



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

INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

SANDRA GUADALUPE LARA FLORES

ASESOR:

OSWALDO CASTILLO GÓMEZ

MAYO 2022



Ricardo
2022 Flores
Año de
Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

CAPÍTULO 1 PRELIMINARES

2. Agradecimientos

Agradezco a la VIDA, uno de mis más grandes logros es llegar hasta este momento, agradezco a la vida por darme la fuerza suficiente de continuar, por las pruebas que se interpusieron a lo largo de varios años, por darme sabiduría para continuar el camino que elegí y sobre todo por mantener completa mi familia nuclear y la 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 familia, por la paciencia y el apoyo incondicional que siempre han tenido para mí, por creer en mí a pesar de todos los errores que he cometido, a mis padres que me enseñaron a luchar, a ser una persona perseverante y responsable, por sus valores y la fuerza infinita que tienen para continuar. Mi Luna y mi Sol, por ser esa luz que en días oscuros requería para saber que debía continuar y con más fuerza, por ser mi motivo de seguir caminando y por ser mi mayor proyecto de vida.

Mis amigas y compañeras de vida, Mam que lleva 25 años a mi lado riendo y llorando la vida, Carmen que me enseña a tomar respiros para poder continuar, gracias por las palabras de aliento, la música, los momentos vividos, los abrazos y sobre todo por enseñarme a creer en mí, gracias por encontrarme cuando me siento perdida.

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.

Agradezco a quienes, de una manera diferente, han estado cuidándome y ayudándome a sacar fuerzas donde creía que ya no había.

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 gráficas	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.....	10
6.7 Descripción del puesto del estudiante.....	11
6.8 Clientes de la línea de EGRT.....	11
7. Problema a resolver.....	11
8. Justificación.....	12
9. Objetivos	12
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 Definición de horas hombre (H/K)	20
10.4 ¿En qué consiste una prueba de millipore?	20
10.4.1 Cálculo del nivel de contaminación del conteo de millipore	21
10.5 Descripción 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	27
11.2 Descripción de la línea EGRT	29
11.3 Análisis de contaminación	41
10.4 Prueba de desprendimiento (Pull Test)	42
11.5 Análisis de desprendimiento de soldadura (Pull Test)	42
11.6 Tiempo ciclo de la línea EGRT.....	44
11.7 VSM (Value Stream Mapping)	45
11.8 Responsabilidad de las áreas de oportunidad.....	46
11.9 Cronograma de actividades	47
CAPÍTULO 5 RESULTADOS.....	48
12.1 FORMATO A3	48
12.1 LIMPIEZA DE CONECTOR NO SIGNIFICATIVA PARA EL EGRT	48
12.2 BALANCEO DE OPERACIONES	49
12.3 REDUCCION DE LA OPERACIÓN DE MEZCLA DE CEMENTO	49
12.4 VSM ACTUALIZADO.....	50

12.5 REDUCCION DE LAS H/K Y LAS HORAS HOMBRE	51
13. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA EMPRESA	51
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES	52
13. Conclusiones	52
CAPÍTULO 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	53
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas	53
CAPÍTULO 8 FUENTES DE INFORMACIÓN	54
15. Fuentes de informacion	54
CAPÍTULO 9 ANEXOS.....	55
16. ANEXOS	55

Lista de figuras

Figura 3.1 SPC.....	19
Figura 3.2 Ejemplo niveles de contaminación iso 16232	22
Figura 3.3 Procesos de Soldadura.....	22
Figura 3.4 Procesos de Soldadura por Presión.....	23
Figura 3.5 Welder resistencia	23
Figura 3.6 Pistón de welder	25
Figura 3.7 VSM	26
Figura 4.1 Diagrama de flujo.....	30
Figura 4.1.1 Diagrama de flujo 2.....	31
Figura 4.1.2 Diagrama de flujo 3.....	32
Figura 4.1.3 Diagrama de flujo 4.....	33
Figura 4.1.4 Diagrama de flujo 5.....	34
Figura 4.1.5 Diagrama de flujo 6.....	35

Figura 4.1.6 Diagrama de flujo 7.....	36
Figura 4.1.7 Diagrama de flujo 8.....	37
Figura 4.1.8 Diagrama de flujo 9.....	38
Figura 4.1.9 Diagrama de flujo 10.....	39
Figura 4.1.10 Diagrama de flujo 11.....	40
Figura 4.2 Muestreo de conector.....	41
Figura.4.3 Resultados de prueba de millipore.....	41
Figura 4.4 Prueba de desprendimiento de soldadura.....	42
Figura 4.5 Resultados de la prueba de SPC.....	43
Figura 4.6 tiempo de ciclos.....	44
Figura 4.7 VSM.....	45
Figura 4.8 parte específica del VSM.....	46
Figura 4.9 Cronograma de actividades.....	47
Figura 5.1 Formato A3.....	48
Figura 5.2 VSM actualizado.....	51
Figura 5.3 Parte del VSM actualizado.....	51

Lista de gráficas

Grafica 4.1 Average time.....	44
Grafica 4.2 Producción por hora.....	45
Grafica 5.1 Average time.....	50

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 u hora persona, como también se le conoce, es una unidad de medida que se refiere a un trabajador medio. Por ello esta medida se convierte en una medida común o estándar de cualquier actividad, proceso o proyecto. El reducir el costo de producción genera un ahorro para 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 siete desperdicios que se muestran a continuación:

- Sobreproducción: El exceso de producción se considera como la fabricación no ajustada a las cantidades demandadas.
- Esperas: Este despilfarro contempla tanto a personal pasivo, como a maquinaria inactiva.
- Transportes: Las manipulaciones y traslados de materiales o documentos que no agreguen valor, son consideradas como despilfarros.
- Despilfarros de operación: Realización de actividades innecesarias y/o haciendo uso de maquinaria o herramientas en mal estado.

- Inventario: Unidades obsoletas (materiales, repuestos, producto), excesos de existencias, o almacenamientos intermedios.
- Movimientos innecesarios: Sean innecesarios o incómodos son considerados despilfarros.
- Productos defectuosos: Sean productos o servicios relacionados a reclamaciones, garantías o rechazos.

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 EGRT es de Líder de línea en el área de manufactura, es responsable de la organización de personal, control de inventarios de materia prima, producto terminado, requerimientos de materiales, primeras entradas y salidas de Jobs, listas de asistencia programación de vacaciones del personal y distribución de carga de trabajo según demanda de cliente en línea.

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. Justificación

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: Just in time, manufactura esbelta, manufactura ágil, manufactura de clase mundial, sistema de producción Toyota y otros más. Los resultados obtenidos a través de sus prácticas la convierten en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia. *Mika Geoffrey L. (1999) en Manual de la implementación de eventos Kaizen* se refiere a Lean Manufacturing como una manera diferente de pensar; es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el Lean Manufacturing radica en la premisa de que «todo puede hacerse mejor»; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora.

Como resultado, una organización que aplique Lean Manufacturing debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, y con un costo mínimo. Según entonces, Lean Manufacturing puede definirse como una filosofía de producción que agrupa un conjunto de técnicas que nos facilitan el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con el mínimo costo, una calidad competitiva y alta flexibilidad; de tal forma 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, contribuye a que la organización sea más competitiva, innovadora y eficiente.

10.1.1 Principios claves y fases en la implementación de Lean Manufacturing

Las organizaciones que buscan implementar la metodología Lean o algunas de sus herramientas, evidentemente persiguen objetivos relacionados con el mejoramiento del desempeño de sus procesos. En dicha búsqueda, muchas son las organizaciones que han fracasado en la obtención de resultados significativos. Por tal razón, es muy importante considerar que Lean Manufacturing es una filosofía que precisa de compromiso organizacional y que requiere de una adaptación cultural. A través de la experiencia en procesos de implementación de Lean Manufacturing, expertos han considerado que existen tres principios claves para una adecuada ejecución de las actividades Lean:

- Lean Manufacturing es un proyecto de tipo estratégico: De tal manera que debe estar incluido en el plan estratégico organizacional y relacionado con las prioridades competitivas de la compañía.
- La estructura organizacional debe adaptarse a la metodología Lean: De tal forma que existan procesos más concurrentes y menor «comunicación sobre la pared», es decir que las estructuras funcionales deben migrar hacia estructuras colaborativas.
- Lean Manufacturing es un compromiso de todos: La implementación de la estrategia será gradual, pero debe integrar a todos los niveles de la organización. El mayor cambio en la compañía debe ser de tipo cultural, el mejoramiento debe convertirse en un hábito de todos.

10.1.2 Metodología A3

El A3 Report es una herramienta de resolución de problemas, fundamentada en el Ciclo de Deming (PDCA). Facilita enormemente el aprendizaje organizativo y cataliza la implantación de acciones de mejora. Para hacer esto, el informe A3, además de facilitar la solución del problema, debe ser utilizado como una herramienta para maximizar aprendizaje y cooperación dentro de la organización. Obliga al equipo de trabajo a analizar y sintetizar la problemática en una sola hoja de tamaño A3. El espacio limitado a la hora de exponer un problema permite a todos los interesados ver el problema bajo la misma perspectiva.

El A3 report nos permite separar y destacar lo esencial, para la identificación y resolución de problemas ya que presenta de un modo muy esquemático todos los datos relevantes de un problema, actúa como una herramienta de comunicación estandarizada. Los lectores pueden seguir el guión gráfico y, sin mucho esfuerzo desperdiciado, conocer los antecedentes y el estado del proyecto.

10.2 Herramientas Core Tools

Core Tools es un conjunto de herramientas para diseñar, desarrollar, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios 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 (1985), para describir las perfectas herramientas administrativas que toda empresa y todo conector del proceso de calidad debía manejar. Para tener el dominio y las habilidades necesarias, para desarrollar métodos y sistemas de corrección mucho más eficaces en las diversas áreas de producción.

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

10.2.1 SPC (Control estadístico del proceso)

El SPC son gráficos de control que permiten usar criterios objetivos para distinguir variaciones de fondo de eventos de importancia. Casi toda su potencia está en la capacidad de monitorizar el centro del proceso y su variación. Esta herramienta también es considerada al igual que el APQP, PPAP, AMEF y MSA parte de las core tolls del sector automotriz y es un requerimiento de la especificación técnica ISO-TS16949.

Los objetivos principales del uso de gráficos de Control estadístico de procesos es comprender qué es “diferente” y que es “normal”. Al usar estos cuadros, podemos entender dónde se debe concentrar el enfoque del trabajo para hacer una diferencia. También podemos usar gráficos SPC para determinar si una acción realmente está impactando positivamente un proceso y también usarlos para “predecir” estadísticamente si un proceso es “capaz” de alcanzar un objetivo. Es por eso que se utilizan gráficos SPC (ver figura 3.1 SPC):

- Como forma de demostrar y pensar sobre la variación.
- Como herramienta simple para analizar datos: medición para mejorar
- Como una herramienta para ayudar a tomar mejores decisiones: fácil y sostenible de usar.

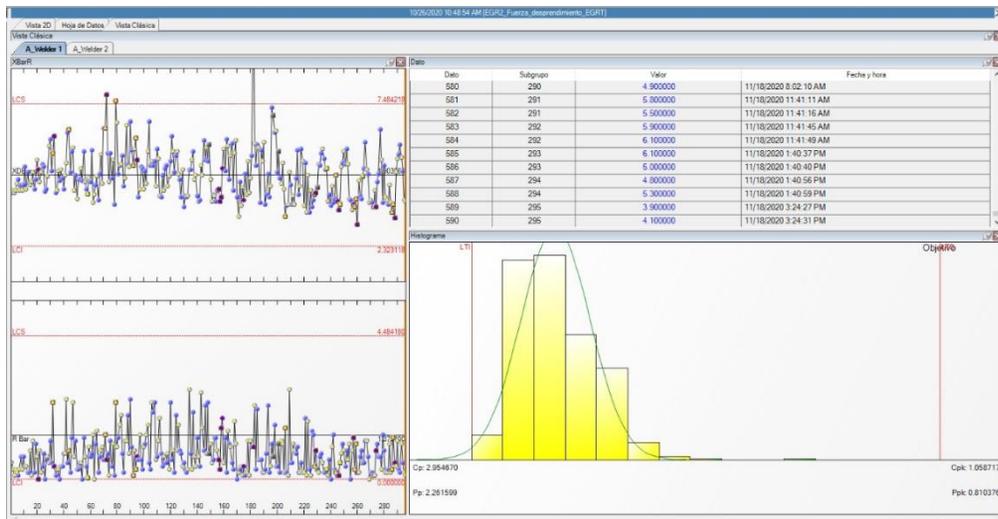


Figura 3.1 SPC

Las piezas varían de una a otra, la variación tiene un patrón, si es estable, forman una distribución y una distribución está caracterizada por:

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

Esta herramienta nos ayuda a entender la variación de un proceso y posteriormente a distinguir lo que es una variación natural de un proceso. A través de métodos gráficos nos ayuda a identificar cuando debemos ajustar un proceso mediante gráficas de control. Adicionalmente nos ayuda a medir capacidades de procesos para el cumplimiento de especificaciones.

Albert Prat nos deja claro en su libro Control y mejora de la calidad (1997) que es importante los métodos estadísticos para una correcta toma de decisiones basadas en datos específicos resultados de análisis y pruebas en cualquier proceso que incluya variables.

10.3 Definición de horas hombre (H/K)

Las horas hombre es una unidad convencional para cuantificar las horas de presencia o intervención de personas en un proceso o actividad. Así decimos que, si dos trabajadores tardan 3 horas en realizar un trabajo, entonces este trabajo tuvo un consumo de seis horas hombre.

El cálculo es útil cuando se planifica la ejecución de un proyecto, la ejecución de un lote de producción, la carga de la administración y cualquier otra actividad o proceso empresarial que requiere asignación de personal.

Este tipo de cálculos también permite establecer el costo de mano de obra directa de un proceso. También es útil para determinar la eficiencia o las mejoras en eficiencias logradas 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.sensata.com/scorecard (2021).

10.4 ¿En qué consiste una prueba de millipore?

La prueba de millipore nos ayuda a determinar el nivel de contaminación por sólidos de diversos materiales dentro de la empresa. Las pruebas "Millipore" deben realizarse de acuerdo con las especificaciones que la empresa establezca, utilizando un muestreo de determinado componente y la prueba de Millipore pueden ser gravimétricas o colorimétricas. Para las pruebas gravimétricas, se utilizarán monitores de doble membrana (con filtros de membrana testigo y de prueba); pero se necesitan sólo monitores de membrana única en el caso de pruebas colorimétricas.

El nivel de contaminación de la muestra puede evaluarse por peso (método gravimétrico) o por el aspecto de la membrana solamente (método colorimétrico), para este último se realiza un escaneo de la membrana que obtuvo al filtrarse el alcohol con el que se bañan

las piezas y se realiza un conteo de fibras y partículas, así como también por sus dimensiones.

10.4.1 Cálculo del nivel de contaminación del conteo de millipore

Para la mayoría de los estándares de limpieza, se proyecta un número abstracto en lugar del número real de partículas medidas (o extrapoladas). A continuación, se comprueba el nivel de contaminación para cada clase de tamaño de partícula. Este es el segundo nivel de clasificación, pero esta vez las partículas no son clasificadas según su tamaño. Más bien, las clases se definen según la cantidad de partículas de la clase. Estos niveles de contaminación permiten la comparación simple y rápida de diferentes mediciones de limpieza, aunque a veces se trate de una simplificación excesiva.

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

Estos tipos de contaminación se definen 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 ver figura 3.2), pero pueden definirse de forma diferente para otro tipo de normas (p. ej. para SAE AS4059).

Class	Particles Absolute	Particles per 1000 cm ³
B	1476	2059.0
C	598	834.2
D	179	249.7
E	94	131.1
F	5	7.0
G	2	2.8
...

Particles	Contamination level
...	...
2 to 4	2
4 to 8	3
8 to 16	4
16 to 32	5
32 to 64	6
64 to 130	7
130 to 250	8
250 to 500	9
500 to 1000	10
1000 to 2000	11
2000 to 4000	12
...	...

Figura 3.2 Ejemplo niveles de contaminación iso 16232

10.5 Descripción de los procesos de soldadura

Existen diversos tipos de soldadura, sin embargo, dependiendo lo materiales o lo requerido por el proceso, es el método que se debe utilizar a continuación se muestra una tabla con el proceso de soldaduras (Ver figura 3.4) mostrando los tipos de soldadura y sus fases.

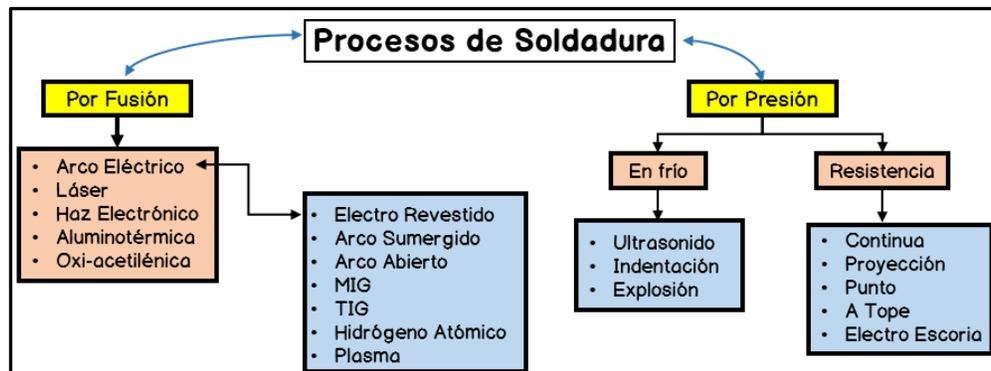


Figura 3.3 Procesos de Soldadura

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.

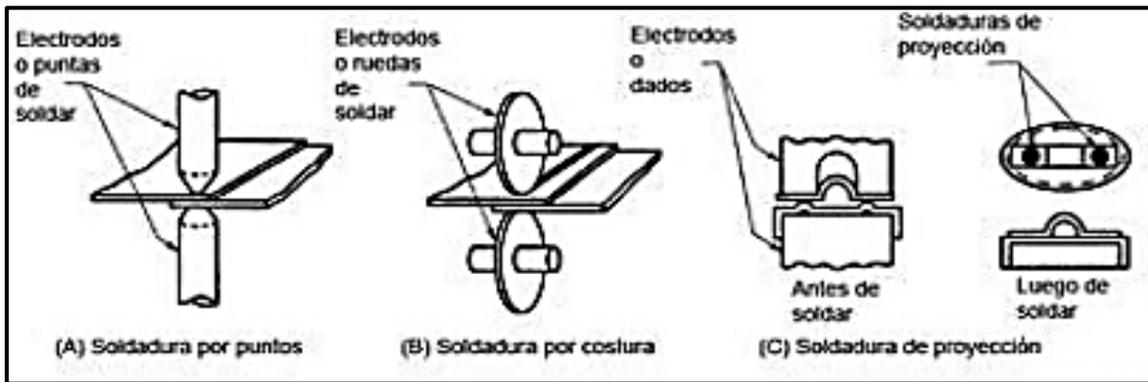


Figura 3.4 Procesos de Soldadura por Presión

¿Cómo se hace una soldadura por resistencia? Las dos piezas de metal que van a unirse son presionadas juntas por los electrodos de la máquina soldadora de manera que hagan un buen contacto eléctrico, entonces se pasa la corriente eléctrica a través de ellos, se los calienta hasta que empiecen a derretir en el punto donde están en contacto.

El metal fundido de las dos piezas fluye y las piezas se unen; entonces la corriente se apaga y el metal fundido se solidifica, formando una conexión metálica sólida entre las dos piezas, el término "Soldadura de Resistencia" viene del hecho de que es la propiedad eléctrica de la resistencia del metal a ser soldado la que causa el calor que se generará cuando la corriente fluye a través de él. (ver figura 3.5).

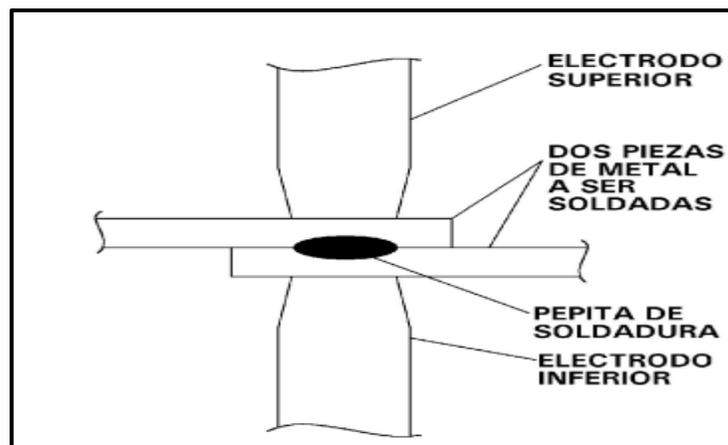


Figura 3.5 Welder resistencia

¿Cuáles son los factores importantes al hacer una soldadura? Importante para la formación apropiada del área fundida entre las piezas a ser soldadas es la magnitud de la corriente, el tiempo durante el cual esta corriente fluye, y la fuerza al presionar las partes juntas, el valor óptimo de esos parámetros varía con el tipo de metal y su grosor.

Programas de soldadura por resistencia están disponibles a través de la Sociedad Americana de Soldadura, Asociación de Fabricantes de Soldadura de Resistencia y la mayoría de los fabricantes de máquinas soldadoras.

¿Cómo se obtiene la fuerza en los electrodos? El tercer factor crítico en la soldadura de resistencia es la fuerza de presión sobre los metales juntos (Fuerza de Electrodo).

Esta fuerza es necesaria para asegurar un buen contacto eléctrico entre las partes que van a ser soldadas, y para mantener las partes fijas hasta que el metal derretido que forma la junta sólida tenga tiempo de solidificarse.

Dependiendo del tamaño y tipo de máquina soldadora, se usan varios métodos de desarrollo de los electrodos, pero el más común es usar aire comprimido. En un cilindro con un pistón.

El cilindro va rígidamente unido al marco de la máquina soldadora y el pistón móvil está conectado al electrodo superior, el aire comprimido introducido en el cilindro desarrolla una fuerza en el pistón que, en su tiempo, empuja hacia abajo el electrodo contra el metal a ser fundido.

El monto de la fuerza aplicada depende del área del pistón y de la presión del aire comprimido, en el ejemplo precedente donde 600 libras de fuerza del electrodo se requería un pistón de diámetro de cinco pulgadas, necesitaría una presión de aire de 30 libras por pulgada cuadrada (Ver figura 3.6).

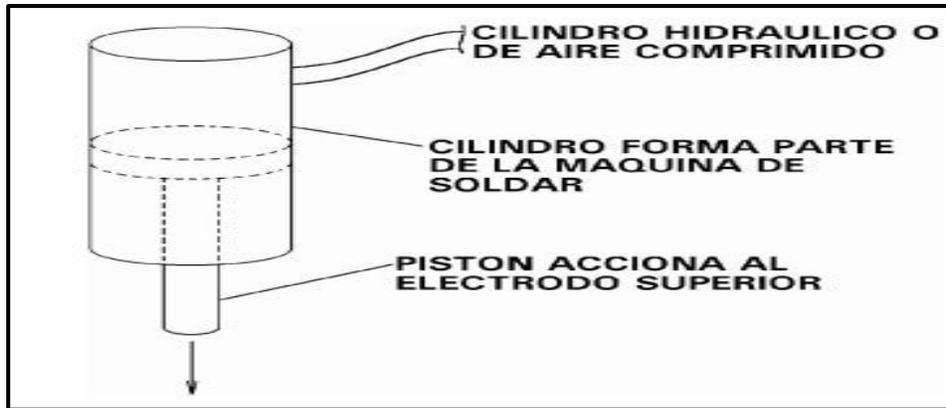


Figura 3.6 Pistón de welder

10.6 Tiempo ciclo

El tiempo ciclo es un parámetro que queda establecido para cada proceso, se define como el tiempo en el que un proceso se ejecuta, ya sea un proceso de maquina o un proceso manual. Este tiempo queda definido en función de una serie de parámetros y del dependerán diferentes aspectos relacionados con la productividad y la gestión de la producción.

En primer lugar, debemos enmarcar el tiempo de ciclo como aquel donde se aporta valor al producto o servicio. Es decir, el tiempo en el que se transforma la materia prima y pasa a ser producto acabado para ese proceso.

10.7 VSM (Value Stream Mapping)

Es una técnica grafica que permite visualizar todo un proceso a detalle y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas.

VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

El propósito del Value-stream Map (VSM) es resaltar las fuentes de desperdicios, por eso la implementación de un VSM debe hacerse en un periodo corto de tiempo, la meta es construir procesos que estén vinculados con los clientes, trabajando al Tack time, en flujo continuo y tirados por el cliente (Pull).

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

- Identificar el proceso cuello de botella
- Identificar el dónde se desperdician productos
- Identificar el dónde se desperdician recursos (tanto hombres como máquinas)
- Definir inventarios Max y min., identificar la causa de estas existencias
- Identificar las soluciones adecuadas para eliminarlos.
- Identificar cual flujo empujado debería ser jalado y en consecuencia y a cuáles les falta el respeto por el FIFO.

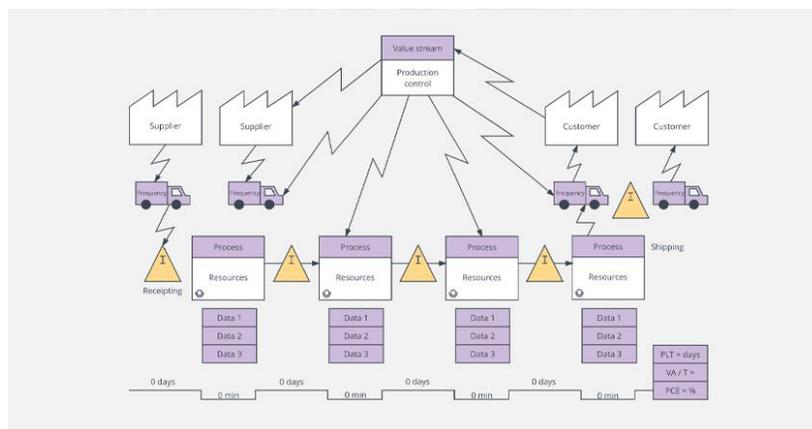


Figura 3.7 VSM

CAPÍTULO 4 DESARROLLO

11. Procedimiento

El Lean Manufacturing (o simplemente Lean) es una filosofía de trabajo que busca la forma de mejorar y optimizar los sistemas de producción eliminando los “desperdicios”. En este caso, por “desperdicios” entendemos los procesos que usan más recursos de los necesarios: un tiempo de espera demasiado largo para que el cliente reciba el producto, por ejemplo.

El objetivo final del Lean es generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo, buscando nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. La cultura del Lean Manufacturing no es algo que empiece y acabe, sino que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas. Es por ello que usamos esta filosofía para poder lograr nuestro objetivo.

Las empresas que implantan el Lean Manufacturing reducen entre un 20% y un 50% los costos de compra, de producción y de calidad. Para ello, se trata de conciliar tres aspectos:

- Efectividad: se satisfacen las expectativas del cliente.
- Eficiencia: se usan los recursos de forma adecuada para ser efectivos, eliminando todo lo que no aporta valor a la experiencia del cliente.
- Innovación: todos los procesos se revisan para mejorar de manera constante.

11.1 Funcionamiento del sensor de EGRT

El sensor de temperatura del circuito de gases de escape (EGRT) es un sensor pasivo, el cual ayuda a controlar la función de válvula EGR, está diseñado para cumplir

con los requisitos de aplicación de acuerdo con cada cliente (Ford, General Motors, FCA). El sensor está diseñado para unirse entre un conector de acoplamiento y la válvula EGR, el sensor se sellará al bucle EGR por medio de una junta tórica y un sello de metal a metal o por medio de un sello de metal a metal con arandela de presión, el contacto con el sensor se realiza a través de terminales plateadas que conectan el sensor eléctricamente a través del mazo de cables al PCM.

El sensor mide la temperatura de los gases de escape; la temperatura de paso aumentará cuando la válvula EGR esté abierta y los gases de escape fluyan, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la resistencia eléctrica en el sensor, el PCM puede interpretar este voltaje en una temperatura y determinar si la válvula EGR debe cerrarse o abrirse.

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.

Ningún pin del sensor está conectado directamente a la alimentación del vehículo. Una resistencia se encuentra regulada entre un voltaje de referencia y 5 volts de corriente directa del PCM y la terminal del sensor. La línea de señal proporciona un voltaje de salida analógico en relación con la temperatura detectada por su termistor. El termistor EGRT cambia la resistencia en función de la temperatura del aire (mezclado con los gases de escape) en el sistema de re-circularización de gases de escape.

11.2 Descripción de la línea EGRT

Esta línea de producción que pertenece al negocio de TCIS dentro de la parte de sensores automotrices de la empresa SENSATA TECHNOLOGIES, el area en cuestión cuenta con un total de 14 operaciones para llegar a un producto ya terminado, las cuales son (ver figura 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, se mostrará el diagrama de flujo de la línea EGRT para entender un poco más en la parte y el proceso que realiza Resistence 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 deforma- tion after weld- ing	^	Correct param- eters ***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 ful- ly 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	
○	◇		➔		Part is hermetically sealed = Press: 48.2 +/- 1.5 PSIG Leak rate: 0.5 cc/min		(operators in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
					Mechanical strength above specification Weld joint must pass leak test at Mass flow leak tester before and after Impact test		Correct process parameters are loaded Recipe: EGRT	
					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		Correct electrodes used ***5024-0740*** Lower: M14 Upper: Standard	
					5024-0740 & 5024-0747 Holder=18356 8-007 Slug=60 +/- 5 grams Height=1.0 meters		***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

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	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 within the specified number of cycles Electrode must be replaced for a new rectified electrode	
				END	OF OPERATION			
				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 thermistor leads. 2. Both terminals must be crimped Location of connector terminals relative to thermistor leads Both ears must be evenly crimped		Crimp pressure in specification 40 PSI ±3 Components are fully seating on tooling Components must be fully seating on tooling as per shown on Visual Aids.	
				END	OF OPERATION			
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 Pull strength at weld level in specification Min 3.82 lbf		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)	
						FF/S	Correct process parameters are loaded Recipe: FORD Verify parameters on Work instruction	FF
							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.
^ ○	^	^	^ ➔	^ Crimp & Weld operation - Resistance weld thermistor leads to connector terminals (MFG EGR2 0300A) [Machine: CW1]	^ Full strength at weld level in specification Min 3.82 lbf		Run verification parts for thermistor lead and polyamide sleeve position 1 Left sleeve on weld area 1 Right sleeve on weld area 1 No sleeve (left lead) 1 No sleeve (right lead) 1 Thermistor out of position (sleeves not surrounded by terminal ears) 1. Good	
				END	OF OPERATION		Electrode life within the specified number of cycles Cycles must be less than or equal to 5000	
○			➔	Crimp & Weld operation - Pre-Assembly machine (MFG EGR2 0300A) [Machine: B2H]				
○			➔	Potting mix operation - Thermal Potting Mixing (MFG EGR2 0400A) [Machine: PM1]	Cement used within the allowed time Cement must be used within the next 65 minutes after mix (after the water touches the cement)		Correct mixing profile 1. Mix time: 1:30 min 2. Speed: 2000 RPM *MUST BE MIXED TWICE* - Mix first time. - Break lumps (if there are) with the lab spoon, - Mix second time.	
○			➔	Potting mix operation - Pour potting from mixing cup to syringe (MFG EGR2 0400A) [Machine: PM1]	Correct potting amount in syringe Mix must be above reference line in syringe according to work instruction			
				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 param- eters 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: 1915MKS 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

Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Process element/Operation description	Product characteristic	Class.	Process characteristic	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		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)	
					Cup free of damages Cup must not have: 1. Burrs 2. Bulging (use gauge) 3. Incomplete crimp (use gauge)		in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
					Crimp height in specification Crimp height must be between: 0.2279 to 0.2372 in	FF/S	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 OPERATION	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		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)	
○	◇		➔		Presence of witness mark on hexbody All part must have the presence of witness mark on the Hexbody		in process of training are allowed if they are trained by certified operator or the Process team)	
					Sensor free of damages All the parts must be free of damages in the Connector and the Hexbody according to visual aids		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 L3: YYDDDS + Lot num ----- ***5024-0747*** L1: JT1A-9U498-AA + FORD logo L3: 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

Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Sym- bol	Process ele- ment/Opera- tion descrip- tion	Product char- acteristic	Class.	Process character- istic	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]	^ Probe is straight, not bent Parts must have the probe straight, not bent	^	<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 OPERA- TION			
○		□	➔	Visual Inspec- tion (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 dam- ages Connector must be free of dam- ages or materi- al 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: - Correct (see format in FFT operation) - Visible - Centered</p> <p>Crimp area free of damages The crimp area must not: - Have burrs - Be deformed - Have bulging</p> <p>Correct conditions of weld Body-Endcap The weld must be: - Free of holes - Complete - Free of burns</p> <p>Tube free of damages The tube must not be: - Bent - Crushed - Broken</p> <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: 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 Análisis de contaminación

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 Análisis 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

#CAJA	Lote	Weld A	Weld B
15	QS13257	3.7	4.7
		5	4.2
		4.1	4.5
		3.6	4.1
		4.5	4.3
		4.1	4.1
14	QS13257	4.1	4.2
		5	4.2
		4.2	4.2
		4.2	4
		3.9	4.3
		4.3	4.1
40	QS13257	4.1	4.1
		5	4.3
		4.2	4.1
		4.2	4.2
		4.1	3.9
		4.2	4.1
35	QS13257	4.3	4.3
		5	3.9
		4.2	4.2
		4.1	4.2
		4.2	4.3
		4.1	4.1
85	QS13257	4.2	4.2
		5	4.3
		4.1	4.2
		4.3	4
		3.9	3.9
		4.1	4.1
AVERAGE		4.13	4.16

MATERIAL CON LIMPIEZA

#CAJA	Lote	Weld A	Weld B
15	QS13257	3.9	4.2
		5	4.2
		4.1	4.2
		3.9	4.2
		4.4	4.1
		4.1	4.1
14	QS13257	4.1	4.2
		5	4.2
		4.1	4.2
		4.3	4.1
		4	4.3
		4.1	4.2
40	QS13257	4.1	4.1
		5	4.2
		4.1	4
		4.3	4.2
		4.1	4.1
		4.1	3.9
35	QS13257	4.2	4.1
		5	3.9
		4.3	4.3
		4.3	3.9
		4.1	4.1
		4.3	4.1
85	QS13257	4	4.1
		5	4.2
		4.1	4
		4	4.3
		4.1	3.8
		4.1	4.2
AVERAGE		4.13	4.11

Figura 4.5 Resultados de la prueba de SPC

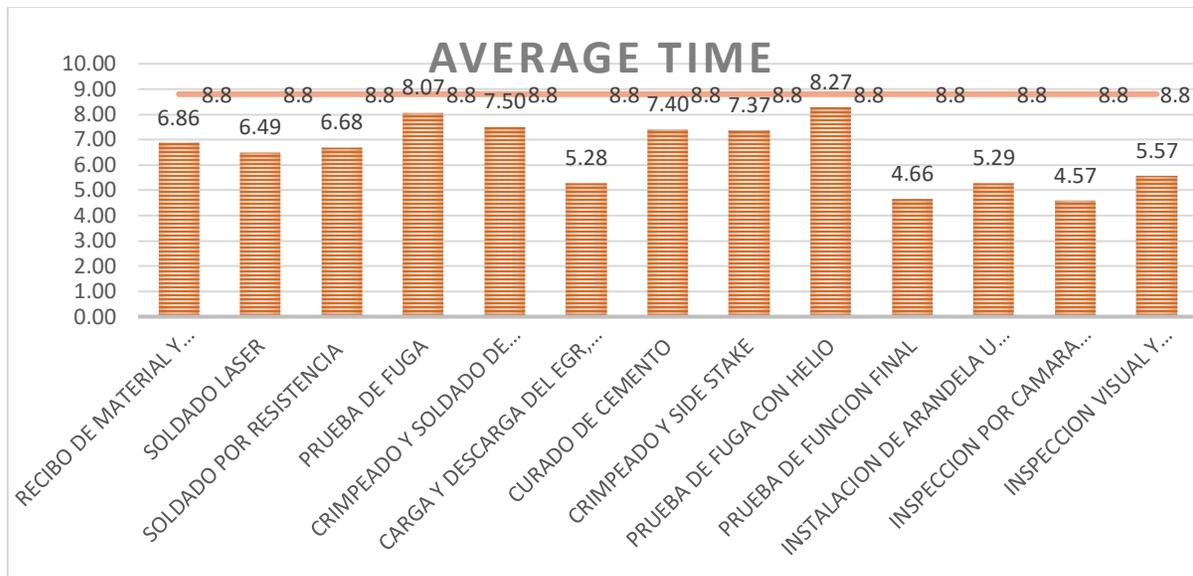
Mediante un gráfico comparativo se analizaron los datos arrojados según la prueba de desprendimiento que se muestran en la figura 4.5 Valores obtenidos de las dos welder por las que se realiza el proceso de soldadura por resistencia.

11.6 Tiempo ciclo de la linea EGRT

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	Pts	PPH	Average Time	Task time	
RECIBO DE MATERIAL	2700	2750	3580	3450	3880	3450	2450	2620	2875	2455	2860	2750	2860	2865	3015	3025	2864	2964	3001	2850	2362	1176	1429	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	232	296	296	290	286	278	64	829	4.34	8.8	
CRIMPEADO Y SOLDADO DE TERMINATOR A CONECTOR	404	420	403	390	386	385	416	425	390	405	408	410	405	410	418	415	401	403	408	403	405	54	480	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
CRIMPEADO 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	5.29	8.8	
INSPECCION POR CAMARA VISION	4	6	4	3	3	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 ENPAQUE	574	465	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



Grafica 4.1 Average time



Grafica 4.2 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.

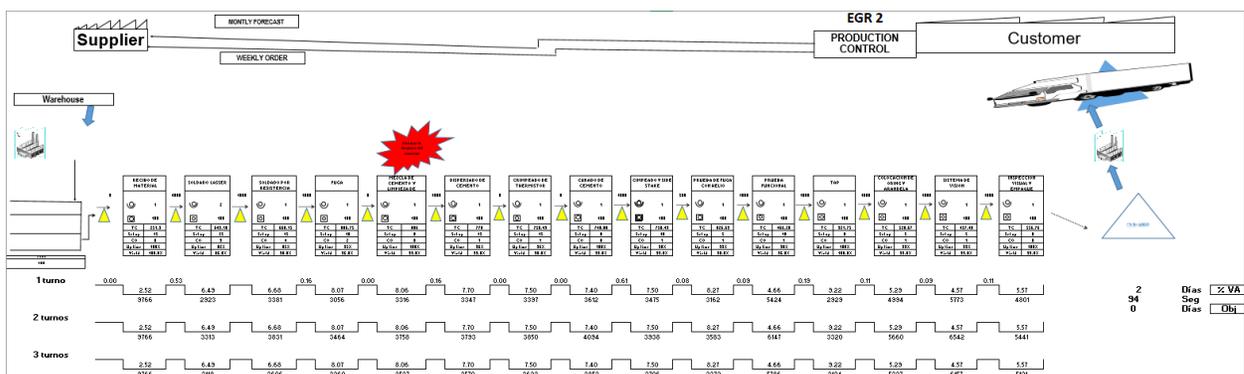


Figura 4.7 VSM

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 use invierte en la

limpieza del conector se utilizara en el pivoteo de la operación de dispersado de cemento para incrementar en esta operación la productividad.

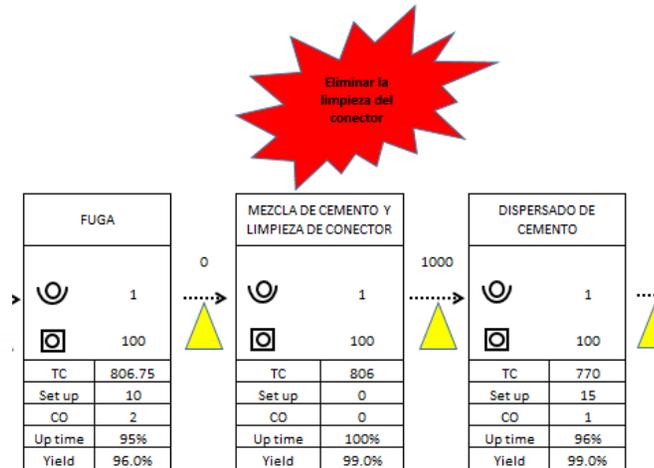


Figura 4.8 parte específica del VSM

11.8 Responsabilidad de las áreas 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 optimo, se realizó un calendario de actividades, el cual se modificó en fachas, per 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. (ver figura 5.1)

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).

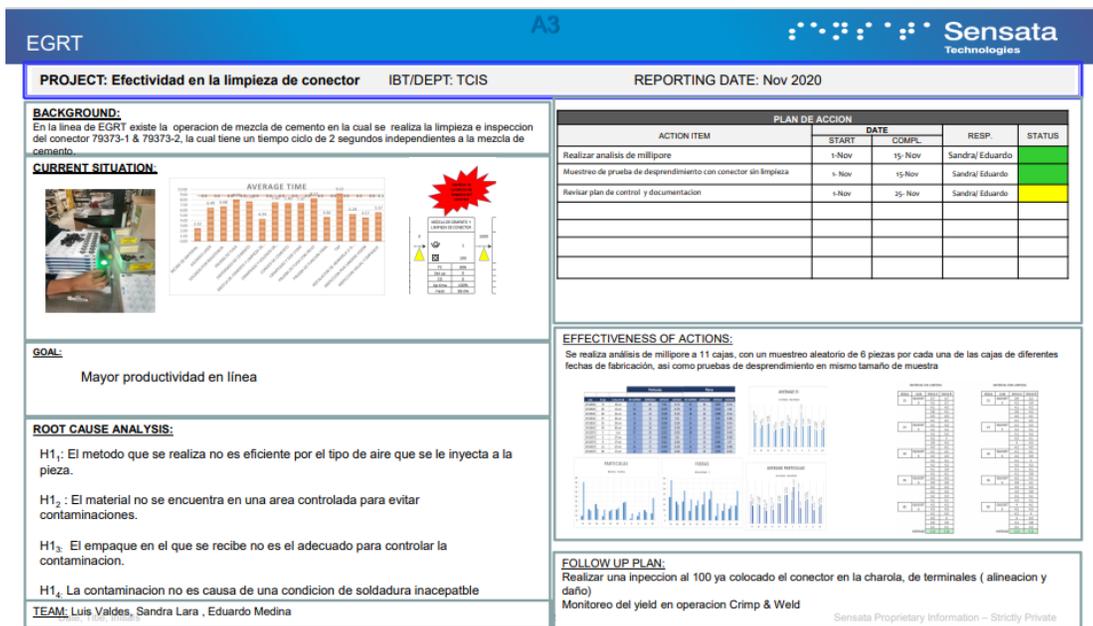


Figura 5.1 Formato A3

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

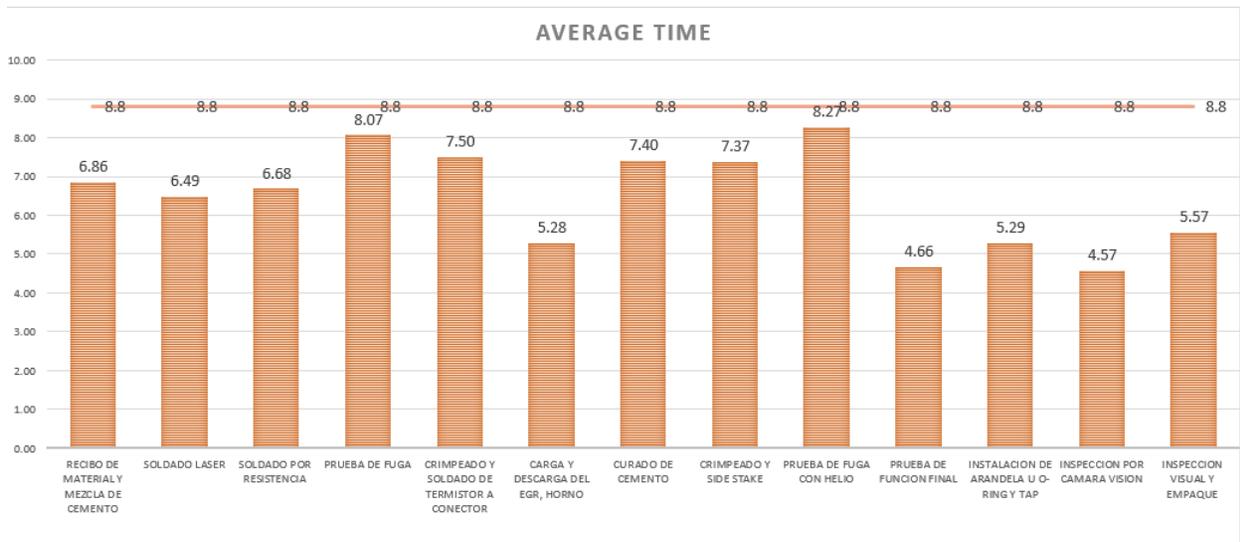
Se agregan responsabilidades en el área de oportunidad, Recibo de material en línea, quedando de la siguiente manera

- 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.



Grafica 5.1 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 Fig. 5.3.

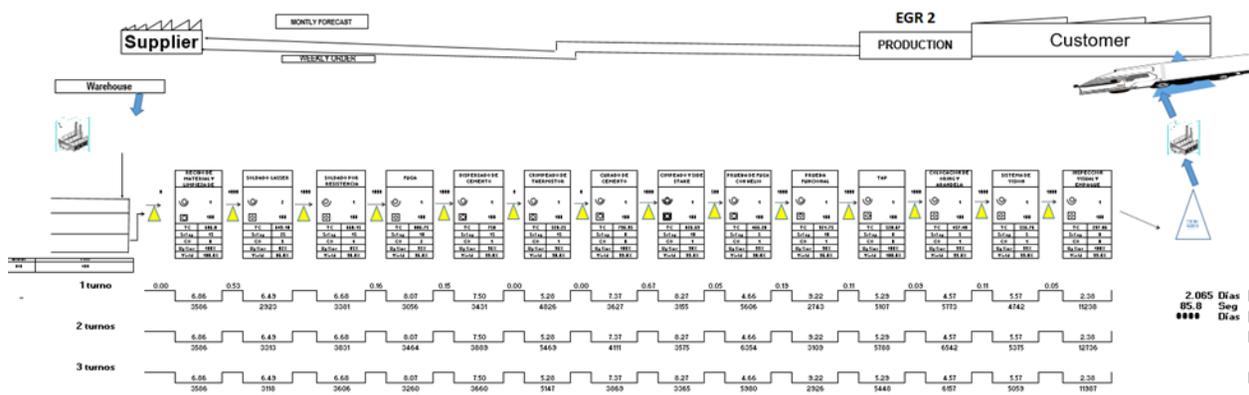


Figura 5.2 VSM actualizado

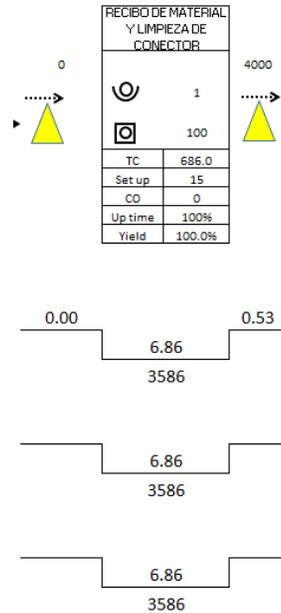


Figura 5.3 Parte del VSM actualizado

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 dlls. 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 en equipo debemos de aprender que la competencia nunca debe ser interna, es decir; no debe de haber luchas de poder o control ni competencia interdepartamental o personal por 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 que le permite actuar, ser o hacer alguna acción mejor que en otras ocasiones.

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 informacion

- 1.- K. Hodson William. Maynard, Manual del Ingeniero Industrial. Tomo II. Cuarta edición. Mac Graw Hill, México, Septiembre de 2001
- 2.- HCA, LLC (2003)Cambio estratégico convincente www.lean-6sigma.com
- 3.- 7 Herramientas de la calidad, Edwin Garro.

4.- Sensata Technologies (2020). Sensata Technologies de Mexico. Historia <https://www.sensata.com/>

5.- Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad. Volum I, pàg. 25. Albert Prat Bartés, Xavier Tort-Martorell Llobés, Pere Grima Cintas, Lourdes Pozueta Fernández. Edicions Universitat Politècnica de Catalunya, 1997.

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

7.- The Lean Enterprise Memory Jogger. Mika, Geoffrey L. (1999) Manual de implementación de eventos Kaizen Page, Julian (2003) Implementing Lean Manufacturing Technique. Manufactura esbelta - https://es.qaz.wiki/wiki/Lean_manufacturing

CAPÍTULO 9 ANEXOS

16. Anexos

Welder soldadura que sirve para unir dos elementos en forma solida

PCM La modulación por impulsos codificados (MIC o PCM por las siglas en ingles de pulse code modulation)

A3: A3 Report es una herramienta de resolución de problemas.

AMEF: Análisis del Modo y Efecto de Fallas, también conocido como AMEF o FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis)

APQP: APQP – Planificación Avanzada para la Calidad de Productos – (Advanced Product Quality Planning)

COLORIMETRICAS: método para la cuantificación de la percepción del color.

CORE TOLS: Core Tools es un conjunto de herramientas principalmente usadas en el sector automotriz también conocidas como PPAP, APQP, FMEA, SPC y MSA

CRIMPADO: procedimiento de empalme de cables, especialmente utilizado para conectores

EGRT: acrónimo de Exhaust Gas Recirculation o Recirculación de Gases de Escape

GO- NO- GO: son herramientas de medida mecánicas manuales usados en líneas de producción para garantizar que se ha producido el mecanizado y se ha realizado correctamente.

GRAVIMETRICAS: Método por precipitación: Técnica analítica clásica que se basa en la precipitación de un compuesto de composición química conocida tal que su peso permita calcular mediante relaciones, generalmente estequiométricas, la cantidad original de analito en una muestra.

H-K Horas-Mil.

JOBS: Trabajos.

MILLIPORE: Prueba de fibras y sólidos.

MSA: Analisis de Sistema de Medición.

PCM: La modulación por impulsos codificados (MIC o PCM por las siglas en ingles de pulse code modulation).

PPAP: Por sus siglas en ingles Production Part Approval Process (Proceso de Aprobación de partes de producción)

PPH: (Patent Prosecution Highway, por sus siglas en inglés) Procedimiento Acelerado de Patentes.

PULL TEST: Prueba de desprendimiento.

SOLDADO: Unión de dos elementos en forma sólida.

SPC: Por sus siglas en ingles statistical process control, mejor conocido en español como control estadístico de proceso, son gráficos de control.

TERMISTOR: Es un elemento de detección de temperatura.

VSM: Value Stream Mapping. (Mapa de Flujo de Valor) es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso.

WELDER: soldadura que sirve para unir dos elementos en forma sólida.