

**PROYECTO DE TITULACIÓN**  
*IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPO PARA INSTALACIÓN DE  
TUBULACIÓN AUTOMÁTICO EN LA LÍNEA DE GV210 E  
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING.*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
*INGENIERA EN GESTIÓN  
EMPRESARIAL*

**PRESENTA:**  
*EVELYN NATALIA GONZÁLEZ ALBA*

**ASESOR:**  
*ARTEMIO SOLÓRZANO FUENTE*

**NOVIEMBRE**

## **CAPITULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

La palabra “Gracias” se queda corta para el infinito agradecimiento que tengo con todas las personas que fueron parte de mi formación profesional, familia, amigos y docentes. Con el corazón lleno de gratitud principalmente agradezco a Dios, a la vida y al universo por llenarme de salud y sabiduría en esta etapa y a pesar de las adversidades me siento orgullosa de lograrlo y agradezco tanto en ser la persona en la que me convertí.

Doy mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga por permitirme formar parte de su comunidad estudiantil y por hacerme coincidir con personas maravillosas las cuales teníamos los mismos objetivos y al día de hoy me atrevo a llamarlos amigos.

Agradezco a mi hijo Mateo por ser mi motor de vida, brindarme esa sonrisa a diario y entender que, durante el desarrollo de esta etapa, fue necesario sacrificar situaciones y momentos a su lado, sé que todos mis esfuerzos habrán valido la pena por qué has estado a mi lado, iluminándome con tu amor.

También quiero agradecer a mi madre María Elena Alba Martínez, a mi padre Víctor Manuel González Vázquez y a mis hermanos Giovanni y Karol por creer en mí en cada decisión que tomo y por brindarme palabras de aliento y motivación a lo largo de mi formación profesional.

Doy mi agradecimiento a la empresa Sensata Technologies por dejarme ser parte de su familia, por darme la confianza, permitirme desenvolverme y crecer laboralmente, así como también el agradecimiento por permitirme seguir con mis estudios profesionales, fueron parte clave de que esta etapa culminara (ver ANEXO 1 y 2).

Gracias por la experiencia y los conocimientos que adquirí en todo este tiempo, así como también gracias a cada uno de mis supervisores que me apoyaron en este proceso.

Y, por último, pero no menos importante quiero agradecer a mis asesores, Ing. María Tapia y a el Ing. Artemio Solórzano Fuentes por darme herramientas y retroalimentaciones durante el periodo de residencias.

### **3. Resumen.**

El equipo automático de inserción de tubulation en la línea de producción de GV210, está diseñada para que los operadores no generen scrap al realizar la inserción, su principal objetivo es que los operadores puedan entender el funcionamiento del equipo el cual les facilitara realizar la operación.

El equipo de inserción automático y su correcto uso nos ayudaran a prevenir la generación de scrap ya que con la automatización del equipo es más fácil estandarizar la operación y se obtendrá datos con los cuales se evidenciará que la mejora es óptima. Así como también ayudara a mejorar la calidad del producto ya que no se obtendrá material no conformante y aumentara sus estándares y parámetros de calidad.

El equipo nos permite prevenir lesiones ergonómicas ya que su inserción con el equipo automático nos facilita la realización de la operación, así como también se tiene una inserción precisa la cual nos dará un confiable ensamble.

## Índice

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO 1: PRELIMINARES.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1  |
| 2. Agradecimientos. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1  |
| 5. Introducción .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6  |
| 6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del<br>residente. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8  |
| 7. Problemas a resolver, priorizándolos. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12 |
| 8. Justificación .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 13 |
| 9. Objetivos (General y Específicos).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13 |
| 10. Marco Teórico (fundamentos teóricos). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 14 |
| CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 22 |
| Cronograma de actividades.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 22 |
| Como se muestra en la ilustración 4.2 el indicador 1 nos da una proporción del 100%<br>donde mencionan que, si se presenta alguna clase de fatiga al momento de<br>estar elaborando, por consecuencia en el indicador 2 también tiene una<br>proporción del 100%, lo cuál ellos al terminar las operaciones terminan con una<br>molestia física de dolor en las extremidades (hombro del brazo derecho, en la<br>muñeca del mismo brazo. .... | 25 |
| Actividad 4.2 Establecer objetivos del proyecto .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 26 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 31 |
| CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 47 |
| 13. Conclusiones del Proyecto .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 47 |
| CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 48 |
| 14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 48 |
| CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 49 |
| 15. Fuentes de información .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 49 |
| CAPÍTULO 9: ANEXOS.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 51 |

## ***Lista de ilustraciones***

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 2.1. Foto aérea de la empresa Sensata Technologies, Aguascalientes México...     | 9  |
| Ilustración 2.2 Contactor elaborado en la línea de producción GV210...                       | 11 |
| Ilustración 2.3 Organigrama de Sensata Technologies...                                       | 12 |
| Ilustración 3.1. Pirámide de automatización...                                               | 21 |
| Ilustración 4.1 Tubulation materia prima...                                                  | 24 |
| Ilustración 4.2 Encuesta realizada...                                                        | 25 |
| Ilustración 4.3 Encuesta realizada...                                                        | 26 |
| Ilustración 4.4 Layout (distribución de operaciones inserción de tubulation actualmente) ... | 27 |
| Ilustración 4.5 Pieza con daño en el tubulation...                                           | 28 |
| Ilustración 4.6 Pieza con tubulation insertado correctamente...                              | 28 |
| Ilustración 4.7 Housing (carcasa exterior) para la prueba...                                 | 29 |
| Ilustración 4.8 diseño de ergonomía...                                                       | 30 |
| Ilustración 4.9 Diagrama de flujo...                                                         | 31 |
| Ilustración 5.1 Encuesta ergonómica con el equipo automático...                              | 32 |
| Ilustración 5.2. Layout viejo y Layout Nuevo de la operación de inserción de tubulation...   | 33 |
| Ilustración 5.3 Dispositivo con grietas en el epóxido...                                     | 35 |
| Ilustración 5.6 Dispositivo con filtración de epóxido...                                     | 35 |
| Ilustración 5.7 Principales fallas obtenidas de Inserción manual de tubulation...            | 36 |
| Ilustración 5.8 Condición aceptable del dispositivo...                                       | 37 |
| Ilustración 5.9 Resultados Aceptables del lote pilote por equipo automático...               | 37 |
| Ilustración 5.10 Grafica de resultados de Leak Rate...                                       | 38 |
| Ilustración 5.11 Resultados de minitap del lote piloto que se corrió...                      | 39 |
| Ilustración 5.12 Resultados de minitap del lote piloto que se corrió...                      | 40 |
| Ilustración 5.10 Orificio del switch colocado correctamente en el nido...                    | 41 |
| Ilustración 5.11 Pieza sujeta correctamente en el nido...                                    | 41 |
| Ilustración 5.12 Foco del equipo de inserción de tubulation...                               | 42 |

|                  |                                                                    |    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 5.13 | Tubulation insertado correctamente en el nido de la maquina...     | 42 |
| Ilustración 5.14 | Bimanual de la máquina de inserción de tubulation...               | 43 |
| Ilustración 5.15 | inserción de tubulation en el switch...                            | 43 |
| Ilustración 5.16 | Retiro de pinza para retirar el switch con tubulation insertado... | 44 |
| Ilustración 5.17 | Switch con tubulation correctamente ensamblado sin daños...        | 45 |
| Ilustración 5.18 | Pirámide de escalación...                                          | 46 |

### ***Lista de tablas***

|           |                                                                 |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 4.1 | Cronograma de actividades...                                    | 23 |
| Tabla 4.2 | Registros de inserción de tubulation en ambos procedimientos... | 30 |
| Tabla 5.1 | Comparación de PPH entre ambas operaciones...                   | 34 |

## ***CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO***

### ***5. Introducción***

La implementación de este equipo en la línea de ensamble de manufactura tiene un impacto sumamente positivo e importante ya que estamos hablando de ahorro financiero en diferentes KPIs en la línea de producción tales como ahorro en tiempo de ensamble y aumento en el PPH, ahorro en YIELD ya que al ensamblarlo manualmente como se realizaba antes se procesaba mayor índice de scrap, el cual como sabemos es material que ya no cumple con las características del cliente y por lo tanto ya no se puede volver a procesar ni realizar ningún tipo de re trabajo.

En este proyecto se describirá el proceso que se realizó en el área de manufactura industrial de la línea de GV210 en el IBT de GIGAVAC dentro de la empresa Sensata Technologies, también esta detallado la estructuración de cada etapa del proyecto realizada en este documento.

Sensata Technologies es una empresa sumamente importante en el mercado en el giro industrial y automotriz ya que sus principales clientes están en busca de la innovación, tal ejemplo son los automóviles eléctricos, los cuales llevan contactores de energía y específicamente son fabricados en dicha empresa.

equipo, además constantemente se capacita a todo el personal para adquirir nuevos conocimientos y habilidades. En el área de línea de producción de GV210, donde se realizó el proyecto se detectó que cuanta con diversas áreas de oportunidad y mejora continua la cual se podían implementar y realizar varios proyectos para mejorar el proceso de manufactura.

Se eligió realizar las residencias en dicha empresa ya que tiene múltiples productos innovadores y en la cual se tiene siempre presente la mejora continua.

La realización del proyecto con la metodología de Lean Manufacturing y sus herramientas como el Jidoka, los cuales tienen como objetivos eliminar actividades y procesos que no le agreguen valor al producto. La implementación de un equipo automático en la instalación de inserción de tubulation logra disminuir la generación de scrap un 3%, evita estrés, fatiga o lesiones futuras en los operadores. Todo esto nos ayuda con la optimización del proceso en conjunto con la capacitación del personal impactando positivamente los indicadores. Este proyecto no solo pretende la disminución de scrap si no también mejorar el proceso y la operación sea más fácil para el nivel operativo.

Mediante esta investigación se pretende desarrollar habilidades de análisis de datos las cuales nos permiten tener resultados favorables y solidos que nos ayudan comprobar que la implementación del equipo y de las herramientas son exitosas y que se tiene una mejora muy considerable en el proceso.

La instalación manual del tubulation manual tiene altos índices de presentar problemas de ergonomía en los operadores que están realizando esta operación, ya que no se puede medir una fuerza determinada para la aplicación del tubulation, como también la herramienta con la cual se instala es muy inestable y como ya se había mencionado anterior mente se tiene un índice de generación de scrap.

Mediante el desarrollo podremos obtener datos los cuales nos permitirán analizar y comprender las variantes que se presentan, para llegar a comprender la causa raíz e implementar la mejora.



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

### **Antecedentes de la empresa.**

Sensata, nacida en 1916 como proveedora para la industria de la joyería, es actualmente uno de los principales fabricantes de sensores y protección eléctrica del mundo. Entró a la protección para motores eléctricos en 1931.

Su historia en nuestro estado se remonta a 1984 como parte de Texas Instruments, pero se consolidó bajo la bandera de Sensata Technologies desde 2006.

En la actualidad Sensata Technologies se ubica (Av. Aguascalientes Sur #401) (ver ilustración 2.1).



Ilustración 2.1. Foto aérea de la empresa Sensata Technologies, Aguascalientes México.

## **Situación actual.**

Sensata Technologies fabrica sensores y controles automotrices para aire acondicionado y protección eléctrica, switches de control para la industria aeronáutica, y sus principales clientes son General Motors, Caterpillar, Emerson, Nissan, Ford, Continental Automotive, LandRover, Airbus, industria automotriz y enseres domésticos.

Sensata Technologies es un líder mundial e innovador pionero en sensores de misión crítica y protección eléctrica. Tienen dos grandes unidades comerciales globales con oficinas de ventas en todo el mundo y centros comerciales y de producción en nueve países diferentes.

En Aguascalientes la empresa Sensata Technologies es una empresa joven en el área de la industria, ya que tiene 18 años desde su llegada a Aguascalientes, cuenta con 2 IBT de producción, una de ellas es el IBT de Gigavac la cual se divide en dos ramas: industrial y Auto.

El proyecto se desarrollo es en la rama Industrial específicamente en la línea de producción de GV210 la cual lleva 3 años aproximadamente operando en Aguascalientes ya que su ubicación original estaba en California, Estados Unidos.

Lo cual la hace una línea bastante nueva, desde su instalación en la planta de Aguascalientes, se han hecho mejoras tanto en el proceso como en el equipo. A continuación, se explica el proceso donde se implementó el proyecto de mejora.

Problemática actual (Puntos críticos del proceso).

Esta línea de producción GV210, se dedica a la elaboración de contactores industriales los cuales son dispositivos con la capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, es decir su funcionalidad es abrir y cerrar la señal de corriente, si se excede del voltaje que requiere el dispositivo el contactor o también conocido como switch nos ayudara a evitar cortos circuitos en la computadora del automóvil o en donde se encuentre instalado (ver ilustración 2.2).



Ilustración 2.2 Contactor elaborado en la línea de producción GV210.

### Visión de Sensata

Nuestra visión es ser un líder mundial y un innovador temprano en sensores y protección eléctrica de misión crítica satisfaciendo las crecientes necesidades mundiales de seguridad, eficiencia energética y un ambiente limpio y siendo un excelente Socio, Empleador y Vecino.

Nuestros dispositivos mejoran la seguridad, eficiencia energética y comodidad para millones de personas cada día. Declaración de misión de Sensata: mejorar la seguridad, la eficiencia y la comodidad para millones de personas todos los días. Visión de Sensata: ser el líder mundial en soluciones de detección de misión crítica para un mundo más seguro, más limpio y sostenible

En la ilustración 2.3 se muestra el organigrama de cómo está compuesta Sensata Technologies, Aguascalientes con sus respectivos departamentos.

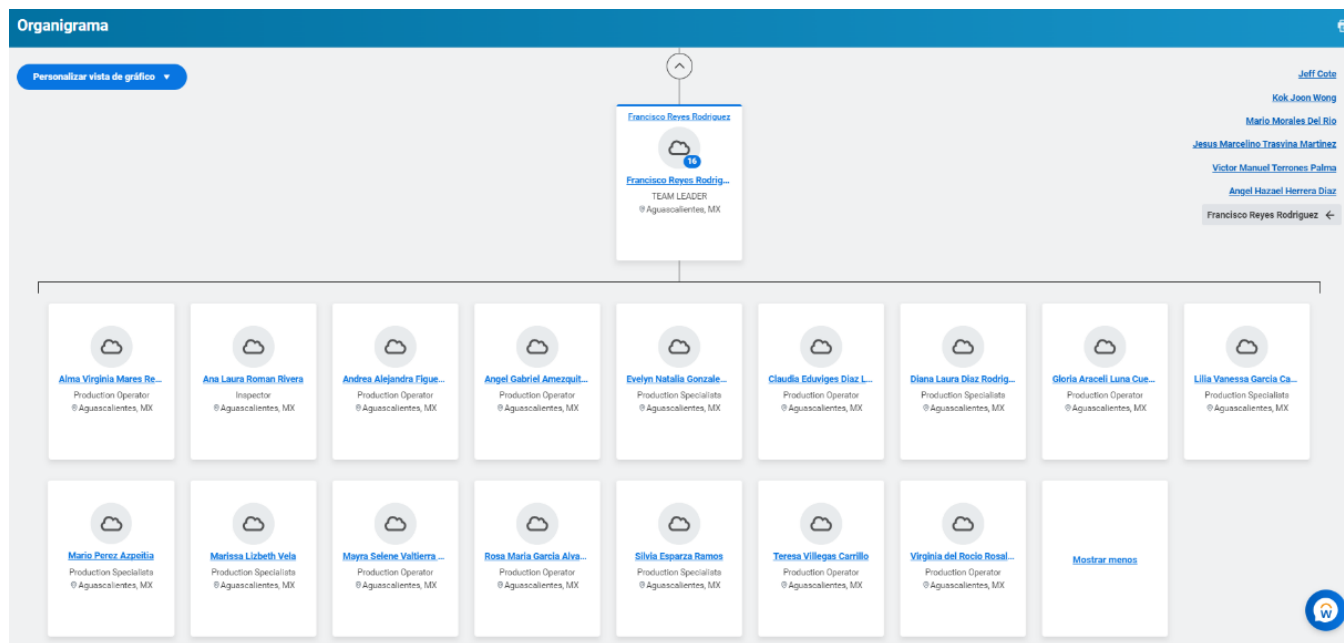


Ilustración 2.3 Organigrama de Sensata Technologies

El residente desarrollo sus actividades en la línea de producción de GV210 en el IBT de Gigavac Industrial donde se llevó a cabo la implementación de un equipo nuevo para la inserción automática del tubulation. El objetivo principal de esta iniciativa era reducir el scrap generado en su antigua aplicación manual.

Las principales actividades que desempeño son:

- Investigación del problema e identificación de causa raíz
- Establecer objetivos del proyecto
- Evaluación de defectos
- Realización de pruebas en lote piloto
- Análisis de resultados de lote piloto
- Validación de seguridad del equipo
- Documentación del proceso del equipo

- Entrenamiento del personal operativo
- Elaboración de resultados

## **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

### **Problemática actual (Puntos críticos del proceso).**

Actualmente en la operación de instalación de tubulation donde genera una proporción de scrap la cual nos provoca costos de materia prima, retraso en la producción y por consecuencia entregas a los clientes fuera de tiempo.

Por lo tanto, se tiene un impacto financiero negativamente a la empresa, al estar generando scrap, la investigación que se realiza es para determinar la causa raíz.

Los siguientes problemas identificados para resolver con el proyecto, Implementación de equipo para instalación de tubulation automático en la línea de GV210 mediante herramientas de LEAN MANUFACTURING, son:

1. Se observa de primera instancia es que la instalación del tubo se realiza manualmente.
2. Se trabaja con una herramienta la cual no es la adecuada y también no se tiene una fuerza establecida.
3. Falta de procedimiento correcto, pues cada persona lo realiza con la fuerza que ellos creen la adecuada lo que permite que el tubulation se doble y ya no sea funcional.

## **8. Justificación**

La línea de producción GV210 en el IBT de GIGAVAC en la empresa Sensata Technologies tiene una proyección de aumento de demanda, lo cual incrementa la exigencia de los clientes en cuanto a puntos de calidad y entregas a tiempo, es por este motivo el enfoque a la automatización de los procesos. Actualmente se detectó una oportunidad de mejora en la operación de inserción de tubulation ya que se genera scrap (desperdicios), retraso en la producción.

Por esta razón es necesario llevar a cabo el proyecto Implementación de equipo para instalación de tubulation automático en la línea de GV210 e implementación de herramientas LEAN MANUFACTURING.

## **9. Objetivos (General y Específicos)**

El objetivo general:

Reducir el scrap producido en la línea GV210 en una proporción de un 3 % con la instalación del tubulation automático con herramientas de Lean Manufacturing.

Los Objetivos Específicos:

1. Identificación de problemas y su causa raíz en la operación de inserción de tubulation en la línea de producción de GV210.
2. Instalación del equipo automático de inserción de tubulation.
3. Validación del equipo implementado.
4. Elaboración de un documento que describa las operaciones correctas de la inserción automática.
5. Entrenamiento del personal operativo en base al ILU la línea GV210

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).**

A continuación, se presentan la información teórica en la que se basó el proyecto en la cual podemos determinar que la implementación del equipo para la inserción de tubulation es óptima para obtener mejora en temas críticos como:

- Aumentar el Yield 3%
- Mejorar la ergonomía en el nivel operativo

### **LEAN MANUFACTURING y su impacto en las Organizaciones:**

La metodología Lean Manufacturing se ha hecho sumamente popular en las industrias ya que ayuda y mejora en la innovación de los procesos de las empresas ya que nos permiten lograr una mejor satisfacción a nuestros clientes, mediante la eliminación de procesos o actividades en las operaciones que no agregan valor a la fabricación de algún producto lo cual nos reduce los costos puede ser en materia prima, maquinas y/o mano de obra.

El nacimiento de Lean Manufacturing surgió en Japón en 1980, Toyota desarrollo una estructura de dicho sistema TPS (Toyota Production System), la cual tuvo un gran éxito, sus objetivos eran claros y concisos, también conocida como manufactura esbelta su metodología es tan exitosa que se mantiene vigente en la actualidad.

### **Los ocho desperdicios**

El principal objetivo de Lean Manufacturing o también conocido como Manufactura Esbelta es reducción de tiempos de fabricación en los procesos de producción e incrementación en la productividad.

Los desperdicios son todo aquello que no aporta valor al producto, por lo general son actividades realizadas en los procesos las cuales nos causan pérdida de tiempo y pérdida de eficacia operativa.

La metodología japonesa Lean Manufacturing creo un término (MUDA) la cual significa inutilidad la cual hace referencia a situaciones que dejan de ser optimas y productivas a los procesos de las líneas de producción.

La muda se divide en 8 categorías de los desperdicios generados.

- Defectos: Este desperdicio se genera por la presencia de carencia de las especificaciones del cliente como así mismo no está cumpliendo con las normas de calidad y su uso no es óptimo, el defecto puede llegar a generar un retrabajo o puede ser desechado por completo (SCRAP) y se genera una pérdida de tiempo, recursos y dinero. La causa raíz del defecto puede deberse a muchas variables, desde un mal diseño del producto, materia prima de baja calidad, proceso complejo, falta de capacitación al personal, manipulación incorrecta de los equipos etc.
- Sobreproducción: Se genera por el procesamiento de piezas de más, es decir cuando se procesa material que en realidad no está con una orden de compra y realmente no se necesita en el momento. La sobreproducción nos puede generar una mala implementación de la automatización causando que los productos generen espacio despreciado en los almacenes y volviendo los productos obsoletos.
- Espera: El desperdicio de la espera se deriva a prácticamente una mala planeación la cual genera tiempos muertos en los flujos de producción, colas e inventarios. Las esperas provocan cuellos de botella, decae la eficiencia y su productividad generando que los costos de producción aumenten y los tiempos de



espera sean más largos provocando que sus entregas a los clientes sean más tardadas.

- Talento no utilizado: Este desperdicio anteriormente no estaba dentro de los 7 desperdicios originales en las industrias, pero es provocado cuando no se aprovechan todas las capacidades de los empleados y/o también cuando no se es tomado en cuenta la opinión o sugerencias que ellos pueden aportar para la mejora de los procesos en las operaciones en las líneas de producción.
- Transporte: El traslado del producto, inventarios o materia prima es considerado como un desperdicio ya que se está perdiendo tiempo y disminuye la eficacia. Para esto es necesario una buena planeación de ubicaciones de los almacenes en la planta, como también una buena logística y planeación de las rutas de distribución. En este desperdicio es fundamental tener un buen acomodo de las celdas de producción, también conocido como Layout que nos facilita los flujos de los procesos, aumento en la eficiencia y rendimiento, también nos ayuda en el ahorro de espacios y sus traslados como también movimientos se realicen en menor tiempo y sea óptimo y lean en las líneas de producción.
- Inventario: Es un desperdicio que va relacionada a malas costumbres o prácticas ya que es la existencia de exceso de existencias ya sean materias primas, productos terminados o materiales en el Wip, los cuales están ocupando espacio en los almacenes y además tiende a tener altas posibilidades a perder calidad los productos. En ocasiones se tiene excesos de inventarios por una visión errónea de demanda o simplemente comparas excesivas de materias primas por ofertas etc.
- Movimiento: Este desperdicio es muy parecido al desperdicio de transporte, pero va más enfocado a los movimientos que realiza el operador para obtener sus herramientas para el ensamblaje del producto que está realizando, también está

relacionado con la ergonomía del trabajador es decir el desperdicio del movimiento genera la reducción de la seguridad y la productividad.

- Extra-Procesamiento: Este desperdicio nos genera un incremento en el costo de fabricación y así mismo un alargamiento en el periodo de entrega.

La importancia de la automatización en la industria es de sumamente indispensable, ya que nos ayuda mejorar un proceso para que su operación se vuelva más sencilla para el operador y así mismo mejore la calidad del producto, disminuya su costo de elaboración, mejore la productividad y la organización logre ser competitiva ante otras empresas. También al implementar la automatización podemos observar que se hacen presentes herramientas de Lean Manufacturing tales como:

### **Jidoka.**

La cual su metodología busca un control de calidad en cada proceso la cual nos permite llegar a la causa raíz para así mismo no se vuelva a presentar en el futuro, ya que la misma maquina tiene la capacidad de detectar cuando la pieza tenga alguna anomalía o algún defecto.

La metodología japonesa Lean Manufacturing nos ayuda para implementar innovación en los procesos y su principal objetivo es mejorar el sistema de producción mediante la eliminación de actividades o tareas que no agregan algún valor a la fabricación de algún producto.

Para lograr el objetivo de Lean Manufacturing es necesario a optimización y automatización de los equipos, herramientas y máquinas de la empresa.

El método Jidoka su objetivo es simple ya que busca la mejora de la calidad y la eficiencia de las líneas de producción en base a las operaciones de sus procesos, esto nos ayuda a detectar anomalías o defectos en las piezas.

## Los beneficios del Jidoka

- Aumento en la productividad, este método nos permite incrementar la productividad como ya se había mencionado anteriormente ya que es un sistema el cual nos permite que la maquina detecte las anomalías o defectos por si sola.
- Elaboración y procesamiento de productos sin defectos, de este modo estamos asegurando la calidad y la satisfacción del cliente con un plus de satisfacción.
- Entregas a tiempo, la detección de anomalías en el producto nos ayuda a evitar que producto no conformante pase por las siguientes operaciones del proceso productivo, lo cual ara que el flujo del producto sea más rápido y pueda embarcarse en tiempo y en forma llegando a tiempo con los clientes.
- Reducción de costos, las anomalías detectadas a tiempo nos ayudan en su reducción de costos ya que nos permite reaccionar a tiempo ante situaciones inesperadas, como también ahorro de energía en la maquinaria de las líneas de producción como también incremento en las horas k.
- Jidoka es un sistema y herramienta que permite facilitar al operador entender la fusión de las máquinas y el ser humano la cual nos hace tener un equipo óptimo.

## Implementación del Método JIDOKA

Para poder realizar la implementación del método Jidoka debemos realizar un análisis y una investigación a profundidad la cual nos pueda permitir identificar las áreas de mejora o áreas de oportunidad y así mismo la realización de esta herramienta de Lean Manufacturing.

- Identificación del problema:

En esta fase el operador ya identifico un problema el cual nos está generando una anomalía en el producto y también ya debe de estar enterado todos los departamentos involucrados, Ingeniería, Calidad, Mantenimiento y Manufactura.

- Paro en el equipo y/o operación:

El paro en la operación nos permite evitar el flujo de material con defecto o material no conformante y así también evitamos que se pueda escapar material defectivo con el cliente.

➤ **Alerta de Calidad:**

Se realiza un documento el cual sea notificado todo el personal involucrado para y se tenga conocimiento y comunicación del problema detectado.

➤ **Solución inmediata:**

Se le da una solución momentánea para poder seguir con el flujo de la producción, pero también con la alerta de calidad se tiene mayor enfoque en el problema presente.

➤ **Causa Raíz:**

Realización de investigación para dar con la causa raíz que está originando el problema la cual nos permite llegar a una solución definitiva y eliminar dicho problema.

## **La Automatización**

La automatización se ha vuelto parte fundamental en las empresas, ya que es el principal objetivo de la mejora continua pues se pretende mejorar los procesos mediante sistemas mecánicos o electrónicos que logren reducir y simplificar el trabajo humano.

Los antecedentes de la automatización han sido notables desde el inicio de los tiempos desde la creación de la rueda o la implementación de poleas y/o palancas.

En 1960 se tiene un gran impacto ante la sociedad y la industria ya que llega a facilitar con programas electrónicos la computadora con su principal objetivo que era la automatización en la ingeniería con la eficacia del uso de robots y dispositivos.

Objetivos de la automatización de procesos industriales:

- Lograr mejoría en los procesos de las operaciones
- Tener menos defectos y reducir tiempos en diversas tareas

- Reducir costos mediante el uso de equipos industriales (robots, sensores etc.)
- Evitar errores humanos y problemas de estrés
- Estandarización de procesos

Ventajas de la automatización de los procesos industriales:

- Incrementación de la producción
- Disminución de costos de producción
- Mejor control en los equipos y dispositivos
- Mayor seguridad laboral
- Mejor calidad en los productos
- Reduce tiempos de producción del producto

Tipos de automatización industrial:

La automatización se divide dependiendo del tipo de empresa que sea y es ahí donde ponemos en práctica la pirámide de automatización, la cual se divide en 5 bloques que son los que se pueden encontrar en una industria.



### Ilustración 3.1. Pirámide de automatización

#### **Ergonomía:**

La ergonomía nos ayuda a identificar que actividades u operaciones tienen sobrecarga de procesos o estrés para así empezar a actuar contra medida y evitar lesiones o accidentes por trabajo y reducir mismos costos.

Con la ergonomía se implementan medidas de precaución para evitar lesiones por accidentes de trabajo y evitar errores de producción lo cual puede generar un costo, la ergonomía ayuda a optimizar los procesos mediante metodologías y herramientas que nos permite tener datos concretos y evaluar la mejora que se obtuvo con la implementación.

Uno de los principales beneficios de la ergonomía en el área laboral es que el empleado puede tener un ambiente sano y favorable para su desempeño aumentando su eficiencia y productividad de esta manera la rotación de personal disminuye favorablemente, ya que evita la fatiga de estar realizando actividades pesadas físicamente.

Las medidas ergonómicas generan una mejor vista pública ya que la empresa se preocupa por la salud de sus empleados y esto nos ayuda a generar un lazo de fidelidad con los colaboradores de la empresa.

#### **Ergonomía Laboral:**

La ergonomía laboral es responsable de generar un ambiente agradable para sus colaboradores, así como también proporcionar las herramientas adecuadas y las tareas apropiadas para el desarrollo de las actividades de las operaciones. La ergonomía laboral se puede clasificar en tres ramas las cuales son las siguientes:

- Ergonomía Ambiental: Dentro de esta clasificación sus factores son los siguientes, iluminación, temperatura y ambiente sonoro.
- Ergonomía Física: En esta clasificación sus factores son cargas físicas en el trabajo, equipos.

- Ergonomía Temporal: La ergonomía temporal se refiere a tipos de turno o jornadas laborales, turnos o descansos

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

### 11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

#### Cronograma de actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto Implementación de equipo para instalación de tubulation automático en la línea de GV210 e implementación de herramientas LEAN MANUFACTURING en todo el periodo (ene–jun 2024) (ver tabla 4.1).

| Actividades Mensuales                                   | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO |
|---------------------------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|
| 4.1 Planteamiento del problema                          |       |         |       |       |      |       |
| 4.2 Establecer objetivos del proyecto                   |       |         |       |       |      |       |
| 4.3 Evaluación de Defectos                              |       |         |       |       |      |       |
| 4.4 Pruebas y corrida de lote piloto en el equipo nuevo |       |         |       |       |      |       |
| 4.5 Documentación de la operación con el nuevo equipo   |       |         |       |       |      |       |

Tabla 4.1 Cronograma de actividades.

#### Actividad 4.1 Planteamiento del problema:

Como se mencionó anteriormente Jidoka fue la metodología principal para la realización de esta investigación, principalmente comenzamos con la detección de anomalías que se tenían en el proceso de la operación de inserción de tubulation manual, la cual el principal defecto era que se doblaba el tubo de cobre y por lo tanto automáticamente al tener una anomalía pasaba a ser scrap y se determinó en tener una oportunidad de mejora.

Como contexto el tubulation es un pequeño tubo de cobre aproximadamente de medio milímetro de diámetro la cual es instalado en la pieza para posteriormente se le inyecte helio y poder realizar una prueba para comprobar que la pieza no tenga ninguna clase de fuga que pueda provocar problemas funcionales.

En la ilustración 4.1 muestra el tubulation con el que se trabaja actualmente y en el que se produce el scrap por falta de un proceso correcto a la hora de doblar insertar al contactor.



Ilustración 4.1 Tubulation materia prima.

También un problema que se tenía era que los operadores presentaban molestias físicas al estar realizando la actividad ya que no se tenía la herramienta correcta para realizar la operación.

Se realizaron varias encuestas para saber qué tan molesto era realizar la actividad de dicha operación.

### **Ergonomía: Encuestas realizadas al personal operativo**

Se realizó una encuesta a las tres personas que se encontraban certificadas en la operación de inserción de tubulation para ver como era su desempeño en esta operación y ver si la implementación del equipo de inserción de tubulation automático era una mejor opción para mejorar el proceso de la instalación de tubo. Para lo cual se muestra los indicadores necesarios para levantar la información que nos podría aportar más información a nuestra actividad.



A continuación, se muestra el análisis obtenido una vez que se registraron las respuestas de la aplicación de la encuesta obteniendo lo siguiente (ver ilustración 4.2).

|                                                                   |                                                                         |                          |                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Nombre del trabajador (a)                                         | <hr/>                                                                   |                          |                                                                  |
| Nombre de la operación:                                           | Insercion de tubulation manual de la<br>linea de produccion GV210 <hr/> |                          |                                                                  |
| Genero de la persona encuestada:                                  | Masculino                                                               | <input type="checkbox"/> | Femenino <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> |
| Antigüedad en la empresa:                                         | <hr/>                                                                   |                          |                                                                  |
| Presenta alguna clase de fatiga al realizar la operación?         | SI                                                                      | <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/>                                      |
| Despues de realizar la operación presenta alguna molestia fisica? | SI                                                                      | <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/>                                      |
| Considera que ala operación es peligrosa para su salud?           | SI                                                                      | <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/>                                      |
| Por que ?                                                         | <hr/>                                                                   |                          |                                                                  |
|                                                                   | <hr/>                                                                   |                          |                                                                  |
|                                                                   | <hr/>                                                                   |                          |                                                                  |

Ilustración 4.2 Encuesta realizada

El total de personas certificadas fueron 3 en total.

Los resultados fueron los siguientes

A continuación, se muestra el análisis obtenido una vez que se registraron las respuestas de la aplicación de la encuesta obteniendo lo siguiente (ver ilustración 4.2).

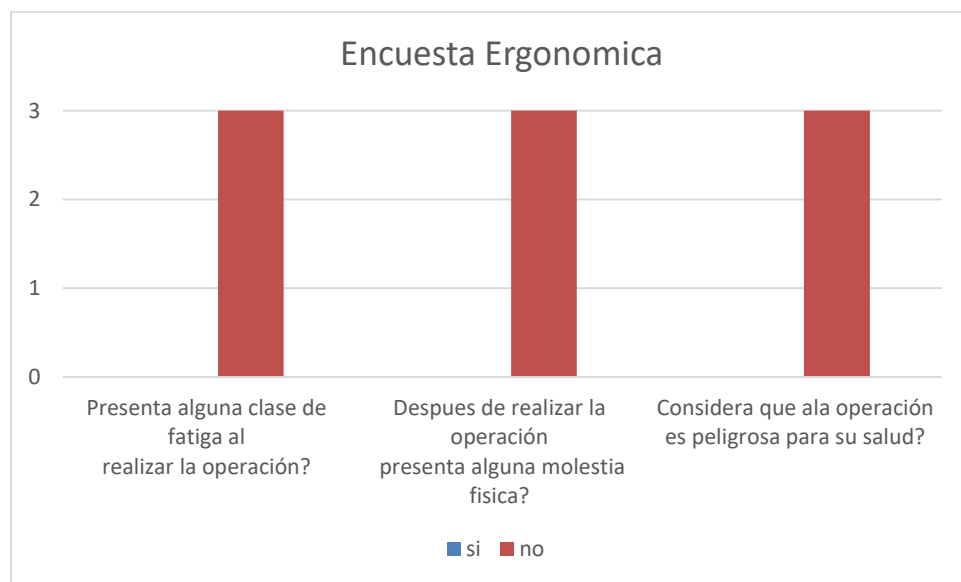


Ilustración 4.3 Encuesta realizada

Como se muestra en la ilustración 4.2 el indicador 1 nos da una proporción del 100% donde mencionan que, si se presenta alguna clase de fatiga al momento de estar elaborando, por consecuencia en el indicador 2 también tiene una proporción del 100%, lo cuál ellos al terminar las operaciones terminan con una molestia física de dolor en las extremidades (hombro del brazo derecho, en la muñeca del mismo brazo).

Razón en el porque mencionan que se aplica fuerza y en ocasiones mayor fuerza. Por ende, la necesidad de llevar a cabo el proyecto Implementación de equipo para

instalación de tubulation automático en la línea de GV210 e implementación de herramientas LEAN MANUFACTURING

#### Actividad 4.2 Establecer objetivos del proyecto

Al observar y tener las medidas de la superficie de la mesa (150cm largo por 100cm de ancho) donde se elaboran las operaciones en la tubulation que se realizan de forma manual, este lugar es donde se pretende instar la máquina de inserción automático (ver Ilustración 4.4).

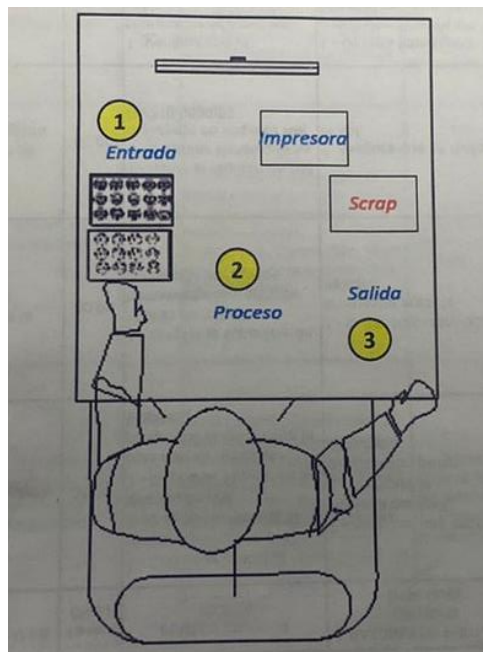


Ilustración 4.4 Layout (distribución de operaciones inserción de tubulation actualmente).

Una vez analizado el Layout presente, se forma el objetivo de plantear un nuevo Layout para poder instalar el equipo automático de inserción de tubulation.

### Actividad 4.3 Evaluación de defectos.

Durante análisis de observación donde se identifico que se generaba scrap, perdida notable para la empresa Sensata Technologies y que se ha mencionado anteriormente, que es causado por no existir por parte de los operadores una fuerza uniforme en la inserción del tubulation.

A continuación, en la ilustración tubulation dañado.



4.5 se muestra contactor con

Ilustración 4.5 Pieza con daño en el tubulation.

Posteriormente, se muestra en la ilustración 4.6 el contactor con tubulation ensamblado correctamente.

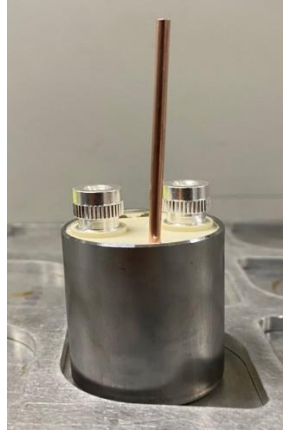


Ilustración 4.6 Pieza con tubulation insertado correctamente.

#### ***Actividad 4.4 Pruebas y Corrida de lote piloto en el equipo nuevo***

Se decidió correr un lote de 90 piezas (muestra), las cuales serían divididas en dos grupos 45 piezas cada una, para mayor identificación en cada muestra se aplicó un Poka Yoke para identificarlas una de otra: una muestra sería ensamblado de manera tradicional (inserción manual) el cual estaría marcado con un punto de color naranja. Y el otra muestra su inserción sería en el equipo nuevo de forma automática el cual estaría marcada con un punto de color morado. (ver ilustración 4.7)



Ilustración 4.7 Housing (carcasa exterior) para la prueba.

A continuación, se presenta un análisis de toma de tiempos la cual se presenta en la tabla 4.2 donde la tabla azul corresponde al equipo automático y la tabla naranja inserción manual.

| Ciclos | Tiempo | Tiempo ciclo | Calificacion | Tolerancias |
|--------|--------|--------------|--------------|-------------|
| 1      | 6.6    |              |              |             |
| 2      | 7.45   |              |              |             |
| 3      | 6.54   |              |              |             |
| 4      | 7.23   |              |              |             |
| 5      | 6.98   |              |              |             |
| 6      | 7.08   |              |              |             |
| 7      | 7.61   |              |              |             |
| 8      | 7.06   |              |              |             |
| 9      | 6.7    |              |              |             |
| 10     | 6.87   |              |              |             |
| 11     | 14.35  | 7.68         | 11.52        | 12.56       |

| Ciclos | Tiempo | Tiempo ciclo | Tiempo de la pieza +<br>desdoblado<br>detubulation | Calificaci<br>on | Toleranci<br>as |
|--------|--------|--------------|----------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| 1      | 6.6    |              |                                                    |                  |                 |
| 2      | 7.45   |              |                                                    |                  |                 |
| 3      | 6.54   |              |                                                    |                  |                 |
| 4      | 7.23   |              |                                                    |                  |                 |
| 5      | 6.98   |              |                                                    |                  |                 |
| 6      | 7.08   |              |                                                    |                  |                 |
| 7      | 7.61   |              |                                                    |                  |                 |
| 8      | 7.06   |              |                                                    |                  |                 |
| 9      | 6.7    |              |                                                    |                  |                 |
| 10     | 6.87   | 7.01         | 7.34                                               | 11.01            | 12.00           |

| # Ciclos | Tiempo | Tiempo Ciclo |
|----------|--------|--------------|
| 1        | 14.71  |              |
| 2        | 18.98  |              |
| 3        | 12.22  |              |
| 4        | 11.9   |              |
| 5        | 12.97  |              |
| 6        | 20.15  |              |
| 7        | 18.92  |              |
| 8        | 16.91  |              |
| 9        | 12.52  |              |
| 10       | 18.23  | 15.751       |

- En este tiempo se aumento a causa de que el tubulation estaba doblado y lo intentaron desdoblar con unas pinzas.  
- El tubulation a veces se doblaba al introducirlo al herramental

- En los ciclos 2, 6, 7 y 10 Se aumento el tiempo por complicaciones para el operador a la hora de colocar la pieza en el nido.  
- El tubulation en dos piezas se doblo ya que no fue precisa la instalacio del tubulation.

Tabla 4.2 Registros de inserción de tubulation en ambos procedimientos.

Una vez que se detectó las deficiencias del proceso manual, el equipo del proyecto decidió que existe una mejor productividad con la inserción del tubo de cobre de manera automática que presento un tiempo de ciclo 7.6 segundos y que no se produjo scrap.

Con esta operación de piloto se pudo diseñar la posición correcta del operario de manera ergonómica para facilitar las actividades con menor número de movimientos (ver ilustración 4.8).

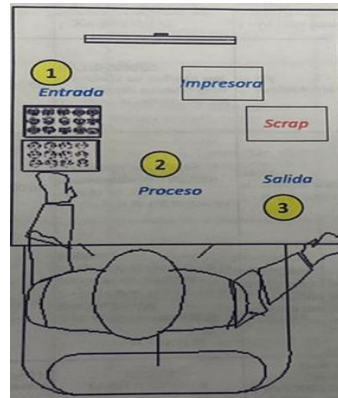


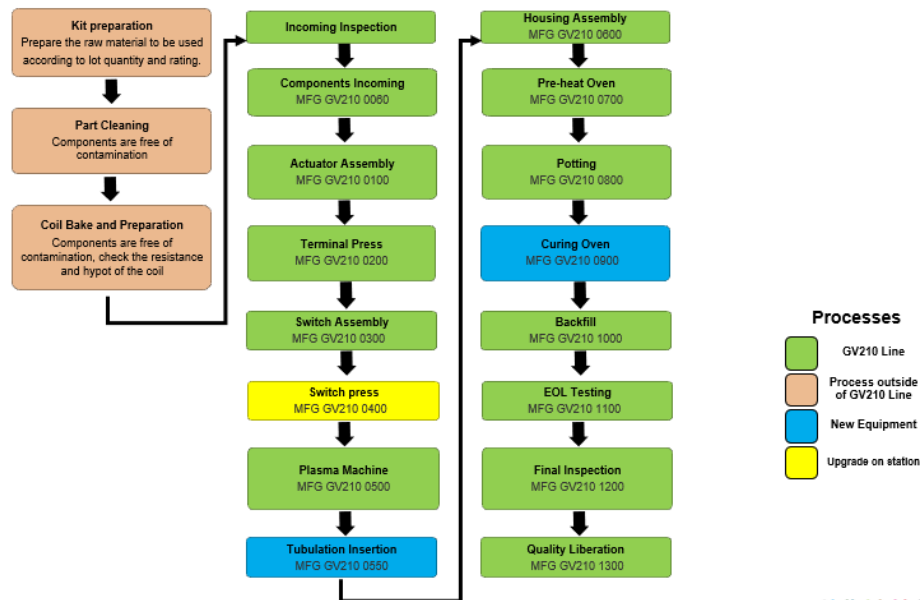
Ilustración 4.8 Diseño de ergonomía.

#### Actividad 4.5 Documentación de la operación del equipo nuevo

Se realizó una instrucción de trabajo la cual detalla paso a paso el procedimiento que se debe de realizar para tener una inserción correcta de tubulation, lo cual se dio el equipo del proyecto a la tarea de documentar.

Para iniciar la elaboración de la instrucción de cómo se va a operar, nos reunimos para que surgiera una lluvia de ideas para la construcción de este documento con el fin de que no se nos escapara algún detalle y que cada paso se enfocara a la herramienta VSM y con esta identificar los riesgos (ver ilustración 4.9)

## Process Flow GV211-002/ -003



1 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

Sensata  
Technologies

Ilustración 4.9 Diagrama de flujo.

Los pasos para la operación que se realizarán, son sencillos y fáciles de comprender por el operario, los cuales se realizaron en total cinco pasos.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

Para este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos una vez concluido la elaboración del proyecto Implementación de equipo para instalación de tubulation automático en la línea de GV210 e implementación de herramientas de LEAN MANUFACTURING, esto se observarán de manera secuencial al desarrollo (Capítulo 4).



1. Se realizó una nueva encuesta para saber si se presentaban las mismas molestias ergonómicas con el equipo de inserción de tubulacion automático en donde obtuvimos como resultado los siguiente. (Ver Ilustración 5.1)

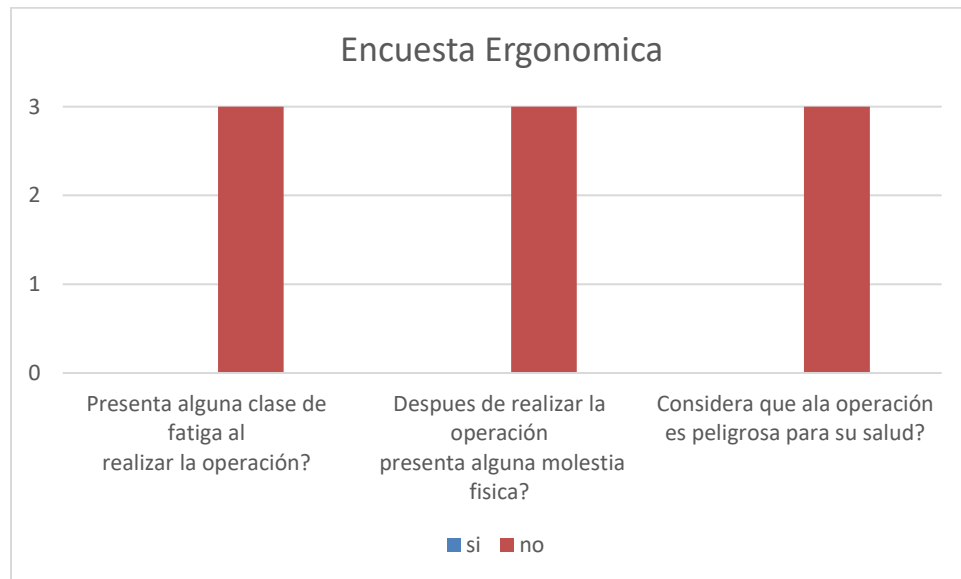


Ilustración 5.1 Encuesta ergonómica con el equipo automático

Como se muestra en la Ilustración 5.2 el indicador 1 no da como resultado que ya no se presento ninguna clase de fatiga al realizar la operación al 100% de los operadores encuestados, por ende, el indicador 2 también nos da un resultado del 100% por lo cual podemos determinar que no presentaron molestias físicas después de realizar la operación.

2. Se obtuvo como resultado el Layout del equipo automático en donde se tuvo una excelente aceptación por parte de los operadores ya que no presentaron las molestias físicas que se tenían con el ensamble manual. (Ver Ilustración 5.2)

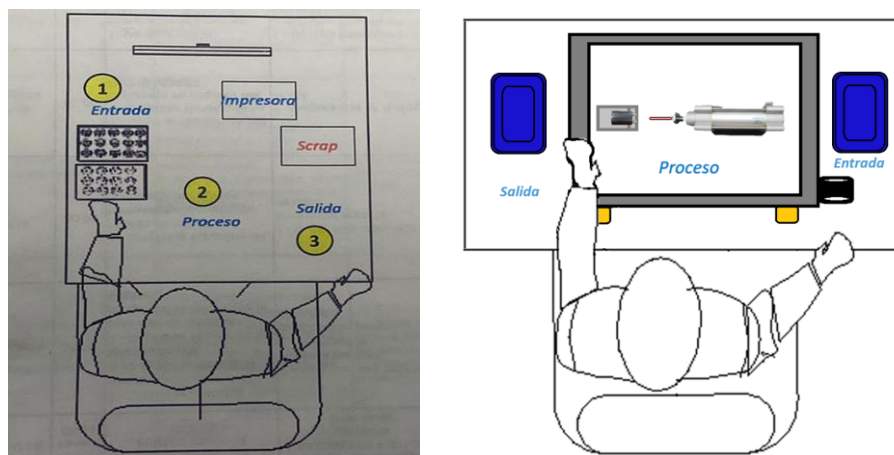


Ilustración 5.2. Layout viejo y Layout Nuevo de la operación de inserción de tubulation.

Estudio de PPH comparación entre equipos.

Se demostró que con la instalación en el equipo automático se obtuvo una reducción de ensamble de 8 segundos por pieza lo que es equivalente a un 50% de reducción en su tiempo ciclo mejorando la productividad de la línea. (Ver tabla 5.1)

### Operación manual (Antigua)

| Instalación de tubulation<br>ensamble Manual |        |              |
|----------------------------------------------|--------|--------------|
| # Ciclos                                     | Tiempo | Tiempo Ciclo |
| 1                                            | 14.71  | 15.751       |
| 2                                            | 18.98  |              |
| 3                                            | 12.22  |              |
| 4                                            | 11.9   |              |
| 5                                            | 12.97  |              |
| 6                                            | 20.15  |              |
| 7                                            | 18.92  |              |
| 8                                            | 16.91  |              |
| 9                                            | 12.52  |              |
| 10                                           | 18.23  |              |

### Operación automática (Después)

| Instalación de tubulation ensamble<br>semi automático |        |              |
|-------------------------------------------------------|--------|--------------|
| Ciclos                                                | Tiempo | Tiempo ciclo |
| 1                                                     | 6.6    | 7.01         |
| 2                                                     | 7.45   |              |
| 3                                                     | 6.54   |              |
| 4                                                     | 7.23   |              |
| 5                                                     | 6.98   |              |
| 6                                                     | 7.08   |              |
| 7                                                     | 7.61   |              |
| 8                                                     | 7.06   |              |
| 9                                                     | 6.7    |              |
| 10                                                    | 6.87   |              |

Tabla 5.1 Comparación de PPH entre ambas operaciones

- La evaluación de los resultados obtenidos nos sirvió como ayudas visuales para que el operador se le facilite la identificación de material no confórmate (Scrap)

Como ya se vio anteriormente la aplicación manual generaba scrap y tiende a tener más índices de fuga la cual afecta en su funcionamiento del dispositivo.

Sus principales defectos son:

- Epóxido con grietas
- Filtración de epóxido

(Ver ilustración 5.3)

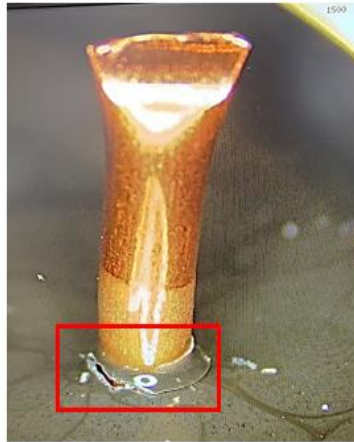


Ilustración 5.3 Dispositivo con grietas en el epóxido

A continuación, se muestra un contactor con filtración de epóxido. (Ver ilustración 5.6)

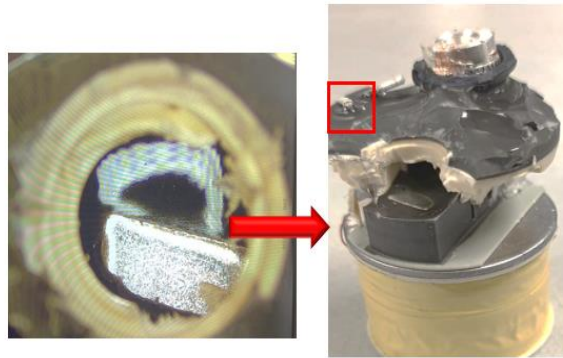


Ilustración 5.6 Dispositivo con filtración de epóxido

Los defectos mencionados anteriormente nos provocan falla funcional en el dispositivo los cuales al momento de probar por su prueba funcional final son detectados como NG y por lo tanto son directamente scrap, sus principales fallas funcionales son las siguientes:

- Falla confitioning-EOL GV210 con un 70%
- Falla Hypot-EOL GV210 con un 20%

- Tubulation cap mal sentado con un 10%  
(Ver Ilustración 5.7)

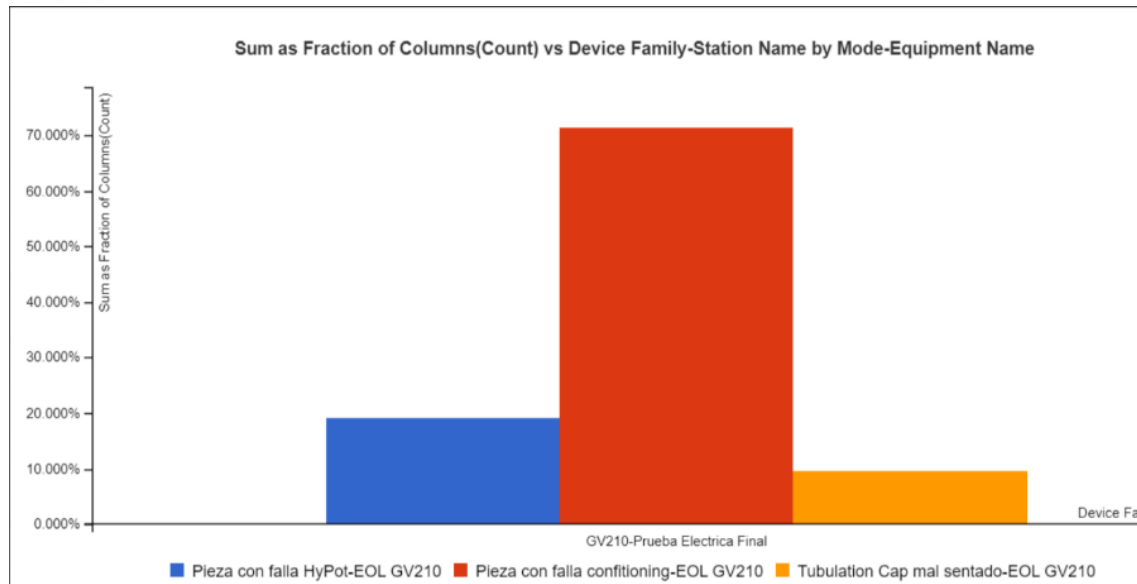


Ilustración 5.7 Principales fallas obtenidas de Inserción manual de tubulation

La correcta inserción de tubulation obtenida con el equipo automático muestra que el dispositivo no tiene grietas en el epóxido, así como tampoco tiene filtración, por lo tanto, es una pieza funcional y cosméticamente aceptable y se comprueba que el 100% del lote piloto que se corrió en el equipo automático es totalmente funcional y aceptable. (Ver Ilustración 5.8)

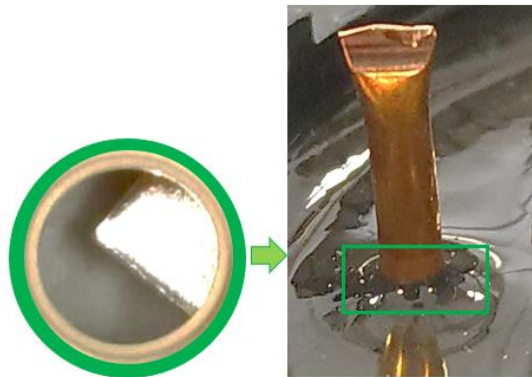


Ilustración 5.8 Condición aceptable del dispositivo

4. A continuación, se muestra los resultados de piezas buenas del estudio realizado para la validación del equipo implementado de inserción de tubulation en la línea de GV210 (Ver Ilustración 5.9)

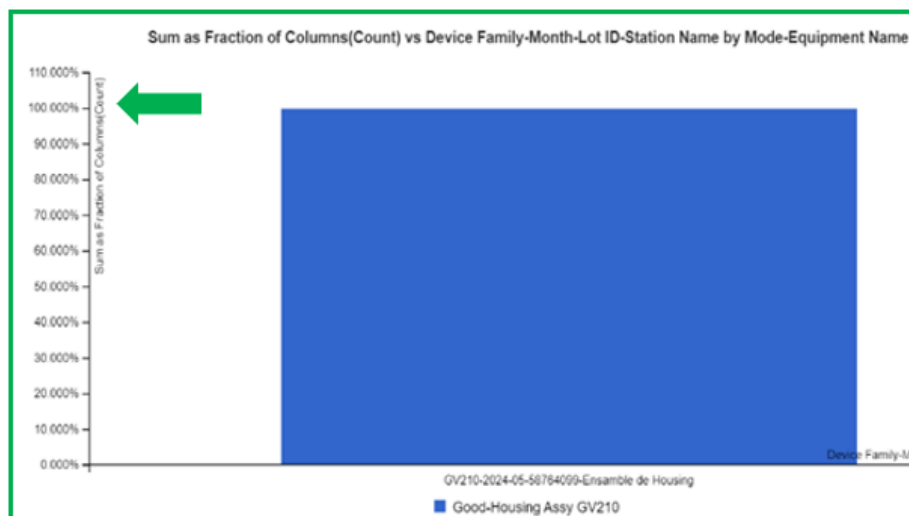


Ilustración 5.9 Resultados Aceptables del lote pilote por equipo automático

Se realiza prueba estadística de leak rate la cual es un método en donde se comprueba si existe una fuga en el producto y así demostrar que se tuvo un buen ensamble o un incorrecto ensamble el cual puede provocar el correcto funcionamiento del dispositivo.

En la siguiente Ilustración se puede ver que la inserción manual tiende a tener más posibilidades de presentar piezas con fuga.

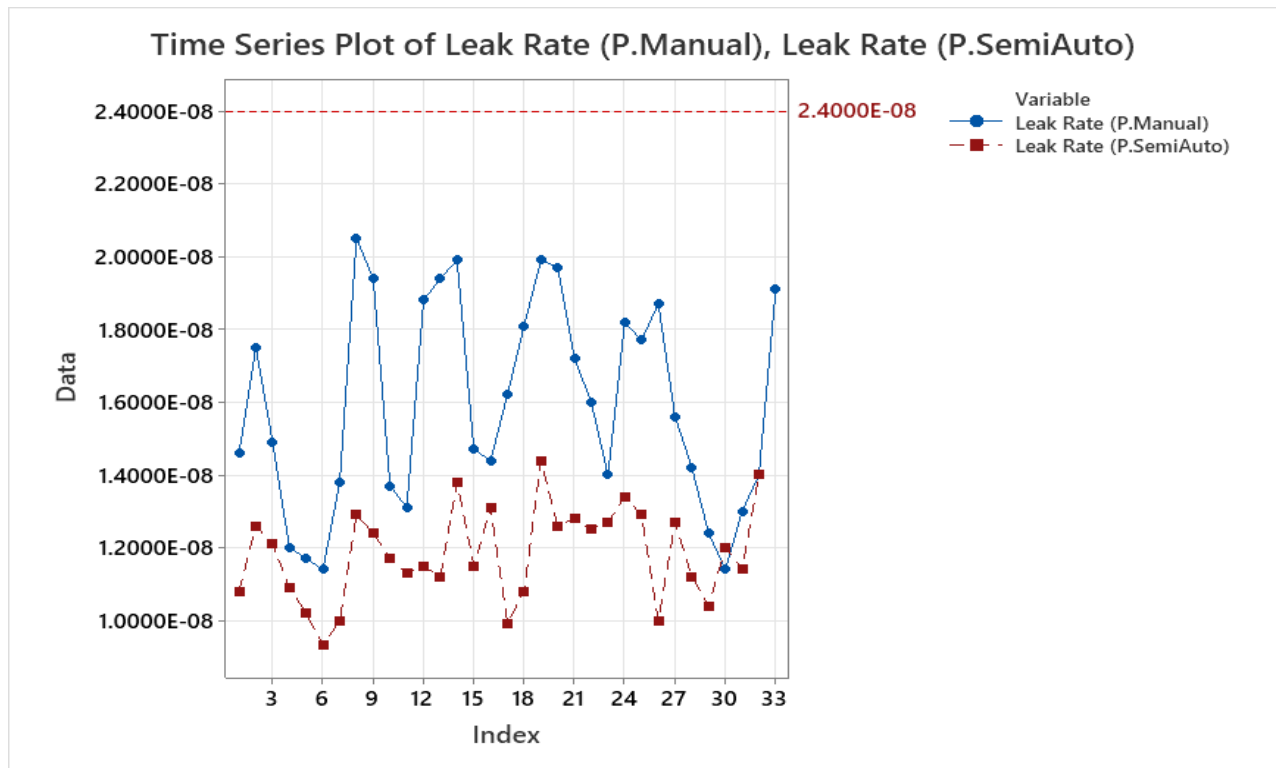


Ilustración 5.10 Grafica de resultados de Leak Rate

La conclusión de prueba de hipótesis nos arrojó como resultado que existe una diferencia significativa entre la desviación estándar y medias, por lo que se presenta un mejor desempeño la muestra que fue construida con el equipo automático de ensamble de tubulation. (Ver ilustraciones 5.11 y 5.12)

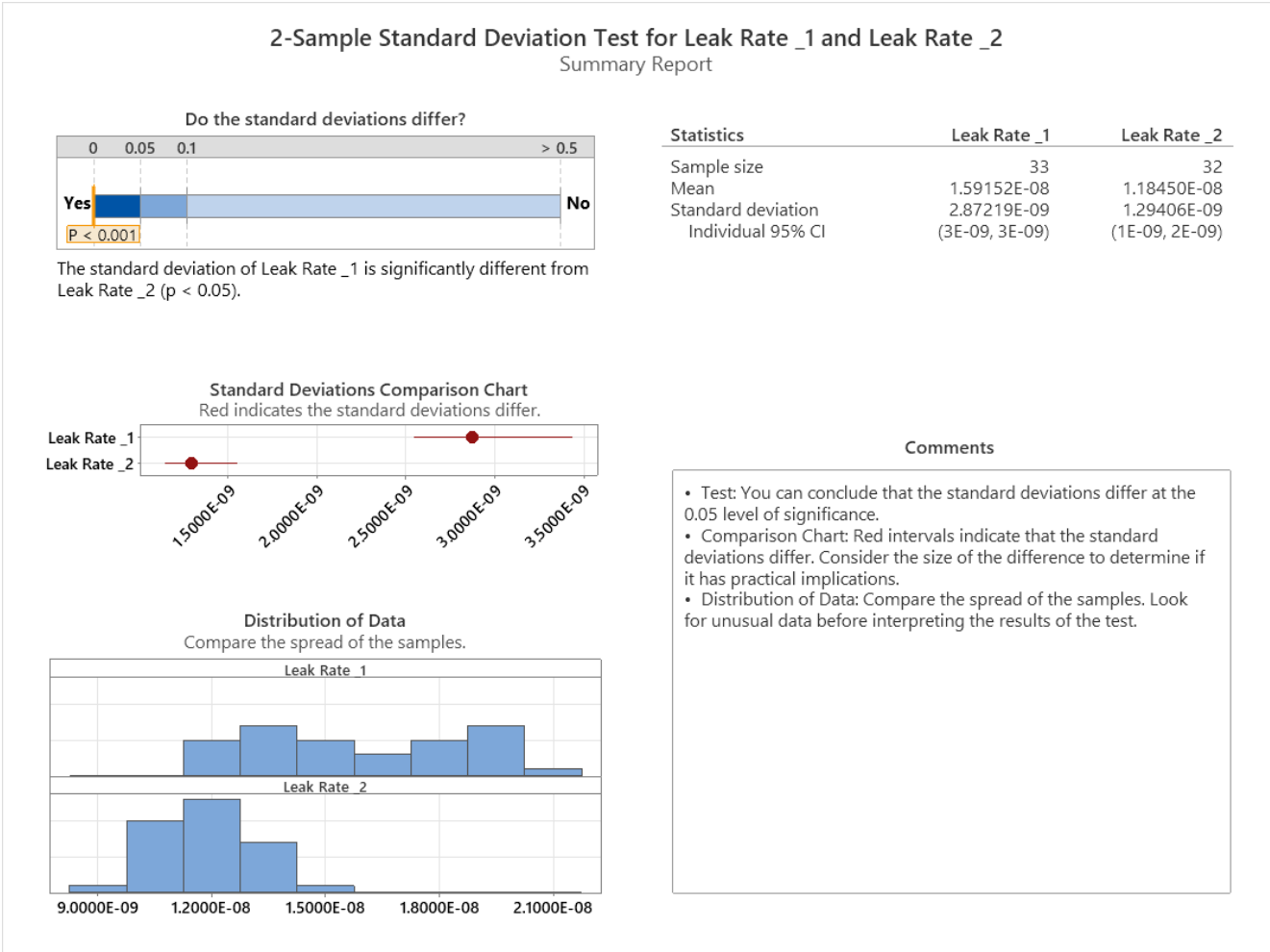
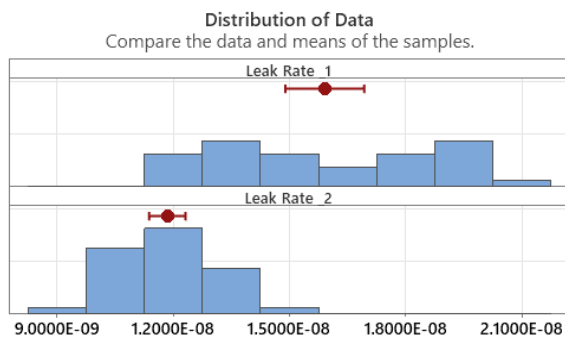
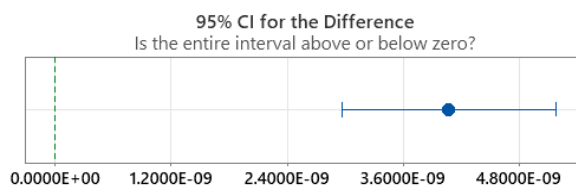
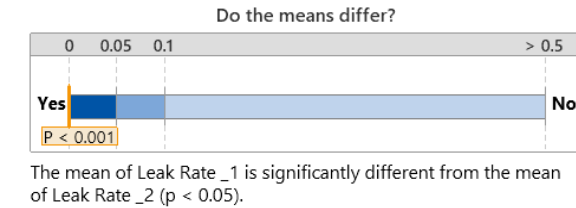


Ilustración 5.11 Resultados de minitap del lote piloto que se corrió



## 2-Sample t Test for the Mean of Leak Rate \_1 and Leak Rate \_2

Summary Report



| Individual Samples |                |                    |
|--------------------|----------------|--------------------|
| Statistics         | Leak Rate _1   | Leak Rate _2       |
| Sample size        | 33             | 32                 |
| Mean               | 1.59152E-08    | 1.18450E-08        |
| 95% CI             | (1E-08, 2E-08) | (1.1E-08, 1.2E-08) |
| Standard deviation | 2.87219E-09    | 1.29406E-09        |

| Difference Between Samples |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Statistics                 | *Difference              |
| Difference                 | 4.07015E-09              |
| 95% CI                     | (2.9620E-09, 5.1783E-09) |

\*Difference = Leak Rate \_1 - Leak Rate \_2

### Comments

- Test: You can conclude that the means differ at the 0.05 level of significance.
- CI: Quantifies the uncertainty associated with estimating the difference in means from sample data. You can be 95% confident that the true difference is between 2.96204E-09 and 5.17826E-09.
- Distribution of Data: Compare the location and means of samples. Look for unusual data before interpreting the results of the test.

Ilustración 5.12 Resultados de minitap del lote piloto que se corrió

5. Como se mencionó anterior mente se realizó documentación de la operación del nuevo equipo mediante una instrucción de trabajo la cual explica detalladamente los pasos que debe seguir el operador de forma fácil y sencilla de entender.

Los pasos para seguir son los siguientes:

- **Pasó 1.** Colocar el switch en el nido siguiendo las guías de las terminales y colocando el orificio del tubulation hacia arriba. (ver ilustración 4.X)

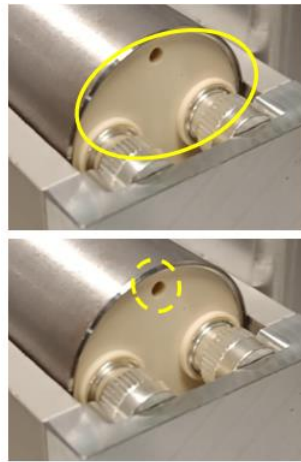


Ilustración 5.10 Orificio del switch colocado correctamente en el nido.

De esta manera la pieza quedara sujeta en la posición correcta para evitar movimientos durante el ensamble y que no se dañen los componentes. (ver ilustración 5.11)

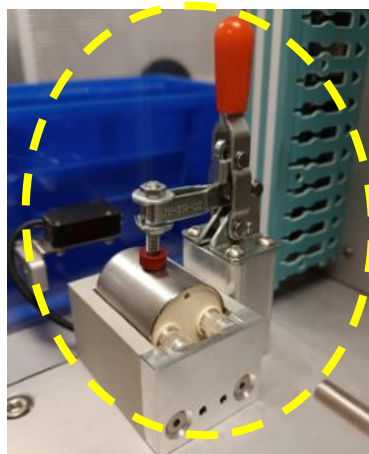


Ilustración 5.11 Pieza sujeta correctamente en el nido

- **Pasó 2.** Colocar completamente hasta el fondo el tubulation en la herramienta del cilindro y verificar que la luz verde se quede encendida fijamente. (ver ilustración 5.12)



Ilustración 5.12 Foco del equipo de inserción de tubulation

- El tubulation se logrará introducir sin doblarse y llegará a la profundidad especificada dentro del arc envelope del switch. (ver ilustración 5.13)

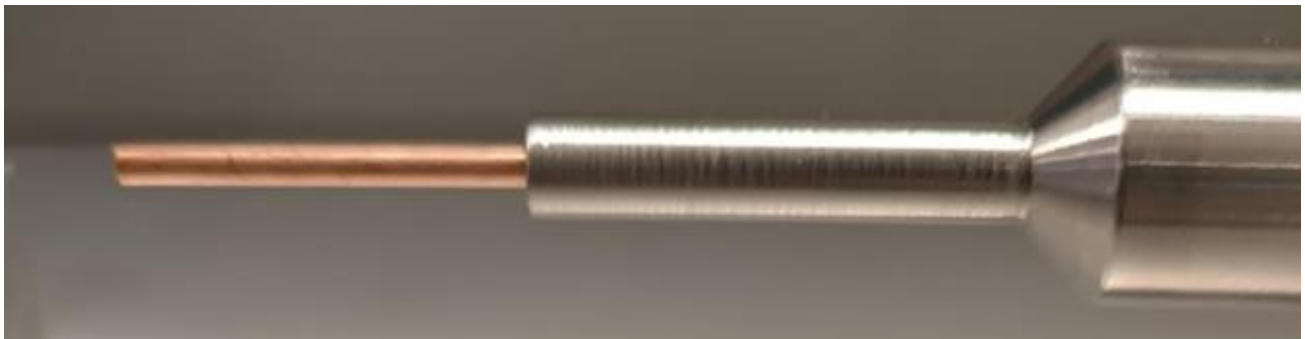


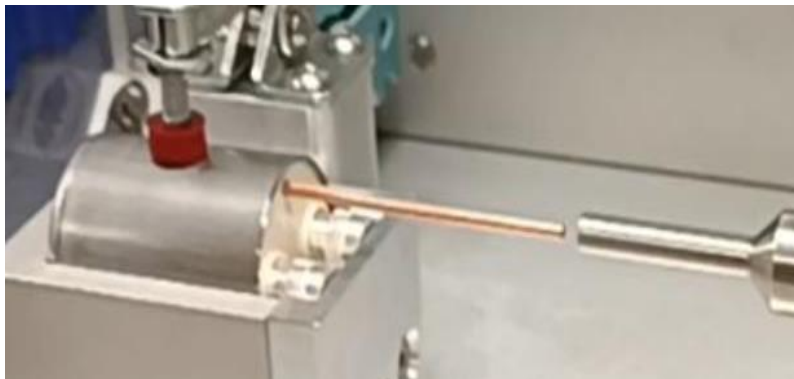
Ilustración 5.13 Tubulation insertado correctamente en el nido de la maquina

- **Paso 3.** Presionar el mando bimanual de la máquina para poder comenzar el ciclo, al presionarlo el cilindro se desplazará para introducir el tubulation en el Arc Envelope Top del Switch. (ver ilustración 5.14)



Ilustración 5.14 Bimanual de la máquina de inserción de tubulation

A continuación, se muestra la Ilustración 5.15 de tubulation insertado correctamente.



Ilustracion 5.15 Insercion de tubularion en el switch

- **Pasó 4.** El proceso para retirar la pieza es remover la pinza y después la pieza se deberá retirar con cuidado del nido con el objetivo de no doblar el tubulation recién insertado. (ver ilustración 5.16)

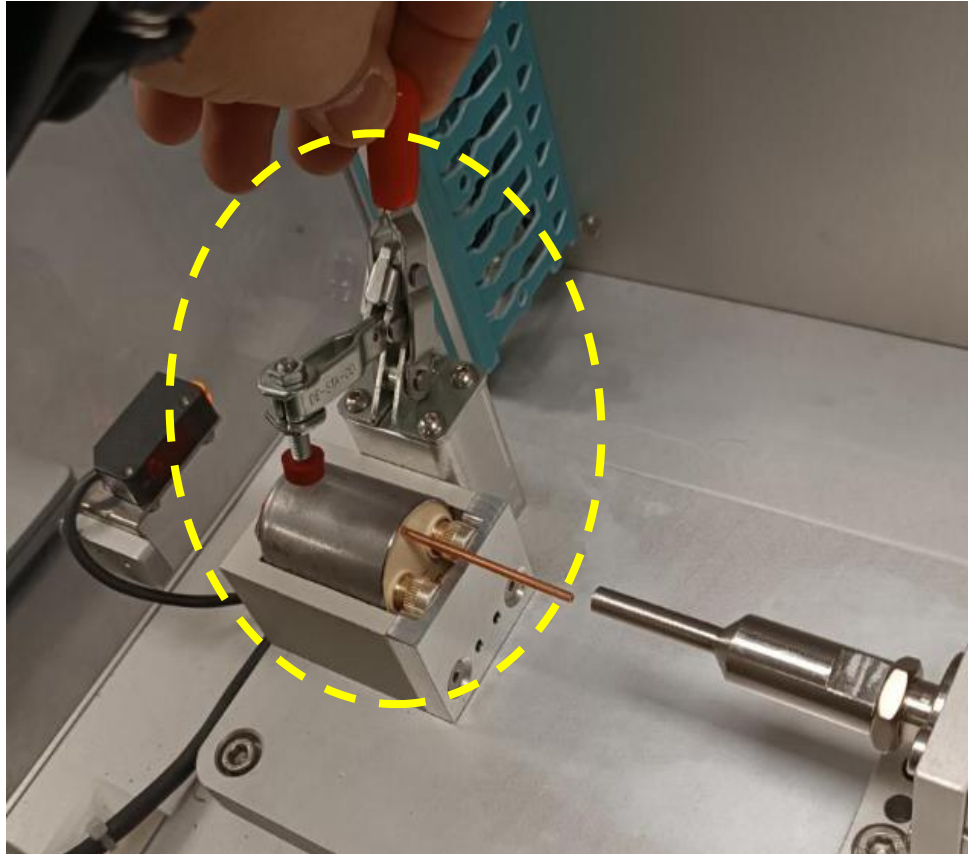


Ilustración 5.16 Retiro de pinza para retirar el switch con tubulation insertado.

- **Pasó 5.** Realizar una inspección visual a la pieza con el objetivo de verificar que el tubulation no se encuentra dañado, así como el arc Envelope top o cualquier otro componente de la pieza.

1.- Para garantizar que las piezas cumplen con la calidad esperada.

2.- Lograr identificar piezas que pudieran tener daños. (ver ilustración 5.17)

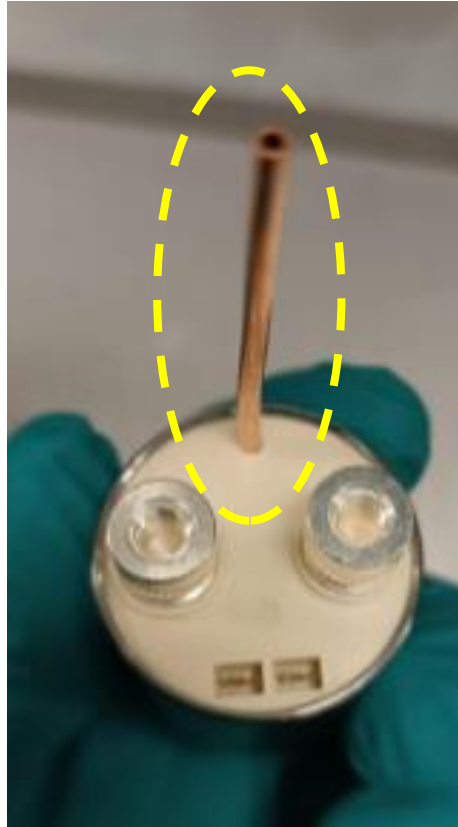


Ilustración 5.17 Switch con tubulation correctamente ensamblado sin daños

Cualquier implementación de automatización debe de realizar pruebas piloto las cuales llegamos a una mejora representativa en los operadores de producción, pero así mismo pudimos observar que se pueden generar algunos defectos, cabe mencionar que dichos defectos se producen por una mala colocación de componentes en el equipo los cuales pueden ser los siguientes:

Tubo de cobre doblado

Terminales Dañadas, Envelope Dañado y/o Lata Dañada

Se realiza plan reacción y de escalación en dado caso que se presente alguna falla o paro de equipo en la operación, se encuentra de la siguiente manera (ver ilustración 5.18)

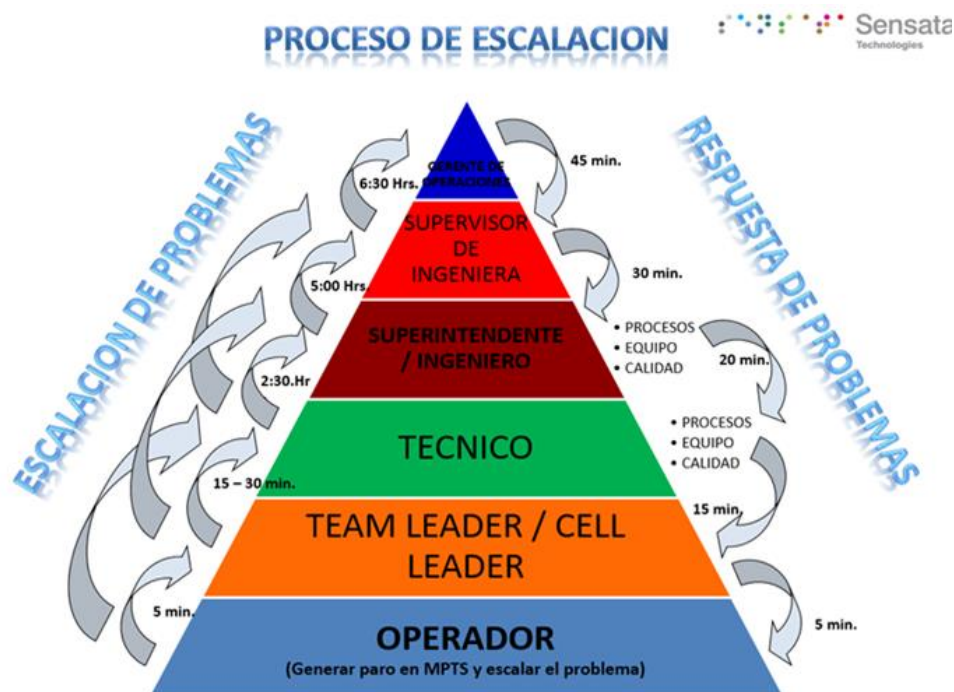


Ilustración 5.18 Pirámide de escalación.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **13. Conclusiones del Proyecto**

Las conclusiones obtenidas en el periodo de residencias sobre el proyecto de Inserción de tubulation automático mediante herramientas de Lean Manufacturing en la línea de GV210 son las siguientes:

1. Importancia de herramienta adecuada: Durante el desarrollo del proyecto se logró identificar y evidenciar que la herramienta con la que se insertaba el tubulation de forma manual no era la adecuada y generaba scrap, es por eso que se realizó la elaboración del equipo automático.
2. Conocimiento de funcionamiento del equipo: El proyecto me ayudo a adquirir nuevos conocimientos en términos técnicos del equipo, así como su funcionamiento y partes que conforman la máquina, así como también su puesta punto del equipo y su mantenimiento autónomo.
3. Impacto en la calidad del producto: Se demostró con las evidencias obtenidas en la investigación y recolección de resultados que al utilizar el equipo automático no tenía alguna variación funcional en el producto y se mejoró notablemente la ergonomía de los operadores
4. Documentación: La importancia de la documentación es muy importante ya que es el manual que el operador tiene para realizar la operación la cual debe de estar actualizada y de forma más clara posible para evitar mala comunicación.
5. Automatización de equipo automático: Se logró determinar que el equipo automático obtuvo mejoras significativamente en donde se obtuvieron mejoras en la productividad, calidad del producto y ergonomía.



## ***CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS***

### ***14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.***

1. Amplié mi conocimiento en el funcionamiento de equipos en la operación de inserción de tubulation, así como su procedimiento al estar manejando el equipo.
2. Aprendí y desarrollé habilidades para la realización de investigación, recolección de datos, análisis para la realización de la mejora de la máquina de inserción de tubulation.
3. Colabore en la construcción de la instrucción de operaciones para el nuevo equipo.
4. Participe en equipo con las diferentes áreas de la empresa, Manufactura, Calidad y Procesos.
5. Asesore mediante términos técnicos conceptos que algunos operadores no entendían o desconocían.
6. Observe la adaptación de los operadores al cambio de lo manual a lo automático.
7. Comprendí mayormente la importancia de lo que significa la calidad y la excelencia de llevar un proyecto correctamente automatizado.

Estas competencias desarrolladas y aplicadas que obtuve en mi periodo de residencias son un logro para mi persona ya que me ayudaran a mi preparación, dando un

crecimiento a mi CV, en conclusión comprendí que la evolución siempre debe de estar orientada a la mejora continua.

## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **15. Fuentes de información**

#### **Referencias de Libros**

Fernández G.M.

2015

*Lean Manufacturing En español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*  
2021

Editorial Imagen

#### **Referencias de Revistas**

Solís, R. (2009) E. Aplicación de Ergo – Lean Manufacturing en el análisis de valor  
*Tecnología en Marcha*,  
Vol. 22, N.º 1, pp. 24-28

#### **Referencias de internet:**

EBIS Digital School (2022)

¿Qué es el método jidoka y cómo implementarlo?

<https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-metodo-jidoka-y-como-implementarlo-tecnologia/>

MRP easy (2023)

Los 8 desperdicios de la Manufactura Esbelta

<https://www.mrpeasy.com/blog/es/8-desperdicios-de-la-manufactura-esbelta/#:~:text=Existen%20dos%20acr%C3%B3nimos%20comunes%20para,%2C%20Sobrepromocionamiento%2C%20Defectos%20y%20Habilidades.>

RIPIPSA

Tecnología al Proceso Industrial

Automatización Industrial

<https://ripipsabots.com/automatizacion-industrial/>

Tecnológico de Monterrey

Lean Manufacturing: que es y sus principales herramientas 2023

<https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/lean-manufacturing-que-es-y-sus-principales-herramientas>

## ***CAPÍTULO 9: ANEXOS***

### **17. Anexos**

Anexo 1. Carta de aceptación.



**The World Depends on Sensors and Controls**  
Sensata Technologies de México, S. de R. L. de C. V.  
Av. Aguascalientes Sur 401  
Ex Ejido  
Ojo Caliente  
20190  
Aguascalientes, Ags.

Aguascalientes, Ags. 02 de enero de 2024.

**ASUNTO:** Carta de Aceptación  
de residencias.

**C. Jorge Ernesto Olvera Gonzalez**  
Director Del Instituto Tecnológico De Pabellón De Arteaga.

**Lic. Ma. Magdalena Cuevas Martínez**  
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

P R E S E N T E.

Por este conducto, me permito informarle que **Evelyn Natalia González Alba** con número de control **1224**, alumno de la carrera de **Ingeniería en Gestión Empresarial**, fue aceptado para realizar su Residencia Profesional en el proyecto **"Implementación de equipo para instalación de tubulacion automático en la línea de GV210 e implementación de herramientas de LEAN MANUFACTURING."**, donde cubrirá un total de **500 horas**, durante el periodo **Enero- Julio 2024**.

**Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.**

A T E N T A M E N T E



Lic. Berenice Guzman Rivas  
Recursos Humanos

Anexo 2. Solicitud de residencias profesionales.