



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL
DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA

PRESENTA:

JONATHAN JIMÉNEZ RAMÍREZ

CARRERA:

INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA

**“AUTOMATIZACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA TPS
EN LAS ESTACIONES #33-A Y #33-B DE LA LINEA MBR ASSY
FR SUSP P13C PARA EFECTUAR LA MAXIMA CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD DE LOS PRODUCTOS”**

YOROZU MEXICANA S.A DE C.V

YOROZU

NOMBRE DEL ASESOR EXTERNO:
VICTOR MANUEL DE LUNA MACIAS

NOMBRE DEL ASESOR INTERNO:
JAIME RODARTE MARTINEZ

Fecha (08/diciembre/23)

CAPÍTULO 1: PREELIMINARES

2. Agradecimientos.

Para mí este trabajo significa la continuación de mi gran proyecto de vida y de las innumerables experiencias que me han hecho crecer como persona y, por otro lado, es para mí el comienzo de una nueva etapa como profesional. Durante su realización he aprendido a valorar mucho más a mis seres queridos, amigos y todas aquellas personas que han sido un gran apoyo para llegar al final de esta etapa, a quienes indiscutiblemente dedico este símbolo de esfuerzo tan importante para mí.

Primero que nada, se lo dedico especialmente a mis padres; por ser mis padres, por ser las personas con las que he contado, cuento y contare incondicionalmente toda mi vida. A mi familia por siempre estar al pendiente de mí y motivarme en el transcurso de mi formación académica.

Gracias a mis amigos que sin duda fueron una gran motivación y siempre me brindaron su apoyo moral y humano, necesario en los momentos más difíciles de este trabajo y esta profesión.

A mis compañeros de carrera que sin duda alguna siempre fueron un gran apoyo para llegar hasta este punto, agradecer por las experiencias compartidas, por sus consejos, por su amistad, por su dedicación, entrega y los conocimientos transmitidos.

A cada uno de los docentes de esta Institución, que siempre dieron su mayor esfuerzo y dedicación para la formación de cada uno de los alumnos.

Agradecer en especial a mí; Jonathan Jiménez Ramírez por todo el esfuerzo empleado, el tiempo dedicado en el transcurso de la carrera, las ganas de salir adelante, por nunca desistir y demostrarte que puedes ser capaz de lograr tus objetivos, aun teniendo momentos difíciles personalmente como académicamente.

3. Resumen.

Dentro del sector industrial especialmente para YOROZU MEXICANA es de suma importancia manifestar la calidad de los productos al 100%, la mayor efectividad de los procesos y sin dejar a un lado la seguridad y bienestar de los operadores enfocándose en la ergonomía de los procesos. En el actual proyecto se dará a conocer el seguimiento dado y las herramientas empleadas, utilizando la metodología del SISTEMA DE PRODUCCION TOYOTA en las Estaciones #33-A y #33-B de la línea de Retap MBR FR SUSP de la empresa YOROZU MEXICANA, ya que actualmente se está efectuando el arranque de los nuevos números de parte de suspensión delantera y trasera del modelo P13C para vehículos de la marca NISSAN (KICKS).

En esta línea se realiza la operación de inspección y machueleo de 22 tuercas a la pieza con número de parte 54401 7LG0A, la necesidad de aplicar la metodología TPS es porque se detectaron varias ineficiencias en el proceso, la principal es que no se tiene un control de calidad para la operación y que si se omite el machueleo de una de las tuercas del proceso se generaría un reclamo de cliente. Es por eso que con las herramientas de esta metodología (ANDON, POKAYOKE, KAIZEN) podremos garantizar al máximo la calidad de los productos evitando generar algún defecto.

Aunado a esto, también se detectó que para clampar la pieza en el JIG, el operador lo realiza de forma manual generado así un mayor esfuerzo y movimientos innecesarios, es por eso que se aplicara el cambio de diseño por clamps automáticos en donde con solo pulsar un botón estos harán su función de forma automática.

4. Índice.

Índice

CAPÍTULO 1: PREELIMINARES.....	2
2. Agradecimientos.....	2
3. Resumen.....	3
4. Índice.....	4
Lista de Tablas.....	5
Lista de Figuras	6
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	7
5.- Introducción	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	8
7. Problemas a resolver, priorizándolos.	14
8. Justificación	17
9. Objetivos (General y Específicos)	18
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	19
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).	19
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	32
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	32
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	47
12. Resultados	47
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	57
13. Conclusiones del Proyecto.....	57
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	58
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	58
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	59
15. Fuentes de información	59
CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	60
17. Anexos.....	60

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Principales productos de YOROZU MEXICANA. Fuente: YMEX 2023	10
Tabla 4.1 Cronograma de actividades Proyecto de Residencias. Fuente: Elaboración propia. .	32
Tabla 4.2 AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP. Fuente: YMEX 2023	34
Tabla 4.3 Clasificación de POKA-YOKE Plan de Control Ingeniería Ensamble. Fuente: YMEX 2023.....	36
Tabla 4.4 Formato de Tiempos y Movimientos- Proceso de Inspección y Machueleo Fuente: Elaboración propia.	44
Tabla 5.1 AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP. Fuente: YMEX 2023	47
Tabla 5.2 AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP Actualizado. Fuente: YMEX 2023.....	48
Tabla 5.3 Ayuda visual-Flujo de Inspección y machueleo de tuercas. Fuente: Elaboración propia.	49
Tabla 5.4 Sistema para detección de posibles defectos en la operación. Fuente: Elaboración propia.....	50
Tabla 5.5 Sistema para detección de posibles defectos en la operación. Fuente: Elaboración propia.....	51
Tabla 5.5 Sistema para detección de posibles defectos en la operación. Fuente: Elaboración propia.....	54
Tabla 5.6 Formato de tiempos y movimientos- Anterior. Fuente: Elaboración propia.	55
Tabla 5.7 Formato de tiempos y movimientos- Actual. Fuente: Elaboración propia.....	56

Lista de Figuras

Ilustración 2.1 Ubicación de Planta YOROZU MEXICANA. Fuente: YMEX 2023	10
Ilustración 2.2 LAY OUT de Planta YOROZU MEXICANA. Fuente: YMEX 2023	12
Ilustración 2.3 LAY OUT de Línea RETAP- MBR ASSY FR SUSP P13C. Fuente: YMEX 2023	14
Ilustración 2.4 Estación #33-A Retap MBR ASSY FR SUSP P13C Fuente: Elaboración propia.	16
Ilustración 3.1 Casa de la Calidad Sistema TPS. Fuente: Sistema de Producción Toyota	20
Ilustración 3.2 Ejemplo de Sistema POKAYOKE. Fuente: Fundamentos Lean. Manufacturing .	23
Ilustración 3.3 Ejemplo de Sistema ANDON. Fuente: Fundamentos Lean Manufacturing.	25
Ilustración 4.1 Diagrama de Ishikawa-Causas de Generación de defectos en línea Retap. Fuente: Elaboración propia.	33
Ilustración 4.2 Condiciones actuales de EST #33-A y EST #33-B Línea Retap FR SUSP P13C. Fuente: Elaboración propia.	35
Ilustración 4.3 Especificaciones de Sensor de Distancia E3Z-LS61. Fuente: OMRON Automatización Industrial.	36
Ilustración 4.4 Colocación de sensores POKAYOKE en mesas de inspección MBR ASSY FR SUSP P13C. Fuente: Elaboración propia.	37
Ilustración 4.5 Funcionamiento de sensor: Pistola neumática en base. Fuente: Elaboración propia.	37
Ilustración 4.6 Funcionamiento de sensor: Pistola neumática en operación. Fuente: Elaboración propia.	38
Ilustración 4.7 Funcionamiento de sensor: Pistola neumática en operación. Fuente: Elaboración propia.	39
Ilustración 4.8 Combinación del sistema de POKAYOKE garantizando la calidad. Fuente: Elaboración propia.	40
Ilustración 4.9 LAY OUT de colocación de banderas EST 33-A y 33-B. Fuente: YMEX 2023. ..	41
Ilustración 4.10 Confirmación OK de funcionamiento de sistema ANDON. Fuente: Elaboración propia.	41
Ilustración 4.11 Confirmación OK de funcionamiento de sistema ANDON. Fuente: Elaboración propia.	42
Ilustración 4.12 Clamps manuales de operación. Fuente: Elaboración propia.	45
Ilustración 4.13 Cambio de clamps de operación (manuales-automáticos. Fuente: Elaboración propia.	45
Ilustración 4.14 Clampado de pieza (clamps automáticos). Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 4.15 Desclampado de pieza (clamps automáticos). Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 5.1 JIG de Inspección Clamps manuales. Fuente: YMEX 2023	52
Ilustración 5.2 JIG de Inspección Clamp automáticos. Fuente: YMEX 2023	53
Ilustración 9.1. Política de Gestión de la Seguridad de la Información. Fuente: YMEX 2023	61
Ilustración 9.2 Industrial Location SpotPoint. Fuente: YMEX 2023	61
Ilustración 9.3 Funcionalidad de señor ILS 2.0. Fuente: YMEX 2023	61
Ilustración 9.4 Funcionamiento del sistema ILS para la orientación del operador. Fuente: YMEX 2023.	61

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

En la actualidad, la calidad es una de las principales preocupaciones de las empresas. Se ha convertido en un factor crítico para el éxito de las mismas, ya que los clientes cada vez son más exigentes y se encuentran más informados.

La calidad es importante porque permite a las empresas diferenciarse de la competencia, ofrecer un producto o servicio de mayor valor y mejorar la satisfacción y lealtad de los clientes. Todo esto se traduce en un mayor beneficio para la empresa. (Barras, 2023)

En el actual mundo globalizado existen competencias en el ámbito industrial que requieren el mayor grado de competencias de acuerdo a las normas de calidad y de producción hoy en día. La importancia de efectuar la mayor calidad en los procesos es una de las mayores prioridades para las empresas, ya que cada vez existe una gran cantidad de competencia en el mercado y por ende los clientes son aún más exigentes, aunado a esto es uno de los principales factores para que una empresa sea rentable y pueda generar ganancia. Por otro lado, tenemos también la importancia de efectuar la mayor ergonomía en los procesos y eliminar la carga de trabajo para los empleados. Un ambiente de trabajo ergonómico no solo se enfoca en la comodidad del trabajador o en evitar algún riesgo o lesión, sino que va más allá de eso, también se ve relacionada con el aumento de la productividad y la satisfacción laboral, reduciendo gradualmente todos aquellos movimientos que no agreguen valor al producto.

Sin duda alguna son dos puntos importantes en las empresas que se deben de estar mejorando día a día. Es por eso que, en este proyecto con ayuda del sistema de TPS y sus diferentes tipos de herramientas como son el ANODN, POKAYOKE, KAIZEN entre otras herramientas Lean, mejoraremos la parte de la calidad en los productos de las líneas de nuevos modelos de P13C en la empresa YOROZU MEXICANA para garantizar al máximo los productos y por ende la satisfacción de los clientes.

6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

YOROZU MEXICANA, dedicada a la manufactura de partes de Suspensión, Pedal Completo y partes de Motor, ofrece productos de la más alta calidad que le permite obtener la confianza del cliente.

- **Nombre de la empresa:** YOROZU MEXICANA, S.A. DE C.V.
- **Domicilio:** Ctra. Aguascalientes-Zacatecas KM.18.8 San Francisco de Los Romo, Aguascalientes
- **Giro:** Metal mecánica (Automotriz).
- **Principales actividades de la empresa:** Fabricación de suspensiones delanteras y traseras de automóviles.
- **Director de Ingeniería:** Misael Martínez González.

YOROZU MEXICANA, S.A. DE C.V. es de origen y capital japonés. Fabricamos Suspensiones Automotriz y Partes Componentes; Inicio de Operaciones en Aguascalientes el 08 febrero de 1993 y sus Principales Clientes son: NISSAN MEX, HONDA MEX, VW MEX. La Planta de Aguascalientes es Reconocida Mundialmente por los Resultados de Calidad, Gracias a Nuestra Gente que Trabaja en YMEX (600 colaboradores); Con una antigüedad promedio de 7 años y una rotación anual del 2010 de 3.92% en personal sindicalizado y de 6.74% en confianza. Por eso en la Planta de Aguascalientes tenemos la siguiente Política de Calidad "YOROZU MEXICANA Ofrece Productos de la más Alta Calidad que nos Permite Obtener la Confianza del Cliente"

Misión

Nuestra empresa tiene como misión proporcionar a sus clientes productos para suspensiones y partes automotrices de alta calidad que contribuyan a la satisfacción y seguridad de las personas que utilizan vehículos.

Visión

YOROZU MEXICANA tiene la visión de lograr y mantenerse en primer lugar respecto a la confianza de sus clientes, realizando actividades para la reducción de costos y mejorando de manera continua sus procesos y la calidad de sus productos.

Política Integral

La dirección general de la empresa, define su Política Integral de Seguridad, Salud, Calidad y Ambiental, declarando: Que ofrece realizar acciones necesarias para que en todas sus actividades sea primero la Seguridad, Salud, Calidad y Medio ambiente; ofreciendo productos de las más alta calidad que nos permite obtener la confianza del cliente, estableciendo un pensamiento de administración de riesgos y oportunidades en nuestros procesos para prevenir daños y enfermedades en las personas, defectos de calidad y evitar la contaminación del Medio Ambiente de acuerdo al propósito, al contexto y la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de nuestras actividades, productos y servicios. (Departamento de Sistemas - YMEX, 2022)

Para cumplir esta Política Integral, nos comprometemos con los siguiente:

1. Realizar la mejora en sus procesos, sistemas de trabajo y el sistema integral de gestión como medio para crear un “ambiente de trabajo seguro y comfortable” a través de la funcionalidad, calidad, precio y entrega.
2. Mantener y reforzar los procedimientos y normas de trabajo que garanticen la calidad de los productos, la seguridad y salud de sus trabajadores.
3. Cumplir con las leyes mexicanas y trabajar hacia reducir el consumo de los recursos naturales y la conservación de la energía, incrementando el reciclaje y la reducción de sustancias todos los ámbitos de nuestras actividades.
4. Ser una empresa sustentable mediante actividades justas y transparentes.
5. Coexistir en armonía con las comunidades locales y activamente intercambiar y proporcionar información relacionada con la conservación del medio ambiente como mitigación y adaptación del cambio climático, la protección a la biodiversidad y de los ecosistemas.
6. Establecer objetivos acordes con la presente política.
7. Nunca recibir, Nunca hacer, Nunca pasar defectos.

Ubicación:

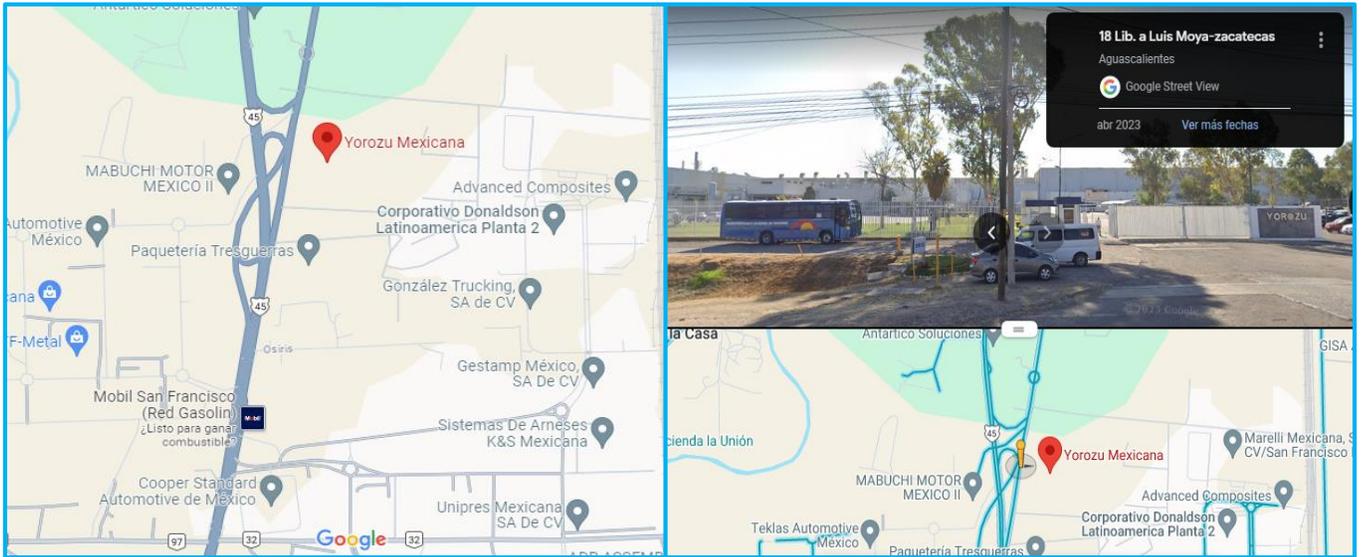


Ilustración 2.1 Ubicación de Planta YOROZU MEXICANA. Fuente: YMEX 2023.

Principales productos de YMEX:

Tabla 2.1 Principales productos de YOROZU MEXICANA. Fuente: YMEX 2023.

PRINCIPALES PRODUCTOS DE YMEX	
	<p>Este es un miembro de suspensión delantera que combina los miembros laterales izquierdo y derecho y los travesaños delanteros/traseros en una sola unidad. Al unir los miembros laterales, una cruz delantera y una cruz trasera de diferentes grosores en una pieza en bruto a medida, es posible asignar un grosor individual para cada pieza, logrando así una mayor rigidez y reduciendo el peso.</p>
	<p>Este es un miembro de suspensión delantera que comprende tres secciones: miembros laterales izquierdo y derechos rígidos y un travesaño de placa delgada. Debido a que los miembros laterales que atraviesan el automóvil a lo largo transmiten eficientemente la entrada de la carretera a la carrocería, el grosor del travesaño se puede reducir, reduciendo así el peso.</p>

	<p>Este es un miembro rígido de la suspensión trasera con seis puntos de montaje. La colocación de tuberías con un excelente rendimiento de rigidez cerca de los puntos de entrada logra una estructura de entrepiso de 3 dimensiones con un grado extremadamente alto de rigidez.</p>
	<p>Este es un eje de viga trasera en el que se utilizan tubos hechos de placa de acero rizado para los brazos de arrastre izquierdo y derecho.</p> <p>La placa de acero rizado permite cambios perimetrales, ampliando la libertad en el diseño de la sección transversal de las posiciones que requieren resistencia y rigidez. También permite una fabricación económica, reduciendo los costos.</p>
	<p>Este es un enlace inferior frontal con una estructura de placa única.</p> <p>Hacer que todos los sujetadores al miembro delantero sean verticales elimina la necesidad de piezas especiales de sujeción (collarines) y reduce el número de piezas y el peso. Además, la estructura de placa única elimina el proceso de soldadura, reduciendo los costos.</p>
	<p>Este es un brazo de arrastre en el que se utiliza la tubería para los miembros estructurales. El seccionamiento óptimo y un menor peso se logran dando forma a la tubería con hidroconformado.</p>
	<p>Este es un pedal de freno que suprime el retroceso del pedal durante una colisión. El sistema de supresión de retirada incorporado se activa durante una colisión, moviendo la palanca del pedal hacia la parte delantera del vehículo y suavizando el impacto en el pie del conductor.</p>

Las principales áreas de manufactura de YOROZU MEXICANA son estampado, ensamble y pintura. En el área de estampado se recibe la materia prima (acero) la cual llega en forma de rollo, esta pasa por una prensa (BLANKING) donde corta el acero en forma de plantillas, las plantillas pasan a una nueva prensa (TRANSFER) donde se les da el formado especificado para mandar a líneas de ensamble, se integran a los racks de PT (Producto Terminado) para continuar su proceso. En las líneas de ensamble se desarrolla un proceso en el cual los componentes que vienen de la línea de estampado pasan a ser colocados en “Jigs de ensamble” y por medio de soldadura (CO2) van siendo armados de acuerdo a las especificaciones del cliente, una vez terminado este proceso las piezas pasan al rack de PT para ser enviado al área de pintura. En pintura llegan los números de partes producidos en ensamble para realizarles un proceso físico-químico para proveer una película de pintura que proporciona diferentes propiedades a la pieza, pero la principal es dar resistencia contra la oxidación y corrosión del metal.

En la ilustración 2.2 se puede observar el LAY OUT de planta YMEX, donde identificamos la distribución de las diferentes áreas que la conforman, enfatizándonos en las 3 principales áreas de manufactura mencionadas anteriormente.

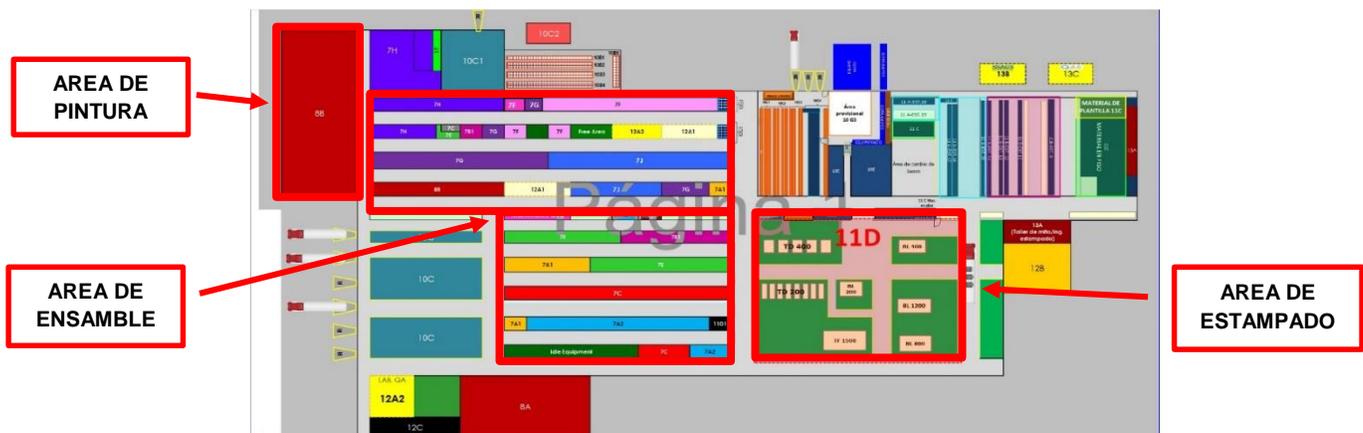


Ilustración 2.2 LAY OUT de Planta YOROZU MEXICANA. Fuente: YMEX 2023.

El puesto que se estará desarrollando es el de becario en el área de Ingeniería en Proceso de Ensamble, apoyando específicamente en las líneas de nuevos modelos de P13C, lugar donde se realizan actividades de instalaciones de equipos, mejora continua en procesos, apoyo en pilotajes entre otras. A si mismo se estará dando prioridad al proyecto que se efectuará en las ESTACIONES #33-A y #33-B de las líneas de inspección y machueleo de tuercas (RETAP).

La importancia de estar relacionado en esta parte de la manufactura de los procesos es que el residente adquirirá conocimientos de cómo llevar a cabo un proyecto nuevo en las empresas, desde conocer cómo se lleva una instalación de equipos, la parte funcional de los equipos, el flujo que tienen los procesos que se estarán implementando, el área de oportunidades de mejorar en los procesos para una mayor eficiencia, el sistema de Lay Out aplicado en los estándares de YMEX.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Actualmente en la Planta YOROZU MEXICANA está en desarrollo el arranque de nuevos proyectos de la línea P13C, partes de suspensión que van ensambladas en el modelo del vehículo Kicks de la marca NISSAN. Entre los números de parte que se están desarrollando se encuentra el MBR ASSY FR SUSP (miembro de una suspensión delantera), donde para su fabricación pasa por una serie de procesos de manufactura, el primero se da en las líneas de estampado, proceso donde se lleva a cabo el formado de los componentes que se estará ensamblando, el segundo se da en la línea de ensamble (JIG de ensamble) con un proceso de soldadura que va agrupando los componentes que conforman la pieza de acuerdo a las especificaciones de cliente, después de eso pasa a un proceso de pintura para posteriormente regresar a línea de RETAP donde se lleva a cabo la inspección y machueleo de 22 tuercas y finalmente colocar las piezas en el rack de producto terminado, en esta última es donde se analizó los posibles problemas en el proceso.

En la siguiente ilustración se observa la distribución del proceso de inspección y machueleo de la pieza MBR ASSY FR SUSP P13C.

LAY OUT PROCESO RETAP MBR-ASSY FR SUS P13C

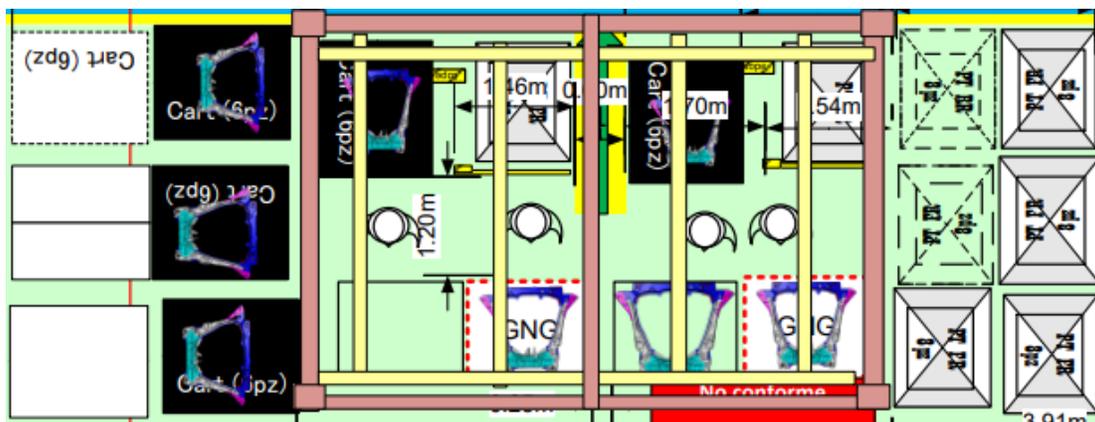


Ilustración 2.3 LAY OUT de Línea RETAP- MBR ASSY FR SUSP P13C. Fuente: YMEX 2023.

En esta línea se realiza la inspección y machueleo de 22 tuercas (11 M6, 6 M8, 2 M10 Y 3 M12), de la pieza del MBR-ASSY FR SUSP después de haber pasado por el proceso de pintura.

El diseño de las ESTACIONES #33-A y #33-B no es el más óptimo, ya que cuenta con algunos problemas para realizar su operación entre los que se encuentran:

- 1. Se detectó en el proceso, que el clampado y desclampado de la pieza en ambas estaciones se realiza de manera manual, esto causa mayor movimiento del operador y por ende un mayor esfuerzo.
- 2. Al realizar el machueleo de cada tuerca en el proceso, no se puede garantizar que el operador realice el proceso de inspección y machueleo al 100% como se especifica y por ende no garantizaríamos la calidad del producto, ya que se puede generar un brinco de proceso al momento de no inspeccionar y machuelear alguna tuerca.

Hasta el momento no existe algún sistema que evite que el operador pueda mandar erróneamente alguna tuerca sin haberla inspeccionado y machueleado, entonces con las herramientas tales como el sistema POKAYOKE, ANDON y KAIZEN entre otras podemos eliminar las ineficiencias del proceso y mandar un producto 100% de calidad, garantizando que se cumpla el proceso adecuadamente y que se evite mandar errores en las especificaciones del producto.

Esta actividad es de suma importancia ya que si no se realiza correctamente el machueleo del total de las tuercas podría generar un reclamo de cliente, es por eso que surge la necesidad de implementar la metodología de TPS en el proceso para garantizar al 100% la calidad del producto, cabe resaltar que en ambas estaciones se realiza el mismo proceso.

La ergonomía en el proceso también es un punto muy importante a tomar en cuenta, ya que como se mencionó anteriormente el proceso cuenta con varias ineficiencias las cuales generarían movimientos innecesarios y además de eso existen muchas actividades que se realizan manualmente lo que provocaría un mayor desgaste en los operadores. El objetivo es eliminar esas actividades por un sistema más automatizado para disminuir el esfuerzo y el exceso de movimientos en el proceso.

En la ilustración 2.4 se puede observar la Estación #33-A donde se realizará la inspección y machueo de la pieza MBR ASSY FR SUSP. En esta estación se dará el seguimiento a la implementación de herramientas del SISTEMA TPS y se enfocará en la reducción de esfuerzos en el proceso.

Estación #33-A

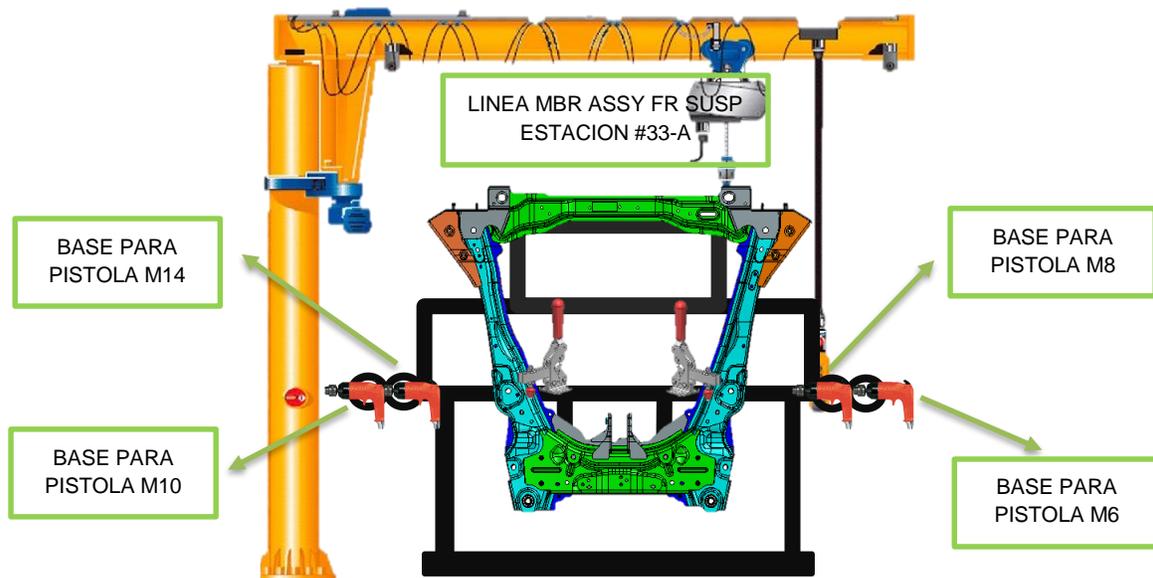


Ilustración 2.4 Estación #33-A Retap MBR ASSY FR SUSP P13C Fuente: Elaboración propia.

8. Justificación

Para YOROZU MEXICANA es de suma importancia tener todos los procesos bien estandarizados y que calidad sea del 100% en cada uno de los productos fabricados en dicha empresa. La planta de YMEX se distingue por la calidad que mantienen sus productos, llegando a si a obtener importantes reconocimientos a nivel mundial.

La importancia de implementar el sistema de TPS en los procesos de ensamble y en cualquier otra área generaría más confianza en los clientes actuales y además abriría más oportunidades en el mercado, teniendo en cuenta que cada vez hay más competencia en el mercado y que los procesos aumenta su eficiencia.

La metodología de TPS se enfoca en elevar la calidad de los procesos y mejorarlos continuamente, sin duda alguna mejoraríamos los tiempos en producción eliminando todas las acciones que nos efectúen demoras en el proceso, y cumpliendo con los objetivos de productividad de la empresa. Aunado a esto, se pretende automatizar las estaciones de una manera eficaz y ergonómica, acondicionándolas para que sea más fácil realizar su operación ya que para YMEX es de suma importancia optimizar el bienestar del ser humano. De aquí se genera los conocimientos que se pueden adquirir, empleando la mejora continua en los procesos, la implementación de herramientas Lean que combinadas podrían genera una mejorar calidad como son el ANDON y POKAYOKE y además de eso estudia la importancia de la ergonomía en los procesos par que cualquier persona con distintas habilidades y capacidades los pueda realizar sin problema.

9. Objetivos (General y Específicos)

General:

Analizar el proceso de manufactura para identificar las áreas de posible implementación de las herramientas del sistema TPS (Sistema de Producción Total) en las ESTACIONES #33-A y #33-B de la línea MBR-ASSY FR SUSP P13C, así mismo automatizar de la manera más ergonómica las operaciones para aumentar la eficacia en el servicio otorgado al cliente garantizando la calidad de los productos mediante nuestros controles y sistemas bien estandarizados.

Específicos:

1. Diagnosticar la situación del procedimiento actual que lleva a cabo la empresa para el control de la calidad del producto.
2. Controlar e identificar problemas en su origen con el fin de conseguir un producto con cero defectos.
3. Implementar posibles herramientas del sistema TPS para la detección al 100% de defectos en la operación.
4. Automatizar de forma eficaz y ergonómica las EST #33-A y #33-B de la línea MBR-ASSY FR SUSP P13C.
5. Garantizar al 100% la eficacia y eficiencia de la línea.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Sistema TPS

En los años 30 Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros responsables de Toyota, implementaron una serie de innovaciones en sus líneas, de modo que facilitaran tanto la continuidad en el flujo de material, como la flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos. Esto se hizo aún más necesario a finales de la 2ª Guerra mundial, cuando surgió la necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos. Surgió así el TPS ("Toyota Production System"). El sistema lean, o lean manufacturing, está basado en su totalidad en el Sistema de fabricación de Toyota (TPS).

El TPS se fundamenta en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de despilfarros (muda en japonés), y el análisis de la cadena de valor, para finalmente conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y en el momento en que sea necesario. Es decir, tener la flexibilidad y fiabilidad necesarias para fabricar en cada momento lo que pide el cliente. (Toyoda, 1887)

Taiichi Ohno define la metodología de producción de Toyota como un sistema de producción cuya base es la eliminación del excedente. "Los dos pilares necesarios que sustentan este sistema son: Just In Time (JIT) y autonomación, o automatización con un toque humano" (Taiichi Ohno, 1988)



Ilustración 3.1 Casa de la Calidad Sistema TPS. Fuente: Sistema de Producción Toyota.

Control autónomo de los defectos o Jidoka.

Hoy en día las empresas buscan brindar un servicio o producto de calidad, con el fin de que en la medida en que se automaticen los procesos de producción de la organización se evite que cualquier pieza o producto defectuoso avance a lo largo de la línea de producción. Es por esto que surge el concepto de Jidoka, que se basa en la filosofía de cero defectos.

El control autónomo de los defectos o Jidoka es considerado como uno de los pilares del sistema de producción Toyota. Taichi Ohno lo definió en su libro sistema de producción Toyota (1988) como:

“Autonomización o automatización con un toque humano” o bien automatización con inteligencia humana sin la necesidad de la presencia humana en forma continua.

La expresión proviene de la conjunción 3 caracteres japoneses:

- 自 “Ji”: Se refiere al mismo trabajador.

Si el trabajador cree que algo está mal o que está creando un defecto, debe parar la línea.

- 動 “do” Se refiere al movimiento o al trabajo.
- 化 “Ka”: Hace referencia al sufijo –ción.

En conjunto “Jidoka” es la automatización con toque humano e implica dotar de cierta autonomía a las máquinas automáticas a fin de introducir un mecanismo de auto detección en caso de funcionamiento defectuoso. Su principal objetivo es evitar desperdicios y fallas en el proceso productivo. Según Taiichi Ohno el origen del concepto se remonta a la invención de Toyoda Sikichi (Fundador de la empresa Toyota motor) de una máquina de tejer automática.

Ohno (1988) relata que el telar se detenía al instante cuando alguno de los hilos de la urdimbre o de la trama se rompía gracias a la incorporación dentro de la máquina de un mecanismo que podía distinguir entre las condiciones normales y anormales, no se fabricaban productos defectuosos.

La automatización modifica también el sentido del uso de la máquina. Cuando esta trabaja normalmente no es necesario ningún operario. Sólo cuando se para como consecuencia de una situación anormal requerirá de la atención del personal, Como resultado, un solo trabajador podrá atender varias máquinas, reduciéndose así el número de operarios e incrementando el rendimiento de la producción.

El propósito de la implementación Jidoka es diagnosticar el defecto inmediatamente y corregirlo. El trabajador sólo debe estar atento, cuando se detiene la máquina. Este concepto también ayuda en la inspección sucesiva de los componentes y productos finales en la última instancia, se producen y se quita el peso de la inspección final sobre los hombros de los trabajadores.

La inspección se lleva a cabo por la máquina y cuando la máquina deja de funcionar, la persona designada o experto apresuran hacia la máquina y tratar de resolver el problema. Jidoka se centra en investigar la causa raíz de este problema y hacer los arreglos necesarios para que este defecto no ocurra de nuevo. La prevención de defectos se puede lograr mediante el uso de la técnica de Poka-Yoke.

Puesto que el equipo se detiene cuando surge un problema, un solo operario puede controlar visualmente y controlar eficientemente en muchas máquinas a la vez. Como una herramienta importante para este "control visual" o "visualización problema," las plantas de Toyota utilizan un sistema de tablón de anuncios problema llamado "andon" que permite a los operadores identificar problemas en la línea de producción con sólo un vistazo.

Sistema POKAYOKE

Es una técnica de calidad desarrollada por Shigeo Shingo en los años 60 para prevenir los errores humanos que se producen en la línea de producción. El término POKA-YOKE significa "a prueba de errores" y viene de las palabras japonesas "POKA" (error inadvertido) y "YOKE" (prevenir). (Shingo, 1960)

Un dispositivo POKA-YOKE es cualquier mecanismo que se incorporan en el diseño de los productos y procesos para ayudar a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. (Trujillo, 2016)

Los sistemas POKA-YOKE, o libre de errores, son métodos para prevenir que los errores humanos se conviertan en defectos del producto final. Además, enriquecen la calidad de los productos previniendo errores en la línea de producción y tiene como misión apoyar al trabajador en sus funciones.

Con el sistema POKA-YOKE no se permite que los errores se presenten en la línea de producción, por lo tanto, la calidad será alta y el reproceso bajo. Generando por consiguiente una mayor satisfacción del cliente y un coste total más bajo.

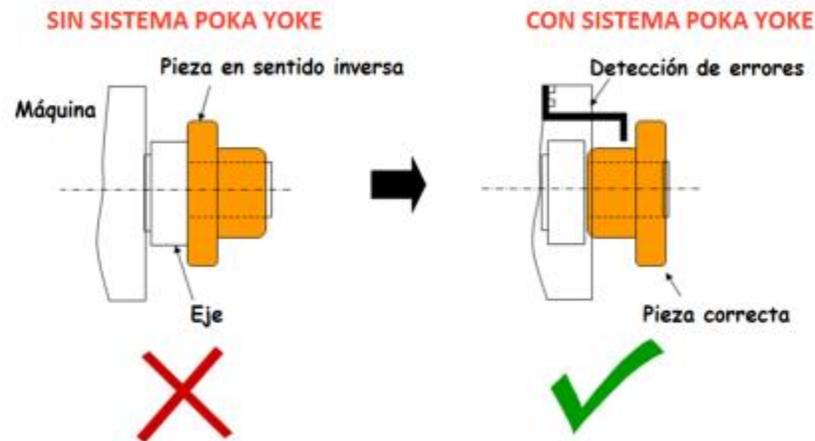


Ilustración 3.2 Ejemplo de Sistema POKAYOKE. Fuente: Fundamentos Lean.

Las ventajas de los sistemas POYA-YOKE son las siguientes:

- Se minimiza el riesgo de cometer errores y generar defectos.
- El operario puede centrarse en operaciones que añaden valor, en lugar de dedicar esfuerzo a comprobaciones para la prevención y corrección de errores.
- Mejora la calidad actuando sobre la fuente del defecto, en lugar de sobre controles posteriores.
- Se caracterizan por ser simples y económicos.

Mejora Continua KAIZEN

KAIZEN se define a partir de dos palabras japonesas "KAI" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar, así, podemos decir que KAIZEN es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo o progresivo", como comúnmente se le conoce.

KAIZEN es más que una metodología para mejorar procesos, es una cultura, de mejorar día a día e involucra a todos en la organización incluyendo tanto a la alta administración, gerentes y trabajadores. (Vasquez, 2013)

Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de producción mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, KAIZEN también se enfoca en la eliminación de desperdicio.

Algunas de estas mejoras podrían ser un nuevo diseño de línea, reducción SMED, mejora de la velocidad, la reducción de tiempo de ciclo, reducción de residuos, etc.

El mejoramiento puede definirse como KAIZEN e innovación, en donde una estrategia KAIZEN mantiene y mejora el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales, y la innovación produce mejoras radicales como resultado de grandes inversiones en tecnología y/o equipos. La forma más razonable de llevar a cabo las mejoras es combinando adecuadamente pequeñas mejoras e innovación.

Sistema ANDON

Es un término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo dentro del área de producción. El color de las luces indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. (Vasquez, 2013)

El tablero de alarmas será activado vía tirón de una cuerda o al apretar un botón por el operador para una línea productiva, también se puede activar automáticamente y se colocará lo suficientemente alto para poder ser visto por todos. Si un problema ocurre, el tablero de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. A veces se incorpora señales de audio junto con la tabla de Andon para ayudar al supervisor a comprender que hay un problema en su área.

Las variantes para los sistemas Andon son ilimitadas y el diseño depende del tipo de proceso y cantidad de líneas o máquinas que se deseen controlar.

Los sistemas Andon utilizan las luces de colores rojo, azul, blanco, amarillo, verde o ausencia de luz (producción normal), aunque en algunos casos se reducen según el

número de indicaciones que se quieran transmitir. Un ejemplo de distribución de luces puede ser el siguiente:

- Luces apagadas: Sistema operando normal.
- Rojo: Máquina con averías.
- Amarillo: Esperando para cambio de modelo.
- Verde: Falta de Material.
- Azul: Pieza defectuosa.
- Blanco: Fin de lote de producción.



Ilustración 3.3 Ejemplo de Sistema ANDON. Fuente: Fundamentos Lean Manufacturing.

Los objetivos de un sistema Andon son:

- Hacer visibles los problemas.
- Ayudar tanto a los trabajadores como supervisores a permanecer en contacto directo con la realidad del lugar de trabajo.
- Motivar al personal a resolver los problemas sobre la marcha.

Entre los múltiples beneficios que genera la implantación de un sistema Andon se destacan los siguientes:

- Disminución del tiempo de respuesta ante dificultades.
- Incremento de la calidad de los productos.
- Facilita la ubicación e identificación de anomalías.
- Disminución de tiempos y esfuerzos en labores de supervisión.
- Solución de problemas sobre la marcha.

Muda/Desperdicio

Es un término japonés tradicional para una actividad que es un desperdicio y no agrega valor o es improductiva. También es un concepto clave en el sistema de producción de Toyota (TPS) y es uno de los tres tipos de residuos identificados (muri, muda, mura). Reducción de los residuos es una manera eficaz para aumentar la rentabilidad. Toyota simplemente recogió estas tres palabras que comienzan con el prefijo mu-, que en Japón se reconocen ampliamente como una referencia a un programa de mejora del producto. Un proceso agrega valor cuando produce bienes o servicios que un cliente pagará por ellos. Un proceso consume recursos, pero genera desperdicios cuando se consumen más recursos de los necesarios para producir las mercancías o prestar el servicio que el cliente desea realmente. (Vasquez, 2013)

Automatización Industrial

La automatización industrial es el fenómeno mediante el que las máquinas, la informática y la tecnología son utilizadas con fines industriales. Mediante la automatización, los procesos que, a priori, eran procesos manuales, pasan a ser procesos automatizados, lo que dota de gran autonomía a los procesos industriales. (Morales, 2022)

La automatización industrial puede definirse específicamente como la utilización de forma mecánica o mediante sistemas industriales de forma electrónica para generar un comportamiento dinámico y controlado, mediante comandos y reglas que logran mantener la operación de la producción en determinado servicio, y que implica la reducción del trabajo humano y simplificación de los procesos de trabajo. (Admin, 2021)

Antecedentes históricos

Desde hace muchos siglos se ha buscado de forma notable y precisa por parte de los seres humanos lograr realizar el trabajo con la reducción significativa del esfuerzo físico, al momento de usar diversos tipos de herramientas y maquinarias.

En una primera etapa, las maquinas creadas disminuían el enorme esfuerzo humano, simplificando el trabajo al ser manejadas por ellos mismos mediante algunas técnicas tan simples como eran las poleas y palancas.

Con la llegada de la Revolución Industrial se rompieron bastante paradigmas de trabajo que conllevaron a desplazar el uso de la energía humana y animal, por la incorporación de otros recursos que ayudaban a la automatización cómo era el viento, el mar y el flujo de agua.

Durante el siglo XIX y XX, aparecen los primeros sistemas automatizados que incorporan sistemas mecánicos que usaban flujos canalizados de agua y vapor para generar acciones repetitivas en la producción de diversos objetos, como lo fueron el telar mecánico y las maquinas a vapor.

La automatización más profunda se lleva cabo desde la década de 1960, con la llegada de las computadoras que conllevaron a crear equipos que se requieren y lograr el control de procesos electrónicos, con énfasis en la Ingeniería en automatización, permitiendo ya en nuestro siglo de forma más eficaz el uso de robots y dispositivos que garantizan la automatización industrial con la incorporación de aspectos cómo el controlador lógico programable (PLC) (Admin, 2021).

Ergonomía

Actualmente las industrias se preocupan más por el bienestar del hombre, ya que este responderá mejor a las necesidades de la empresa. Es por ello que la ergonomía en conjunto con la seguridad e higiene, buscan analizar todas las exigencias presentadas por el empleado, al igual que analizar las exigencias presentadas por las maquinas, buscar el bienestar del trabajador, adecuar equipos y herramientas, entre otras cosas.

Ramírez (2004) define la ergonomía es una disciplina científico-técnica y de diseño que estudia integralmente al hombre (o grupos de hombres) en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y máquinas, dentro de un ambiente laboral específico, y que busca la optimización de los tres sistemas (hombre-máquina-entorno), para lo cual elabora métodos de estudio del individuo, de la técnica y de la organización del trabajo. El objetivo principal de la ergonomía, es la actividad concreta del hombre

aplicado al trabajo utilizando medios técnicos; su propósito de investigación es el sistema hombre-máquina-entorno. El valor de la ergonomía radica en su nivel de síntesis de los aspectos humanos y técnicos. Ello presupone una actuación en dos direcciones:

- Análisis de las exigencias presentadas por el hombre a las máquinas y su funcionamiento.
- Análisis de las exigencias presentadas por la máquina (o técnica) al hombre y a las condiciones de su actuación.

La productividad es el resultado de la confluencia racional de los elementos, medios y procedimientos que intervienen en el trabajo, con resultados eficientes y eficaces que se traducen en una mayor rentabilidad, menores costos, mayor motivación personal, mejor calidad y excelente clima laboral. En términos generales, es la relación positiva insumos-producto en la cual la ergonomía participa mejorando ampliamente dicha relación (Ramírez; 2004).

Clasificación de la Ergonomía

Ramírez (2004) señala que, aunque existen diferentes clasificaciones de las áreas donde intervienen el trabajo de los ergonomistas, en general se pueden considerar las siguientes:

Antropometría. Trata de las medidas del cuerpo humano, la ergonomía utiliza la antropometría para diseñar herramientas, equipos de seguridad, instalaciones, protección personal, etc., tomando en cuenta las dimensiones del cuerpo humano, la capacidad de fuerza, la edad, sexo, etc.

Ergonomía biomecánica. Es el área de la ergonomía que se encarga del estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o Newtoniana, y la biología, pero también se fundamenta en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología. Su principal objetivo es el análisis y estudio del cuerpo humano con el propósito de lograr un rendimiento máximo, solucionar algún tipo de discapacidad en el trabajo, diseñar tareas y actividades con el

fin de que la mayoría de los trabajadores puedan realizarlas sin riesgo de padecer daños o lesiones.

Ergonomía ambiental. Se encarga de estudiar y analizar las condiciones físicas que rodean a la persona y todo lo que influye al realizar las actividades, ya sea esto, el ruido, iluminación, el nivel térmico y las vibraciones. La ergonomía ambiental busca que el empleado trabaje seguro y cómodamente.

Ergonomía cognitiva. Los encargados del área de ergonomía cognoscitiva se familiarizan con temas tales como el proceso de recepción de señales e información, la capacidad para procesarla y operar con base en la información obtenida, conocimientos y experiencia. La relación que existe entre el hombre y las máquinas o los sistemas está en manos de un intercambio de información entre uno y otra dirección entre el operador y el sistema, ya que el operador es el encargado de controlar todas las acciones del sistema o de la máquina por medio de la información que establece y las acciones que realiza sobre este, pero también es fundamental considerar que el sistema nutre de cierta información al operador por medio de señales, para mostrar el estado del proceso o la situación en que se encuentra el sistema.

Ergonomía de diseño y evaluación. Se refiere al diseño y la evaluación de espacios, equipos y sistemas, basándose en datos antropométricos, costumbres de los empleados de esa área y características sociológicas. Al momento de diseñar un espacio de trabajo o herramienta, hay que tomar en cuenta al usuario, ya que no todos los usuarios son iguales o requieren lo mismo.

Ergonomía de necesidades específicas. Este tipo de ergonomía se dirige al desarrollo y diseño de equipo para todas las personas que tengan alguna discapacidad física que los limite a laborar normalmente, por lo tanto, las características y condiciones para cada uno son totalmente diferentes a las normales, es por esto que este tipo de ergonomía existe, ya que el diseño de los equipos se hace solo y únicamente para la persona de discapacidad física.

Ergonomía preventiva. Este tipo de ergonomía trabaja en relación con todas las disciplinas encargadas de seguridad industrial e higiene, se encarga de analizar y estudiar las condiciones de seguridad, salud, bienestar y comodidad del trabajador. También en conjunto con las otras disciplinas mencionadas anteriormente como la

biomecánica y la fisiología, se encarga de analizar el esfuerzo de trabajo, fatiga muscular, tiempo de la actividad, entre otros.

Etapas de la intervención de Ergonomía

Según Mondelo, Torada y Bonbardo (2000) se puede reducir la intervención ergonómica a una serie de etapas fácilmente identificables en cualquier proyecto:

- 1. Análisis de la situación:** ésta se realiza cuando aparece algún tipo de conflicto.
- 2. Diagnóstico propuestas:** una vez detectado el problema el siguiente paso reside en diferenciar lo latente de lo manifiesto, destacando las variables relevantes en función de su importancia para el caso.
- 3. Experimentación:** simulación o modelaje de las posibles soluciones.
- 4. Aplicación:** de las propuestas ergonómicas que se consideran pertinentes al caso.
- 5. Validación de los resultados:** grado de efectividad, valoración económica de la intervención y análisis de la fiabilidad.
- 6. Seguimiento:** por último, cabe retroalimentar y comprobar el grado de desviación para ajustar las diferencias obtenidas a los valores pretendidos mediante un programa. El objetivo que se persigue siempre en ergonomía es el de mejorar “la calidad de vida” del usuario, tanto delante de una máquina herramienta como delante de una cocina doméstica, y en todos estos casos este objetivo se concreta con la reducción de los riesgos de error, y con el incremento de bienestar de los usuarios. (Mondelo, Torada y Bonbardo; 2000)

Estudio de tiempos y movimientos

La investigación en “Estudios de tiempos para la línea productiva. Es de importancia saber y conocer los tiempos que se utiliza en cada proceso”. Logrando un control equivalente en las secuencias, minimizando los tiempos improductivos, que no causan valores agregados. Por ello esta información los informes observados, logra reducir costos en lo consecuente aumenta lo productivo.

Para Niebel (2014). “Un buen estudio de tiempos se logra implantar tiempos con estándares para la realización de procesos destinados a desarrollarse”. Se encuentra enfocada a medida sobre los procesos a desarrollar, tomando en cuenta los desgastes como fatiga, demorar por parte del operario, situaciones que no se pueden evitar.

Niebel, B (2004) Indica que es el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al hacer un trabajo. El propósito de su estudio es eliminar o reducir los movimientos no efectivos, y facilitar y acelerar los movimientos efectivos. Por medio del estudio de movimientos, en conjunto con los principios de economía de movimientos, se rediseña el trabajo para lograr mayor efectividad y una tasa de producción más alta.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Introducción

La misión principal de toda organización es crear valor para sus accionistas. El Toyota Product System se conforma por principios, sistemas, metodologías y herramientas, que llevará a una organización a maximizar la calidad, minimizar los costos y el tiempo de entrega. El TPS es la ruta que lleva a la organización al éxito, produciendo lo necesario, en el momento justo, en la cantidad necesaria, con la mejor calidad, con seguridad y estandarización, en el presente ensayo se verá reflejado el aprendizaje obtenido.

En el presente capítulo se darán a conocer las herramientas empleadas del Sistema de Producción Toyota para la maximización de la calidad en el proceso de inspección y machueo de las líneas de Retap MBR ASY FR SUSP P13C, y también automatizando operaciones que en el proceso se realizan manualmente.

Cronograma de actividades

Tabla 4.1 Cronograma de actividades Proyecto de Residencias. Fuente: Elaboración propia.

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Análisis de las condiciones y necesidades de las ESTACIONES #33-A&B					
Automatización de la línea, priorizando la ergonomía de la misma.					
Análisis para identificación de herramientas TPS.					
Implementación y programación de herramientas del sistema TPS					
Análisis y validación de resultados					
Estandarizar y documentar cambios.					

Uno de los objetivos del proyecto es garantizar la cantidad de las piezas inspeccionadas en el proceso de Retap, para esto se realizó un análisis con la ayuda de un diagrama de Ishikawa en donde se necesitó conocer las causas potenciales que nos generarían un defecto en el proceso. La falta de Pokayoke, ayudas visuales y una mala inspección del material son las posibles causas principales en la generación de defectos en el proceso, véase la ilustración 4.1.

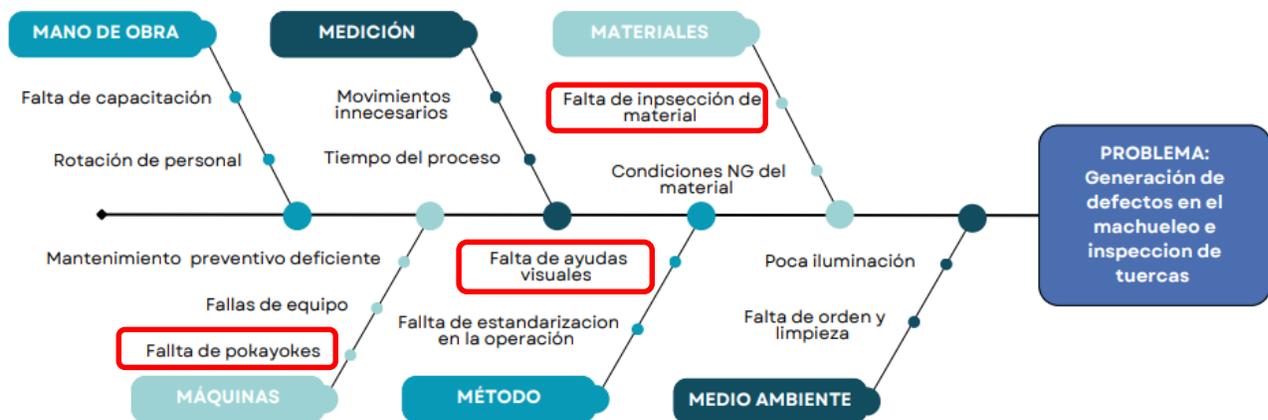


Ilustración 4.1 Diagrama de Ishikawa-Causas de Generación de defectos en línea Retap. Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) en las Estaciones 33-A, 33-B de la línea de Retap del MBR ASSY FR SUSP P13C, se trata de una herramienta en la que se busca detectar las posibles fallas de un proceso o producto antes de que llegue al cliente. Esta herramienta nos permitió identificar las principales consecuencias del disfuncionamiento del equipo de producción y los efectos que estarían generando. En la Tabla 4.2 (AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP) se puede observar que no existen control de prevención en los primeros 3 ítems: falta de proceso de inspección, falta de proceso de machueleo, falta de NUTS M6, M8, M10, M14), siendo estos un punto importante a considerar para controlar ya que si no es así podrían generar un reclamo de cliente.

Tabla 4.2 AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP. Fuente: YMEX 2023.

MODO DE FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	SEV	GRADO	CAUSA DE LA FALLA	OCU	CONTROL DE PREVENCIÓN	CONTROL DE DETECCIÓN	DET	NPR	
FALTA DE PROCESO DE INSPECCION	DEPENDE DE LA CARACTERISTICA	8	N/A	OMISION DE OPERADOR	2	NINGUNA	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
FALTA DE PROCESO DE MACHUELEO	NO SE PODRA ENSAMBLAR EN LA UNIDAD Y PUEDE PROVOCAR PARO DE LINEA	8	N/A	NO SE RESPETA EL FLUJO DEL PROCESO	2	NINGUNA	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
FALTA DE NUT (M6, M8, M10, M14)	NO SE PODRA ENSAMBLAR EN LA UNIDAD Y PUEDE PROVOCAR PARO DE LINEA	8	N/A	OMISION DEL OPERADOR	2	NINGUNA	I.F INSPECCION EN HCC	4	64	NINGUNA
EXCESO DE PINTURA, CHISPAS O REBABAS DE SOLDADURA EN CUERDAS DE TUERCA (M6, M8, M10, M14)	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	MACHUELO ROTO NO SE REALIZA PROCESO DE MACHUELO	2	FRECUENCIA DE CAMBIO DE MACHUELO MARCA DE GARANTIA DE REALIZACION DE MACHUELO	INSPECCION POR MUESTREO EN HCC	6	96	NINGUNA
SUCIEDAD EN CUERDAS DE TUERCAS	PROBLEMAS EN ENSAMBLE	8	N/A	ESECORIA EN EL MACHUELO	2	CEPILLO DE CARDA PARA INSPECCION FRECUENCIA DE CAMBIO DE CARDA REVISIÓN DE CONDICION DE ACEITE Y RECIPIENTE	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
PIN HOLE Y GRUMO EN CUERDAS DE TUERCAS (M6, M8, M10, M14)	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	FALTA DE MACHUELO MACHUELO INCOMPLETO	2	REAIZACION DE MACHUELO EN TUERCAS	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
CHISPAS EN AREAS DE ENSAMBLES	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	SALPICADURA DE SOLDADURA	2	NINGUNA	INSPECCION POR MUESTREO EN HCC	6	96	NINGUNA

En la ilustración 4.1 se simularon las condiciones de inicio de ambas estaciones (ESTACION #33-A y ESTACION #33-B), en donde se comenzó por acondicionarlas y a emplear un sistema de POKAYOKE a base de sensores para evitar genera defectos en la operación y cumplir con los objetivos de calidad propuestos por el cliente. .

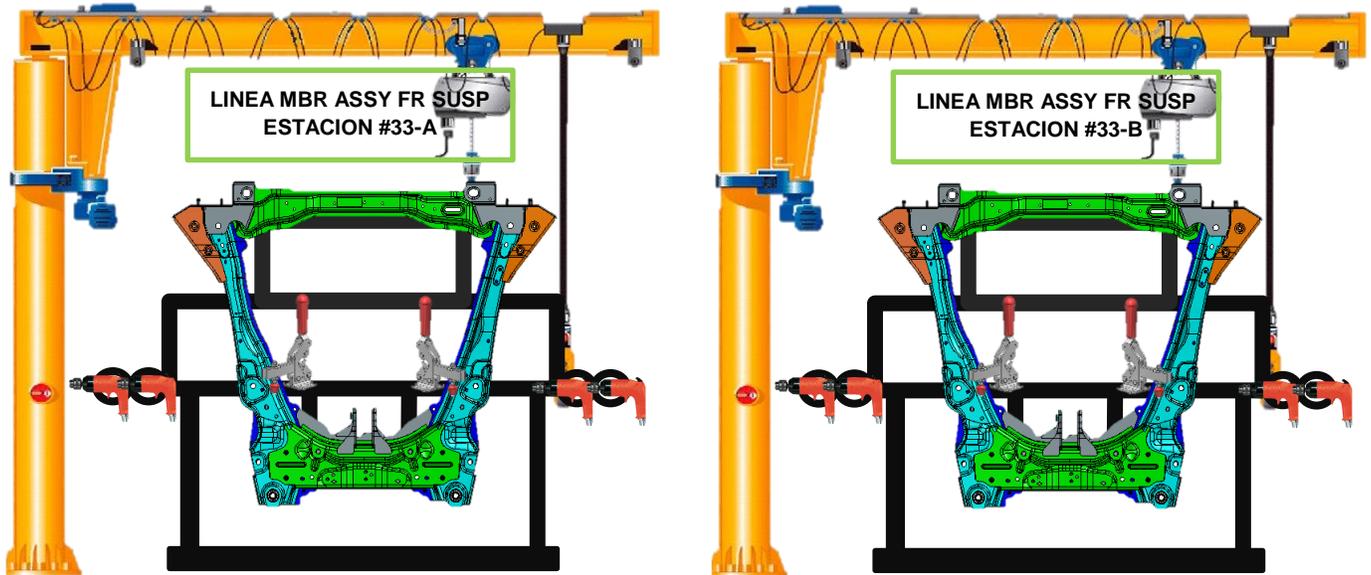


Ilustración 4.2 Condiciones actuales de EST #33-A y EST #33-B Línea Retap FR SUSP P13C. Fuente: Elaboración propia.

Como primer punto de control, se colocó un sensor de distancia E3Z-LS61 en cada una de las bases donde se colocan las pistolas neumáticas de machueleo para tuercas de ambas estaciones (M6, M8, M10, M14), este tipo de sensor tiene la funcionalidad:

- 1- Detectar la existencia de las 4 pistolas neumáticas de machueleo.
- 2- Detectar la toma de pistola; se utilizará un sistema de programación para que este mismo detecte la toma de pistola neumática.

Como funcionará: Ejemplo; al tomar pistola neumática para realizar el machueleo de las tuercas de medida M6 el sensor mandara la señal de que se está realizando dicha operación y así sucesivamente hasta que el operador termine su ciclo de toma de pistola para el total de tuercas, esto ayudará a prevenir que el operador no omita realizar la toma de pistola de algún tipo de tuercas al realizar la operación.

Tabla 4.3 Clasificación de POKA-YOKE Plan de Control Ingeniería Ensamble. Fuente: YMEX 2023.

Clasificación de pokayoke

SL	Laser Sensor/Sensor Láser	SO	Óptica Sensor/Sensor óptico
SC	Stroke sensor/Sensor de Carrera	M	Mechanical Pokayoke/Pokayoke Mecánico
LS	Limit Switch	I	Interlock Pokayoke
WR	Wire Robot Detect	V	Vision Camera/Camara de Vision
SP	Sensor de proximidad	SD	Sensor de Distancia
LC	Celda de Carga (Load Cell)		

En la tabla 4.2 se encuentra la clasificación de sensores para sistema de POKAYOKE. Cabe resaltar que estos sensores son un tipo de POKA-YOKE estandarizado en planta YMEX. A continuación, se muestran las especificaciones del tipo de sensor empleado para la detección de toma de pistola neumática y de igual manera el funcionamiento que estará realizando.



Especificaciones

Shape	Cuboid
Sensing method	Background suppression
Sensing distance	200 mm
Sensing distance (min.)	20 mm
Setting method	Manual adjustment
Connection method	Cable
Cable length	2 m
Output type	NPN
Operation mode	Dark-ON, Light-ON
Response time	1 ms
Material housing	PBT
Thread size	Other

Ilustración 4.3 Especificaciones de Sensor de Distancia E3Z-LS61. Fuente: OMRON Automatización Industrial.

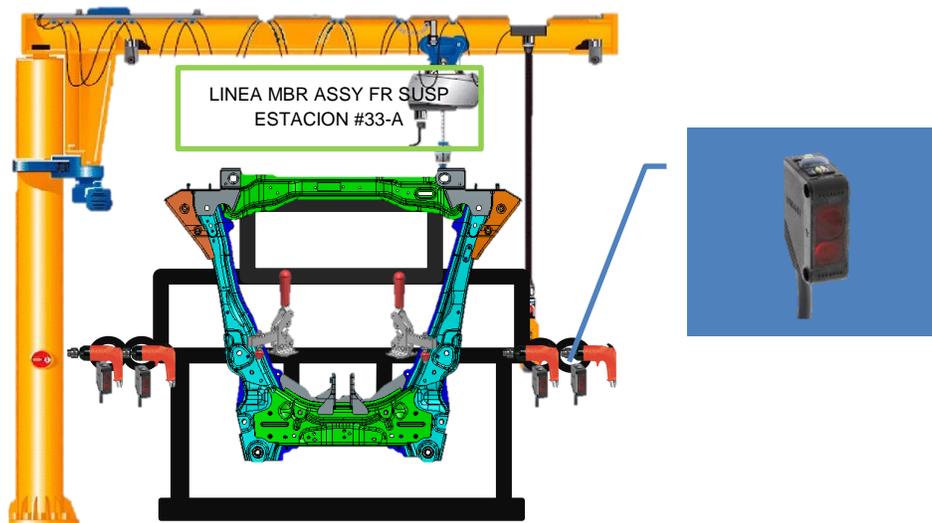


Ilustración 4.4 Colocación de sensores POKAYOKE en mesas de inspección MBR ASSY FR SUSP P13C. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 4.3 se indica la simulación en donde se colocaron los sensores de distancia para garantizar que el operador realice la toma de pistola.

Para mostrar el funcionamiento correcto de los sensores, estos mismo tienen un sistema ANDON que nos indica si la pistola neumática está colocada en la base o está siendo utilizada para realizar la operación de machueleo.

Cuando la pistola neumática está colocada en la base el sensor, tiende a generar una luz led de color naranja la cual nos indica que está en su posición original. Véase un ejemplo del funcionamiento en la ilustración 4.4.

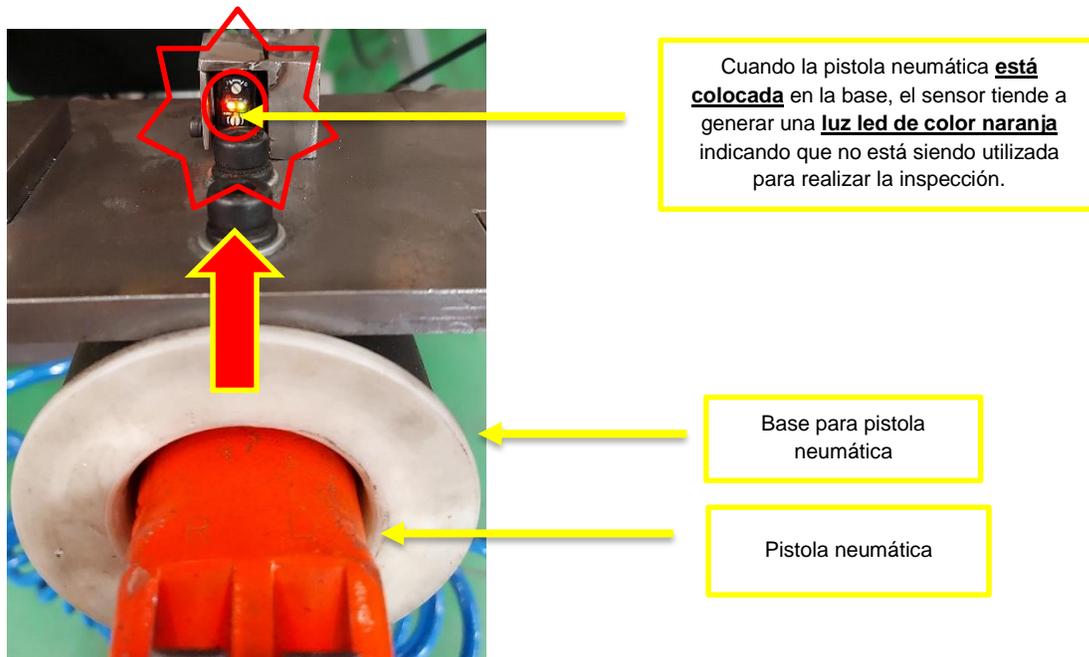


Ilustración 4.5 Funcionamiento de sensor: Pistola neumática en base. Fuente: Elaboración propia.

Para confirmar que el operador está realizando la operación de inspección y machueleo de las 4 pistolas neumáticas de ambas estaciones, el sensor genera solo la iluminación de luz led verde indicando que el operador está utilizando la pistola neumática ya sea para el machueleo de tuercas M6, M8, M10 o M14. Véase la ilustración 4.5 para el funcionamiento de dicha herramienta.

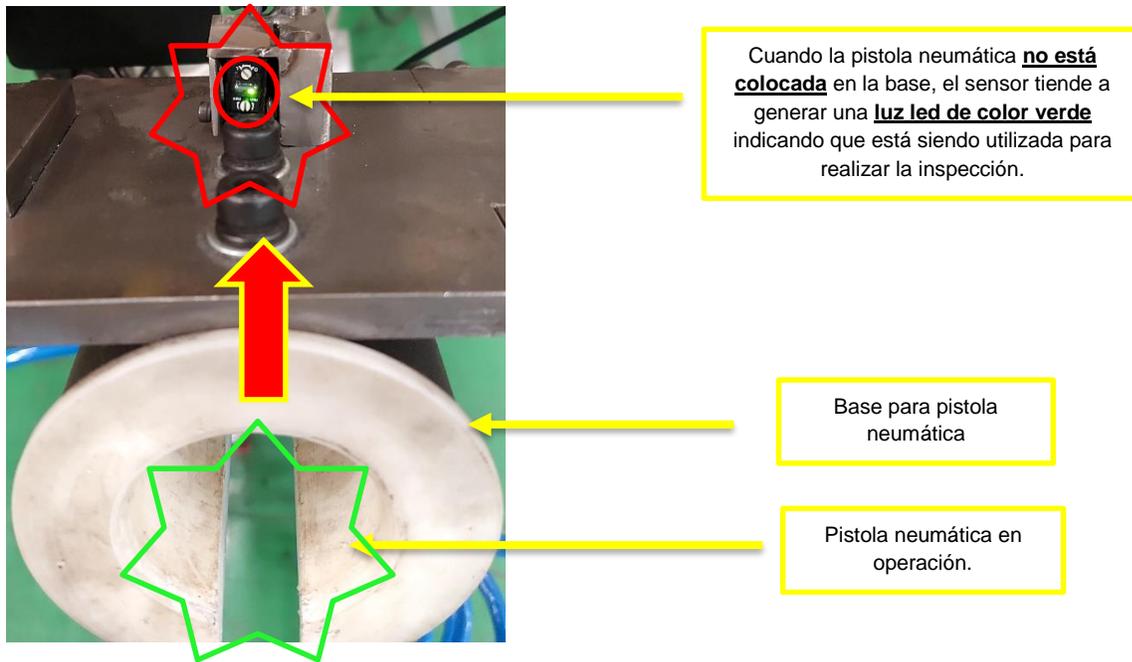


Ilustración 4.6 Funcionamiento de sensor: Pistola neumática en operación. Fuente: Elaboración propia.

El funcionamiento de las pistolas de machueleo es mediante el flujo de aire, como implementación de un segundo POKA-YOKE se adquirió la implementación de un sensor de flujo de aire, y un HMI (Interfaz Hombre-Máquina), estos dispositivos funcionan como un sistema de interlock para que se cumpla el total de las tuercas a machuelear. El sensor de flujo de aire puede calcular la presión de aire que está siendo efectuada en la operación, y el HMI es la interfaz entre la máquina y el operario, en otras palabras, es el panel de control por el cual se estará emitiendo la información de las acciones que el sensor de flujo de aire este realizando.

Mediante el flujo de aire, contar las acciones de machueleo en cada pistola.

Las acciones de cada pistola neumática aparecerán en el HMI y deben de coincidir con la pistola que se esté utilizando para la inspección:

11 acciones para pistola neumática de tuercas M6.

6 acciones para pistola neumática de tuercas M8.

2 acciones para pistola neumática de tuercas M10.

3 acciones para pistola neumática de tuercas M14.

En la ilustración 4.6 se puede observar el funcionamiento de estas herramientas, garantizando que se cumpla la inspección y machueleo al 100%, poniendo como ejemplo la inspección y machueleo de las tuercas M6.

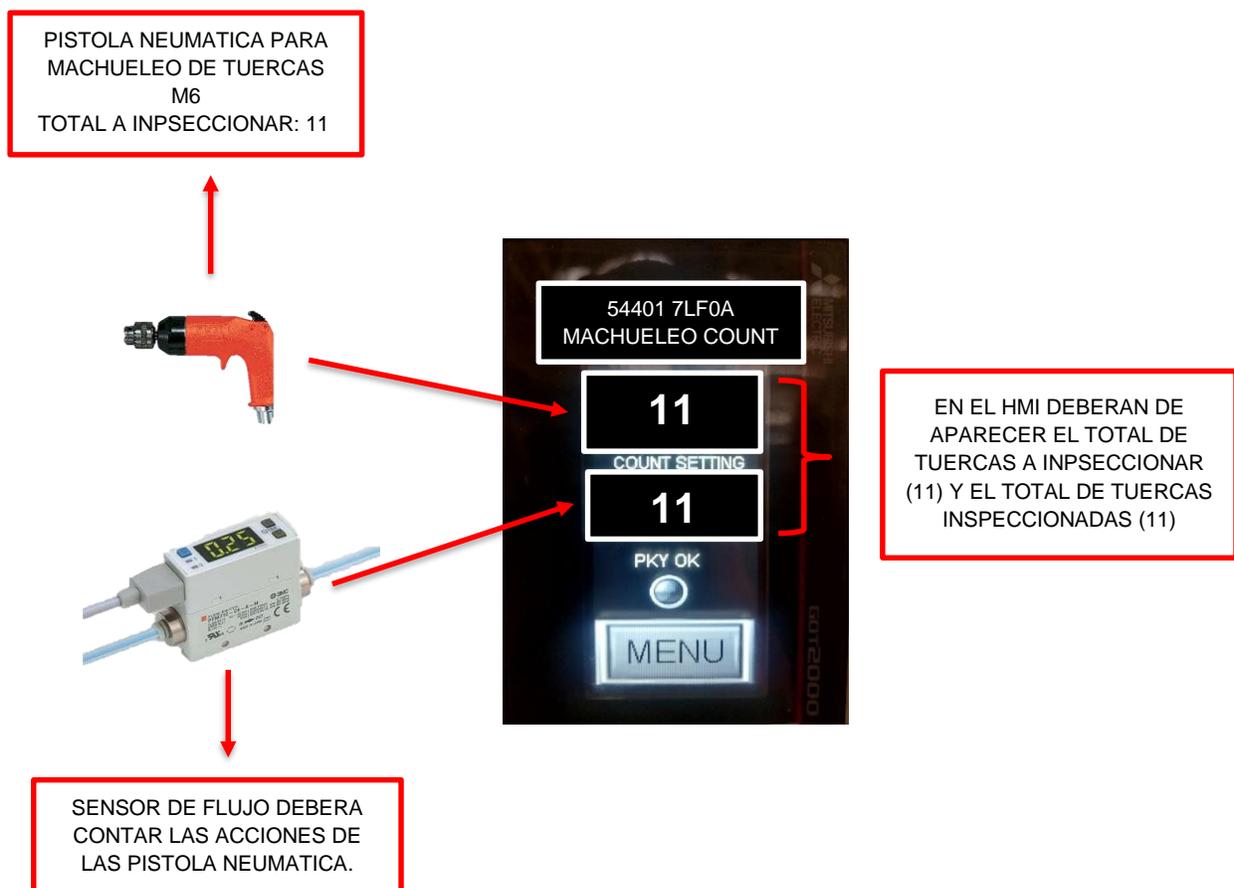


Ilustración 4.7 Funcionamiento de sensor: Pistola neumática en operación. Fuente: Elaboración propia.

Al combinar ambos dispositivos tanto el sensor de distancia como el sensor de flujo, y efectuándoles un sistema de programación podemos garantizar que la inspección y machueleo del total de tuercas de la pieza se realice de manera correcta y no haya algún brinco de procesos en la operación, pudiendo generar alguno de los defectos expuestos en el AMEF de proceso. Así garantizamos el 100% la calidad de los productos, cumpliendo con las especificaciones de cliente.

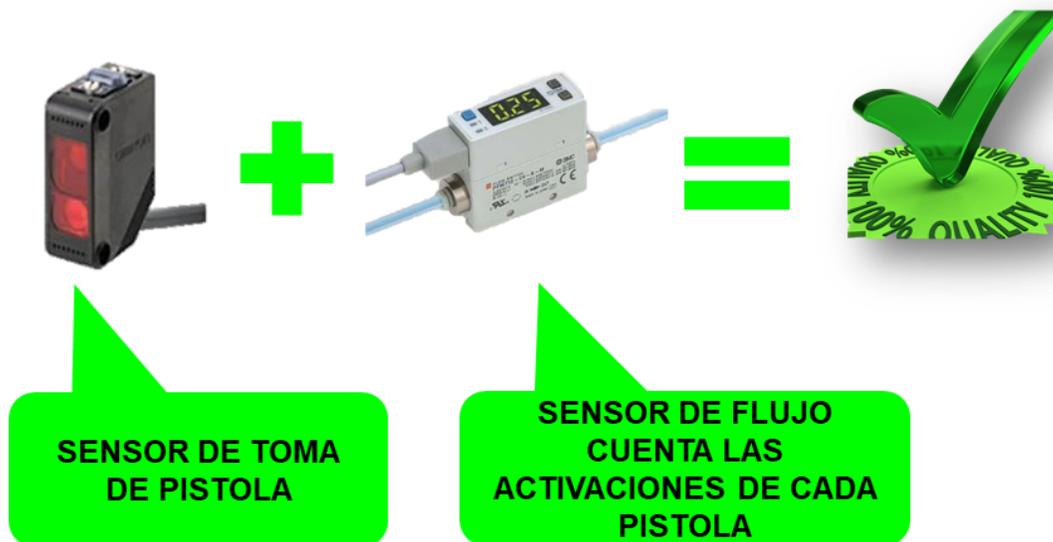


Ilustración 4.8 Combinación del sistema de POKAYOKE garantizando la calidad. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la implementación del sistema TPS para garantizar al 100% la calidad de las piezas de ambas estaciones, también se implementó un sistema tipo ANDON para los casos especiales donde no se respete esta operación, este nos ayudó a evitar colocar piezas NG o con falta de alguna inspección en el Rack de producto terminado.

Existe una bandera colocada en los racks de producto terminado, esta funciona en conjunto con el sistema ANDON, en el cual, si se termina correctamente el proceso, la bandera se abrirá para colocar la pieza en dicho rack; si el proceso es generado incorrectamente la bandera no abrirá y por ende el operador no podrá colocar la pieza en el rack de producto terminado.

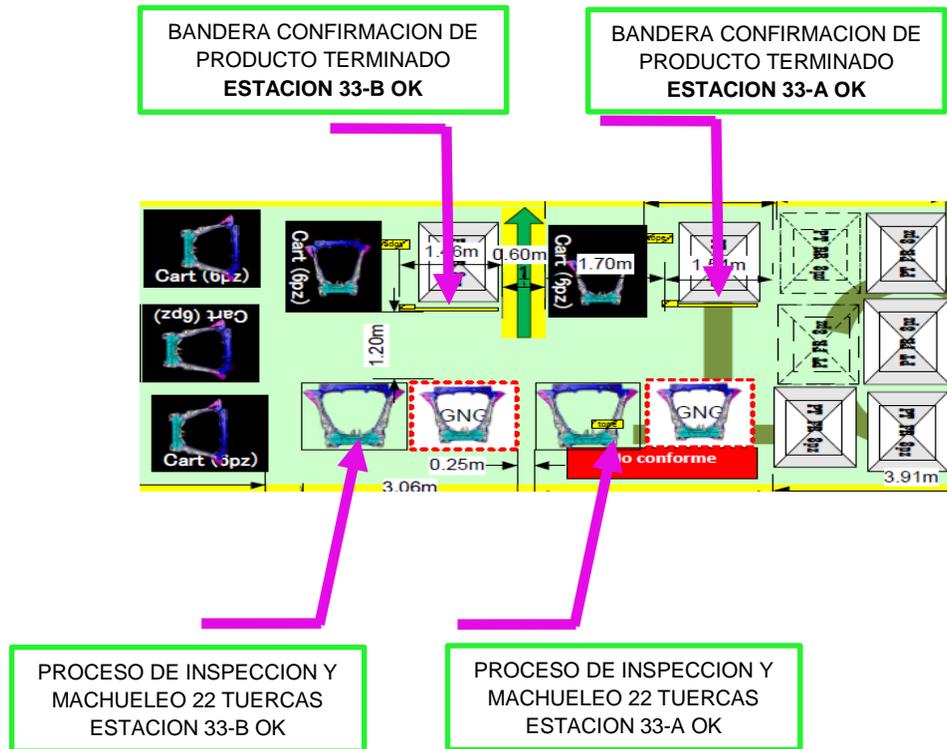


Ilustración 4.9 LAY OUT de colocación de banderas EST 33-A y 33-B. Fuente: YMEX 2023.

En las operaciones 33-A y 33-B se instaló una botonera para confirmar que la operación se realizó de la forma correcta.

Esta botonera cuenta con un sensor que activa una luz led verde indicando que el proceso se realizó de forma correcta, mandando así una señal a la bandera de producto terminado para que esta se abra y el operador coloque la pieza.

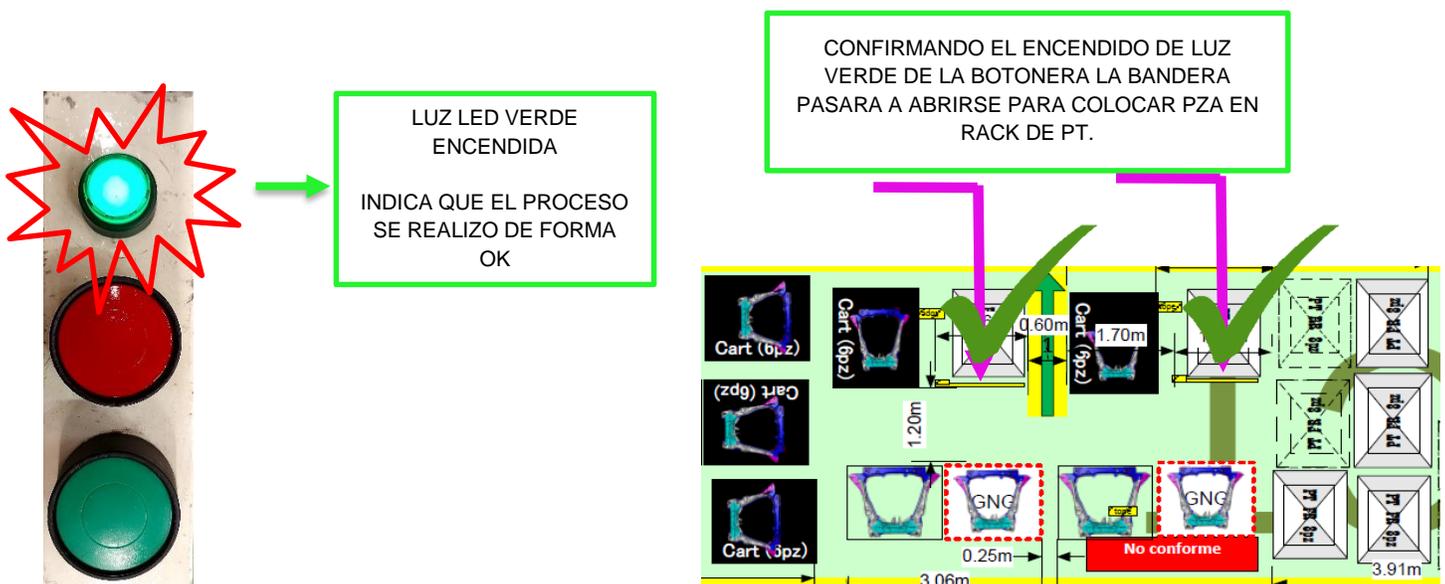


Ilustración 4.10 Confirmación OK de funcionamiento de sistema ANDON. Fuente: Elaboración propia.

Cuando la botonera no encienda la luz verde, nos especificara que el proceso no ha sido realizado correctamente y por ende no se abrirá la bandera de producto terminado para colocarla la pieza.



Ilustración 4.11 Confirmación OK de funcionamiento de sistema ANDON. Fuente: Elaboración propia.

Dentro las actividades que se realizaron fueron establecer ayudas visuales para ayudar al operador a identificar el flujo correcto de inspección y machueleo de las tuercas para evitar crear algún defecto en la operación, y de igual manera para establecer el funcionamiento de los pokayokes que se establecieron en el proceso como controles de calidad para garantizar la calidad de los productos. Estos se muestran en el apartado de resultados ya que por ser una línea que está en proceso de pilotajes aun no tenían establecidos estos documentos.

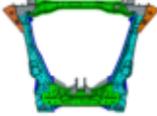
Para YMEX la ergonomía en los procesos es un punto a importante a solucionar. En el proceso de inspección y machueleo se detectó una oportunidad de mejora para reducir el esfuerzo del operador. Las estaciones de inspección y machueleo contaban con clamps manuales los cuales ya venían diseñados por personal de YMEX, estos sirven para tener en una posición fija la pieza al momento de estar realizando la operación. Al ser una operación manual se requiere un mayor esfuerzo y mayor tiempo para efectuar esta actividad; que quiere decir, que para efectuar su funcionamiento el operador debe de accionar cada clamp con ambas manos para realizar:

- 1- Clampado de pieza (para posicionar fijamente la pieza)
- 2- Desclampado de pieza (para liberar pieza y colocarla en rack de producto terminado).

Para esta acción, enfocándonos en nuestros objetivos de aumentar la ergonomía del proceso y garantizar la salud y bienestar del operador se realizó un estudio de tiempos y movimientos, en donde se estuvieron analizando las actividades donde el operador ejercía un mayor esfuerzo y de igual manera en cuales se consumía un mayor tiempo para realizar la actividad. Cuando realizamos estudios y movimientos, nuestro propósito es encontrar el mejor y más eficiente método de trabajo y estandarizarlo, es decir, llegar a establecer estándares de tiempos por cada actividad.

Las actividades que obtuvimos como oportunidades de mejora fue en el clampado y desclampado de pieza, ya que es donde el operador ejerce un mayor esfuerzo para realizar la actividad de manera manual, aunado a eso también se consume un tiempo significativo en dicha actividad por lo que también es importante eliminar los tiempos que no agregan valor a nuestra operación. En la tabla 4.4 se puede observar el tiempo y los movimientos empleados para cada actividad de la operación de inspección y machueleo.

Tabla 4.4 Formato de Tiempos y Movimientos- Proceso de Inspección y Machueleo Fuente: Elaboración propia.

		FORMATO TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PROCESO DE INSPECCION Y MACHUELEO ESTACION #33-A Y #33-B						
OBJETIVO: Análisis del proceso de Inspección		Operación	●			ACTUAL	PROPUESTO	
ACTIVIDAD: Inspección y machueleo de pieza con número de parte 54401 7LGDA		Transporte	→					
METODO ACTUAL		Espera	⬇					
		Inspeccion	⬇					
		Almacenamiento	⬇					
NO	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO (SEGUNDOS)	OBSERVACIONES
		●	→	◆	◐	▼		
1	Tomar pollpasto y dirigirlo hacia Rack de producto de pintura						1	
2	Tomar pieza con pollpasto						2	
3	Dirigir pieza hacia JIG de inspección						2	
4	Colocar pieza en JIG de inspección						1	
5	Clampar pieza manualmente						8	El operador acciona 2 clamps manualmente (primero clampa el lado izquierdo y después el lado derecho). Esto genera un esfuerzo mayor en el operador
6	Machuelear e inspeccionar tuercas M14						7	Se machuelean un total de 3 tuercas
7	Machuelear e inspeccionar tuercas M10						5	Se machuelean un total de 2 tuercas
8	Machuelear e inspeccionar tuercas M8						13	Se machuelean un total de 6 tuercas
9	Machuelear e inspeccionar tuercas M6						23	Se machuelean un total de 11 tuercas
10	Desclampar pieza manualmente						8	El operador acciona 2 clamps manualmente (primero desclampa el lado izquierdo y después el lado derecho). Esto genera un esfuerzo mayor en el operador.
11	Tomar pieza con pollpasto						1	
12	Dirigir pieza hacia rack de producto terminado						2	
13	Colocar pieza en rack de producto terminado						1	
TOTAL		10	3				74	

Los clamps de esta operación fueron reemplazados por unos con mayor ergonomía. En la ilustración 4.11 se puede observar el tipo de clamps manuales empleado en la operación.

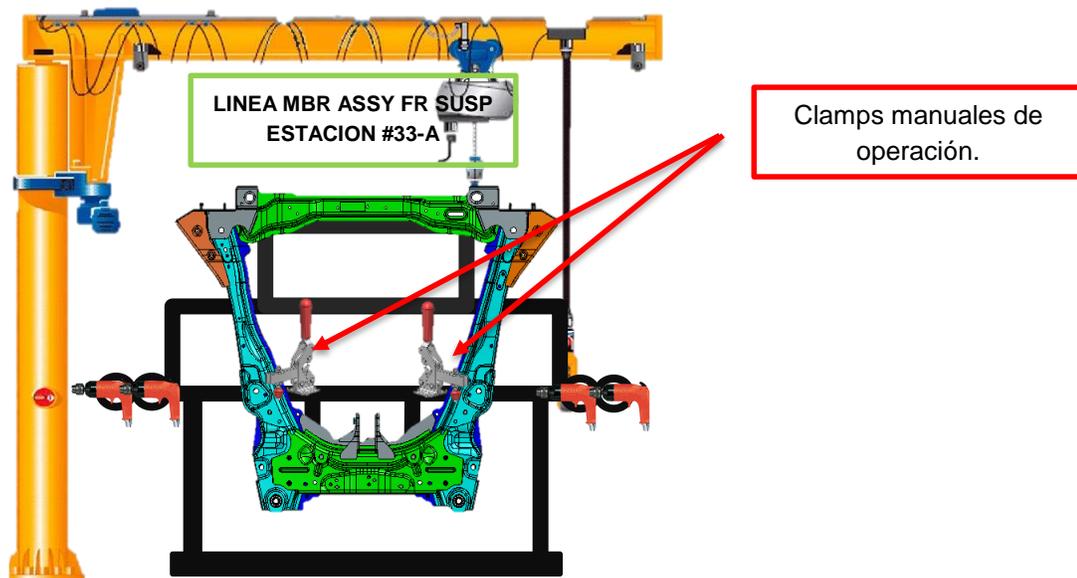


Ilustración 4.12 Clamps manuales de operación. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo los estándares de YMEX hay diferentes líneas donde esta operación manual se eliminó para efectuarla de forma automática, esto cambiando el diseño de los clamps para que realizaran la operación de clampado y desclampado oprimiendo un botón. En la siguiente ilustración se simuló el cambio de clamps manuales por clamps automáticos.

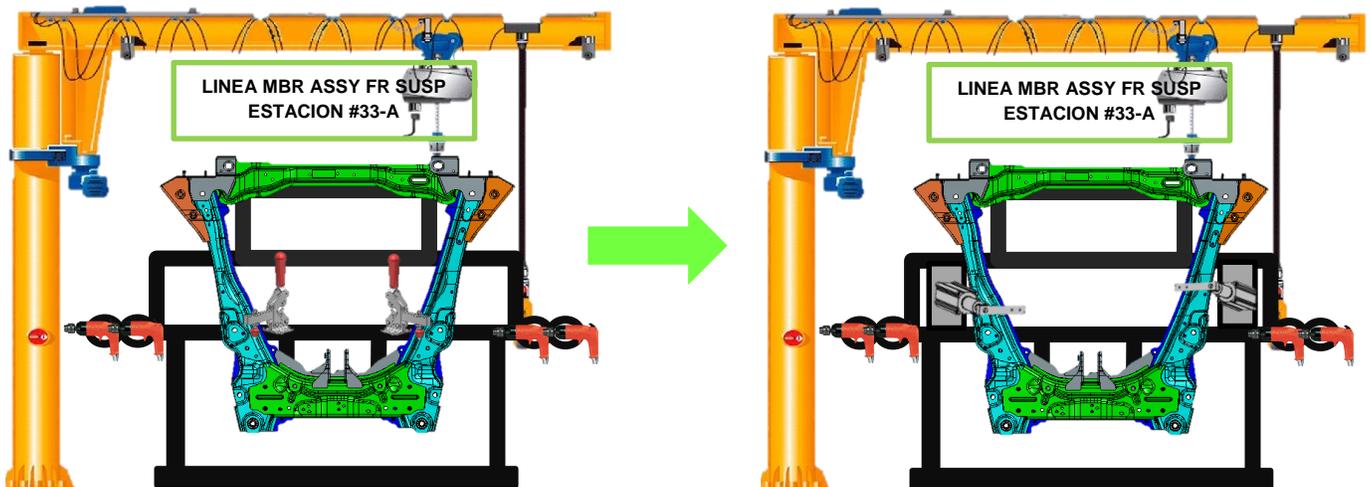


Ilustración 4.13 Cambio de clamps de operación (manuales-automáticos). Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la operación con la nueva presentación de clamps automáticos el operador solo debió de presionar ambos botones de la botonera (clampado y desclampado). El botón de color rojo para el clampado de pieza (ilustración 4.13) y al finalizar la operación de inspección y machueleo presionó el botón de color verde para desclampar y liberar pieza (ilustración 4.14). Con esta función se eliminó el esfuerzo realizado por el operador con la condición anterior de clamps manuales y mejorando así la ergonomía de la operación.

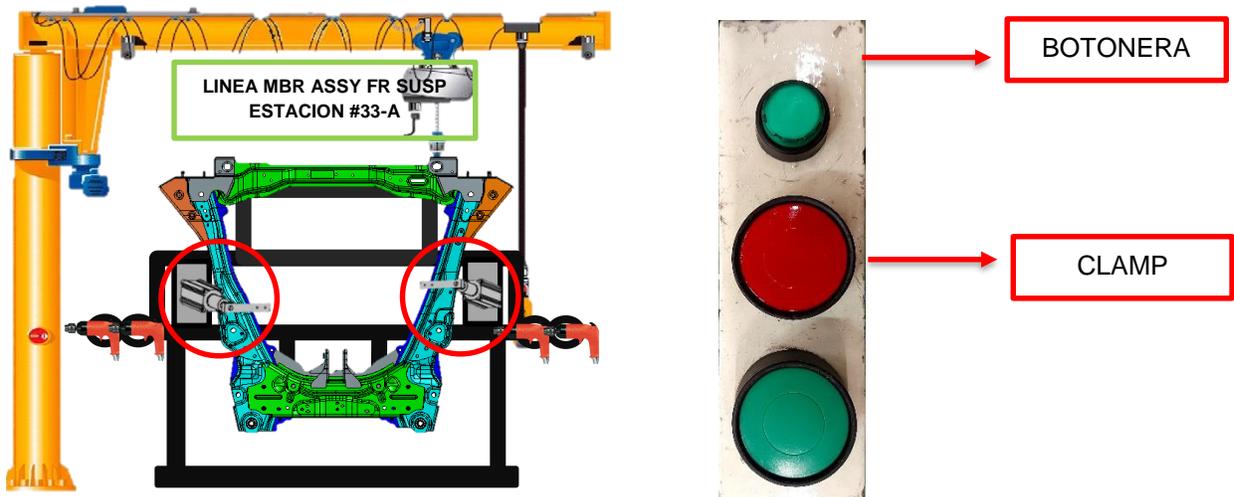


Ilustración 4.14 Clampado de pieza (clamps automáticos). Fuente: Elaboración propia.

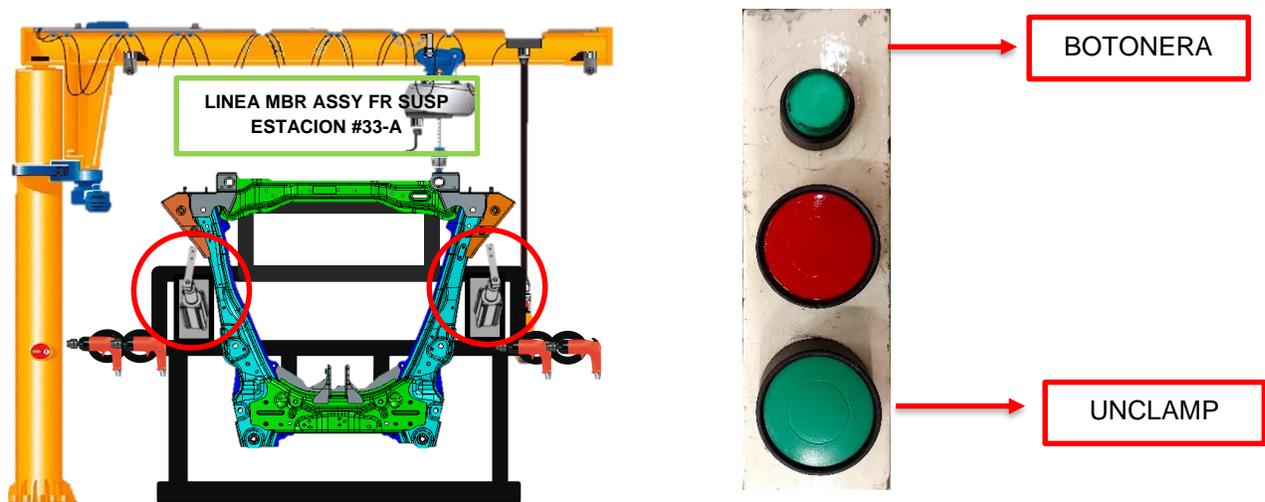


Ilustración 4.15 Desclampado de pieza (clamps automáticos). Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Se actualizó el Análisis de Modo y Efecto de Fallas corrigiendo los ítems donde anteriormente no se tenía ningún control de prevención en las posibles fallas detectadas, así mismo se agregaron los nuevos controles de prevención.

AMEF Anterior.

Tabla 5.1 AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP. Fuente: YMEX 2023.

MODO DE FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	SEV	GRADO	CAUSA DE LA FALLA	OCU	CONTROL DE PREVENCIÓN	CONTROL DE DETECCIÓN	DET	NPR	
FALTA DE PROCESO DE INSPECCION	DEPENDE DE LA CARACTERISTICA	8	N/A	OMISION DE OPERADOR	2	NINGUNA	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
FALTA DE PROCESO DE MACHUELEO	NO SE PODRA ENSAMBLAR EN LA UNIDAD Y PUEDE PROVOCAR PARO DE LINEA	8	N/A	NO SE RESPETA EL FLUJO DEL PROCESO	2	NINGUNA	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
FALTA DE NUT (M6, M8, M10, M14)	NO SE PODRA ENSAMBLAR EN LA UNIDAD Y PUEDE PROVOCAR PARO DE LINEA	8	N/A	OMISION DEL OPERADOR	2	NINGUNA	I.F INSPECCION EN HCC	4	64	NINGUNA
EXCESO DE PINTURA, CHISPAS O REBABAS DE SOLDADURA EN CUERDAS DE TUERCA (M6, M8, M10, M14)	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	MACHUELO ROTO NO SE REALIZA PROCESO DE MACHUELEO	2	FRECUENCIA DE CAMBIO DE MACHUELO MARCA DE GARANTIA DE REALIZACION DE MACHUELEO	INSPECCION POR MUESTREO EN HCC	6	96	NINGUNA
SUCIEDAD EN CUERDAS DE TUERCAS	PROBLEMAS EN ENSAMBLE	8	N/A	ESECORIA EN EL MACHUELO	2	CEPILLO DE CARDA PARA INSPECCION FRECUENCIA DE CAMBIO DE CARDA REVISIÓN DE CONDICION DE ACEITE Y RECIPIENTE	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
PIN HOLE Y GRUMO EN CUERDAS DE TUERCAS (M6, M8, M10, M14)	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	FALTA DE MACHUELEO MACHUELEO INCOMPLETO	2	REALIZACION DE MACHUELEO EN TUERCAS	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
CHISPAS EN AREAS DE ENSAMBLES	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	SALPICADURA DE SOLDADURA	2	NINGUNA	INSPECCION POR MUESTREO EN HCC	6	96	NINGUNA

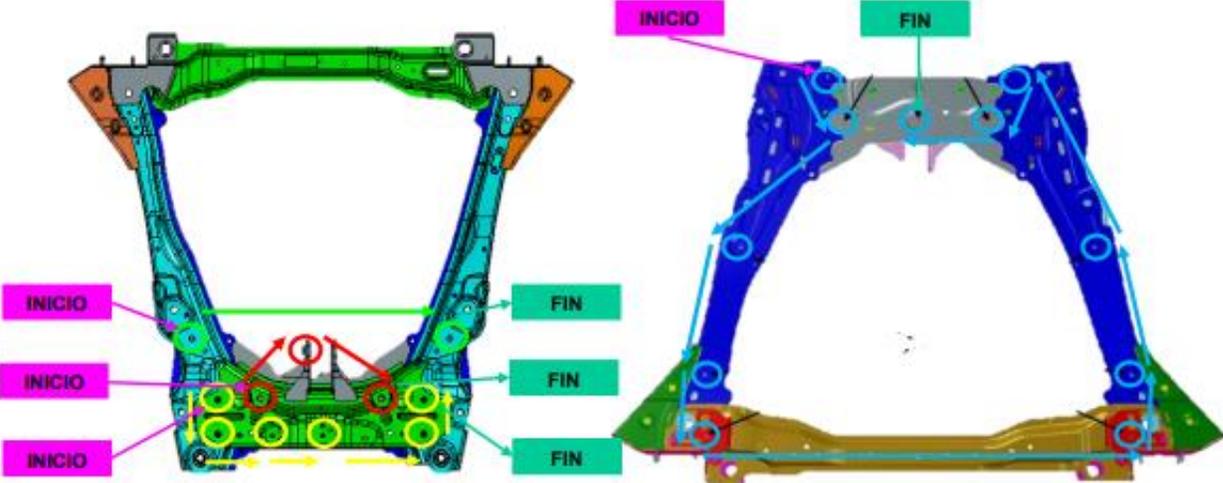
AMEF Actualizado

Tabla 5.2 AMEF de Proceso Inspección y Machueleo MBR ASSY FR SUSP Actualizado. Fuente: YMEX 2023.

MODO DE FALLA	EFFECTO DE LA FALLA	SEV	GRADO	CAUSA DE LA FALLA	OCU	CONTROL DE PREVENCIÓN	CONTROL DE DETECCIÓN	DET	NPR	
FALT DE PROCESO DE INSPECCION	DEPENDE DE LA CARACTERISTICA	8	N/A	OMISION DE OPERADOR	2	POKAYOKE SENSOR DE TOMA DE PISTOLA POKAYOKE SENSOR DE FLUJJO DE AIRE	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
FALTA DE PROCESO DE MACHUELEO	NO SE PODRA ENSAMBLAR EN LA UNIDAD Y PUEDE PROVOCAR PARO DE LINEA	8	N/A	NO SE RESPETA EL FLUJO DEL PROCESO	2	POKAYOKE SENSOR DE TOMA DE PISTOLA POKAYOKE SENSOR DE FLUJJO DE AIRE	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
FALTA DE NUT (M6, M8, M10, M14)	NO SE PODRA ENSAMBLAR EN LA UNIDAD Y PUEDE PROVOCAR PARO DE LINEA	8	N/A	OMISION DEL OPERADOR	2	POKAYOKE SENSOR DE TOMA DE PISTOLA POKAYOKE SENSOR DE FLUJJO DE AIRE	I.F INSPECCION EN HCC	4	64	
EXCESO DE PINTURA, CHISPAS O REBABAS DE SOLDADURA EN CUERDAS DE TUERCA (M6, M8, M10, M14)	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	MACHUELO ROTO NO SE REALIZA PROCESO DE MACHUELEO	2	FRECUENCIA DE CAMBIO DE MACHUELO MARCA DE GARANTIA DE REALIZACION DE MACHUELEO	INSPECCION POR MUESTREO EN HCC	6	96	NINGUNA
SUCIEDAD EN CUERDAS DE TUERCAS	PROBLEMAS EN ENSAMBLE	8	N/A	ESECORIA EN EL MACHUELO	2	CEPILLO DE CARDA PARA INSPECCION FRECUENCIA DE CAMBIO DE CARDA REVISIÓN DE CONDICION DE ACEITE Y RECIPIENTE	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
PIN HOLE Y GRUMO EN CUERDAS DE TUERCAS (M6, M8,M10, M14)	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	FALTA DE MACHUELEO MACHUELEO INCOMPLETO	2	RAIZACION DE MACHUELEO EN TUERCAS	INSPECCION VISUAL	7	112	NINGUNA
CHISPAS EN AREAS DE ENSAMBLES	PROBLEMAS DE ENSAMBLE	8	N/A	SALPICADURA DE SOLDADURA	2	NINGUNA	INSPECCION POR MUESTREO EN HCC	6	96	NINGUNA

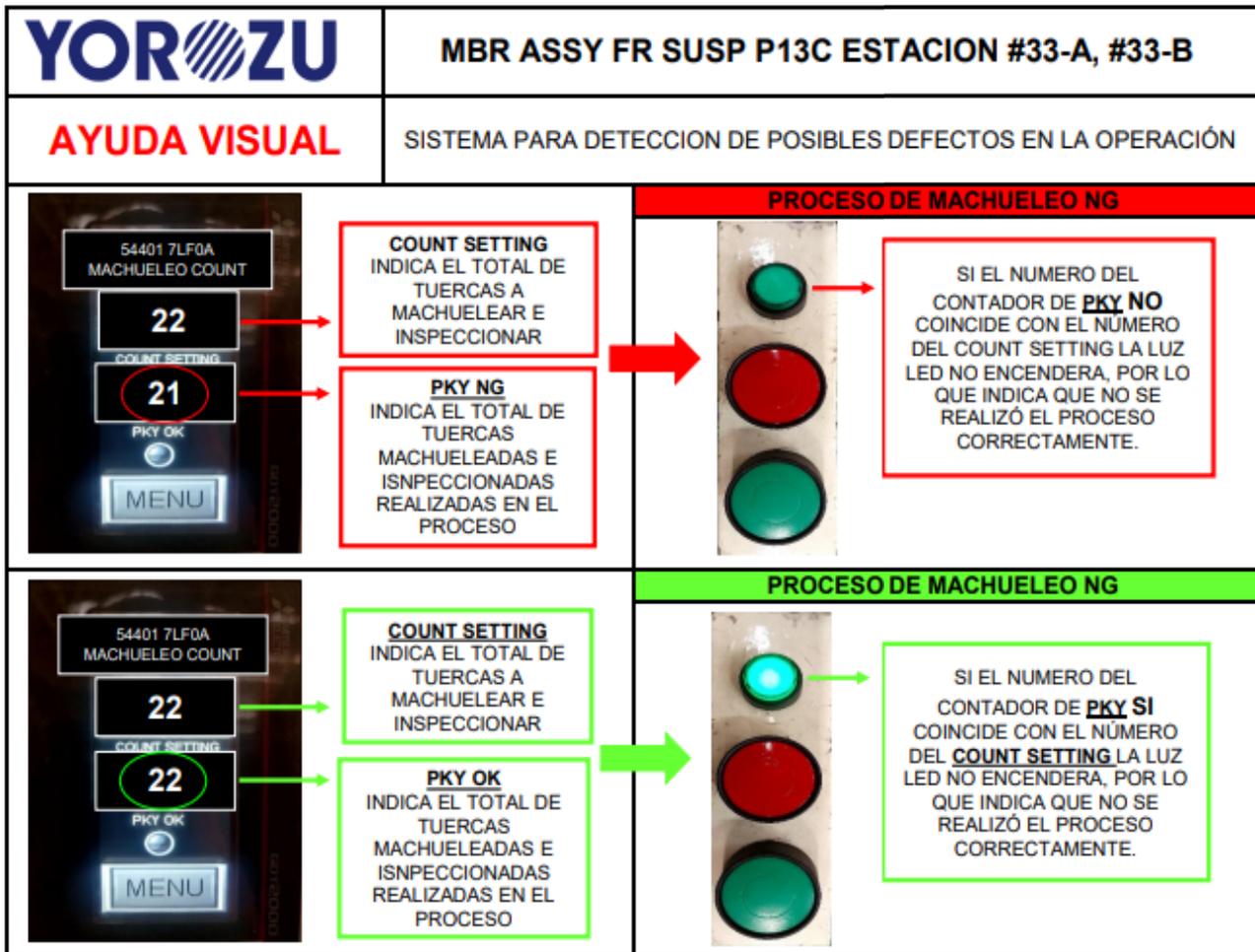
Como se menciona en el desarrollo se generó una ayuda visual (véase las tabla 5.3) en donde se especifica el flujo que debe de realizar el operador para realizar una correcta inspección y machueleo del total de tuercas de la pieza, esto para evitar que el operador se salte la inspección de alguna de las tuercas, lo que podría generarse como un defecto y por consecuencia un reclamo de cliente. Esta ayuda visual se debe estandarizar tanto para la estación de machueleo de la Estación #33-a como para la Estación #33-B.

Tabla 5.3 Ayuda visual-Flujo de Inspección y machueleo de tuercas. Fuente: Elaboración propia.

	MBR ASSY FR SUSP P13C ESTACION #33-A, #33-B								
AYUDA VISUAL	FLUJO DE INSPECCION Y MACHUELEO DE TUERCAS								
									
<p>El operador debe de respetar el flujo de inspección y machueleo del total de tuercas de inicio a fin de acuerdo a la ayuda visual, estos para evitar generar un brinco de proceso y por consecuencia un defecto en la pieza.</p>									
<table border="0"> <tr> <td>● TUERCAS M14 → TOTAL=3</td> <td>● INICIO DE INSPECCION</td> </tr> <tr> <td>● TUERCAS M10 → TOTAL=2</td> <td>● FIN DE INSPECCION</td> </tr> <tr> <td>● TUERCAS M8 → TOTAL=6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>● TUERCAS M6 → TOTAL=11</td> <td></td> </tr> </table>		● TUERCAS M14 → TOTAL=3	● INICIO DE INSPECCION	● TUERCAS M10 → TOTAL=2	● FIN DE INSPECCION	● TUERCAS M8 → TOTAL=6		● TUERCAS M6 → TOTAL=11	
● TUERCAS M14 → TOTAL=3	● INICIO DE INSPECCION								
● TUERCAS M10 → TOTAL=2	● FIN DE INSPECCION								
● TUERCAS M8 → TOTAL=6									
● TUERCAS M6 → TOTAL=11									

De igual manera se realizó la ayuda visual para que el operador conozca y respete el funcionamiento correcto del sistema de POKAYOKE empleado en el proceso. Este sistema nos garantizará la máxima calidad en las piezas inspeccionadas en las líneas de Retap del FR SUSP P13C. En la tabla 5.4 se muestra el funcionamiento del POKAYOKE empleado para la detección de posibles defectos en la operación.

Tabla 5.4 Sistema para detección de posibles defectos en la operación. Fuente: Elaboración propia.



En la tabla 5.5 se muestra el resultado del mapa de POKAYOKE empleado en las Estaciones #33-A y #33-B, indicándonos el LAY OUT de donde se encuentra empleada dicha herramienta.

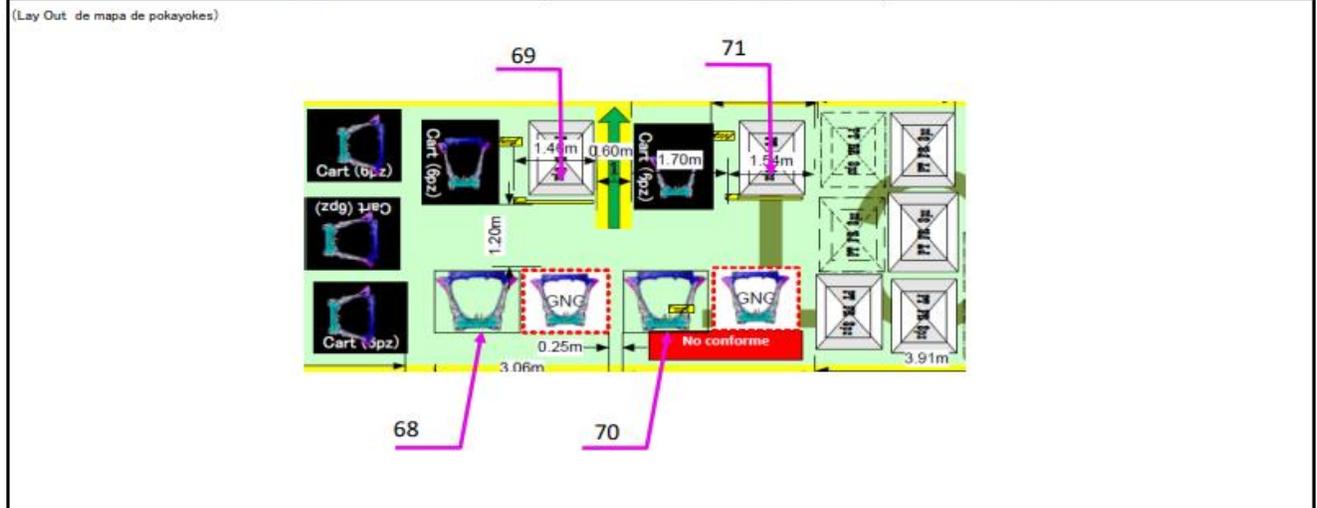
Tabla 5.5 Sistema para detección de posibles defectos en la operación. Fuente: Elaboración propia.

MAPA DE POKAYOKES

CODIGO DE MAPA DE POKAYOKES.
PKPC0133

Páginas	APROBO	REVISO	ELABORO
30/30	A. DE LA TORRE	V. DE LUNA	JONATHAN RMZ

Modelo/Numero de Operación	Numero de parte	Nombre de la Parte
P13C OP #33 A/B	54401 7LG0A	MBR-ASSY FR SUSP



Número de pokayoke	Ítem a Checar	CODIGO POKAYOKE	Pokayoke Detección /Prevenición	Clasificación de Pokayoke	Frecuencia de chequeo	Norma de chequeo	Método	Piezas de validación de pokayoke
68	POKAYOKE PARA DETECCIÓN DE FALTA DE PROCESO DE MACHUELEO OP#33-A	A295388D	D	I	T	La bandera no abra y no permite el paso para colocar pieza en rack de PT	1.-Colocar pza en baño de machueleo y limpiar pza 2.-No realizar el proceso de machueleo y presionar botón para des limpiar pza.	
69	POKAYOKE PARA PREVENCIÓN DE SNP INCORRECTO EN RACK DE PT OP#33-A	A295388P	P	I	T	TOPE MECÁNICO DEBE ESTAR AVANZADO Y NO DEBE PERMITIR RETIRAR EL RACK SI EL SNP ES INCORRECTO (SNP OK=8 PCS) TOPE DEBE ABRIR SOLO CUANDO SE ALLA CONFIRMADO EL MACHUELEO COMPLETO DE 8 PCS	1.-Colocar RACK de PT en su posición acorde a LAYOUT. 2.-Colocar pza en baño de machueleo y limpiar pza 3.- El tope mecanico debe avanzar	
70	POKAYOKE PARA DETECCIÓN DE FALTA DE PROCESO DE MACHUELEO OP#33-B	A295388D	D	I	T	La bandera no abra y no permite el paso para colocar pieza en rack de PT	1.-Colocar pza en baño de machueleo y limpiar pza 2.-No realizar el proceso de machueleo y presionar botón para des limpiar pza.	
71	POKAYOKE PARA PREVENCIÓN DE SNP INCORRECTO EN RACK DE PT OP#33-B	A295388P	P	I	T	TOPE MECÁNICO DEBE ESTAR AVANZADO Y NO DEBE PERMITIR RETIRAR EL RACK SI EL SNP ES INCORRECTO (SNP OK=8 PCS) TOPE DEBE ABRIR SOLO CUANDO SE ALLA CONFIRMADO EL MACHUELEO COMPLETO DE 8 PCS	1.-Colocar RACK de PT en su posición acorde a LAYOUT. 2.-Colocar pza en baño de machueleo y limpiar pza 3.- El tope mecanico debe avanzar	

Pokayoke de Detección / prevenición

P	Prevenición
D	Detección

Clasificación de pokayoke

SL	Laser Sensor/Sensor Láser	SO	Óptica Sensor/Sensor óptico
SC	Stroke sensor/Sensor de Carrera	M	Mechanical Pokayoke/Pokayoke Mecánico
LS	Limit Switch	I	Interlock Pokayoke
WR	Wire Robot Detect	V	Vision Camera/Cámara de Vision
SP	Sensor de proximidad	SD	Sensor de Distancia
LC	Celda de Carga (Load Cell)		

Clasificación de detección

Frecuencia de chequeo

T.	Pokayokes de prevenición y detección excepto S y D	una vez por turno
S	Proceso automático de mas de una operación sin intervención de operadores. El pokayoke utiliza piezas para su confirmación y terminan como NG (Pares importantes)	una vez por semana
D	Detección por pokayoke al cambio de modelo o numero de parte en misma línea.	Cada vez realizado el cambio.

Para la generación de una mayor ergonomía en las líneas de inspección y machueleo de MBR ASSY FR SUSP P13C se optó por diseñar unos nuevos y más ergonómicos clamps, ya que los que venían diseñados en los JIGS de inspección eran muy poco ergonómicos y generaban mayor esfuerzo para el operador.

CONDICION ANTERIOR CLAMPS MANUALES

JIG DE INSPECCION – 33-A Y 33 B CHECK- BUJES CON CLAMPS MANUALES

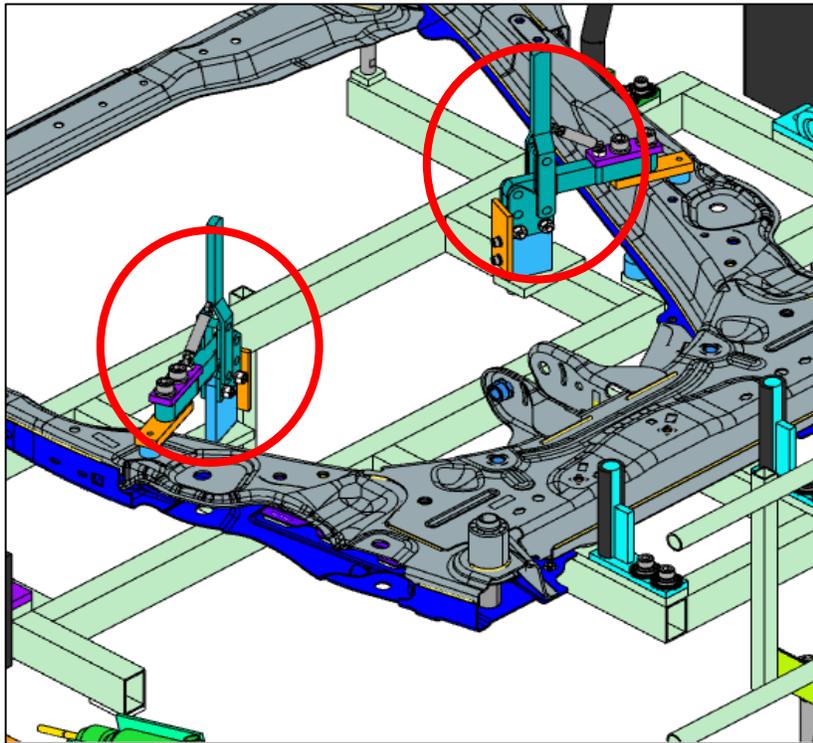


Ilustración 5.1 JIG de Inspección Clamps manuales. Fuente: YMEX 2023

CONDICION APLICADA CLAMPS AUTOMATICOS

JIG DE INSPECCION – 33-A Y 33-B CHECK- BUJES CON CLAMPS AUTOMATICOS

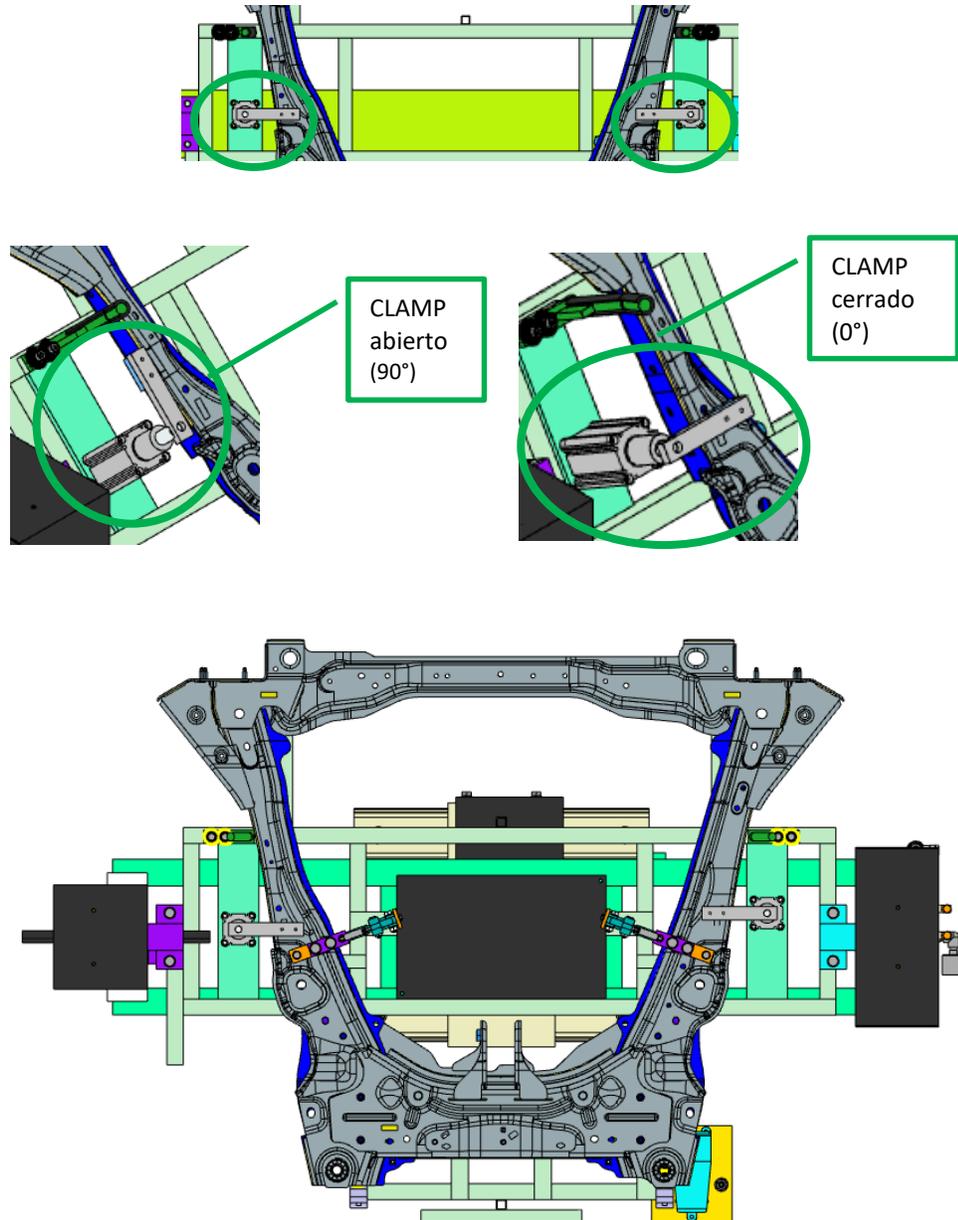
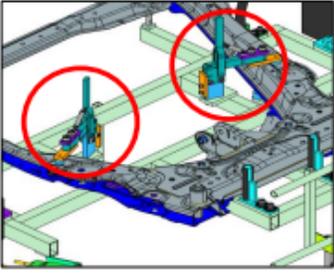
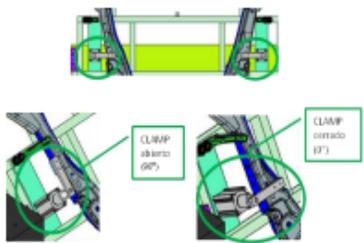


Ilustración 5.2 JIG de Inspección Clamp automáticos. Fuente: YMEX 2023

Para esta actividad se generó un registro de mejora continua en el proceso (véase la tabla 5.6) en el cual nos indica el efecto que se obtuvo al modificar los clamps manuales por clamps automáticos. Llegando a mejorar la ergonomía del proceso y disminuyendo el esfuerzo del operador.

Tabla 5.5 Sistema para detección de posibles defectos en la operación. Fuente: Elaboración propia.

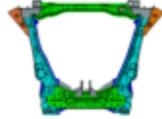
YORZU REGISTRO DE ACTIVIDAD DE KAIZEN						YOROZU MEXICANA				
EQUIPO DE TRABAJO		MEJORA				Q	C	D	S	M
LIDER	DEPTO	NOMBRE DEL KAIZEN								
PARTICIPANTES	DEPTO	MODIFICACION DE CLAMPS MANUALES POR CLAMPS AUTOMATICOS				PROGRAMA				
JONATHAN JIMENEZ	ING. ENS.	EXPLIQUE BREVEMENTE EL KAIZEN				ACTIVIDAD			FECHA	
		Se realizó modificación de clamps manuales de las mesas de inspeccion y machueleo de la línea Retap FR SUSP P13C Est. #33-A y #33-B. Donde se pretende reducir el esfuerzo del operador y mejorar la ergonomía de la operación.				Se modificaran los clamps de las mesas de inspeccion y machueleo para ejercer una mayor ergonomía en la operación.				
DIBUJO O FOTO ANTERIOR						DIBUJO O FOTO ACTUAL				
										
CONDICION ANTES DE KAIZEN		EFECTO				CONDICION DESPUES DE KAIZEN				
<ol style="list-style-type: none"> 1. La mesa de chequeo cuenta con clamps manuales. 2. El operador tiene una mayor exigencia al realizar la operación de manera manual. 3. No se tiene buena ergonomía por parte del operador. 		<p>Al realizar esta modificación se disminuirán la exigencia del operador al realizar la operación. Aumentará la eficiencia del proceso. Esta modificación ejercerá una mayor ergonomía en la operación.</p>				<ol style="list-style-type: none"> 1. Se mejora ergonomía en el operador al realizar el chequeo. 2. Disminuye el tiempo en que operador realiza esa actividad. 				
DOCTOS A MODIFICAR	RESPONSABLE	FECHA	PROD. ENSAMBLE	PROD ESTAMPADO	CTRL PROD.	INGENIERIA	CALIDAD	REVISO	AUTORIZO	

Como últimos resultados se realizó un nuevo estudio de movimientos con la nueva condición de clamps automáticos, en la cual nos arrojó una disminución satisfactoria en el proceso de inspección y machueleo, llegando así a aumentar la eficiencia del proceso y de igual manera eliminando las actividades manuales que generaban una mayor exigencia del operador en el proceso. Véase la tabla 5.6 y 5.7 para comparar el antes y después de la mejora.

Tabla 5.6 Formato de tiempos y movimientos- Anterior. Fuente: Elaboración propia.

YORUZU		FORMATO TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PROCESO DE INSPECCION Y MACHUELEO ESTACION #33-A Y #33-B						
OBJETIVO: Análisis del proceso de inspección		Operación	●	ACTUAL		PROPUESTO		
ACTIVIDAD: Inspección y machueleo de pieza con número de parte 54401 7LGDA		Transporte	→					
		Espera	●					
		Inspeccion	◆					
METODO ACTUAL		Almacenamiento	▼					
NO	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO (SEGUNDOS)	OBSERVACIONES
		●	→	◆	◐	▼		
1	Tomar pollpasto y dirigirlo hacia Rack de producto de pintura		●				1	
2	Tomar pieza con pollpasto	●	→				2	
3	Dirigir pieza hacia JIG de inspección		→				2	
4	Colocar pieza en JIG de inspección	●					1	
5	Clampar pieza manualmente	●					8	El operador acciona 2 clamps manualmente (primero clampa el lado izquierdo y después el lado derecho). Esto genera un esfuerzo mayor en el operador
6	Machuelear e inspeccionar tuercas M14	●					7	Se machuelean un total de 3 tuercas
7	Machuelear e inspeccionar tuercas M10	●					5	Se machuelean un total de 2 tuercas
8	Machuelear e inspeccionar tuercas M8	●					13	Se machuelean un total de 6 tuercas
9	Machuelear e inspeccionar tuercas M6	●					23	Se machuelean un total de 11 tuercas
10	Desclampar pieza manualmente	●					8	El operador acciona 2 clamps manualmente (primero desclampa el lado izquierdo y después el lado derecho). Esto genera un esfuerzo mayor en el operador.
11	Tomar pieza con pollpasto	●	→				1	
12	Dirigir pieza hacia rack de producto terminado		→				2	
13	Colocar pieza en rack de producto terminado	●					1	
TOTAL		10	3				74	

Tabla 5.7 Formato de tiempos y movimientos- Actual. Fuente: Elaboración propia.

YORUZU		FORMATO TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PROCESO DE INSPECCION Y MACHUELEO ESTACION #33-A Y #33-B						
OBJETIVO: Análisis del proceso de inspección		Operación		ACTUAL		PROPUESTO		
ACTIVIDAD: Inspección y machueleo de pieza con número de parte 54401 7LGDA		Transporte						
		Espera						
METODO ACTUAL		Inspeccion						
		Almacenamiento						
NO	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO (SEGUNDOS)	OBSERVACIONES
								
1	Tomar polipasto y dirigirlo hacia Rack de producto de pintura						1	
2	Tomar pieza con polipasto						2	
3	Dirigir pieza hacia JIG de inspección						2	
4	Colocar pieza en JIG de inspección						1	
5	Clampar pieza manualmente						1	El operador botonera para clampar ambos clamps.
6	Machuelear e inspeccionar tuercas M14						7	Se machuelean un total de 3 tuercas
7	Machuelear e inspeccionar tuercas M10						5	Se machuelean un total de 2 tuercas
8	Machuelear e inspeccionar tuercas M8						13	Se machuelean un total de 6 tuercas
9	Machuelear e inspeccionar tuercas M6						23	Se machuelean un total de 11 tuercas
10	Desclampar pieza manualmente						1	El operador acciona botonera para desclampar ambos clamps.
11	Tomar pieza con polipasto						1	
12	Dirigir pieza hacia rack de producto terminado						2	
13	Colocar pieza en rack de producto terminado						1	
TOTAL		10	3				60	

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

Como conclusión al proyecto empleado en este documento, atacamos los problemas detectados en la línea de inspección y machueleo, teniendo en claro los objetivos puestos para los pilotajes de línea y para el arranque de producción masiva de la misma. Con la ayuda de implementación de sensores como función de POKAYOKE, el sistema ANDON para la identificación oportuna de verificación del proceso y la visión de estar empleando la mejora continua nos brindara una mayor seguridad y calidad en la fabricación de los productos. Sin embargo, estos flujos deberán de ser monitoreados para evitar posibles fallas en el futuro, es por eso que la mejora continua en los procesos es de suma importancia ya que nos ayudara a prever inconvenientes en la fabricación de partes. En el caso de la ergonomía de los procesos siempre debemos de pensar en el bienestar de los operadores y exigirles el menor de los esfuerzos al realizar la operación, con el cambio de diseño de los clamps se pudo atacar esta cuestión, sin embargo, hay que seguir empelando la mejora continua en los procesos para llegar a optimizarlos al 100%.

De igual manera en el transcurso de la implementación del proyecto se estuvieron investigando y analizando algunas posibles propuestas alternas para mejorar este tipo de procesos en un futuro, teniendo como limitación el presupuesto que la empresa dedica a las mejoras continuas de cada uno de los procesos. Estas estarán colocadas en la parte de los anexos de este proyecto.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué habilidades de interpretación de dibujos de diseño para la implementación de los mismos.
2. Identifiqué y analicé los posibles defectos generados en el proceso de producción.
3. Apliqué las diferentes herramientas de la metodología de TPS para la maximización de la calidad.
4. Desarrollé conocimientos de neumática y electrónica para la instalación de cilindros y sensores.
5. Desarrollé conocimiento de materiales, procesos de manufactura y equipos industriales.
6. Analicé e identifiqué posibles áreas de oportunidad para la mejora continua en los procesos.
7. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.
8. Utilicé las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.

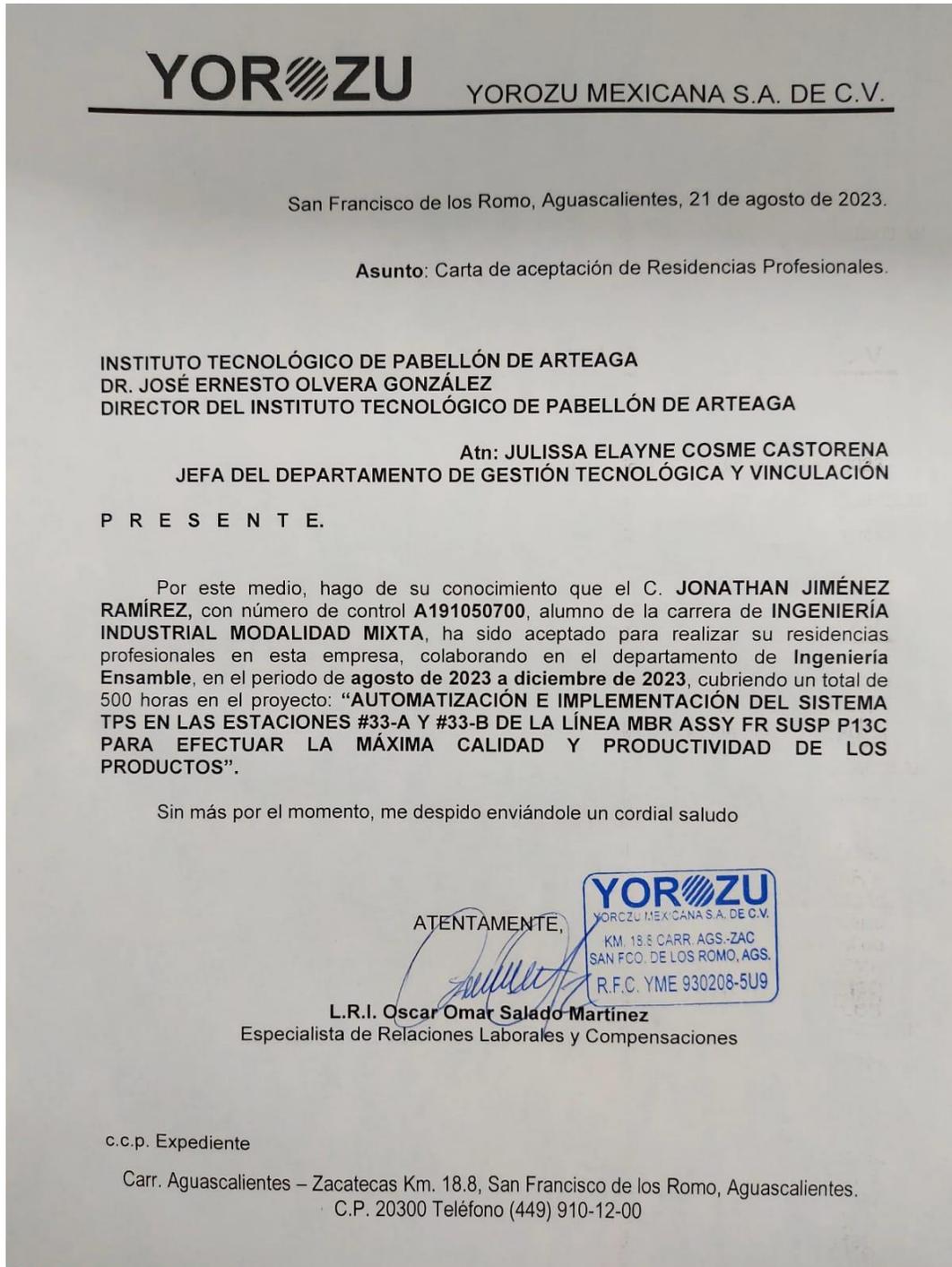
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de información

1. Ergonomía y productividad. (s. f.). Google Books. https://books.google.com.mx/books/about/Ergonom%C3%ADa_y_productividad.html?id=3dmJBAAACAAJ&redir_esc=y
2. Ergonomía 1. Fundamentos. (s. f.). Google Books. <https://books.google.com.pe/books?id=T0FpBgAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
3. Morales, H. Á., Saldívar, D. O., Gonzales, G. C. Q.(2022). Talento humano en la Cuarta Revolución Industrial. Revista Venezolana de Gerencia, 27(97), 161-169. <https://doi.org/10.52080/10.52080/rvgluz.27.97.11>
4. Trujillo, F. X. (2016). El Poka yoke. <https://rincondelsueko.blogspot.com/2016/03/el-poka-yoke-f.html>
Manual de ergonomía. (s. f.). Scribd. <https://es.scribd.com/document/525898242/Manual-de-ergonomia>
5. Rodríguez, M. (2016). Poka yoke y proceso esbelto. www.academia.edu. https://www.academia.edu/28430901/Poka_yoke_y_proceso_esbelto
6. Ohno, T. (2017). El sistema de producción Toyota: mas alla de la producción a gran escala. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=105711>
7. Saavedra, J. (2018). Ingeniería industrial Métodos Estándares y Diseño del trabajo Benjamin W. Niebel 12 edición. upc-pe. https://www.academia.edu/36652836/Ingenier%C3%ADa_Industrial_M%C3%A9todos_Est%C3%A1ndares_y_Dise%C3%B1o_del_Trabajo_Benjamin_W_Niebel_12_Edici%C3%B3n
8. Studocu. (s. f.). SIX Sigma el TPS - El TPS Te presentamos algunos aspectos relevantes del sistema de producción - Studocu. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-del-valle-de-mexico/six-sigma/six-sigma-el-tps/1175479>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

17. Anexos





POLÍTICA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

La Dirección General de la empresa define su política de gestión de la seguridad de la información declarando que:

“Ofrece realizar las acciones necesarias para que en todas las actividades sea primero la protección de los activos de información, ofreciendo la confianza del cliente, estableciendo un pensamiento basado de riesgos y oportunidades en nuestros procesos para mantener la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información, de acuerdo al contexto y la naturaleza de nuestras actividades, productos y servicios.

Para cumplir esta política nos comprometemos a:

- a) Realizar la mejora en su sistema de gestión de la seguridad de la información como medio para crear un “ambiente de trabajo seguro y comfortable” a través de la funcionalidad, calidad, precio y entrega.
- b) Mantener y reforzar los procedimientos y normas de trabajo que garanticen la protección de los activos de información.
- c) Cumplir con las leyes mexicanas en materia de protección de datos y seguridad de la información.

Rev. 01 14/06/2022

Takahiro Yoshihara
Director General

DOCUMENTOS DE YOROZU MEXICANA SOBRE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN RELATIVOS A LA UBICACIÓN DE ALMACENAMIENTO Y AL USO DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS:

Política de Seguridad y Operación de TI de Yorozu Mexicana

5.3. Restricciones sobre el almacenamiento: Información digitalizada debe ser almacenada únicamente para fines de trabajo, y no se debe almacenar datos personales. Además, la ubicación de almacenamiento se limitará a un servidor o un equipo de cómputo asignado, propiedad de la empresa.

5.5. Uso de equipo personal. Los equipos personales o dispositivos de almacenamiento no deben ser conectados en la compañía. Además, la información digitalizada no se almacenará en dispositivos de almacenamiento personales y equipos portátiles personales.

IT 611 P01 Manual de Prevención de Fuga de Tecnología

(5) Tours de Planta: -Las fotografías en el interior de la planta están prohibidas (incluyendo los teléfonos celulares con cámaras), y esto debe ser claramente transmitida a los visitantes antes de iniciar el tour.

ISO/IEC 27002:2022

7. Controles Físicos

7.6 Trabajar en áreas seguras

Control: Se deben diseñar e implementar medidas de seguridad para trabajar en áreas seguras.

Propósito: Proteger la información y otros activos asociados en áreas seguras contra daños e interferencias no autorizadas por parte del personal que trabaja en estas áreas.

Ilustración 9.1. Política de Gestión de la Seguridad de la Información. Fuente: YMEX 2023

Propuesta de Análisis e Investigación

Información Spot Point para secuencia forzada de machueleo de tuercas garantizar que se hagan en orden y cumpliendo con cada uno de ellos.



Ilustración 9.2 Industrial Location SpotPoint. Fuente: YMEX 2023

Localización industrial SpotPoint 2.0 (ILS) es un sistema de posicionamiento inalámbrico a nivel de perno único, diseñado para ayudarle a reducir los errores de apriete en su línea hasta el nivel de pernos individuales, en el caso de las líneas de inspección de tuercas se ajustarán los cambios en las herramientas para que la función no sea apriete de pernos, sino machueleo de tuercas. Esta propuesta se generó a base de que el operador esté exento en cometer algún error en realizar la operación de inspección y machueleo, para ello siempre debemos de tener visión a futuras contramedidas en los equipos.

Las dificultades a las que le hace frente la producción

A pesar de la tendencia extendida a la automatización que se da en las operaciones de montaje a gran escala, la producción continúa siendo mayormente una cuestión manual. Con mezclas de productos cada vez más amplias, la demanda constante del acortamiento de los tiempos de ciclo y las elevadas exigencias en términos de calidad y seguridad, la producción requiere de una gran flexibilidad. Además, los operadores

deben asegurarse de montar los pernos correctos en los productos correspondientes, apretarlos al par pertinente y hacerlo en el orden correcto.

Para garantizar la calidad en la producción, se necesita un sistema de posicionamiento a nivel de perno que permita llevar a cabo aprietes siguiendo una secuencia determinada, orientación visual para los operadores y diversos programas de apriete.

Se hace necesario un sistema que incremente la calidad y reduzca los defectos y los costes de rectificación.

Mayor flexibilidad en la producción con Industrial Location SpotPoint 2.0

Industrial Location SpotPoint 2.0 es un sistema de posicionamiento inalámbrico a nivel de perno único, diseñado para ayudarle a reducir los errores de apriete en su línea hasta el nivel de pernos individuales. Este sistema para la eliminación del error humano garantiza que se aplique el valor de par correcto a nivel de perno individual.

- ¿Cómo se asegura de que sus herramientas actúen en el perno correspondiente y apliquen el par correcto?
- ¿Cómo ayuda a los operadores a saber qué elemento machuelear a continuación?
- ¿Cómo hace para evitar el error humano de los operadores?

Haciendo uso de tecnología de visión, ILS 2.0 da respuesta a estas dificultades. Saca el máximo partido de las herramientas de batería y baja fuerza de reacción para superar las necesidades de la industria en lo que a flexibilidad, eficiencia y libertad para los procesos de producción respecta.

¿Cómo funciona Industrial Location SpotPoint 2.0?



Ilustración 9.3 Funcionalidad de sensor ILS 2.0. Fuente: YMEX 2023

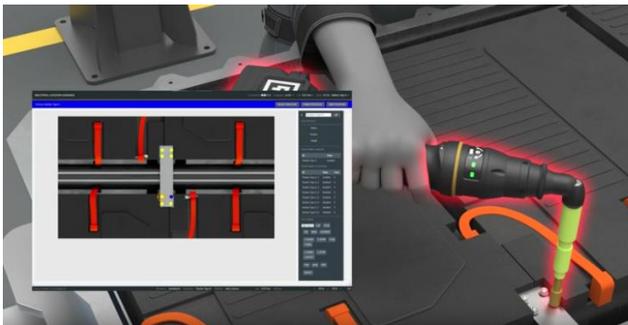
ILS consta de dos partes principales: un sensor y etiquetas pasivas, que se colocan en las herramientas. Las etiquetas también se pueden colocar en componentes móviles de una línea. El sensor es una solución todo en uno con cámaras y posibilidades de computación en una misma unidad, lo que hace que resulte muy sencillo de instalar.

A su vez, el sensor realiza un seguimiento de las etiquetas pasivas para detectar los datos de ubicación de la herramienta o de la posición del componente.

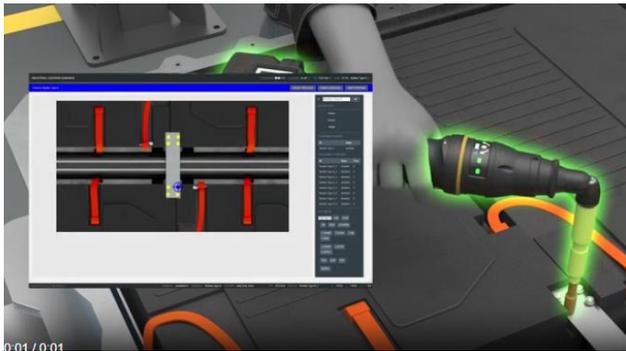
Las aplicaciones habituales de ILS 2.0 son el montaje de baterías para vehículos eléctricos, trenes motrices, motores de vehículos todoterreno y asientos. Este sistema puede usarse en diversos tipos de procesos de estaciones, por ejemplo, estaciones de parada o reparación, e incluso en líneas de movimiento continuo. Esta solución para la eliminación de error humano puede usarse tanto para herramientas de mano como fijas y es compatible con la mayoría de controladores de Atlas Copco. Asimismo, se adapta con gran facilidad a distintas configuraciones (por ejemplo, bocas o vasos) y ya no necesita de un brazo inteligente para la evitación de errores a nivel de perno.

El funcionamiento de la orientación para el operador.

Aquí podemos ver un ejemplo de cómo ILS 2.0 funciona conjuntamente con una orientación básica para el operador. Mientras la herramienta no se encuentre en la posición correcta, permanece bloqueada. La retícula de la pantalla indica la posición exacta del útil. El operario observa el perno señalado en azul, en el que debe efectuarse el siguiente apriete. ILS 2.0 puede distinguir y leer las posiciones de pernos separados hasta 10 mm entre sí.



Mientras la herramienta no se encuentre en la posición correcta, permanece bloqueada.



Cuando el operador pasa a la posición correcta de la secuencia de apriete, la retícula se vuelve de color verde para indicar que la herramienta está habilitada.

Ilustración 9.4 Funcionamiento del sistema ILS para la orientación del operador. Fuente: YMEX 2023

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 16 de diciembre de 2023.

Asunto: Liberación de Residencias Profesionales.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**

**Atn: JULISSA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN**

P R E S E N T E.

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que el C. **JONATHAN JIMÉNEZ RAMÍREZ**, con número de control **A191050700**, alumno de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA**, ha concluido satisfactoriamente sus Residencias Profesionales en esta empresa, colaborando en el departamento de **Ingeniería Ensamble**, en el periodo de agosto de 2023 a diciembre de 2023, en el proyecto: **"AUTOMATIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA TPS EN LAS ESTACIONES #33-A Y #33-B DE LA LINEA MBR ASSY FR SUSP P13C PARA EFECTUAR LA MÁXIMA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LOS PRODUCTOS"**, cubriendo un total de 500 horas.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE



L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
Especialista de Relaciones Laborales y Compensaciones



YOROZU
YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.
KM. 18.8 CARR. AGS.-ZAC
SAN FCO. DE LOS ROMO, AGS.
C.P. 20300 TELÉFONO (449) 910-12-00

c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes – Zacatecas Km. 18.8, San Francisco de los Romo, Aguascalientes.
C.P. 20300 Teléfono (449) 910-12-00