



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

REDUCCION DE H/K EN LA LINEA DE EGRT

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

EDUARDO MEDINA RAMÍREZ

ASESOR:

FRANCISCO IRAM JAUREGUI PÉREZ



2022 Ricardo
Flores
Año de
Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

CAPÍTULO 1 PRELIMINARES

2. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por este que es uno de mis más grandes logros y por permitirme llegar hasta este momento, también agradezco a Dios por darme la fuerza suficiente de continuar, por las pruebas que se interpusieron a lo largo estos años de estudio en mi formación académica, por darme sabiduría para continuar el camino que elegí y sobre todo por mantener completa mi familia que he elegido para que acompañen mi andar. Agradezco las adversidades que la vida me puso, aunque fueron duras, me ayudaron a entender que la vida son instantes.

A mi esposa Maricela Delgadillo, por la paciencia y el apoyo incondicional que siempre ha tenido para mí. Por creer en mi a pesar de todos los errores que cometí, a mis padres que me enseñaron a luchar, a ser una persona perseverante y responsable, por sus valores y por creer en mis capacidades.

Agradezco a mis suegros al sr. Nazario Delgadillo Martínez y a la sra. Elvira Pereida Tejeda por recibirme como uno más de sus hijos y también por su apoyo y cariño. También a mis cuñados, Héctor, Fernando, Raúl y Claudia que son como mis hermanos y han estado para mi cuando los he necesitado y me han brindado su apoyo incondicionalmente. A mi concuño y amigo Carlos Gerónimo por sus palabras de motivación y de empuje para prepararme más. Muchas gracias en verdad a todos ustedes

Agradezco a mis compañeros y maestros de la escuela, por el apoyo brindado en la enseñanza a lo largo de la carrera, por ser equipo estos 4 años y medio, por no dejarnos solos entre miles de responsabilidades, por la comprensión y paciencia en el aula. A mis compañeros de trabajo por enseñarme lo que en un aula no se aprende. A los ingenieros que me estuvieron compartiendo de su conocimiento y a la empresa Sensata.

3. RESUMEN

Durante mi estancia de residencias profesionales en la empresa SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO se trabajó en diversas actividades, la principal fue reducir el costo de producción de la línea de EGRT eliminando una operación y a una persona.

Se realizó un estudio en el que se determinó que algunas modificaciones reducirían la cantidad de personal requerido para su producción, se comenzó a trabajar haciendo unas pruebas con el conector del modelo 5024-0740 que es un sensor de temperatura sin someterlas al proceso de limpieza y pasándolas directamente a la operación crimpado y soldado de termistor para ver las diferencias entre el material procesado con limpieza y poder comparar resultados. Se hizo también un estudio de la contaminación del material y de cómo se comporta con limpieza y sin limpieza y de qué manera nos afectaría, esto se realizó con el fin de saber si se puede eliminar la operación, y asignando las diversas tareas asignadas en esta operación, en aquellas que no sobrepasen el tiempo ciclo de la operación cuello de botella, para así evitar impacto en el tiempo total de la producción del modelo 5024-0740.

Índice

CAPÍTULO 1 PRELIMINARES.....	ii
2. AGRADECIMIENTOS	ii
3. RESUMEN	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE GRFICAS	vii
CAPÍTULO 2 GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
5. INTRODUCCIÓN	8
6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	9
6.1 Antecedentes históricos de Sensata Technologies	9
6.2 Misión:	10
6.3 Visión.....	10
6.4 Valores	10
6.5 Cumplir con las expectativas del cliente	11
6.7 Descripción del puesto del estudiante	11
6.8 Clientes de la línea de EGRT	11
7. PROBLEMA A RESOLVER.....	12
8. JUSTIFICACION	12
9. OBJETIVOS	13
9.1 Objetivo General.....	13
9.2 Objetivo Especifico	13
CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO	14
10.1 LEAN MANUFACTURING.....	14
10.1.1 Principios claves y fases en la implementación de Lean Manufacturing	15

10.1.2 Metodología A3	16
10.2 Herramientas Core Tools	16
10.2.1 SPC (Control estadístico del proceso).....	18
10.3 DEFINICION DE HORAS HOMBRE (H/K)	20
10.4 ¿EN QUE CONSISTE UNA PRUEBA DE MILLIPORE?	20
10.4.1 Cálculo del nivel de contaminación del conteo de millipore.....	21
10.5 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA	22
10.6 TIEMPO CICLO.....	25
10.7 VSM (Value Stream Mapping).....	25
CAPÍTULO 4 DESARROLLO	27
11. PROCEDIMIENTO	27
11.1 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE EGRT	28
11.2 DESCRIPCION DE LA LINEA EGRT	29
11.3 ANALISIS DE CONTAMINACION	42
10.4 PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO (Pull Test).....	43
11.5 ANALISIS DE DESPRENDIMIENTO DE SOLDADURA (Pull Test)	44
11.6 TIEMPO CICLO DE LA LINEA	45
11.7 VSM (Value Stream Mapping).....	46
11.8 RESPONSABILIDAD EN LAS AREAS DE OPORTUNIDAD	48
11.9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	49
CAPÍTULO 5 RESULTADOS	50
12.1 FORMATO A3	50
12.1 LIMPIEZA DE CONECTOR NO SIGNIFICATIVA PARA EL EGRT	50
12.2 BALANCEO DE OPERACIONES.....	51
12.3 REDUCCION DE LA OPERACIÓN DE MEZCLA DE CEMENTO.....	52

12.4 VSM ACTUALIZADO.....	52
12.5 REDUCCION DE LAS H/K Y LAS HORAS HOMBRE	53
13. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA EMPRESA.....	54
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES.....	55
13. CONCLUSIONES.....	55
CAPÍTULO 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS	56
14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS	56
CAPÍTULO 8 FUENTES DE INFORMACIÓN	57
15. FUENTES DE INFORMACIÓN	57
CAPÍTULO 9 ANEXOS	58
16. ANEXOS	58

LISTA DE FIGURAS

Fig.3.1 SPC.....	19
Fig. 3.2 Ejemplo niveles de contaminación iso 16232.....	22
Fig. 3.3 Procesos de Soldadura	22
Fig. 3.4 Procesos de Soldadura por Presión	23
Fig. 3.5 Welder resistencia.....	23
Fig. 3.6 Pistón de welder	25
Fig. 3.7 VSM.....	26
Fig. 4.1 Diagrama de flujo	31
Fig. 4.1.1 Diagrama de flujo 2	32
Fig. 4.1.2 Diagrama de flujo 3	33
Fig. 4.1.3 Diagrama de flujo 4	34
Fig. 4.1.4 Diagrama de flujo 5	35

Fig. 4.1.5 Diagrama de flujo 6	36
Fig. 4.1.6 Diagrama de flujo 7	37
Fig. 4.1.7 Diagrama de flujo 8	38
Fig. 4.1.8 Diagrama de flujo 9	39
Fig. 4.1.9 Diagrama de flujo 10	40
Fig. 4.1.10 Diagrama de flujo 11	41
Fig. 4.2 Muestreo de conector	42
Fig. 4.3 Resultados de prueba de millipore	43
Fig. 4.4 Prueba de desprendimiento de soldadura	43
Fig. 4.5 Resultados de la prueba de SPC	44
Fig. 4.6 tiempo de ciclos	45
Fig. 4.7 VSM	47
Fig. 4.8 parte específica del VSM	47
Fig. 4.9 Cronograma de actividades	49
Fig. 5.1 Formato A3	50
Fig. 5.2 VSM actualizado	53
Fig. 5.3 Parte del VSM actualizado	53

LISTA DE GRFICAS

Grafica 4.1 Average time	46
Grafica 4.2 Producción por hora	46
Grafica 5.1 Average time	52

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

5. INTRODUCCIÓN

En cada una de la variedad de empresas que existen ya sean pequeñas, medianas o grandes, surgen problemas día a día los cuales deben de ser solucionados para la mejora del contexto en donde se obtenga el problema. La reducción del costo en el proceso del material es uno de los puntos importantes o que más beneficio le genera.

La hora hombre o también conocida como hora persona, es la unidad de medida que se utiliza para referirse a un trabajador medio. Por ello esta medida se convierte en una medida estándar para cualquier actividad, proceso o proyecto. El reducir el costo de producción genera un ahorro para la empresa. en cualquier proyecto un cálculo estimativo de la cantidad de trabajo u hora hombre permitirá obtener gran precisión del tiempo y del coste del recurso mano de obra. Además, permite medir la eficiencia en el desempeño de cualquier labor.

Dentro de Sensata Technologies se implementan constantemente mejoras a los procesos de los productos, además de adaptarse y adaptar filosofías y sistemas que ayuden optimizar el desempeño en general de la planta. Por ello para plantear nuestro problema retomamos la metodología de los sietes desperdicios que se muestran a continuación:

- **Sobreproducción:** El exceso de material procesado por producción es considerada como la fabricación no ajustada por las cantidades pedidas por el cliente.
- **Esperas:** Este desperdicio se considera tanto a las personas inactivas o personal pasivo, así como a las maquinas inactivas.
- **Transportes:** Los movimientos de más o extras tanto de personal operativo como traslados de materiales o documentos que no agreguen valor, son consideradas como desperdicios.

- Despilfarros de operación: Son las actividades innecesarias y el uso de maquinaria o herramientas que no se encuentran en estado óptimo para su uso.
- Inventario: Se refiere a las unidades obsoletas (materiales, refacciones, producto), que tienen excesos de existencias, o almacenamientos intermedios que no tienen movimiento.
- Movimientos innecesarios: Sean innecesarios o incómodos son considerados desperdicios.
- Productos defectuosos: Son aquellos productos o servicios relacionados a rechazos, reclamaciones o garantías.

El desperdicio de esperas es el que trabajamos, ya que dentro de la línea se tenían operaciones con demasiado tiempo de espera lo que hace improductivo el proceso. Al reducir y balancear operaciones, se genera mayor productividad y menor costo al reducir las horas hombre requeridas

Se ocuparon de varias herramientas utilizadas en Lean Manufacturing para poder llegar al resultado, así como herramientas de Tool Core para analizar la limpieza de un conector que no agrega valor al producto y es otro de los siete desperdicios antes mencionados.

6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

6.1 Antecedentes históricos de Sensata Technologies

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. Más tarde, en 1959 fue

comprada por Texas Instruments y amplió sus mercados en cantidad y variedad de los dispositivos que diseñaba y construía.

Atraída por la ubicación geográfica y la oferta de profesionales altamente calificados, la compañía llegó a Aguascalientes en 1984. Convertida en Sensata en 2006, actualmente es una de las fuentes de empleo más relevantes en el estado. Su planta en la ciudad capital, donde manufactura 35 por ciento de la producción mundial, es la más importante de la corporación.

Para fabricar muchos de los componentes que exporta a todo el mundo, implementa algunos procesos de alta automatización; pero también hace honor a su nombre – aquellas cosas dotadas de sentido– y emplea trabajo manual de alta precisión.

6.2 Misión:

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.

6.3 Visión

Planea continuar su consolidación como uno de los principales proveedores del planeta en el mercado de sensores y controles.

6.4 Valores

Pensamos que el desarrollo de nuestros colaboradores y la suma de esfuerzos hace que nuestra compañía sea un líder mundial y el innovador principal de sensores y protección eléctrica de misión crítica. En promedio, la compañía fabrica más de 17.000 productos y envía 1.4 mil millones de unidades al año bajo la marca Sensata, y alrededor de 12 nombres más de diferentes marcas.

6.5 Cumplir con las expectativas del cliente

En su auto, su hogar o su lugar de trabajo, nuestros dispositivos ayudan a hacer de este mundo un lugar más seguro y limpio. Sensata Technologies es una compañía respaldada por más de cien años de historia, con 34 plantas de manufactura y oficinas de venta alrededor del mundo, más de 20,000 empleados a nivel mundial y 15 marcas, comprometidos con los más altos estándares de calidad y entrega.

Nombre o Razón social: Sensata Technologies de México S de R.L. de C.V.

Dirección: Av. Aguascalientes Sur 401, Desarrollo Especial Parque Ecológico el Cedazo, 20290 Aguascalientes, Ags.

6.7 Descripción del puesto del estudiante

El puesto desempeñado en Sensata Technologies en el área de Mantenimiento de Equipos en el área de Power Control es de Técnico de Mantenimiento de Equipo es responsable del Mantenimiento Correctivo y preventivo de las maquinas, así como de realizar mejoras a los equipos o a los procesos de mantenimiento y desempeño de la maquinaria, implementación del (TPM) Mantenimiento Productivo Total.

6.8 Clientes de la línea de EGRT

La línea de EGRT es una línea automotriz, sus principales clientes son:

- Ford
- Chrysler
- GM

7. PROBLEMA A RESOLVER

El problema a resolver en la empresa Sensata Technologies de México es eliminar costos de la línea EGRT bajando la plantilla requerida de personal y dando una mejor productividad a las operaciones establecidas, creando así un alto costo de producción por H-K (mil piezas hora) el proyecto pretende eliminar a una persona y una operación del proceso de la línea de EGRT ahorrándonos el costo de una persona y el tiempo de proceso de una operación más los costos energéticos de la máquina de limpieza de conector y dando el mismo resultado con un menor costo al reducir las horas hombre utilizadas.

El costo de la hora hombre en la planta de SENSATA TECHNOLOGIES es de \$3.98 dólares, al reducir una persona por turno, ya que actualmente se trabajan 3 turnos, el ahorro sería de \$95.52 por día y el ahorro por mes sería de 2865.60 dólares en total.

Algunas de las operaciones cuentan con un tiempo ciclo muy bajo, se requiere de un balance de actividades para hacer más equitativo el trabajo.

8. JUSTIFICACION

Se realiza el proyecto claramente para que la empresa obtenga mayor rentabilidad en esta línea ahorrando tiempos en producción y dándole mayor aprovechamiento del personal requerido, reduciendo desperdicios de tiempo y movimientos innecesarios, trabajando con menor personal por lo tanto menor costo de producción total.

9. OBJETIVOS

Realizar análisis de contaminación mediante pruebas de millipore que consisten en conteo de partículas y fibras, que se extraen de un lavado de los componentes ante dos situaciones del material, antes de la limpieza del conector y después de la limpieza, para poder realizar un comparativo y saber si le agrega algún valor el proceso al que son sometidas, así como analizando pruebas de desprendimiento de soldadura para verificar afectaciones durante el proceso.

Analizar y tomar tiempos ciclos de las operaciones que componen la línea de producción EGRT y realizar un VSM (Mapeo de flujo de valor), para determinar las áreas de oportunidad dentro del proceso de producción.

Balanceo de las tareas asignadas en las operaciones con menor tiempo ciclo.

9.1 Objetivo General

Realizar rediseño y proceso de la línea de EGRT minimizando movimientos de traslado tiempo de producción, desperdicio y reduciendo el costo de la producción. Reducción de una operación, para reducir 3 operadores de la plantilla requerida en 3 turnos de producción.

9.2 Objetivo Especifico

Eliminar la operación de mezcla de cemento y limpieza de conector sin afectar la calidad del producto y el tiempo ciclo total del modelo 5024-0740, haciendo más eficientes operaciones posteriores al proceso y beneficiando a la empresa con el ahorro de las horas hombre. El ahorro monetariamente hablando sería de \$95.52 por día y el ahorro por mes sería de 2865.60 dólares en total.

CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO

10.1 LEAN MANUFACTURING

Son muchos los nombres por medio de los cuales se le conoce a esta metodología: Justo a tiempo (Just in time), manufactura esbelta, por mencionar algunas, es manufactura de clase mundial que nace del sistema de producción Toyota y otros más. Estos resultados se han obtenido a través del tiempo y sus prácticas se convierte en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia en la manufactura. Mika Geoffrey L. se refiera a Lean Manufacturing como una manera diferente de pensar; es un proceso de un sistema continuo y sistemático donde se identifican y eliminan las actividades que no agregan valor en un proceso, pero que si generan costo y esfuerzo. El principio de la teoría en la que se sustenta el Lean Manufacturing es en la idea de que «todo puede hacerse mejor»; de tal manera que en una organización siempre se debe hacer una búsqueda continua de oportunidades de mejora que ayude a mejorar su proceso y calidad.

De esta manera el resultado de una organización que aplique Lean Manufacturing debería ajustar su producción a la demanda, en el tiempo y las cantidades en que sea solicitada, y al mínimo costo. Entonces, Lean Manufacturing puede definirse como una filosofía de producción que utiliza diferentes técnicas en conjunto que nos ayuda a hacer más fácil el diseño de un sistema de producción y suministrar en función de la demanda, a un menor costo, con una calidad competitiva y alta flexibilidad; como la teoría lo dice entonces se puede observar que Lean Manufacturing permite que la organización:

- Minimice sus inventarios
- Minimice sus retrasos

- Minimice su espacio de trabajo
- Minimice sus costos totales
- Minimice su consumo energético
- Mejore su calidad

En términos generales, ayuda a la organización a ser más competitiva, innovadora y eficiente.

10.1.1 Principios claves y fases en la implementación de Lean Manufacturing

Las organizaciones que buscan implementar la manufactura esbelta (lean manufacturing) o algunas de sus herramientas, es porque persiguen objetivos relacionados con la mejora sus procesos. En dicha búsqueda de mejorar, muchas organizaciones han fracasado en la obtención de resultados significativos. Por tal razón, es muy importante considerar que Lean Manufacturing es una filosofía en la que debe existir un compromiso organizacional y que requiere de una adaptación cultural. A través de la experiencia en la implementación de Lean Manufacturing en los procesos, expertos han considerado que existen tres principios claves para una adecuada ejecución de las actividades Lean:

- Lean Manufacturing es una metodología de tipo estratégico: De tal manera que debe estar incluido en el plan estratégico de la compañía y relacionado con las prioridades competitivas.
- La estructura organizacional debe adaptarse a la metodología Lean: De tal forma que existan procesos más fluidos y consecutivos lo más lineal posible y menor «comunicación sobre la pared», es decir que en las estructuras funcionales debe existir mejor comunicación para el máximo desarrollo de la metodología.
- Lean Manufacturing es un compromiso de todos: La implementación de la estrategia será gradual, pero debe incluir a todos los niveles de la organización e integrarlos en un solo objetivo. El mayor cambio en la compañía debe ser de tipo cultural y eso implica que todos cambien sus hábitos para el funcionamiento de la metodología.

10.1.2 Metodología A3

El A3 Report es una herramienta de resolución de problemas, está fundamentada en el Ciclo de Deming (PDCA). Es una herramienta que facilita enormemente el aprendizaje organizativo y ayuda a maximizar la implantación de acciones de mejora. Para realizar esto, el informe A3, además de hacer más fácil la resolución de problemas, debe ser utilizado como una herramienta para maximizar aprendizaje y cooperación dentro de la organización. Esto hace que el equipo de trabajo este obligado a analizar y sintetizar la problemática en una sola hoja de tamaño A3. De esta manera es más fácil ver en un espacio limitado toda la información necesaria a la hora de exponer un problema y permite que todos los interesados vean el problema bajo la misma perspectiva.

El reporte A3 nos permite separar y destacar lo más importante y esencial, para la identificación y resolución de problemas ya que presenta de un modo muy esquemático y fácil de visualizar y entender todos los datos relevantes de un problema, actúa como una herramienta de comunicación estandarizada. Los lectores pueden seguir el guion gráfico y, sin mucho esfuerzo desperdiciado, conocer los detalles que anteceden y el estado actual del proyecto.

10.2 Herramientas Core Tools

Core Tools son herramientas en conjunto que nos sirven para controlar, y analizar productos para desarrollar y medir el control de un proceso, para llevar un registro de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente.

Dichas herramientas son:

- APQP
 - Advanced Product Quality Planning

- Planeación Avanzada de la Calidad de Producto

- PPAP
 - Production Part Approval Process
 - Proceso de Aprobación de Partes de Producción

- FMEA
 - Potential Failure Mode and Effects Analysis
 - 'Análisis del Modo y Efecto de Falla

- SPC
 - Statistical Process Control
 - Control Estadístico del Proceso

- MSA
 - Measurement Systems Analysis
 - Análisis de Sistemas de Medición

- CP
 - Control Plan
 - Plan de Control

Los métodos fueron utilizados por Kaoru Ishikawa en (1985) para explicar detalladamente las perfectas herramientas administrativas que toda empresa y todo conocedor del proceso de calidad debe manejar. Esto ayudara a tener el control y el dominio Para las habilidades que sean indispensables, para desplegar métodos y sistemas de control mucho más eficaces en las diversas áreas de producción.

La herramienta que se usó para para el proyecto fue el SPC, para tener un muestreo y resultado confiable en el análisis de información.

10.2.1 SPC (Control estadístico del proceso)

El SPC es una herramienta por medio de gráficos de control que nos permite visualizar de manera específica el lugar donde se puede actuar para la mejora de un proceso, también para observar si las acciones ya realizadas están teniendo impactos positivos en el proceso, se puede decir que lo relevante de esta herramienta se basa en monitorear el proceso en todo omento. Esta herramienta también es parte de las core tolls que se usan en el sector automotriz desde hace mucho tiempo ya que el sector automotriz fue pionero en usar estas herramientas y para ellas es un requerimiento oficial de la ISO-TS16949.

Los objetivos principales para el que están diseñados esos gráficos de Control estadístico de procesos (Figura 3.1 SPC) es comprender qué es “diferente” y que es “normal”. Al usar estos gráficos, podemos darnos cuenta fácilmente dónde se debe concentrar la atención del trabajo para hacer una corrección o mejora. También podemos usar gráficos SPC para saber si los cambios y mejoras realmente están funcionando positivamente en un proceso y también se pueden usar para “predecir” por medio de la estadística si un proceso es “capaz” de alcanzar un objetivo. Para eso es que están diseñado los gráficos SPC.

- Como una manera de mostrar el comportamiento de procesos.
- Como una herramienta simple para la medición y para mejorar.
- Como un apoyo para ayudar a tomar mejores decisiones: fácil y datos solidos de poder usar.

En la figura 3.1 se muestra un gráfico de SPC.

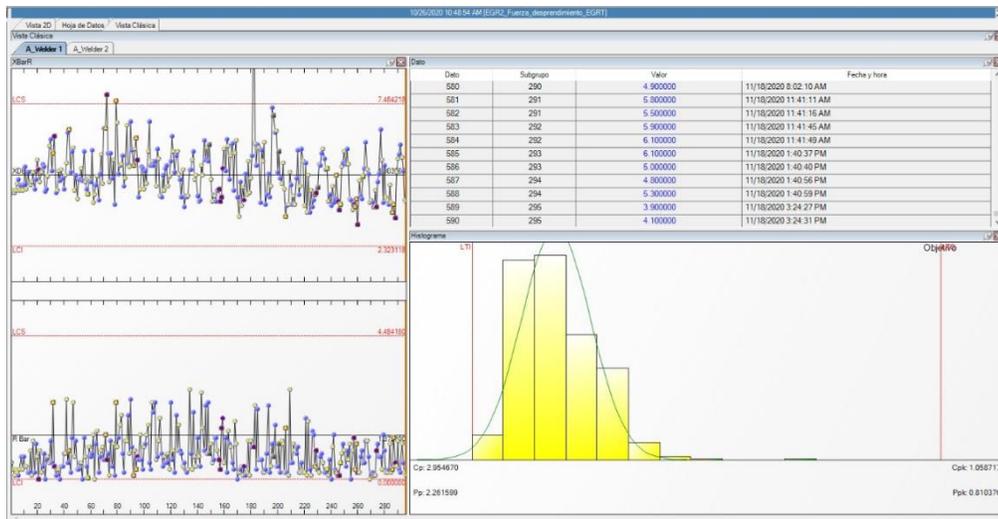


Figura 3.1 SPC

En esta grafica se muestra que existe una variación entre las piezas y si esta sigue o muestra un patrón que es estable esto indica que hay una distribución y estas se distinguen por:

- Localización (valor central)
- Dispersión (ancho)
- Forma (simétrica, asimétrica, con sesgo, etc.)

Con esta herramienta podemos entender de manera más amplia cómo se comporta un proceso y sus variaciones ya que nos muestra de una manera grafica su comportamiento y todos sus movimientos.

Es excelente para medir si un proceso es capaz de cumplir con los objetivos para el cumplimiento de las especificaciones del cliente.

Albert Prat nos deja claro en su libro Control y mejora de la calidad porque son importantes los métodos estadísticos para tomar decisiones correctas, nos indica que cualquier proceso que maneje variables están basadas en datos específicos resultados de análisis y pruebas en cual

10.3 DEFINICION DE HORAS HOMBRE (H/K)

Las horas hombre es la unidad de medida por así decirlo para poder cuantificar el tiempo en horas de presencia o trabajo de una o varias personas en un proceso o actividad. Así podemos analizar o deducir que, si tres personas trabajan 2 horas para terminar un lote de trabajo, entonces este trabajo se llevó seis horas hombre.

El cálculo es útil para planificar el día de trabajo, o una semana, o por proyecto de trabajo para o cualquier otra actividad que requiera personal para mano de obra.

Este tipo de cálculos nos permite poner un precio a la mano de obra. También con esto podemos establecer la eficiencia lograda en los procesos.

Para la empresa de Sensata Technologies de México el costo que tiene la hora hombre es de \$3.98 dólares. Información obtenida de página www.mexicoweb.copr.mx/scorecard (2021).

10.4 ¿EN QUE CONSISTE UNA PRUEBA DE MILLIPORE?

La prueba de millipore nos ayuda a determinar el nivel de contaminación por solidos de diversos materiales dentro de la empresa. Las pruebas "Millipore" deben hacerse con las condiciones y especificaciones que pida el cliente al que se va a trabajar, haciendo un muestreo del componente determinado. Las pruebas de Millipore pueden ser de dos tipos colorimétricas y gravimétricas.

Las pruebas gravimétricas se utilizan monitores de doble membrana.

En las pruebas colorimétricas se necesitan sólo monitores de membrana única.

Existen dos maneras de medir el nivel de contaminación en las muestras una de ellas es evaluar por medio del peso (método gravimétrico) y la otra es por el aspecto de la membrana solamente (método colorimétrico), para este método se bañan las piezas en alcohol y se utiliza la membrana que queda después de haberse filtrado el alcohol y se

cuentan las partículas y las fibras, también se separan por tamaños para seleccionar las impurezas y el tipo de contaminación.

10.4.1 Cálculo del nivel de contaminación del conteo de millipore

Es muy común que, en los métodos de limpieza que se utiliza, en lugar de mostrar un número real de partículas medidas (también llamadas extrapoladas) se proyecta un número abstracto. después, se revisa el nivel de impurezas y contaminantes para cada tipo de partículas esta se puede separar por tamaños y verifica el nivel de contaminación para cada clase de tamaño de partícula, el cual es el segundo nivel de clasificación, sin embargo, las partículas no son clasificadas según su tamaño, se clasifican después de haber determinado la cantidad de contaminantes y así se puede llevar acabo una comparación simple y rápida de diferentes mediciones de limpieza.

Los niveles de contaminación típicos se definen en la norma ISO 16232:

- Nivel 00: Ninguna partícula por cada 1000 cm² de área superficial
- Nivel 0: Menos de 1 partícula por cada 1000 cm² de área superficial
- Nivel 1: Más de 1 pero menos de 2 partículas por cada 1000 cm² de área superficial
- Nivel 12: Más de 2000 pero menos de 4000 partículas por cada 1000 cm² de área superficial

Los tipos de contaminación se determinan conforme a la mayoría de las normas internacionales. Es posible definir hasta 26 niveles distintos, que serán medidos para cada clase del tamaño de partícula. Estos niveles de contaminación suelen ser similares para cada tipo (p. ej. para ISO 16232) se muestra en la figura 3.2, pero pueden definirse de forma diferente para otro tipo de normas (p. ej. para SAE AS4059).

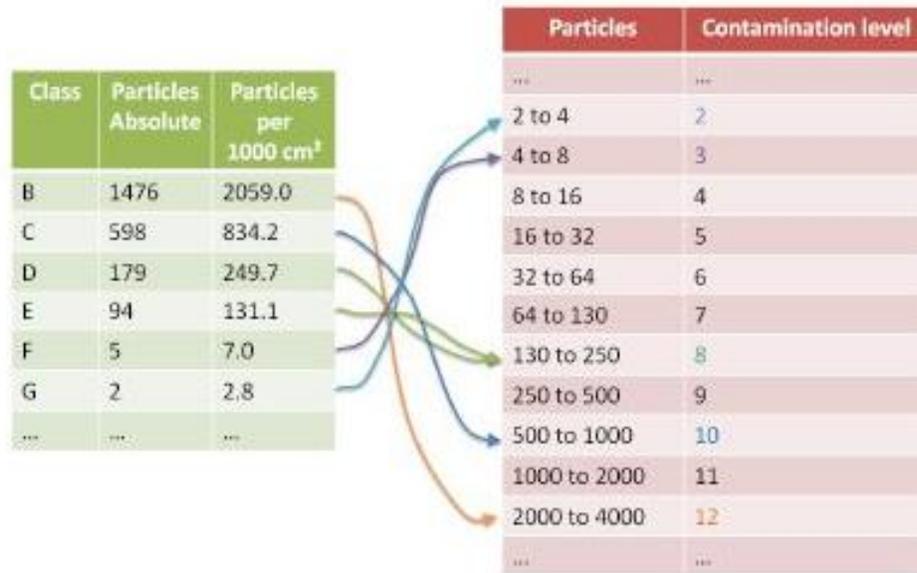


Figura 3.2 Ejemplo niveles de contaminación iso 16232

10.5 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA

Existen varios tipos de soldadura, sin embargo, se elige el tipo y método de soldadura dependiendo el tipo de los materiales tomando en cuenta, su aleación, dureza, conducción de calor y varios factores más que se toman en cuenta después de un estudio de materiales y que lo requiera el proceso, el método que se debe utilizar a continuación se muestra una tabla con el proceso de soldaduras (ver figura 3.3) mostrando los tipos de soldadura y sus fases.

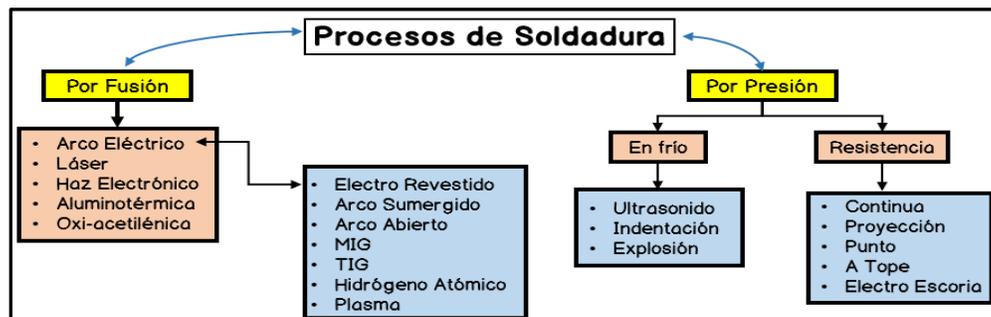


Figura 3.3 Procesos de Soldadura

El proceso seleccionado de acuerdo con requerimientos y especificaciones del producto es soldadura por resistencia, la figura 3.4 nos indica el flujo que se tiene que seguir.

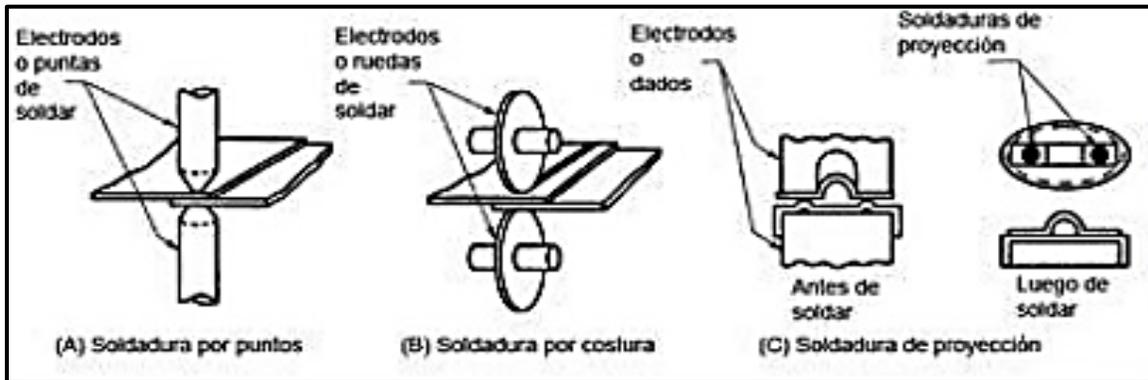


Figura 3.4 Procesos de Soldadura por Presión

¿Cómo se hace una soldadura por resistencia? Las dos piezas que van a unirse o a soldar deben de ser metálicas, estas piezas se juntan y son presionadas por dos electrodos de la máquina, los electrodos deben de hacer buen contacto con las paredes del material para que la conducción de calor entre ellas sea buena, entonces se pasa una corriente eléctrica a través de los conductores y se empiezan a calentar en el punto donde se hace contacto hasta que se derriten los materiales y se unen entre sí.

después de que se funde y une el metal de las dos piezas; entonces la corriente deja de circular por los materiales y el material se solidifica nuevamente formando una conexión sólida entre las dos piezas, esto es soldadura de resistencia. (ver Figura 3.5)

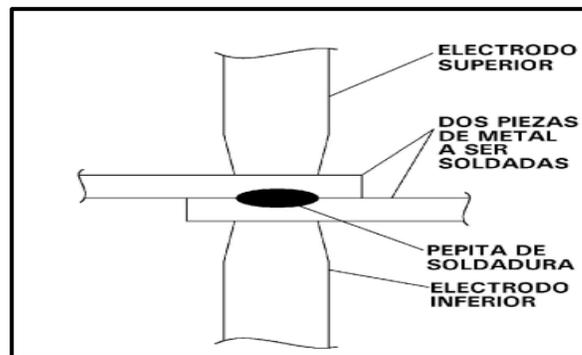


Figura 3.5 Welder resistencia

¿Cuáles son los factores importantes al hacer una soldadura? Para la formación adecuada de la soldadura deben tomarse en cuenta los siguientes factores otro de ellos es la intensidad de la corriente, otra de ellas es el tiempo que va a fluir entre las piezas y la presión o la fuerza que se va a aplicar entre ellas, estos factores varían según el tipo de metal y su espesor.

Existen distintos programas de soldadura por resistencia que están proporcionados por la Sociedad de Soldadura Americana y la Asociación de Fabricantes de Soldadura de Resistencia y fabricantes de Maquinas soldadoras y están disponibles para los usuarios.

¿Cómo se obtiene la fuerza en los electrodos? La fuerza se obtiene aplicando una fuerza encontrada entre los electrodos por medio de la maquina ya sea de forma mecánica o neumática.

Es necesario asegurarse de un buen contacto eléctrico entre las dos piezas a unir, es por eso que se aplica una fuerza con los electrodos para mantener las partes fijas hasta que se derrita el material de las dos partes y se solidifique de nuevo.

Dependiendo de la operación y el tipo de piezas se selecciona el tipo de maquinaria para soldar, se usan distintos métodos de agarre y diseño de electrodos, pero lo más común es usar la neumática para el movimiento y fijación de electrodos.

Un electrodo va unido a un cilindro neumático por medio de un arreglo mecánico y el cilindro se fija a la maquina soldadora, se introduce aire comprimido dentro del cilindro u ejerce una fuerza para mover el pistón hacia abajo y empuja el electrodo contra el material que va a ser soldado.

El total de la fuerza aplicada en el cilindro depende del área del cuerpo del mismo y de la presión del aire comprimido es decir que la fuerza del pistón es directamente proporcional a la presión del aire por el diámetro del cuerpo del cilindro. (ver Figura 3.6)

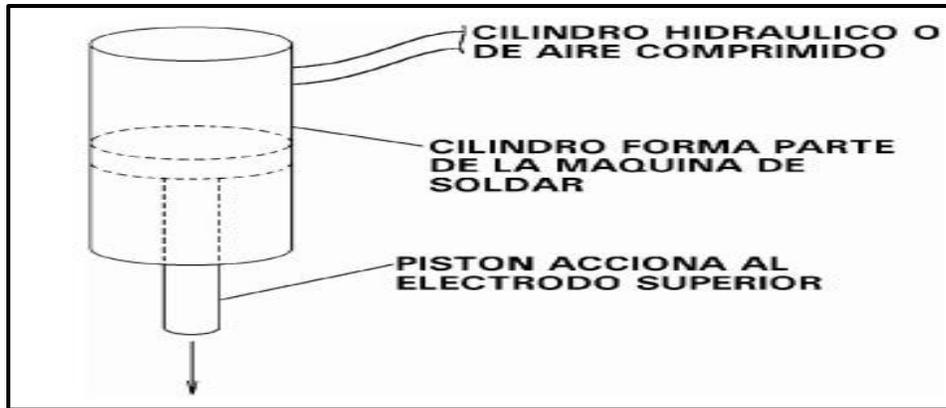


Figura 3.6 Pistón de welder

10.6 TIEMPO CICLO

El tiempo ciclo se establece en cada proceso, se define dependiendo la función de cada tipo ya sea por proceso de máquina o proceso manual, se define en función de los pasos o movimientos que cada uno requiera hacer en función del procesamiento del material y es establecido para medir el tiempo de ensamble o de fabricación en una línea de producción.

Una vez obtenido el tiempo de ciclo, se puede decidir el valor del producto por el tiempo y los pasos que conlleva transformar la materia prima en producto terminado.

10.7 VSM (Value Stream Mapping)

Es una herramienta que muestra de una forma gráfica un proceso detalle a detalle y visualizar y entender el flujo de información completamente tanto de los materiales como su proceso, para que el producto llegue al cliente, o el servicio que se preste depende cual sea el caso; con esta técnica es fácil de identificar que procesos agregan valor al producto y cuales no para después proceder a eliminarlas.

El VSM es muy utilizado en la industria de manufactura para diseñar planes para la mejora continua siendo muy precisa ya que es fácil observar en el proceso los puntos de mejora y obtener mejores resultados.

Que significa (VSM) Value-stream Map. ¿Y cuál es su función? Su función es resaltar las áreas de oportunidad donde se puede mejorar y evidenciar los desperdicios, por eso es importante la implementación de un VSM en un corto tiempo, el objetivo es desarrollar procesos que estén ligados al Tack Time en un flujo continuo.

En el VSM se debe identificar lo siguiente (Figura 3.7):

- Definir donde están y cuál es el cuello de botella.
- Identificar dónde y porque se desperdician productos.
- Identificar los desperdicios de recursos de personal y de maquinaria.
- Establecer inventarios de Máximos y de Mínimos.
- Crear soluciones para eliminar los que no agregan valor.
- Identificar cual flujo empujado debería ser jalado y en consecuencia a cuáles les falta el respeto por el FIFO.

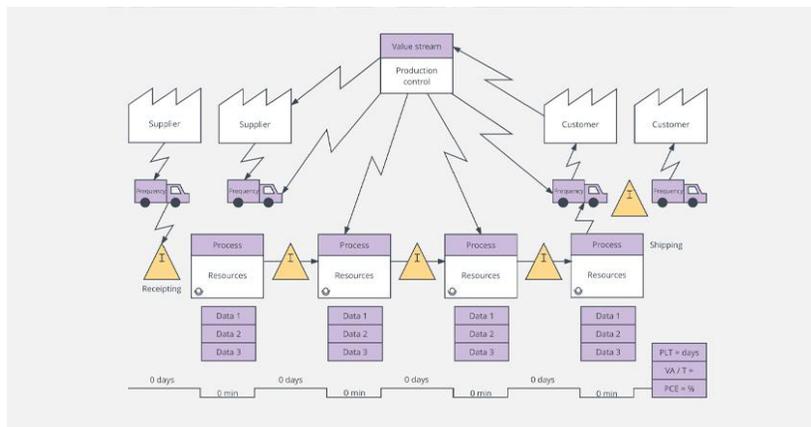


Figura 3.7 VSM

CAPÍTULO 4 DESARROLLO

11. PROCEDIMIENTO

El Lean Manufacturing es una filosofía que busca siempre la mejora continua y de eficientar los procesos de producción y eliminar los desperdicios que se encuentre como retrabajos, operaciones extras, personas de más tiempos de espera muy prolongados en general desperdicio es todo lo que no le agrega valor al producto y nos genera un costo.

El objetivo final del Lean es crear una nueva forma de trabajar y para eso se necesita de todo los involucrados desde directivos hasta el personal operativo que es la parte mas importante de todo esto, ya que se debe crear una cultura nueva de mejora donde se trabaje en equipo y con mas comunicación y que esto ayude a trabajar de una manera más ágil flexible y económica. La filosofía de Lea Manufacturing va mucho más allá de una técnica que empieza y termina si no que debe tomarse como una filosofía de transformación continua y que sea duradera y poder lograr nuestro objetivo.

Las empresas que integran el Lean Manufactorin en sus procesos se ha mostrado que se pueden reducir los costos de compra entre un 20% y un 50% y mejorar también la calidad del producto terminado para lograr esto d deben de tomar en cuenta tres aspectos:

- Efectividad: se cumplen con las necesidades del cliente.
- Eficiencia: se usan todos los recursos para eliminar lo que no aporte valor a las necesidades del cliente.
- Innovación: se revisan minuciosamente todos los procesos para mejorar constantemente.

11.1 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE EGRT

El (EGRT) es un sensor de temperatura de tipo pasivo, del circuito de gases de escape y este ayuda a que la válvula EGR controle su función. Está diseñado para cumplir con las necesidades de aplicación de cada cliente que en este caso son (Ford, General Motors, FCA). El sensor va a unirse entre el conector de acoplamiento y la válvula EGR, después utilizando una junta tórica el sensor se sella al bucle EGR junto con un sello de metal a metal con una rondana de presión, el sensor se conecta eléctricamente por medio de terminales plateadas a través de un mazo de cables al PCM.

El sensor está diseñado para medir los gases de escape; la válvula EGR se abre y esto permite que fluyan los gases de escape al mismo tiempo que aumenta la temperatura, disminuye la resistencia eléctrica en el sensor y el PCM por medio de una señal analógica interpreta una medida de tensión eléctrica en una temperatura y así la válvula EGR puede cerrar o abrir según sea la salida de voltaje.

Características:

- Rango de temperatura: -40°C a 200°C
- Se encuentra localizado en la valvular EGR, puede ser en dos posiciones:
- Baja presión – Posición T12 (debajo del enfriador LP EGR)
- Alta presión – Posición T10 (debajo del enfriador HP EGR)
- Aplicación:
 - Diesel: OBD II requerimiento para monitoreo del mal funcionamiento del enfriador.
 - Gas: Detección de falla del enfriador.

El sensor no lleva ningún pin conectado directamente a la alimentación del vehículo, tiene una resistencia regulada a un voltaje de referencia y a 5 volts de corriente continua

del PCM y la terminal del sensor. Esta conexión de la línea de tensión da una señal analógica de salida en relación a la temperatura detectada por su termistor.

11.2 DESCRIPCION DE LA LINEA EGRT

Esta línea de producción que pertenece al negocio de TCIS dentro de la parte de sensores automotrices de la empresa SENSATA TECHNOLOGIES, el área en cuestión cuenta con un total de 14 operaciones para llegar a un producto ya terminado, las cuales son (Fig. 4.1):

- Receip of material
- Laser Weld
- Resistence Weld
- Leak Resistence
- Cement mixing and connector cleaning
- Crimp and Weld
- PVA
- Cure Oven
- Crimper and Side Stke
- Helium Leak
- FET
- O-ring
- Camera Inspection
- Inspección Visual y Empaque

Nosotros nos enfocaremos en la operación mezcla de cemento y limpieza de conector, en esta operación fueron los cambios para la reducción de horas hombre y la operación de recibo de material es la que cuenta con mayor oportunidad de toda la línea EGRT de

acuerdo con las gráficas de tiempo ciclo y PPH (Producción por hora) de asignar tareas que llevaban a cabo en la operación eliminada.

A continuación, en la figura 4.1, se mostrará el diagrama de flujo de la línea EGRT para entender un poco más en la parte y el proceso que realiza Resistencia Weld.

Sensata				Process Flow Diagram				
Program: FD EGR2 0100 Pre-launch			Revision level: Rev D - Pre-launch		Created: 6/18/2017			
Part number: 5024-0740 - Ford Maverick (M14 x 1.5g) 5024-0747 - Ford DV Neo (M12 x 1.5g)			Revised by: Rodríguez, Saúl A., Process, Engineer		Modified: 12/7/2017			
Part description: Exhaust Gas Recirculation Temp Sensor					Page: 1/25			
Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Process ele- ment/Opera- tion descrip- tion	Product char- acteristic	Class.	Process charac- teristic	Class.
	◇		➔					
		□	➔					
○	◇		➔	Laser weld cup to port (MFG EGR2 0100A) [Machine: LW1]	Cup and Hex are concen- tric Parts must be fully and properly seated accord- ing to Visual Aids		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	

^	^	^	^	^	^	^	^	^
○	◇		→	Laser weld cup to port (MFG EGR2 0100A) [Machine: LW1]	Cup free of damages Cup must be free of damages and deformation after welding		Correct parameters ***5024-0740*** Power=500 W Focal dist=0.391 to 0.411 in Seam height=0.861 in ***5024-0747*** Power=500 W Focal dist=0.391 to 0.411 in Seam height=0.848 in	
							Setup parts of the vision system and LVDT are run Run in the following order: 1. Hex fully seating 2. Good. 3. No cup, no hex 4. Cup only 5. Hex only 6. No nest	

Figura 4.1 Diagrama de flujo

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
^	^	^	^	^	^	^	^	^
○	◇		→	Laser weld cup to port (MFG EGR2 0100A) [Machine: LW1]	Cup free of damages Cup must be free of damages and deformation after welding		Part is seated correctly on the nest Part must be fully seated according to Visual aids	
				END	OF OPERATION			
				Resistance weld tube to port (MFG EGR2 0200A) [Machine: RW1]	Tube free of damages The tube must be free of damages after weld according to visual aids		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
○	◇		→		Part is hermetically sealed = Press: 48.2 +/- 1.5 PSIG Leak rate: 0.5 cc/min		Correct process parameters are loaded Recipe: EGRT	
					Mechanical strength above specification Weld joint must pass leak test at Mass flow leak tester before and after Impact test			
					5024-0740 & 5024-0747 Holder=18356 8-007 Slug=60 +/- 5 grams Height=1.0 meters			

^	^	^	^	Resistance weld tube to port (MFG EGR2 0200A) [Machine: RW1]	Mechanical strength above specification Weld joint must pass leak test at Mass flow leak tester before and after Impact test ***5024-0740 & 5024-0747*** Holder=18356 8-007 Slug=60 +/- 5 grams Height=1.0 meters		Correct electrodes used ***5024-0740*** Lower: M14 Upper: Standard ***5024-0747*** Lower: M12 Upper: Standard	
							Run verification parts for Mass flow leak test 1 Good part 1 Leak from the cup 1 Leak from the tube	
							Hex is fully seating on the lower electrode Hexport and probet must be fully seating on the nest as per shown on Visual Aids.	

Figura 4.1.1 Diagrama de flujo 2

Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Process ele- ment/Opera- tion descrip- tion	Product char- acteristic	Class.	Process charac- teristic	Class.
^	^	^	^	Resistance weld tube to port (MFG EGR2 0200A) [Machine: RW1]	Mechanical strength above specification Weld joint must pass leak test at Mass flow leak tester before and after Impact test [...]		Electrode life whithin the speci- fied num- ber of cycles Elec- trode must be replaced for a new rectified electrode	
				END	OF OPERA- TION			
				Crimp & Weld operation - Crimp thermistor leads to connector terminals (MFG EGR2 0300A) [Machine: CW1]	Mechanical Strain Relief provided to thermistor leads 1. Polyamide sleeve must be present in both thermis- tor leads. 2. Both termi- nals must be crimped Location of connector ter- minals rela- tive to thermis- tor leads Both ears must be evenly crimped		Crimp pres- sure in specifica- tion 40 PSI ±3 Compo- nents are fully seat- ing on tool- ing Compo- nents must be fully seating on tooling as per shown on Visual Aids.	
				END	OF OPERA- TION			

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
○			→	Crimp & Weld operation - Resistance weld thermistor leads to connector terminals (MFG EGR2 0300A) [Machine: CW1]	Electrical Connection (EC) Thermistor-Connector provided 1. Sleeve must not be on the weld area 2. Thermistor leads must not be bent. 3. Connector terminals not bent		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
					Pull strength at weld level in specification Min 3.82 lbf	FF/S	Correct process parameters are loaded Recipe: FORD	FF
							Verify parameters on Work instruction	
							Correct electrodes used Upper and lower electrodes must be as per work instruction	

Figura 4.1.2 Diagrama de flujo 3

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
^	^	^	^	<p>^</p> <p>Crimp & Weld operation - Resistance weld thermistor leads to connector terminals (MFG EGR2 0300A) [Machine: CW1]</p>	<p>^</p> <p>Full strength at weld level in specification Min 3.52 lbf</p>		<p>Run verification parts for thermistor lead and polyamide sleeve position</p> <p>1 Left sleeve on weld area</p> <p>1 Right sleeve on weld area</p> <p>1 No sleeve (left lead)</p> <p>1 No sleeve (right lead)</p> <p>1 Thermistor out of position (sleeves not surrounded by terminal ears)</p> <p>1. Good</p>	
				END	OF OPERATION		Electrode life within the specified number of cycles Cycles must be less than or equal to 5000	
				<p>Crimp & Weld operation - Pre-Assembly machine (MFG EGR2 0300A) [Machine: B2H]</p>				
				<p>Potting mix operation - Thermal Potting Mixing (MFG EGR2 0400A) [Machine: PM1]</p>	<p>Cement used within the allowed time</p> <p>Cement must be used within the next 65 minutes after mix (after the water touches the cement)</p>		<p>Correct mixing profile</p> <p>1. Mix time: 1:30 min</p> <p>2. Speed: 2000 RPM</p> <p>*MUST BE MIXED TWICE*</p> <p>- Mix first time.</p> <p>- Break lumps (if there are) with the lab spoon,</p> <p>- Mix second time.</p>	
				<p>Potting mix operation - Pour potting from mixing cup to syringe (MFG EGR2 0400A) [Machine: PM1]</p>	<p>Correct potting amount in syringe</p> <p>Mix must be above reference line in syringe according to work instruction</p>			
				END	OF OPERATION			

Figura 4.1.3 Diagrama de flujo 4

Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Process ele- ment/Opera- tion descrip- tion	Product char- acteristic	Class.	Process char- acteristic	Class.
○			→	Potting dis- pense opera- tion - O-Ring load (MFG EGR2 0500A) [Machine: PD PVA1]	Correct inter- nal O-ring According to BOM of Route slip O-ring fully seating on cup = The O- ring must be fully seated on base of cup Correct O- ring quantity Only one O- ring per part		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
				END	OF OPERA- TION			
○			→	Potting dis- pense opera- tion - Ther- mal potting dispence machine (MFG EGR2 0500A) [Machine: PD PVA1]	Potting weight in spec- ification = 0. 15 to 0.25 grams. Potting in the correct Loca- tion Potting should be dis- pensed at the bottom of the probe.		Correct tool- ing ***5024- 0740*** Nest: 183003- 001 ***5024- 0747*** Nest: 183003- 003 Correct pa- rameters Recipe: According to route slip Pressure: 40 +/- 10 PSI	
○			→	Potting cure (MFG EGR2 0600A) [Machine: PC Heller 1]	Connector- Thermistor remains fully seating on hex- port The sub- assembly Con- nector-Ther- mistor must not come out of the cup as shown on the visual aids.		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team) Correct thermal pro- file Profile: 1913MKS Tempera- ture: 1.- 82+/-5 °C 2.- 121+/- 5 °C 3.- 177+/- 5 °C Time by tempera- ture: 20 to 30 min	

Figura 4.1.4 Diagrama de flujo 5

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
^ ○	^	^	^ ➔	^ Potting cure (MFG EGR2 0600A) [Machine: PC Heller 1]	^ Connector-Thermistor remains fully seating on hexport The sub-assembly Connector-Thermistor must not come out of the cup as shown on the visual aids.	^	Set correct oven parameters 1.- Parameters on the machine must match with: Conveyor: 5 cm/min Temperature by zone: Z1= 70°C Z3= 84°C Z3= 83°C Z4= 83°C Z5= 80°C Z6= 128°C Z7= 121°C Z8= 121°C Z9= 119°C Z10= 189°C Z11= 181°C Z12= 181°C Z13= 183°C 2.- Verify all temperature zones are on green status	
				END	OF OPERATION		Cure fixture fully installed Cure fixture fully installed	

Figura 4.1.5 Diagrama de flujo 6

Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Process ele- ment/Opera- tion descrip- tion	Product char- acteristic	Class.	Process charac- teris- tic	Class.
○	◇		➔	Crimp & side stake (MFG EGR2 0700A) [Machine: CSS]	Correct connector rotation relative to port Part must be placed on the nest according to the visual aid Cup free of damages Cup must not have: 1. Burrs 2. Bulging (use gauge) 3. Incomplete crimp (use gauge) Crimp height in specification Crimp height must be between: 0.2279 to 0.2372 in	FF/S	Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team) Verification parts for O-ring presence are run Run in the following order: 2 parts without O-ring (bad) 2 parts with double O-ring (bad) Correct tooling used Nests: 99CB91 Press head: 99CD26 Split dies: 182512-006 & 182512-006	
^A ○	^A ◇	^A	^A ➔	^A Crimp & side stake (MFG EGR2 [...]) END	^A Crimp height in specification Crimp [...] OF OPERA- TION	FF/S	Correct recipe used 5024-0740/0747	
○	◇		➔	Helium Leak Tester (MFG EGR2 0800A) [Machine: HLT2]	Leak rate according to specification The part must not exceed a 0.16 psi/sec leak rate Presence of witness mark on hexbody All part must have the presence of witness mark on the Hexbody Sensor free of damages All the parts must be free of damages in the Connector and the Hexbody according to visual aids	FF/S	Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team) Correct equipment setup Lower nest: 17 mm Recipe: On Route slip	

Figura 4.1.6 Diagrama de flujo 7

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
^	^	^	^	Helium Leak Tester (MFG EGR2 OS00A) [Machine: HLT3]	Sensor free of damages All the parts must be free of damages in the Connector and the Hex-body according to visual aids	^	Correct process parameters 1. Initial He Pressure: 170 2. Tol Initial He Pressure: 5 3. He Change Time: 2 4. Test time: 10 5. Decay limit: 1.5 Run verification parts Parts must pass the test according to the failure indicated: 1 Good part 2 Part with uncomplete weld in the End cap 1 Part with uncomplete weld in sensor tube.	
				END	OF OPERATION			
				Final Electrical Test (MFG EGR2 OS00A) [Machine: FT11]	Insulation resistance must be in specification The Insulation resistance must be greater than the specification on the database Correct code on part ***5024-0740*** L1: KA1A-9U498-AB + FORD logo L2: YYDDDS + Lot num ----- ***5024-0747*** L1: JT1A-9U498-AA + FORD logo L2: YYDDDS + Lot num ----- Where: YY = Last two digit of year DDD= Day of year S= Shift Sensor free of damages Parts must be free of damages according to the Visual aids		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team) Correct process parameters are loaded Recipe: Part number on Route slip Correct tooling used ***5024-0740*** Nest: 182944-001 Pogo: 183074 & 183075 ***5024-0747*** Nest: 182978-001 Pogo: 183074 & 183075	

Figura 4.1.7 Diagrama de flujo 8

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
^ ○	^ ◇	^	^ ➔	^ Final Electrical Test (MFG EGR3 0900A) [Machine: FTT1]	^ Sensor free of damages Parts must be free of damages according to the Visual aids	^	Run verification parts Parts must pass the test according to the failure indicated: 3 One Mega Ohm (low insulation resistance) 1 Good part	
							Part is correctly seating and oriented on the fixture The parts must be fully seating and the flat face of the connector towards the operator	
				END	OF OPERATION			
○	◇		➔	O-Ring (MFG EGR3 1000A) [Machine: OIS]	Only one O-ring is present Only one O-ring must be installed Correct O-ring installed According to BOM on route slip		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
							Correct mandrel used Use corresponding mandrel according to the part number on route slip. For 5024-0740, use M14 mandrel For 5024-0747, use M13 mandrel	
				END	OF OPERATION			

Figura 4.1.8 Diagrama de flujo 9

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
○		□	→	Inspection with camera (MFG EGR2 1100A) [Machine: IPC]	<p>Only one O-ring is present Part must have only one O-ring installed</p> <p>Correct O-ring installed Part must have the correct O-ring installed</p> <p>Correct thread of the Hexport Part must have the correct thread of the hexport</p> <p>Probe is straight, not bent Parts must have the probe straight, not bent</p>		<p>Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)</p> <p>Run verification parts for vision system Parts must be run in the following order:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No O-ring 2. Good 3. Double O-ring 4. Incorrect O-ring 5. Incorrect thread 6. Bent probe 	
○		□	→	Inspection with camera (MFG EGR2 1100A) [Machine: IPC]	<p>Probe is straight, not bent Parts must have the probe straight, not bent</p>		<p>Correct recipe used Use recipe corresponding to the part number on the route slip</p> <p>Part is correctly seating and oriented on the fixture Parts must be seated with the flat face of the connector towards the back of the machine, against the operator</p>	
				END	OF OPERATION			
○		□	→	Visual Inspection (MFG EGR2 1200A) [Machine: IVE]	<p>Correct part number The part number must be according to the drawing and visual aids</p> <p>Connector free of damages Connector must be free of damages or material removed from the place</p>		<p>Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)</p>	

Figura 4.1.9 Diagrama de flujo 10

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	Class.
^ ○	^	^ □	^ ➔	^ Visual Inspection (MFG EGR3 1200A) [Machine: IVE]	<p>Correct code on Connector The part must be coded. The code must be:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Correct (see format in FFT operation) - Visible - Centered <p>Crimp area free of damages The crimp area must not:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Have burrs - Be deformed - Have bulging <p>Correct conditions of weld Body-Endcap The weld must be:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Free of holes - Complete - Free of burns <p>Tube free of damages The tube must not be:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bent - Crushed - Broken <p>Correct conditions of side stake The part must have two side stakes, one on each side of the Endcap</p>		^ Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	^
○	◇		➔	Packing (MFG EGR3 1200A) [Machine: IVE]	<p>Correct amount of parts per box 80 parts per box</p> <p>Correct packing Pack as follows:</p> <p>16 parts per tray. 5 full trays. 1 tray at the top. 80 parts per box</p> <p>Tray 107900-1 Box 3000-2172</p>		Trained operator (certified) Only trained operators are allowed (operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
				END	OF OPERATION			

Figura 4.1.10 Diagrama de flujo 11

11.3 ANALISIS DE CONTAMINACION

Para comenzar con la mejora hacia la eliminación de la operación de mezcla de cemento y limpieza de conector en la línea de EGRT de Sensata Technologies de México se realizó muestreo de 11 cajas del conector 79373-2 de diversas fechas de fabricación, antes y después de la limpieza para la realización de las pruebas de millipore, (ver Figura 4.2). Se obtuvieron los resultados a continuación mostrados en la siguiente figura 4.3.

79375-2		
Lote	# Caja	Fecha de fab
QF128191	79	19-Jun
QF128191	80	6-Dec
QF128191	86	25-Jun
QF128191	87	26-Jun
QF128191	93	29-Jun
QF128191	95	30-Jun
QF132575	5	1-Jul
QF132575	6	27-Jun
QF132575	8	27-Jun
QF132575	12	27-Jun
QF132575	89	27-Jun

Figura.4.2 Muestreo de conector

79375-2			Partículas				Fibras			
Lote	# Caja	Fecha de fab	SIN ASPIRAR	ASPIRADAS	AVERAGE	AVERAGE	SIN ASPIRAR	ASPIRADAS	AVERAGE	AVERAGE
QF128191	79	19-Jun	9	81	0.22	0.172	22	38	0.625	0.532
QF128191	80	6-Dec	23	20	0.193	0.179	18	15	0.419	0.48
QF128191	86	25-Jun	34	24	0.158	0.122	18	28	0.508	0.514
QF128191	87	26-Jun	8	22	0.176	0.13	9	20	0.35	0.383
QF128191	93	29-Jun	19	22	0.196	0.193	14	19	0.41	0.414
QF128191	95	30-Jun	22	26	0.273	0.276	15	27	0.533	0.471
QF132575	5	1-Jul	37	39	0.231	0.353	20	28	0.355	0.443
QF132575	6	27-Jun	3	14	0.316	0.15	4	16	0.771	0.456
QF132575	8	27-Jun	8	17	0.221	0.234	9	16	0.463	0.47
QF132575	12	27-Jun	21	17	0.192	0.129	11	14	0.398	0.366
QF132575	89	27-Jun	14	47	0.164	0.182	14	28	0.376	0.424

Figura 4.3 Resultados de prueba de millipore

10.4 PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO (Pull Test)

Esta prueba consiste en tomar una muestra determinada por el proceso, se basa en aplicar tensión en la soldadura para verificar cuanta fuerza se requiere para desprenderla, esto se realiza con un medido de peso y teniendo límites de aceptación que determina el cliente y se miden en libras por centímetro. Obsérvese la Figura 4.4.



Figura 4.4 Prueba de desprendimiento de soldadura

11.5 ANALISIS DE DESPRENDIMIENTO DE SOLDADURA (Pull Test)

Se realizó un muestro similar al que el SPC requiere según requerimiento de cliente, tomando 6 piezas de 5 cajas de diferentes fechas de fabricación, para realizar la prueba de desprendimiento con y sin el proceso de limpieza de cada una de las welder, dando como resultado los siguientes datos mostrados en la figura 4.5.

MATERIAL SIN LIMPIEZA				MATERIAL CON LIMPIEZA			
#CAJA	Lote	Weld A	Weld B	#CAJA	Lote	Weld A	Weld B
15	QS13257	3.7	4.7	15	QS13257	3.9	4.2
		4.2	3.7			4.2	3.9
	4.1	4.5	4.1		4.2		
	3.6	4.1	3.9		4.2		
	4.5	4.3	4.4		4.1		
	4.1	4.1	4.1		4.1		
14	QS13257	4.1	4.2	14	QS13257	4.1	4.2
		4.2	4.2			4.2	4.1
	4.2	4.2	4.1		4.2		
	4.2	4	4.3		4.1		
	3.9	4.3	4		4.3		
	4.3	4.1	4.1		4.2		
40	QS13257	4.1	4.1	40	QS13257	4.1	4.1
		4.3	4.3			4.2	3.9
	4.2	4.1	4.1		4		
	4.2	4.2	4.3		4.2		
	4.1	3.9	4.1		4.1		
	4.2	4.1	4.1		3.9		
35	QS13257	4.3	4.3	35	QS13257	4.2	4.1
		3.9	3.9			3.9	4.1
	4.2	4.2	4.3		4.3		
	4.1	4.2	4.3		3.9		
	4.2	4.3	4.1		4.1		
	4.1	4.1	4.3		4.1		
85	QS13257	4.2	4.2	85	QS13257	4	4.1
		4.3	4.3			4.2	4.3
	4.1	4.2	4.1		4		
	4.3	4	4		4.3		
	3.9	3.9	4.1		3.8		
	4.1	4.1	4.1		4.2		
AVERAGE		4.13	4.16	AVERAGE		4.13	4.11

Figura 4.5 Resultados de la prueba de SPC

Mediante un gráfico comparativo se analizaron los datos arrojados según la prueba de desprendimiento que se muestran en la figura 4.5 Valores obtenidos de las dos welder por las que se realiza el proceso de soldadura por resistencia.

11.6 TIEMPO CICLO DE LA LINEA

Se toma como muestra 20 ciclos de cada operación que conforma la línea de EGRT, para poder determinar el tiempo ciclo y la producción por hora de cada estación (ver Figura 4.6). Se muestra en la gráfica 4.1 tiempo ciclo, se realiza grafica para facilitar la comparación entre operaciones. Average y grafica 4.2 PPH.

OPERACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Average	Pis	PPH	Average Time	Tack time	
RECIBO DE MATERIAL	2700	2750	3580	3450	3860	3450	2450	2620	2875	2455	2860	2750	2890	2865	3015	3025	2864	2964	3001	2950	2962	1176	1423	2.52	8.8	
SOLDADO LASER	6	6	7	7	6	7	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	6	6	1	555	6.49	8.8	
SOLDADO POR RESISTENCIA	7	5	7	7	7	5	6	5	13	6	6	7	6	8	9	6	6	5	5	6	7	1	539	6.68	8.8	
PRUEBA DE FUGA	8	9	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1	446	8.07	8.8	
DISPENSADO DE CEMENTO	79	72	69	69	80	76	75	77	79	82	78	72	75	77	79	82	80	78	79	81	77	10	468	7.70	8.8	
MEZCLA DE CEMENTO Y LIMPIEZA DE CONECTOR	277	278	257	272	272	271	264	277	284	272	275	278	278	275	269	292	296	296	290	286	278	64	829	4.34	8.8	
CRIMPADO Y SOLDADO DE TERMISTOR A CONECTOR	404	420	403	390	386	385	416	425	390	405	408	410	405	410	418	415	401	403	408	403	405	54	490	7.50	8.8	
CURADO DE CEMENTO	3600	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	370	50	486	7.40	8.8
CRIMPADO Y SIDE STAKE	8	7	7	6	5	12	5	6	8	8	5	9	8	7	9	8	5	8	8	9	7	1	488	7.37	8.8	
PRUEBA DE FUGA CON HELIO	29	29	35	29	40	30	29	31	30	32	44	32	32	31	34	40	32	32	39	31	33	4	435	8.27	8.8	
PRUEBA DE FUNCION FINAL	18	18	15	15	17	20	18	23	21	16	16	20	18	18	18	18	25	25	13	23	19	4	772	4.66	8.8	
TAP	9	9	8	8	12	8	8	8	8	8	11	8	8	9	9	8	12	13	10	9	9	1	391	3.22	8.8	
INSTALACION DE ARANDELA U O-RING Y TAP	552	546	561	535	569	525	510	525	531	518	532	515	519	529	530	516	523	505	523	508	529	100	681	5.23	8.8	
INSPECCION POR CAMARA VISION	4	6	4	3	3	4	4	4	4	4	9	4	4	5	4	4	5	4	7	4	5	5	1	787	4.57	8.8
INSPECCION VISUAL Y EMPAQUE	574	485	661	441	507	455	561	474	1046	826	417	440	439	467	480	558	588	474	671	574	557	100	647	5.57	8.8	

Figura 4.6 tiempo de ciclos

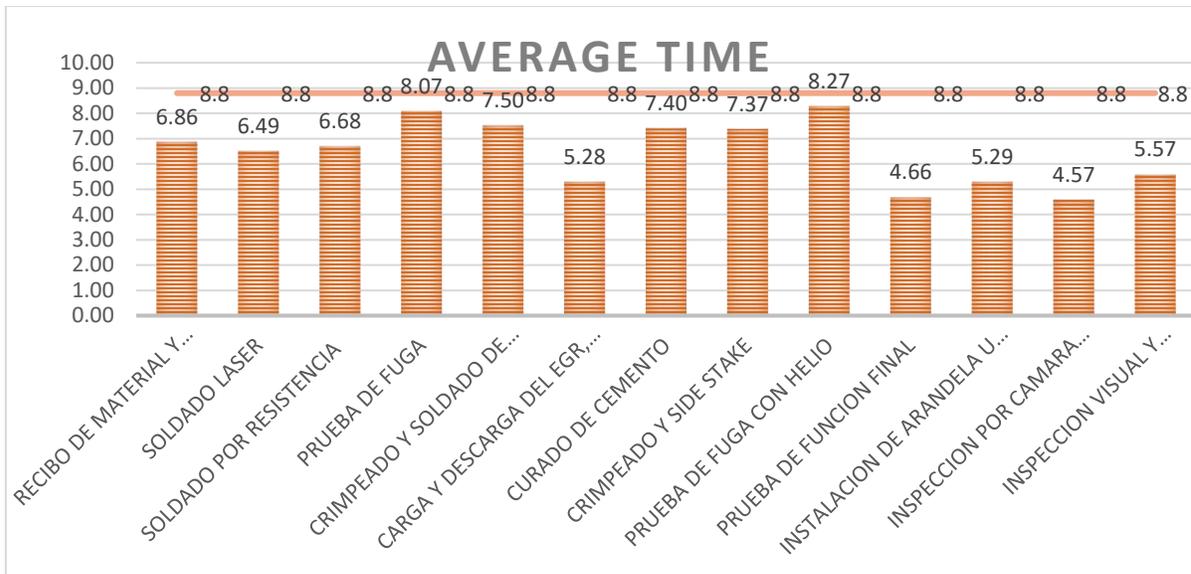


Figura 4.1 Grafica de Average time

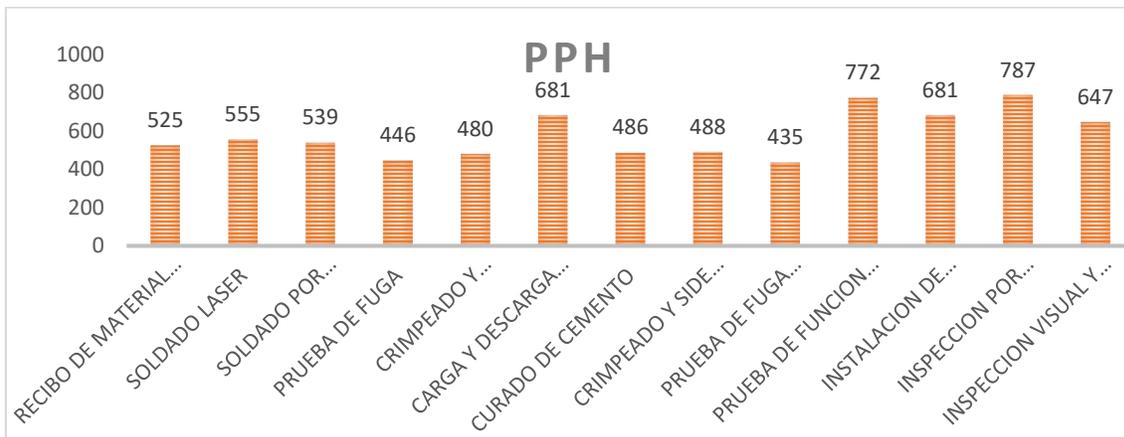


Figura 4.2 Grafica de Producción por hora

11.7 VSM (Value Stream Mapping)

La línea de EGRT, como antes se mencionó consta de 14 operaciones de las cuales se requieren 15 personas para cubrirla en su totalidad, el área de oportunidad se encuentra en la operación de mezcla de cemento y limpieza de conector, a continuación, se muestra el mapa del proceso de la línea figura 4.7.

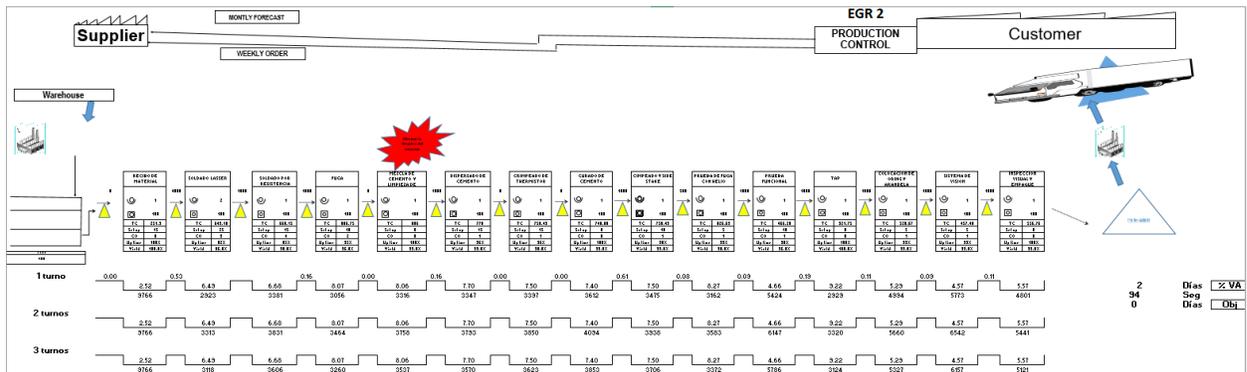


Figura 4.7 VSM

La operación se encuentra en la posición que nos indica la figura 4.8, entre la operación de Fuga y Dispersado de cemento, el tiempo ciclo que se utiliza en la limpieza del conector se utiliza en el pivoteo de la operación de dispersado de cemento para incrementar en esta operación la productividad.

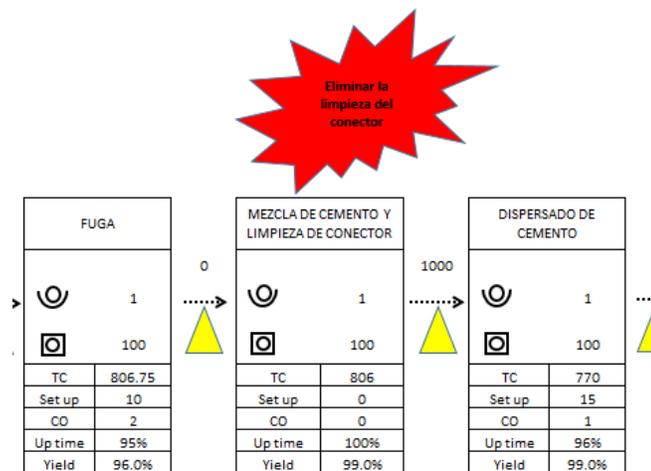


Figura 4.8 parte específica del VSM

11.8 RESPONSABILIDAD EN LAS AREAS DE OPORTUNIDAD

Análisis área de oportunidad se asigna en la operación de mezcla de cemento y limpieza de conector, esto se determina mediante el VSM, y como segunda área de oportunidad es el recibo de material en línea ya que es similar el tiempo ciclo que tiene la operación.

Las tareas con las que cuenta la operación de limpieza de conector son las siguientes:

- Mezcla de cemento
- Limpieza de conector
- Inspección de conector
- Verificación de 5 piezas por charola por gauge go-no go.

En el área de recibo por su parte las actividades a realizar son las siguientes:

- Requerimiento y recibo de material.
- Kiteo de materiales
- Cambio de status de Jobs

11.9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para poder llegar a un resultado óptimo, se realizó un calendario de actividades, el cual se modificó en fchas, pero se fueron cumpliendo cada una de las actividades, tener un calendario donde se coloquen fechas compromiso ayuda a tener organización en el procedimiento del proyecto, de este y cualquier otro, a continuación, mostramos las actividades realizadas cronológicamente dentro del proyecto. (Figura 4.9)^[a1]

Actividades por Quincena	Ago-1a	Ago-2a	Sept – 1a	Sept – 2a	Oct – 1a	Oct-2a	Nov – 1a	Nov. – 2a	Dic-1a
Toma de tiempos de línea de producción									
Elaboración de VSM									
KAIZEN									
Análisis de contaminación									
Pruebas de desprendimiento									
Metodología A3									
Aprobación									
Actualización de VSM									
Eliminación de operación y balanceo de línea									

Figura 4.9 Cronograma de actividades

CAPÍTULO 5 RESULTADOS

12.1 FORMATO A3

Se realiza A3 para la presentación de la efectividad en la limpieza del conector, en el cual se muestran los resultados obtenidos de las pruebas y análisis antes mencionados. (ver Figura 5.1)

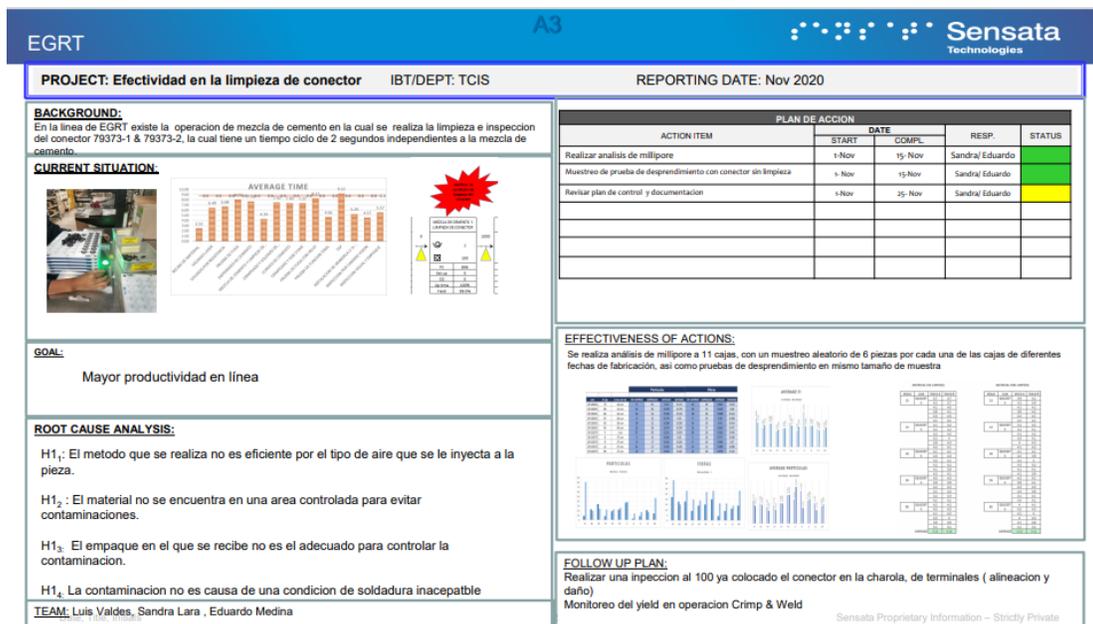


Figura 5.1 Formato A3

12.1 LIMPIEZA DE CONECTOR NO SIGNIFICATIVA PARA EL EGRT

Mediante la información obtenidas en las diversas pruebas que se realizó al producto y con ayuda del A3, se terminó que no era relevante la limpieza del conector para la calidad del producto y se realizaba sin agregar algún valor. Se puede mostrar en las gráficas arrojadas por el programa de Minitab.

12.2 BALANCEO DE OPERACIONES

Se agregan responsabilidades en el área de oportunidad, Recibo de material en línea, quedando de la siguiente manera

- Requerimiento y recibo de material.
- Kiteo de materiales
- Cambio de estatus de Jobs
- Mezcla de cemento
- Inspección de conector
- Verificación de 5 piezas por charola mediante el gauge go no go

Se modifica la inspección al 100% del conector por posible daño en las terminales una vez colocado en las charolas que se entregan a la operación de crimp & Weld para evitar una filtración de piezas malas.

12.3 REDUCCION DE LA OPERACIÓN DE MEZCLA DE CEMENTO

Se elimina operación de mezclado de cemento, eliminando un operador sin afectar el tiempo ciclo de la pieza, quedando de la siguiente manera mostrada en la gráfica 5.1 Haciendo más eficiente el personal con el que se cuenta en línea.

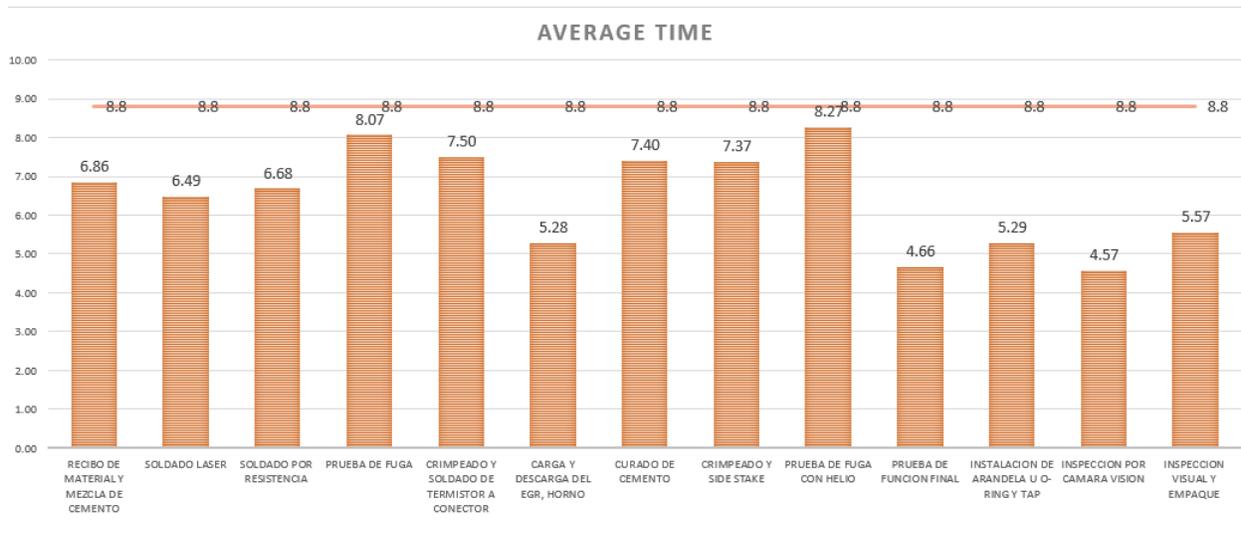


Figura 5.1 Grafica Average time

12.4 VSM ACTUALIZADO

Se actualiza VSM (ver Figura 5.2) sin la operación de mezcla de cemento y limpieza de conector y se modifica la operación de recibo de material. Y en la parte en específico de la operación queda como lo muestra la Figura 5.3.



Figura 5.2 VSM actualizado

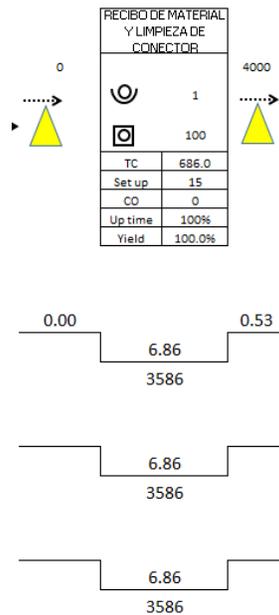


Figura 5.3 Parte del VSM actualizado

12.5 REDUCCION DE LAS H/K Y LAS HORAS HOMBRE

Al eliminar una persona de la cantidad total requerida para la producción del modelo 5024-0740, el ahorro anual para la empresa es de \$ 34387.2 dls. Ya que actualmente se trabaja con tres turnos por lo que se ahorra el costo de 3 personas.

13. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA EMPRESA

En la empresa de Sensata se realizan prácticas comerciales sostenibles que son seguras para sus empleados, contratistas y proveedores, protegen el medio ambiente, son proactivas para abordar los riesgos locales y globales de sus operaciones y brindan apoyo a las comunidades en las que hace negocios.

Ser empleados de Sensata es demostrar el valor de la pasión de la empresa a través del voluntariado. Se enorgullecen de llevar alegría a sus comunidades aledañas.

Los proyectos de voluntarios están diseñados para brindar oportunidades para que sus empleados fortalezcan el impacto en las comunidades e incluyen actividades de jardinería, carpintería, alfabetización y STEM.

Sensata tiene una larga y orgullosa historia de apoyo a las comunidades en las que opera. Durante casi todos sus 100 años de historia, han estado involucrados en programas de alcance que nutren y apoyan la educación, el desarrollo económico, la participación cívica y la diversidad.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

13. CONCLUSIONES

En Sensata Technologies de México, se modificó la línea de producción de EGRT y se eliminó la operación de mezcla de cemento y limpieza de conector sin afectar la calidad del producto y el tiempo ciclo total de la producción del modelo 5024-0740, las operaciones posteriores al proceso son más eficientes y se logró un beneficio para la empresa con el ahorro de las horas hombre de tres personas. Se rediseño la línea de EGRT minimizando los movimientos de traslado, tiempo de producción, desperdicio y por consecuencia también el costo de producción.

El objetivo se cumplió y se definió que el proyecto fue factible en la estrategia usada para el rediseño de la línea de EGRT, su implementación fue aceptada por la empresa y se está trabajando ahora con un proceso menos que no aportaba algún valor al producto.

El tema de la manufactura esbelta en cualquier empresa y negocio es necesario para tener una mejora constante y así poder reducir costos tiempo y mejorar la calidad de sus productos.

Sensata Technologies de México está en constante crecimiento y cuenta con reconocimiento a nivel mundial, por este motivo su sistema de producción debe ser rápido, eficaz y de muy alta calidad para ser competitiva a nivel mundial.

La correcta implementación de las herramientas de manufactura esbelta, darán un resultado positivo para cualquier empresa o línea de producción.

CAPÍTULO 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Desarrollamos varias competencias entre ellas aprendimos aplicando las herramientas de Six sigma, de Lean Manufacturing ya que para realizar un análisis confiable y sustentable realizamos un método sistémico de control y mejora organizacional con esto se logró el control de los procesos más relevantes de la línea de producción y hacerlos más eficientes.

Los valores son principios que trazan el camino que la humanidad debe seguir para que todas se desarrollen plenamente y convivan en armonía. Por ello, son ideales a alcanzar y nos marcan retos para la vida diaria, en cada actividad que realizamos y en cada relación que establecemos con los demás.

Trabajo: debemos de aprender a trabajar en equipo y darnos cuenta de que la competencia no es interna y entender que no hay luchas por puestos o grados interdepartamental ni competencias con otros departamentos, debemos de alentarnos y aspirar a mejores puestos en la compañía.

La superación personal es la actitud resultada de un proceso que hace el individuo al comparar su estado actual y sus experiencias vividas con un estado ideal, esto lo lleva a establecer un proceso de mejora continua.

Gracias a la preparación adquirida en mis estudios, puedo concluir que ha sido una experiencia enriquecedora, y que me llena de satisfacción personal y laborar el poder haber implementado una mejora en el departamento de manufactura, mediante el método Kaizen, esto me reafirma que estoy preparado para nuevos retos y proyectos dentro de nuestra empresa, y que puedo seguir desempeñándome en otras áreas dentro de esta y seguir creciendo laboralmente.

CAPÍTULO 8 FUENTES DE INFORMACIÓN

15. FUENTES DE INFORMACIÓN

1.- Hodson William, K. (2001) *Manual del Ingeniero Industrial*. 4ta. Edición Mac Graw Hill.

2.- HCA, LLC (2003) *Cambio estratégico convincente*. Consultado en Diciembre de 2020. www.lean-6sigma.com

3.- Sensata Technologies (2020). *Historia Sensata Technologies de México*. Consultado en Diciembre de 2020. <https://www.sensata.com/>

4.- Prat Bartés, A. Tort-Martorell Llobés, X. Pozueta Fernández, L (1997) *métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad*. Volum I, Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.

5.- 148. IŠIKAWA, K. (1985) *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*. 1. vyd. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Dále jen Išikawa

6.- Memory Jogger, M. Geoffrey L. (2003) *Manual de implementación de eventos Kaizen* consultado en diciembre de (2020) https://es.qaz.wiki/wiki/Lean_manufacturing

CAPÍTULO 9 ANEXOS

16. ANEXOS

