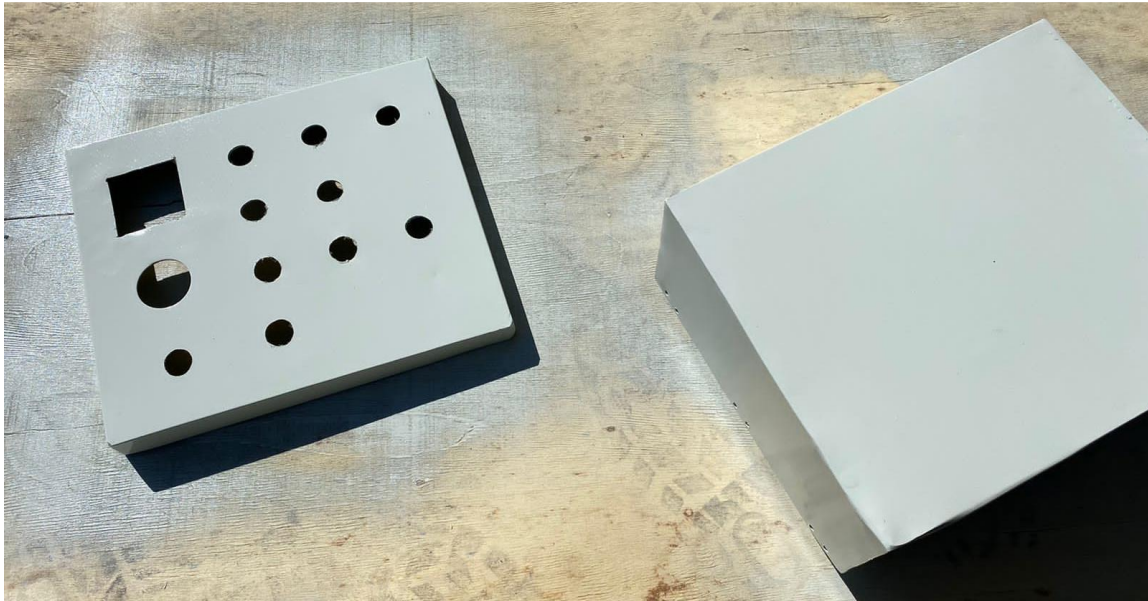
La siguiente imagen muestra la caja de la botonera, armada y soldada.



**Ilustración 44. Caja para la botonera**

Después de tener la caja armada, se procedió a barrenar la tapa, estos barrenos que se le hicieron a la tapa sirven para montar los botones que controlaran la caja, una vez limpiada con thinner se pasó al área de pintura.

Ilustración 45 muestra la tapa y caja en el área de pintura.

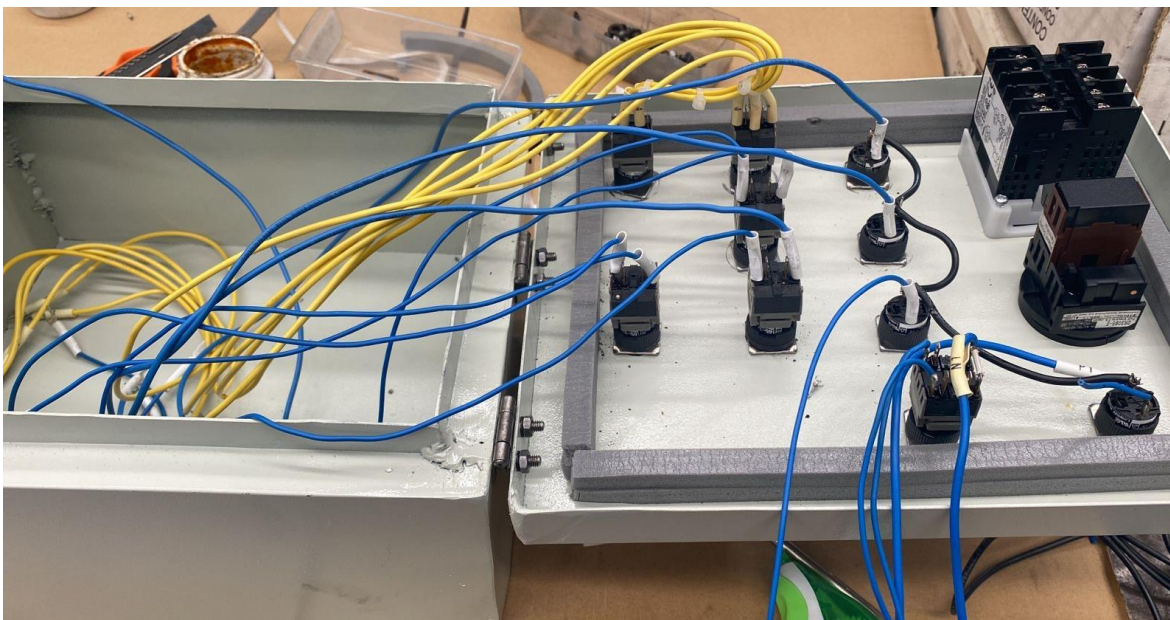


**Ilustración 45. Caja para botonera en área de pintura.**

Estas partes después de aplicar la pintura se dejaron reposando durante tres días para evitar que la pintura se corruque o se maltrate. Cuando la pintura ya estaba seca, se comenzó a ensamblar la caja, así mismo, se le colocaron cada uno de los botones, mismos que a la vez se le soldaron cada uno de los cables necesarios de los botones, se conectaron las señales, los negativos etc.



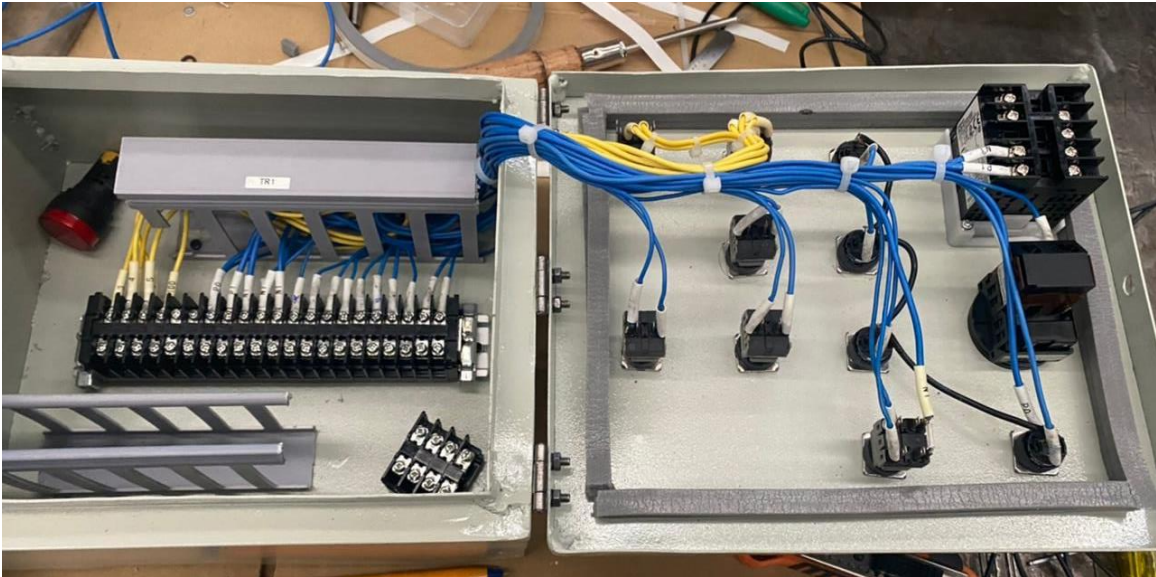
La siguiente imagen (Ilustración 46) muestra el ensamble de botones y el cableado de la caja.



**Ilustración 46. Caja ensamblada y cableado de botones.**

Al tener el cableado listo se empezaron a conectar las entradas y salidas a las clemas, cuando ya estaban conectadas a las clemas, se empezó a peinar el cable peino el cable, posteriormente, se empezó a encinchar el cableado para que no se desprendieran los cables.

La siguiente imagen muestra el peinado y encinchado de los cables.



**Ilustración 47. Botonera cableada.**

Estas actividades fueron en las que se estuvo apoyando durante este proyecto de la lavadora. Todo con un resultado muy satisfactorio, desde el aprendizaje hasta el ahorro monetario para la empresa al no contratar proveedores.

### **Apoyo en fallas en las líneas**

A lo largo de la residencia profesional en la empresa Beyonz Mexicana SA de CV, se estuvieron realizando actividades en apoyo a las fallas en las distintas líneas de producción, las cuales, otorgaron un gran aprendizaje estando en el campo laboral, entre las actividades más relevantes se encuentran:

Cambio de sensores, cambio de electroválvulas, alineación y balanceo de pistones, ajustes en manómetros de aire, ajuste en sensores de aire, limpieza de bombas hidráulicas, cambio de refacciones en maquinaria.

Posteriormente a las fallas, se apoyó en la documentación relevante al departamento de mantenimiento. Como ejemplo, hojas de reparación, planes de mantenimiento, formatos para check list.

## CAPITULO 5: RESULTADOS

### Resultados Poka Yoke

#### Objetivo

El objetivo general del proyecto es cumplir con los requerimientos del cliente. Derivado de ello los objetivos específicos que se pretenden lograr con el Poka Yoke es disminuir los PPM`S y eliminar inspección 300%.

#### Resultado

Los resultados fueron favorables, el Poka Yoke se quedó en el área de pruebas, este no se logró integrar en la línea a falta de tiempo para concluir con el proyecto.

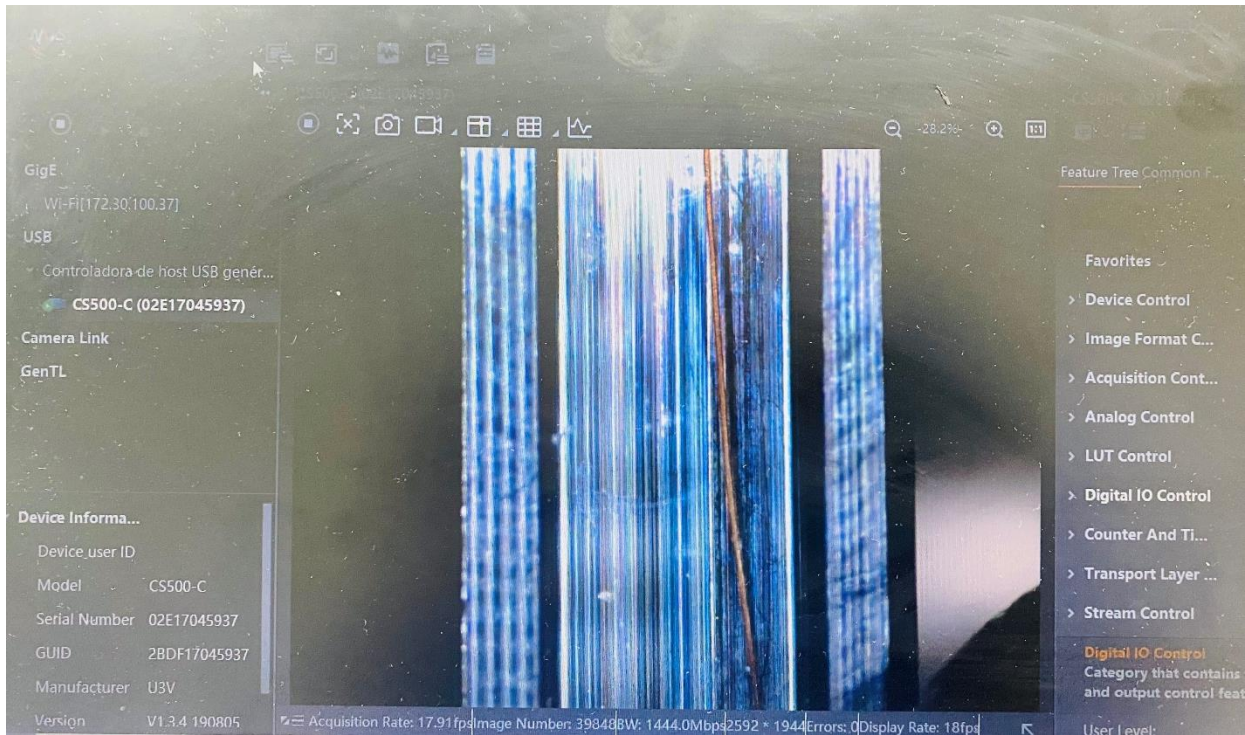
El área de ingeniería quedo con una satisfacción favorable por el resultado del prototipo que se elaboró en la planta, esto fue desde el diseño a mano alzada, diseño en AutoCAD, diseño en SolidWORKS, balconearía y pintura, el resultado fue muy satisfactorio debido a que las capacitaciones que se prestaron dieron como resultado el trabajo que se muestra en la siguiente imagen.



**Ilustración 48. Prototipo de Poka Yoke.**

Una vez teniendo el prototipo listo, se comenzaron a realizar las pruebas necesarias solamente con la cámara, para monitorear la resolución y así mismo determinar si la cámara cumple con lo que se requiere.

La ilustración 49 muestra la ranura de la pieza Plunger AVO, misma donde se puede apreciar la rebaba.



**Ilustración 49. Ranura de la pieza con rebaba.**

## **Resultados Mejora En Wet Blast**

### **Objetivo**

Proteger la salud e integridad del operario, a su vez que el tiempo ciclo del proceso se mantenga y la producción no disminuya.

### **Resultados**

La finalidad de esta mejora es proteger la salud del operador, debido a que al hacer el proceso de basteo, la mezcla salía disparada hacia el frente de la cabina, y esta impactaba al operador.

Estas partículas podrían ser extraídas por la persona y por lo tanto afectar sus pulmones, aunque el operador cuenta con su equipo de seguridad se decidió implementar esta mejora, siempre y cuando no afecte la productividad.

La mejora que se aplicó fue la del sistema de extracción en la parte frontal de la máquina de basteo, esto con el fin de que el sistema de extracción extraiga las partículas desprendidas y no le afecten al operario.

La siguiente ilustración muestra el antes y después de la mejora.



**Ilustración 50. Mejora en Wet Blast, Antes-Después.**

En la imagen anterior podemos observar que en el recuadro rojo se puede notar un aspecto color gris, esta es la mezcla que se desprende hacia el operario.

El recuadro verde de la imagen ofrece una imagen clara debido a que el sistema de extracción succiona todas las partículas desprendidas.

Solamente se necesitaba saber si la mejora no afectaba la producción, es por ello que se registró la producción de una jornada laboral antes de implementar la mejora, la jornada laboral es de 12 horas menos una hora de comida son 11 horas de tiempo neto para cumplir con la demanda.

El cliente requiere 3100 piezas por jornada laboral, el tiempo disponible para sacar la producción es de 11 horas, es por ello que el ritmo de producción debe de ser de 281.5 piezas por hora. Y el tiempo ciclo de 4.69 piezas por minuto.

La tabla 5 muestra el registro de la producción antes de aplicar la mejora.

Producción antes de la mejora	Columna1	Columna2
Hora del día	Producción	Tiempo ciclo
1	280	4.666666667
2	283	4.716666667
3	279	4.65
4	281	4.683333333
5	275	4.583333333
6	279	4.65
7	283	4.716666667
8	282	4.7
9	281	4.683333333
10	282	4.7
11	281	4.683333333
Total	3086	
Promedio	280.5454545	4.675757576
Tack Time	281.8181818	
Tiempo ciclo	4.696969697	

**Tabla 5. Producción antes de la mejora.**

En la tabla 5 se puede apreciar el promedio de la producción antes de la mejora subrayado en color verde.

Y el tack time en color rojo, es decir el ritmo de producción para cumplir con la demanda.

Podemos observar que no tiene mucha variación entre la producción por hora y el tack time.

Después de aplicar la mejora se tomó el registro de la producción de una jornada laboral para hacer comparaciones y ver que no afecta la productividad.

La tabla 6 muestra el registro de la producción después de la mejora aplicada.

Producción antes de la mejora	Columna1	Columna2
Hora del día	Producción	Tiempo ciclo
1	279	4.65
2	275	4.5833333333
3	282	4.7
4	283	4.7166666667
5	280	4.6666666667
6	281	4.6833333333
7	280	4.6666666667
8	283	4.7166666667
9	282	4.7
10	282	4.7
11	282	4.7
Total	3089	
Promedio	280.8181818	4.68030303
Tack Time	281.8181818	
tiempo ciclo	4.696969697	

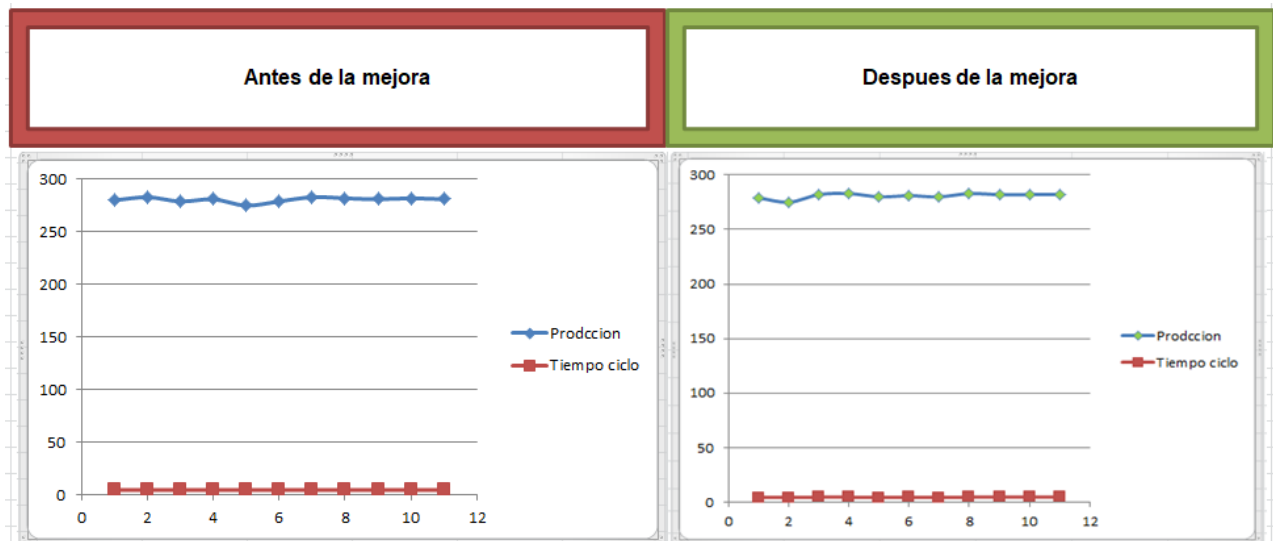
**Tabla 6. Producción después de la mejora.**



Como podemos observar en la tabla 6, la variación entre la producción promedio no tiene mucha variación con el ritmo de trabajo, es por ello que se concluyó que la mejora no afecta en la producción.

Para que se vea un poco más claro se pusieron las dos gráficas y poder observar la variación antes y después de la mejora aplicada.

La siguiente tabla muestra la variación de la producción antes y después de la mejora.



**Tabla 7. Comparación de productividad antes y después de la mejora.**

Como podemos observar en la imagen anterior no hay variación en la producción de la línea, es por eso que el resultado de la mejora es favorable para las personas que operan en esta línea de producción.

## **CAPITULO 6 CONCLUSIONES.**

Un proyecto desarrollado en una empresa, la mayoría de las veces siempre tiene como objetivo mejorar la organización donde se desarrolla el proyecto.

Los beneficios que obtiene una organización al implementar una mejora, son por el bien de la economía de la industria.

En Beyonz Mexicana se optó por desarrollar un proyecto para eliminar el problema de Plunger AVO, el proyecto quedo solamente hasta el prototipo en el área de pruebas, este no se integró a la línea de producción por falta de tiempo.

Una de las delimitaciones para no concluir con el proyecto fue el tiempo de entrega del PLC, por lo cual, su retraso, retardo la integración del Poka Yoke a la línea de producción.

Aunque el prototipo fue de gran satisfacción para el departamento de Ingeniería, así como para el residente, con este proyecto desarrolló habilidades, conocimientos, y los aplicó dentro de la industria.

Con las capacitaciones que se recibieron, el residente fue capaz de mejorar otras líneas de producción dentro de la empresa.

Los conocimientos adquiridos durante el periodo de residencias pueden ser de gran ayuda en un futuro, esto para permitirse la innovación y creación de nuevos proyectos dentro del sector industrial.

## **CAPITULO 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

Diseñé y creé nuevos proyectos dentro de la planta.

Desarrollé mi conocimiento en el manejo de Solid Works y AutoCAD.

Apliqué mi conocimiento de electricidad en los tableros de control.

Desarrollé conocimientos en balconearía y los apliqué para la creación del Poka Yoke.

Apliqué métodos, técnicas y herramientas de calidad.

Desarrollé mi forma de pensar y actuar para reparar fallas en maquinaria de la empresa incluso cuando no se contaban con las refacciones necesarias.

Desarrollé planes de mantenimiento.

Mejoré hojas de operación estándar.

Implementé mejoras.

Implementé estructuras en las líneas de producción de acuerdo a las necesidades del departamento de calidad.

## CAPITULO 8 BIBLIOGRAFIAS

Avantis. (2020). ¿Cuáles son las necesidades de la industria automotriz que SAP mejora? AVANTIS. Recuperado de: <https://blog.avantis.mx/sap-business-one-para-industria-automotriz-caracteristicas>

Caballero, F. (s.f.). Materia Prima. Economipedia. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/materia-prima.html>

Cetys Educación continua. (2021). ¿Qué es un proceso de producción empresarial? Cetys Universidad. Recuperado de: <https://www.cetys.mx/educon/que-es-un-proceso-de-produccion-empresarial/>

Corral, G.. (2016). Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico. Mayo 10, 2022, de Revista de Tecnología e Innovación Sitio web: [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia\\_e\\_innovacion/vol3num6/Revista%20de%20Tecnologia%20e%20Innovacion%20V3\\_N6\\_7.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol3num6/Revista%20de%20Tecnologia%20e%20Innovacion%20V3_N6_7.pdf)

Hernández, T., Gómez, K., Ibarra, G., Vargas, M. & Máynez, A.. (s.f.). IMPLEMENTACIÓN DE POKA-YOKE EN HERRAMENTAL PARA DISMINUCIÓN DE PPMS EN ESTACIÓN DE ENSAMBLE. Mayo 10, 2022, de Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-CU University of Texas at El Paso Sitio web: <file:///C:/Users/Wendy/Downloads/Dialnet-ImplementacionDePokaYokeEnHerramentalParaDisminuci-7188505.pdf>

Ingeniantes. (2017). Poka–Yoke en línea de producción de cubiertas para porta equipaje automotriz. Mayo 10,2022, de Revista Ingeniantes Sitio web: [https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes4no2vol1/Poka\\_YokeenLineadeProduccion.pdf](https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes4no2vol1/Poka_YokeenLineadeProduccion.pdf)

KEYENCE. (s.f.). Centros de maquinado. KEYENCE. Recuperado de: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/cutting/machining-center.jsp>

López, F.. (2019). "DISEÑO DE DISPOSITIVO POKAYOKE PARA INSERCIÓN GUIADA DE TERMINALES EN INDUSTRIA ARNESERA". Mayo 10, 2022, de DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN Sitio web: <http://ith.mx/posgrado/mii/tesis/Rogelio%20Noriega%20Urtuzuastegui.pdf>

Pardo, J. (s.f.). Definiciones de ingeniería. Consejo Profesional de Ingeniería Industrial de la Capital Federal. Recuperado de: <http://www.15dejuniomnr.com.ar/blog/apunteca/Definiciones%20de%20Ingenieria.pdf>

Rodríguez, H.. (2022). Define el giro de negocio de tu emprendimiento y diferénciate de tu competencia. Crehana. Recuperado de: <https://www.crehana.com/cr/blog/negocios/que-es-giro-negocio/>

Sereno, E.. (2017). Poka Yoke para fabricar coches sin errores. Mayo 10, 2022, de HERALDO Sitio web: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2017/12/18/poka-yoke-para-fabricar-coches-sin-errores-1214038-310.html>

Westreicher, G. (2022). Proceso. Economipedia. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/proceso.html>

Yirda, A. (2021). Definición de Proceso. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/proceso/>

CAPITULO 9

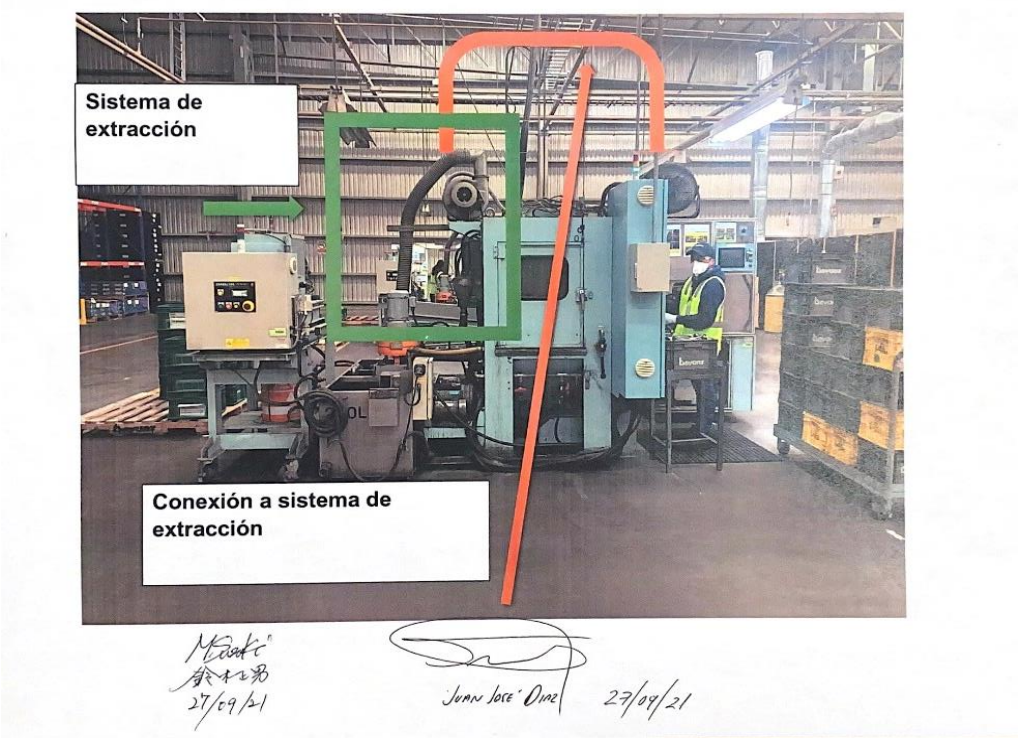
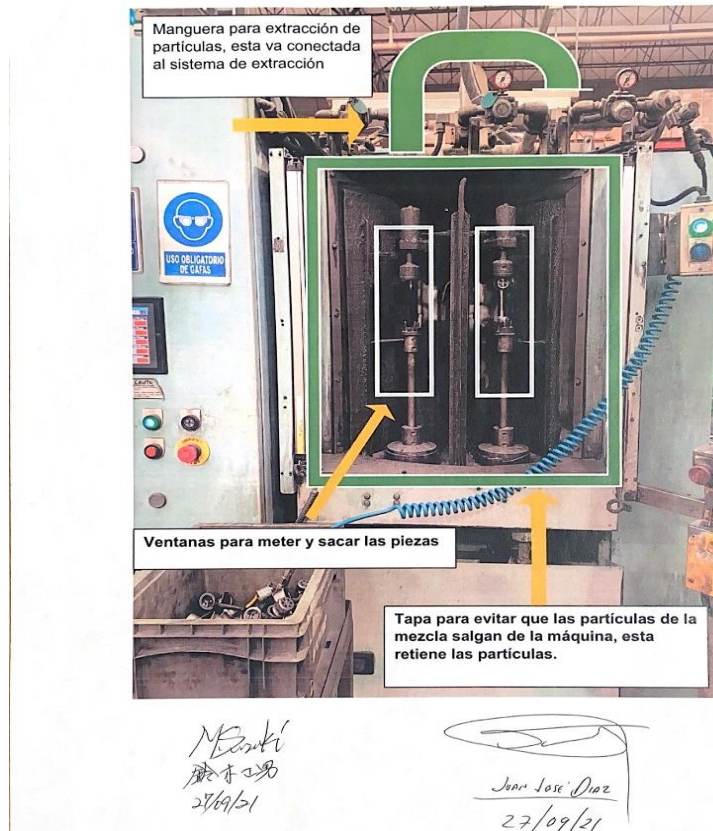


Ilustración 51. Propuesta de mejora vista lateral.



**Ilustración 52. Propuesta de mejora, vista frontal.**

En la siguiente imagen podemos observar la mejora implementada en la línea de WetBlast, en la imagen se puede apreciar el antes y el después de la mejora.



**Ilustración 53. Mejora aplicada por el residente en la línea WetBlast, esta imagen muestra el antes y el después de la implementación.**