

PROYECTO DE TITULACIÓN

*FALLA DE EMC EN EL NÚMERO DE PARTE 16CP14-1 EN
EL PROCESO DE CALIBRACIÓN.*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

EVELIA GONZÁLEZ MACIAS

ASESOR:

ING. ARTEMIO SOLÓRZANO FUENTES

NOVIEMBRE

CAPITULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos

Mi agradecimiento a mi familia, por su apoyo, comprensión y sobre todo por no dudar de mi capacidad para lograr concluir mi carrera profesional a pesar de haber dejado los estudios hace más de 30 años, como dicen nunca es tarde para continuar y me siento satisfecha de haberlo logrado, saber que todo el esfuerzo que puse y el fijarme esta meta y cumplirla, tiene recompensas y espero seguir subiendo peldaños hasta dónde Dios me permita, no darme por vencida.

Doy mis más sinceras gracias al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, por darme la oportunidad de formar parte de esta gran Institución, a mi asesor interno Ing. Artemio Solórzano Fuentes, que con su gran experiencia ha logrado impulsar y desarrollar en mí, la pasión por el cumplimiento a los requerimientos de los clientes en el ámbito laboral en líneas de producción, así también agradezco a mi asesor externo Ing. Mónica Araceli Díaz González por su paciencia para guiarme en el desarrollo del presente proyecto.

Y a cada uno de mis maestros por los conocimientos adquiridos, por guiarme y ser parte de este proyecto y brindarme todo su apoyo para la conclusión satisfactoria de mis estudios profesionales, al haberme compartido conocimientos que me sirven en el ámbito laboral para lograr superarme día a día.

Agradezco a mis compañeros de estudio porque de alguna manera formamos un gran equipo los que llegamos hasta este nivel nos impulsamos unos a otros para avanzar hasta donde hemos llegado y a pesar de los obstáculos que se me presentaron, ahí estuvieron motivándome a continuar.

A Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V. por darme la oportunidad de aplicar mis conocimientos y tomar experiencia en sus líneas de producción (ver Anexo 1).

3. Resumen

El presente proyecto nombrado Falla de EMC en el número de parte 16CP14-1 en el proceso de Calibración, se desarrolló en la Empresa Sensata Technologies de México S. de R.L. de C.V en la ciudad de Aguascalientes, en área de manufactura específicamente en la celda 21 de negocio de APT PT2.

En el presente documento se describen algunas de las herramientas de Mejora continua, Seis sigma aplicadas durante el desarrollo del proyecto, las cuales fueron utilizadas sistemáticamente para llegar a la solución del problema detectado.

En el presente documento se desglosa por capítulos la información a detalle, con una estructura secuencial que nos permite entender la problemática y desarrollo del mismo, hasta llegar a la solución usando las herramientas adecuadas de la metodología DMAIC.

También se mencionan las especificaciones del proceso que se realizó para cada una de las tareas realizadas, las cuales son detalladas en un cronograma de actividades.

Posteriormente se verifican los resultados obtenidos a partir de las acciones de mejora y se analiza cuáles son las acciones de control para la mejora continua, mismas que se deben llevar a cabo por la importancia que representa para considerar y mejorar futuros proyectos.

En cuanto a las conclusiones se destaca la satisfacción de haber llegado a buen término el presente proyecto y obtener los resultados esperados al identificar el problema y solución en cuanto a la mejora de rendimiento por pérdida en la Falla de EMC en el número de parte 16Cp14-1.

Así también se mencionan brevemente las competencias desarrolladas a lo largo de las etapas que se llevaron a cabo en el proyecto.

Y por último se plasman las referencias bibliográficas consultadas para la realización de todo el documento.

4. Índice

CAPITULO 1: PRELIMINARES	II
2. Agradecimientos.....	II
3. Resumen.....	III
4. Índice	IV
CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	7
5. Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del residente. .	8
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	12
8. Justificación.....	12
9. Objetivos General.....	13
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.	14
10. Fundamentos teóricos	14
CAPITULO 4: DESARROLLO	31
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	31
Actividad 4.1 Análisis de datos de Calibración	31
Actividad 4.2 Confirmación de falla de EMC.....	32
Actividad 4.3 GR&R por variables	34
Actividad 4.4 Revisión del proceso.....	35
Actividad 4.5 Pruebas con diferentes fuerzas de CRIMPEADO.....	36
Actividad 4.6 Dimensional de componentes.	37
Actividad 4.7 Prueba de intercambio de componentes.	38
Actividad 4.8 Comparativo entre sensores similares.	39
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	41
12. Resultados.	41
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	61
13. Conclusiones del proyecto.....	61
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.	62
14. Competencias desarrolladas y aplicadas.....	62
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	63
15. Referencias de libros.....	63
Bibliografía	63
16. Referencias de sitios web.....	63

CAPÍTULO 9. ANEXOS.....	64
17. Anexos	64
Anexo 1. Aceptación de la solicitud de residencias profesionales.	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2 Planta Sensata Technologies en Aguascalientes.	9
Figura 2.4 Organigrama de Sensata Technologies, Aguascalientes.....	11
Figura 3.1 Transductor automotriz de presión.	14
Figura 3.2 Módulo (EMC).	15
Figura 3.3 Hexport.....	17
Figura 3.4 Conexión para medición de EMC	18
Figura 3.5 Pareto por proceso	19
Figura 3.6 Fases de la metodología del proceso.	21
Figura 3.7 Metodología de la Mejora del Proceso.....	21
Figura 3.8 Metodología la de Mejora del Proyecto.....	22
Figura 3.9 Uso de Gráficos.....	23
Figura 3.10 Fuentes de variación del proceso.	24
Figura 3.11 Variación observada.....	25
Figura 3.12 Repetibilidad.....	26
Figura 3.13 Reproducibilidad.....	27
Figura 3.15 Criterios en % de tolerancia.....	28
Figura 3.16 Diagrama de Ishikawa.	30
Figura 4.1 Cronograma de actividades.....	31
Figura 4.2 Pareto de modo de falla de la prueba de EMC.	32
Figura 4.3 Tendencia de rendimiento.	33
Figura 4.4 Tendencia de falla en EMC	33
Figura 4.5 Estudio estadístico por variables R&R.....	34
Figura 4.6 Diagrama de Ishikawa.	35
Figura 4.7 Muestreo de piezas comprimidas a diferente fuerzas.	36
Figura 4.8 Comparativo de compresión.....	37
Figura 4.9 Dimensional de componentes internos en laboratorio de calibración.....	37
Figura 4.10 Ambos sensores: X69 y 16CP14-1 son muy similares.....	38
Figura 4.11 Componentes similares de ambos sensores.	38

Figura 4.12 Hipótesis rechazada.	39
Figura 4.13 Comparativo entre sensores similares.	39
Figura 5.1 Concentrado de resultados obtenidos.	41
Figura 5.2 Pareto por proceso	42
Figura 5.3 Pareto por modo de falla.	42
Figura 5.4 Tendencia de rendimiento.	43
Figura 5.5 Estudio Gauge R&R	44
Figura 5.6 Resultado de capacitancia dentro de tolerancia.	45
Figura 5.7 Dispensado de conformal en correcta posición.	45
Figura 5.8 Dispensado de conformal en incorrecta posición.....	46
Figura 5.9 EMC TABS de tierra.	47
Figura 5.10 Tabla de los grupos a diferentes fuerzas de dobléz.	47
Figura 5.11 Componentes dentro de especificación.	48
Figura 5.14 Tabla de dimensiones dentro de especificación.	49
Figura 5.15 Componente interno support ring ambos son similares.	49
Figura 5.16 Seccionado de sub ensamble – separación.....	50
Figura 5.17 Valores de separación entre los TABS y el anillo de soporte, de ambos sensores.	50
Figura 5.18 Cálculo de separación.	51
Figura 5.19 Parámetros de Optimización de herramienta.	51
Figura 5.20 Prueba de intercambio de EMA.	52
Figura 5.21 Resultado de Valores con el intercambio de módulo.	53
Figura 5.22 Thckness TABS.....	54
Figura 5.23 Documento ECO	55
Figura 5.24 Solitud de actualización de dibujos del módulo.....	56
Figura 5.25 Detalle de acciones correctivas.	56
Figura 5.26 Tendencia de Mejora implementada.....	57
Figura 5.27 Boom de componentes de Hoja Viajera 16cp14-1.....	58
Figura 5.28 Hoja viajera con sus respectivos resultados de falla EMC.	59
Figura 5.29 Tendencia con la Mejora Implementada, representada en gráfico de dinámicos. ...	60

CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5. Introducción.

Este proyecto estará enfocado a encontrar la causa raíz de porque el sensor tiene una pérdida de rendimiento en la línea de producción 21, se realizará un análisis general del proceso de producción del sensor de presión 16CP14-1 transductor que va instalado en la transmisión de los vehículos para la transmisión trasera de 8 velocidades.

Para esto se requiere identificar la operación con mayor pérdida de rendimiento mediante un Pareto que nos muestre donde enfocaremos el proyecto en este caso será en el proceso de calibración, posteriormente será importante identificar el modo de falla en un Pareto para poder aplicar las herramientas estadísticas necesarias para resolver el problema.

Para este proyecto se estructuró nueve capítulos, los cuales fueron necesarios para su elaboración:

En el capítulo 1 se muestra un resumen de lo que es el problema encontrado en el sensor 16CP14-1 en el proceso de Calibración.

En el capítulo 2 hablamos en la introducción específicamente de la problemática que se tiene en la falla de EMC en el sensor automotriz número de parte 16CP14-1.

El capítulo 3 se enfoca en la Teoría de las herramientas utilizadas para resolver el problema, causa raíz de la falla de EMC en el número de parte 16CP14-1.

En el capítulo 4 nos enfocaremos en mostrar cada una de las actividades desarrolladas de acuerdo al cronograma marcado.

En el capítulo 5 se plasma los Resultados obtenidos mediante las herramientas de análisis utilizadas para la disminución de la falla de EMC en el número de parte 16CP14-1 cuyo plan de producción está en celda 21.

En el capítulo 6 se plasman las conclusiones del proyecto.

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

Sensata Technologies de México S. de R.L. de C.V, es una empresa global de tecnología industrial que se esfuerza por crear un mundo más limpio, más eficiente, electrificado y conectado, cuenta con una amplia cartera de sensores, componentes de protección eléctrica y soluciones ricas en sensores; con centros de operaciones y negocios en diferentes países, entre las cuales se incluyen China, Japón, Alemania, Corea, Malasia, Estados Unidos, Bulgaria, Francia, Irlanda del Norte, Brasil, Bélgica y México. Siendo un líder mundial y uno de los primeros innovadores en sensores y controles.

Actualmente Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V se ubica en Aguascalientes desde 1997 en Av. Aguascalientes Sur # 401 (ver figura 2.1), se producen alrededor de 47,000 productos únicos para sus diferentes aplicaciones, desde sistemas de frenos automotrices hasta controles de vuelo de aeronaves.



Figura 2.1 Ubicación de la Planta Sensata Technologies

En la actualidad la empresa Sensata Technologies de México está compuesta por diferentes negocios, se muestra el área como está organizada (figura 2.2).



Figura 2.2 Planta Sensata Technologies en Aguascalientes.

Misión

Mejorar la seguridad, la eficiencia y la comodidad para millones de personas todos los días.

Visión

Ser un líder mundial en soluciones de detección de misión crítica diseñado para hacer que el mundo sea más limpio, seguro y sostenible.

Objetivo principal.

De los sensores que fabrica es dar seguridad, comodidad y eficiencia a millones de personas en todo el mundo.

Área de trabajo del residente.

Este proyecto se desarrolló en la empresa Sensata Technologies de México, S. de R. L. de C.V. en área de manufactura de APT, en cuarto de ambiente controlado específicamente en la celda 21, donde se produce el número de parte 16CP14-1 en conjunto con el departamento de Proyectos, donde se contribuye a la implementación, diseño e innovación de procesos, así también el desarrollo de sistemas estratégicos para la optimización de los recursos con que se cuenta, evaluación y mejora de los procesos de área APT en un entorno global ético y con responsabilidad.

En la figura 2.3 se muestra la fachada de acceso al edificio central de Proyectos de la Planta Sensata Technologies, Aguascalientes.



Figura 2.3 Edificio Central de Proyectos

Organigrama de la empresa

En la figura 2.4 se muestra el organigrama de la empresa Sensata Technologies, así como él o los responsables de las áreas funcionales.



Figura 2.4 Organigrama de Sensata Technologies, Aguascalientes.

Principales clientes de Sensata Technologies.

- General Motors
- Caterpillar
- Emerson
- Nissan
- Ford
- Continental Automotive
- Land-Rover
- Airbus
- Volkswagen

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

El presente problema que se menciona el proyecto de falla de EMC en el número de parte 16CP14-1 en el proceso de calibración, tenemos una deficiencia en la funcionalidad del sensor que se presenta con un bajo YIELD en falla EMC en la línea del negocio de celda 21.

Los problemas identificados en la calibración son:

- Falla del EMC por baja capacitancia.
- Baja de resistencia por problema en modulo.

8. Justificación

Es importante reducir la pérdida por falla en EMC en el sensor 16CP14-1, porque la línea de producción tiene un impacto financiero por bajo rendimiento y capacidad en la línea, debido a bajo YIELD en piezas reportadas como scrap en el proceso de calibración.

Con este proyecto se pretende mejorar la calidad del sensor en cuanto a la falla de EMC, y mejorar el rendimiento del proceso en calibración, debido a que actualmente la línea de producción de este sensor, reporta una pérdida elevada en dólares estimada de \$157,572 debido al exceso de material scrap (material no funcional, que no cumple con requerimientos del cliente), y que ha ido incrementando en las últimas corridas, lo cual estima una pérdida financiera bastante más elevada, con una demanda de producción actual de medio millón de unidades y con posibilidades de incrementar a 1 millón de unidades por año.

Por eso es necesario llevar a cabo el proyecto de falla de EMC en el número de parte 16Cp14-1 en el proceso de calibración en donde su funcionalidad es reducir en un 2% el scrap.

9. Objetivos (General y Específicos)

General:

Identificar la causa raíz de la falla de EMC en el sensor 16CP14-1 de la celda 21.

Específicos:

- Identificar la falla de EMC del sensor 16CP14-1 en la celda 21.
- Reducir en una proporción del 2% del scrap que actualmente se produce.
- Disminuir las pérdidas ocasionadas por el scrap que se está produciendo.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.

10. Fundamentos teóricos

Este problema afecta la calidad del sensor y el rendimiento de la línea de producción debido a que se tiene una pérdida de capacidad y financiera.

Analizando el flujo del proceso de elaboración del modelo 16CP14-1, sensor que va en la transmisión de vehículos automotrices, se detectó una pérdida significativa en el proceso de calibración, específicamente en la prueba del EMC, en comparación a otros modelos de sensores de presión automotriz similares.

El sensor 16CP14-1, supervisa la presión de la línea de fluido dentro de la caja de transmisión, a medida que el líquido fluye a través de una serie de cámaras y canales.

El objetivo de los sensores es recopilar datos de presión, que influyen en la sincronización y el funcionamiento del cambio, y en última instancia en la calidad del cambio.

El sensor 16CP14-1 tiene su aplicación en la presión de la línea de transmisión de automóvil, y su funcionamiento es mejorar la calidad del cambio entre marchas.

A continuación se detallan las aplicaciones de los sensores automotrices, algunos de sus componentes y las herramientas mediante las cuales se desarrolla el presente proyecto.

En la figura 3.1 muestra el APT (Transductor automotriz de presión).

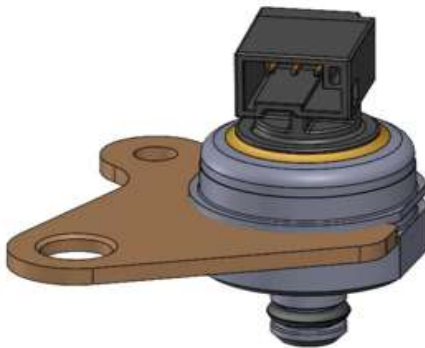


Figura 3.1 Transductor automotriz de presión.

Transductor: convierte la presión en voltaje.

Vcc: Voltaje de alimentación con el que funciona el APT (0 volts a 48 volts).

Vout: Voltaje de salida que provee el APT (% Vcc).

Gnd: Tierra o referencia para el voltaje.

Terminales:

- a) Vcc: Terminal que recibe el voltaje. Se representa con un porcentaje del voltaje de alimentación. **%Vcc**
- b) Vout: Terminal que provee el voltaje.
- c) GND: Terminal de tierra.

ASIC: Circuito integrado para una aplicación específica.

EMA: Su función es convertir cambios en capacitancia del CSE en cambios de voltaje.

¿Qué es el EMC?

EMC son las siglas en inglés de compatibilidad electromagnética (figura 3.2).

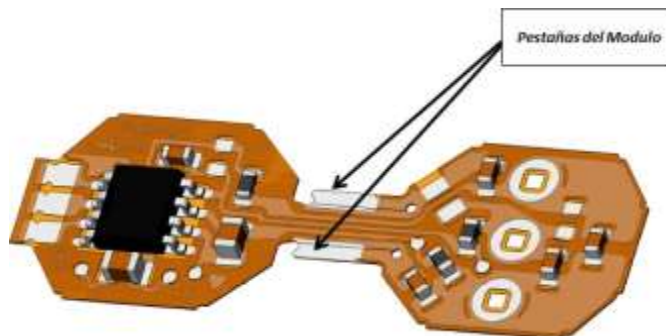


Figura 3.2 Módulo (EMC).

Se dice que un dispositivo es compatible electromagnéticamente con el ambiente para el que fue diseñado cuando opera normalmente sin conducir o radiar cantidades excesivas de energía electromagnética, o sin ser susceptible a estas energías generadas por fuentes externas o internas.

¿Qué es EMI?

EMI son las siglas en ingles de interferencia electromagnética.

Es radiación emitida por circuitos que originan señales no deseadas (interferencia o ruido) que pueden ser inducidas en otros circuitos. Esto puede provocar la obstrucción, interrupción o degradación del desempeño del circuito afectado.

Fuentes de EMI

Tormentas eléctricas, transmisiones de radio y televisión, líneas de alta tensión, motores eléctricos, celulares, etc.

¿Qué efectos puede tener la EMI en APT?

La salida de voltaje del APT puede presentar un comportamiento errático o irse a las áreas de saturación.

¿Cómo se minimiza la EMI en el APT?

Se incluyen capacitores en el módulo que funcionan como filtros.

La conexión de los capacitores con el HEXPORT (ver figura 3.3), se realiza a través de unas pestañas del módulo que son prensadas contra el hexport durante la operación de ensamble final y doblez (crimper).

La idea es que cualquier interferencia electromagnética se desplace por la superficie del hexport y sea filtrada hacia tierra a través de los capacitores. Esto no elimina la interferencia, pero sí la minimiza de manera que no provoque un comportamiento anormal del componente.



Figura 3.3 Hexport

La prueba de EMC consiste en medir la capacitancia y la resistencia del circuito de capacitores localizados entre el pin de tierra y el hexport. La capacitancia es el valor que más nos interesa.

El tener las lecturas correctas de capacitancia y resistencia asegura que:

- Los capacitores del circuito son de los valores correctos.
- Se está utilizando el módulo o circuito correcto.
- El ensamble y doblado final se ha realizado de la manera correcta y con la fuerza adecuada.

¿Cómo probamos el EMC? (ver figura 3.4)

Se usa un medidor de presión LCZ o LCR

- Keithley modelo 3321.
- QuadTech modelo 1920.

Los parámetros para realizar la prueba en modo remoto son los siguientes:

- Onda senoidal de 50 mV, 10KHz (Keithley) o de 300 mV a 50KHz (Quadtech).
- Circuito en modo serial.

El seteo del medidor es realizado automáticamente por la calibradora al iniciarse la aplicación.

- El medidor tiene que estar encendido antes de inicializar la calibradora.

La medición generalmente se realiza entre el hexport y la terminal de Tierra (GND), siempre se mide capacitancia e impedancia.

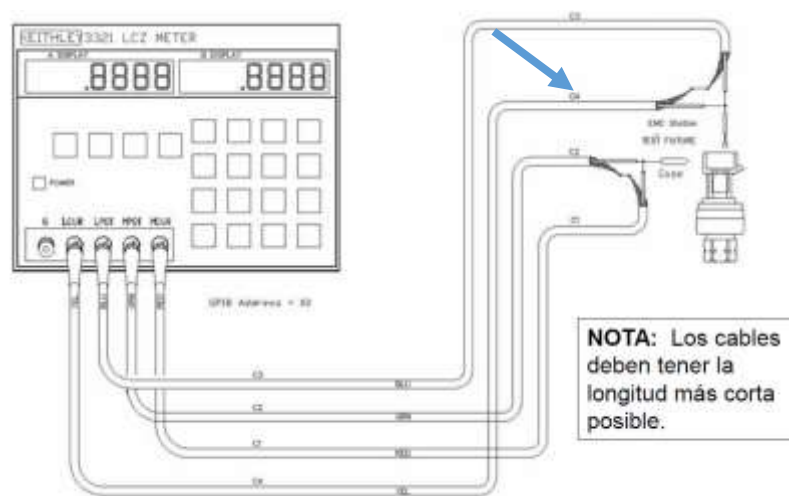


Figura 3.4 Conexión para medición de EMC.

Herramientas.

Existen distintas herramientas para el control y aplicación de métodos de mejora continua.

A continuación se enlista algunas herramientas que en particular nos ayudarán a realizar un análisis a fondo de los riesgos más significativos de la problemática a resolver.

Diagrama de Pareto:

El diagrama de Pareto (figura 3.5) es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas.

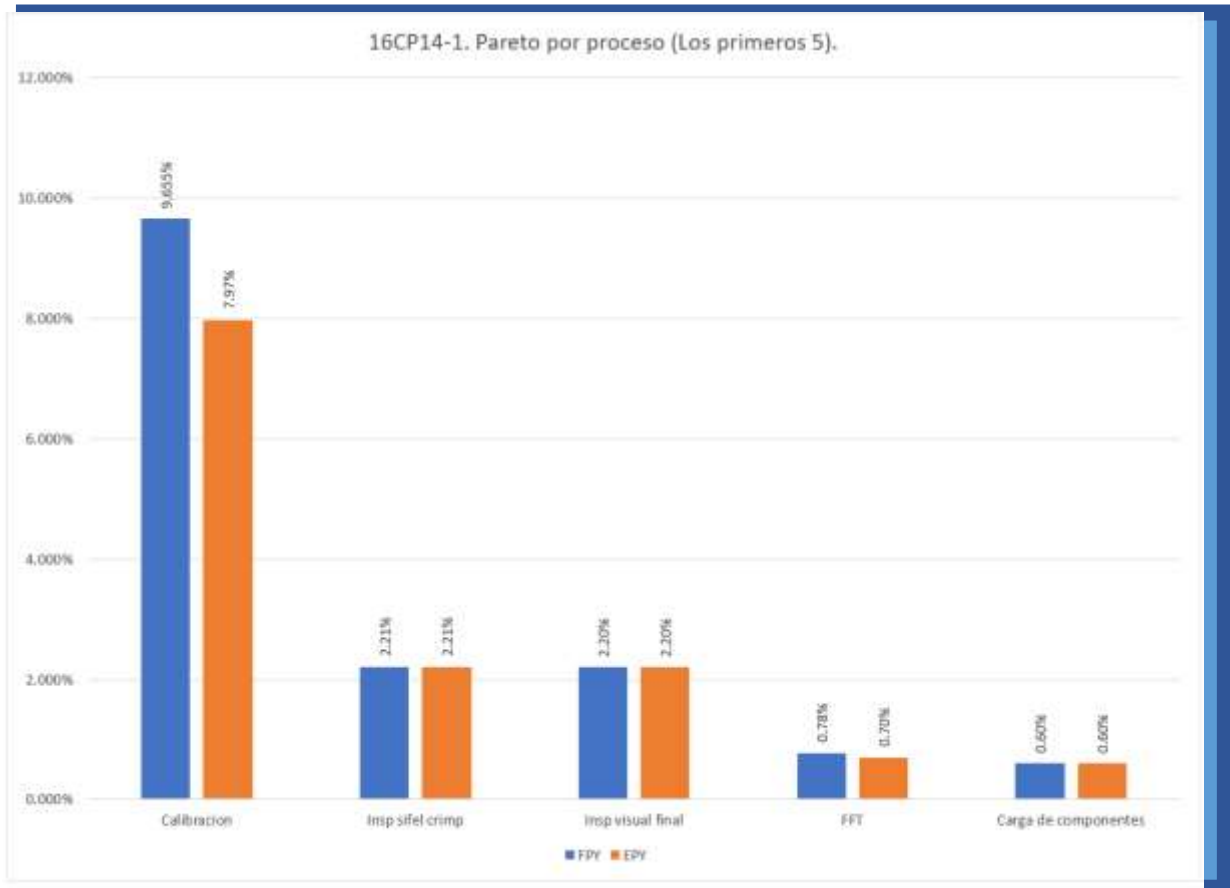


Figura 3.5 Pareto por proceso

Se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa.

La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” al trabajar en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos puedan tener mayor impacto.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como Ley 80-20, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total.

Seis Sigma

Un enfoque a una mejora continua sustentable (ver figura 3.6):

- Se mueve hacia nuestro objetivo de hacer de Sensata una compañía a nivel mundial.
- Fomenta un lenguaje común y de cooperación entre plantas.
- Utiliza herramientas estadísticas para la mejora significativa de la capacidad del proceso.

Ayuda a Sensata a:

- Desarrollar personal experto y futuros líderes.
- Aumentar la capacidad con un mínimo de capital.
- Cumplir con los objetivos de productividad.
- Mejorar el servicio al cliente.

La Metodología de la Mejora del Proceso



Figura 3.6 Fases de la metodología del proceso.

En la figura 3.7 muestra como se lleva a cabo la metodología de la mejora del proceso.

La Metodología de la Mejora del Proceso

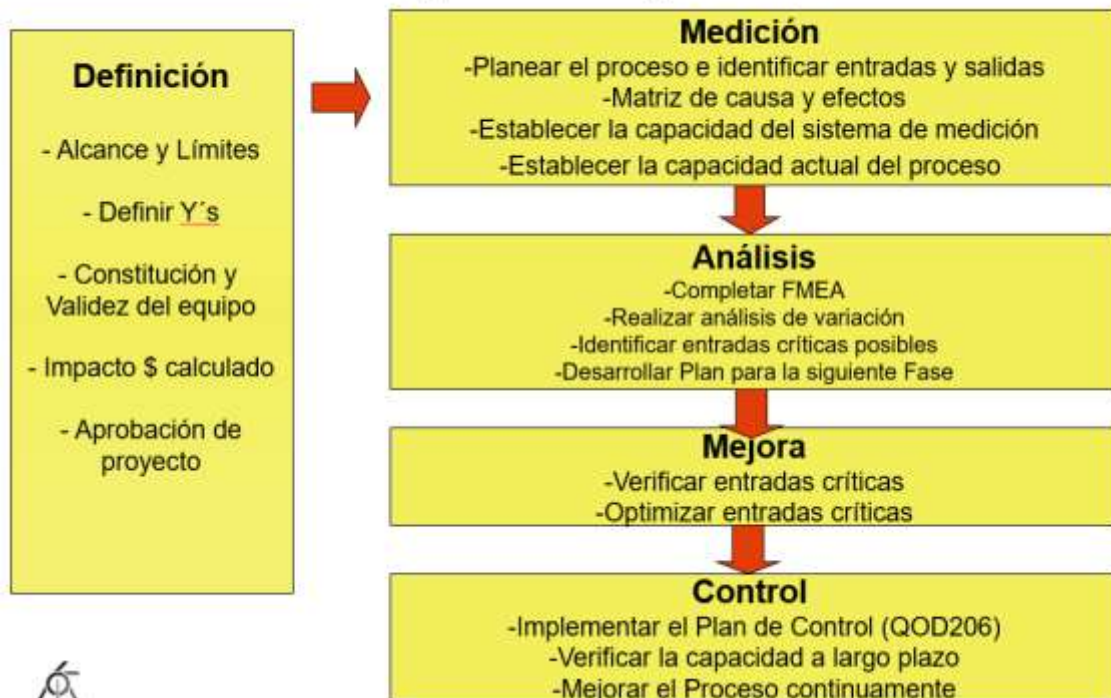


Figura 3.7 Metodología de la Mejora del Proceso.

En la figura 3.8 muestra como se lleva a cabo la metodología de la mejora del proyecto.

METODOLOGIA DE LA MEJORA DEL PROYECTO

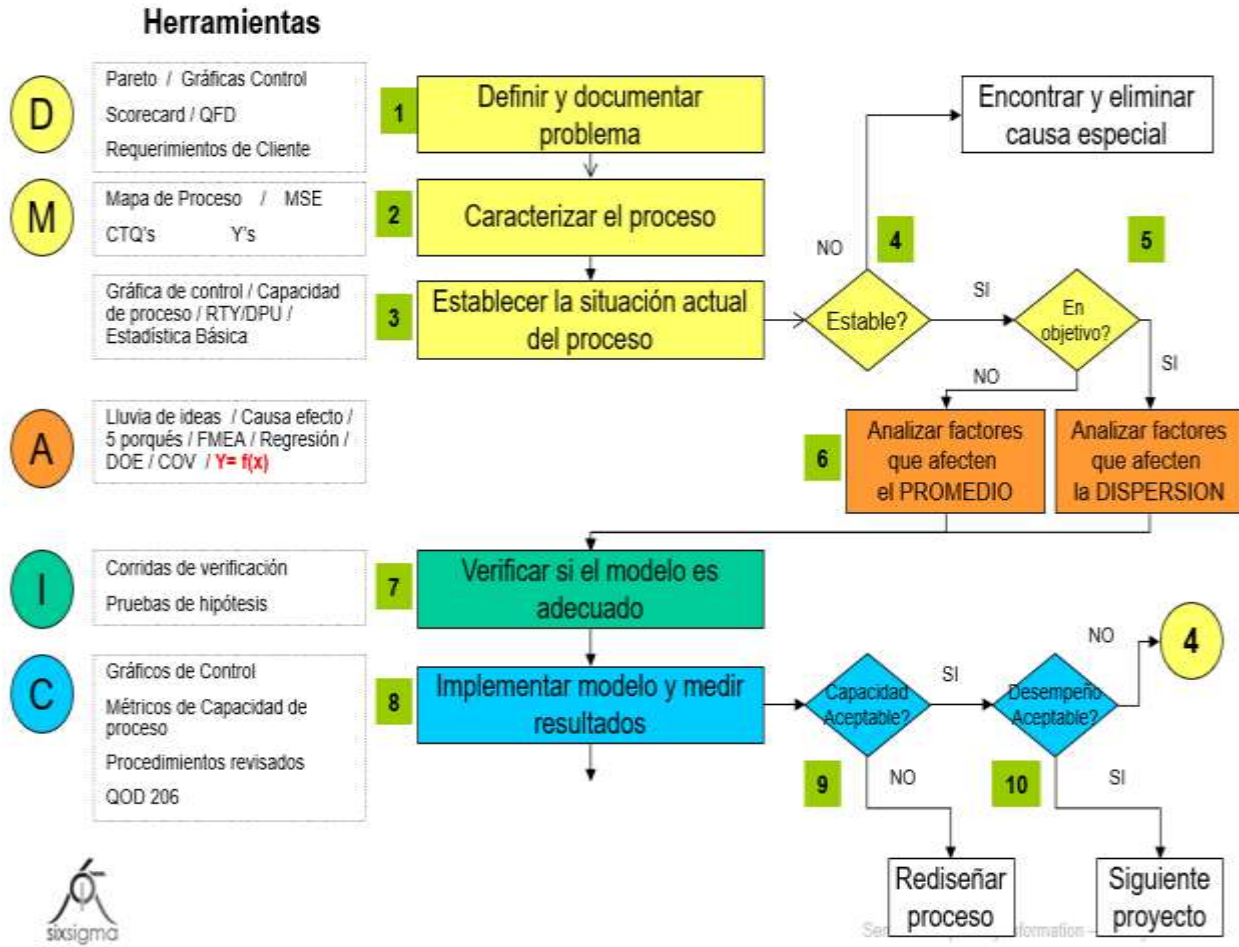


Figura 3.8 Metodología la de Mejora del Proyecto.

En la figura 3.9 se muestra los beneficios que proporciona el uso de Gráficos:

- ayudan a identificar problemas.
- analizar las posibles causas potenciales de riesgo.
- centrar los esfuerzos en las áreas más significativas.
- Mantener en Control los procesos productivos.

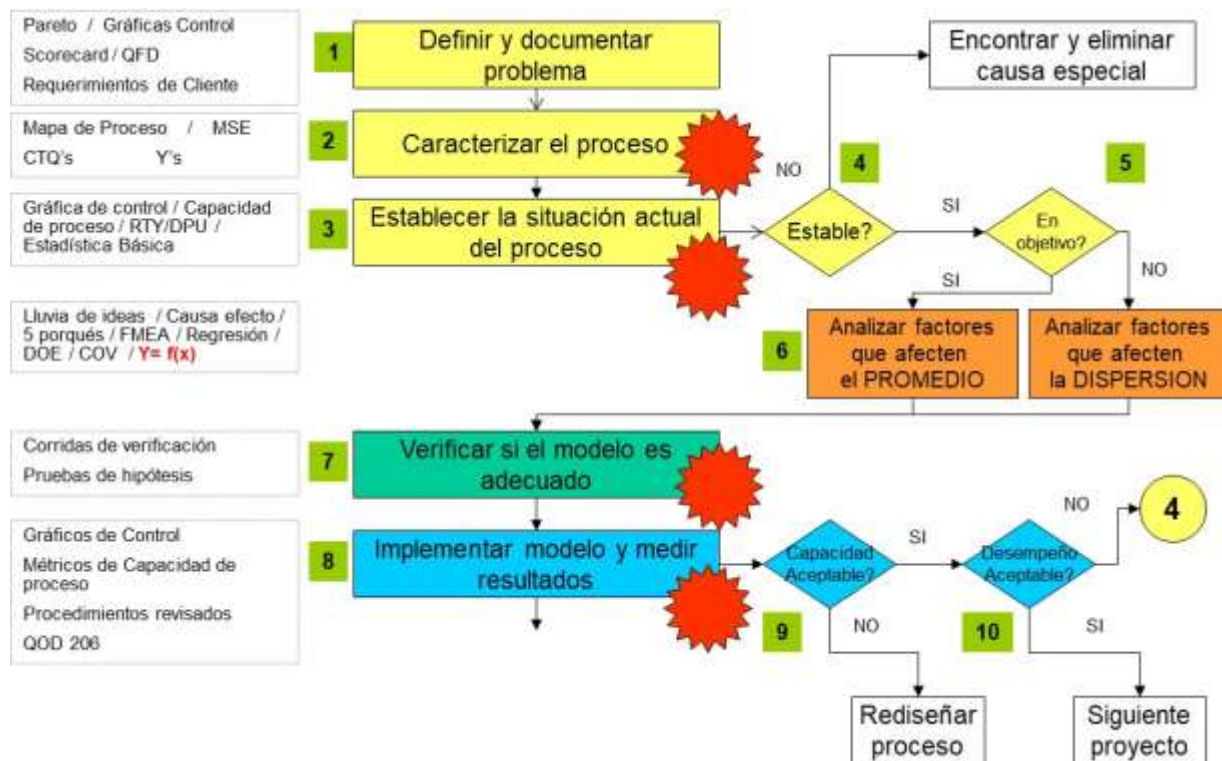


Figura 3.9 Uso de Gráficos.

Proceso de Medición

- El Sistema ideal de Medición proporciona mediciones “verdaderas” continuamente.
- La calidad del sistema de Medición se caracteriza con las propiedades estadísticas.
- El proceso de Medición debe incluir :
 - Diseño y Certificación a largo plazo.
 - Control.
 - Reparación y re-certificación.
- Propiedades:
 - Tiene que estar bajo Control Estadístico.
 - La variabilidad tiene que ser poca en relación con las especificaciones del producto.
 - La discriminación debería de ser un décimo de la especificación del producto o de la variación del proceso.

Posibles Fuentes de variación del proceso.

En los procesos productivos de manufactura existen varios factores de variación que pueden impactar o modificar el proceso, en la figura 3.10 se muestra fuentes de variación del proceso.

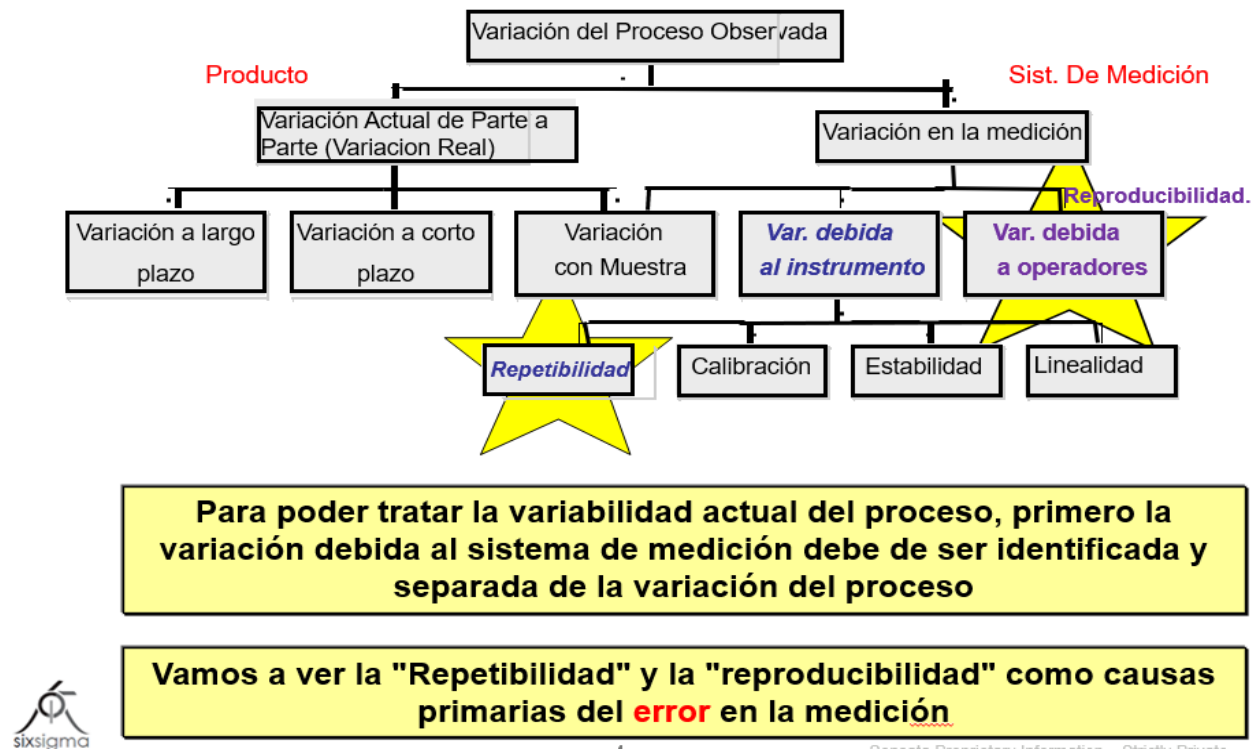


Figura 3.10 Fuentes de variación del proceso.

La variación observada de cualquier sistema que midas puede ser segmentada en dos partes.

En la figura 3.11 se muestra un diagrama de variación observada como instrumento para identificar la variabilidad del proceso. Primero debe identificarse la variación debida al sistema de medición y separarse de la variación del proceso.

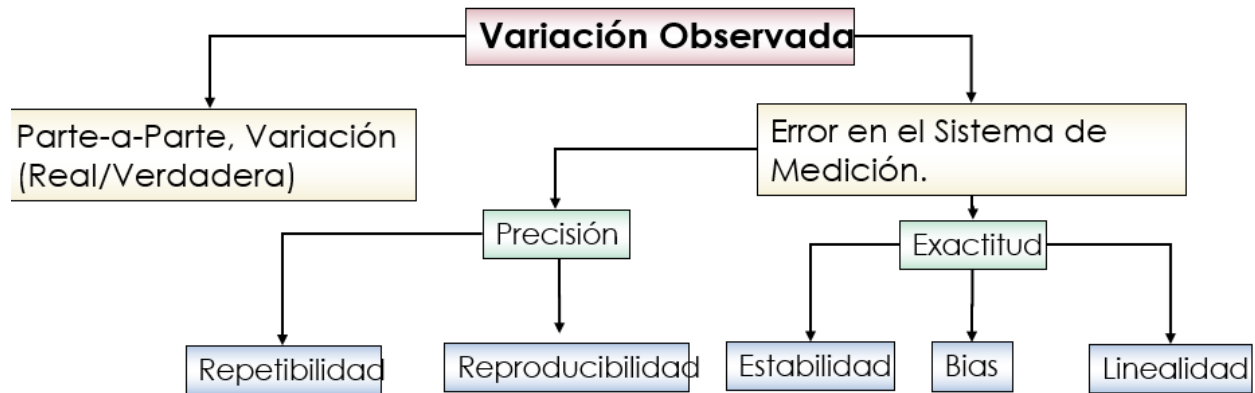


Figura 3.11 Variación observada.

Componentes del proceso de medición.

1.- Herramientas de medición:

- a) Hardware
- b) Software.

2.- Todos los procedimientos para el uso de las herramientas:

- a) Operadores.
- b) procedimientos de montaje y manejo.
- c) Procesos analíticos e inserción de datos.
- d) Frecuencia y método de calibración.

Repetibilidad: La variación entre mediciones sucesivas, de la misma pieza, con las mismas características, por la misma persona, usando el mismo instrumento, bajo las mismas condiciones. Es conocido también como test- re test error; usado como una estimación de variación a corto plazo.

En la figura 3.12 se muestra la variación por repetibilidad que se observa cuando un mismo operador mide la misma pieza muchas veces, usando el mismo sistema de medición bajo las mismas condiciones, a partir de un punto de referencia.

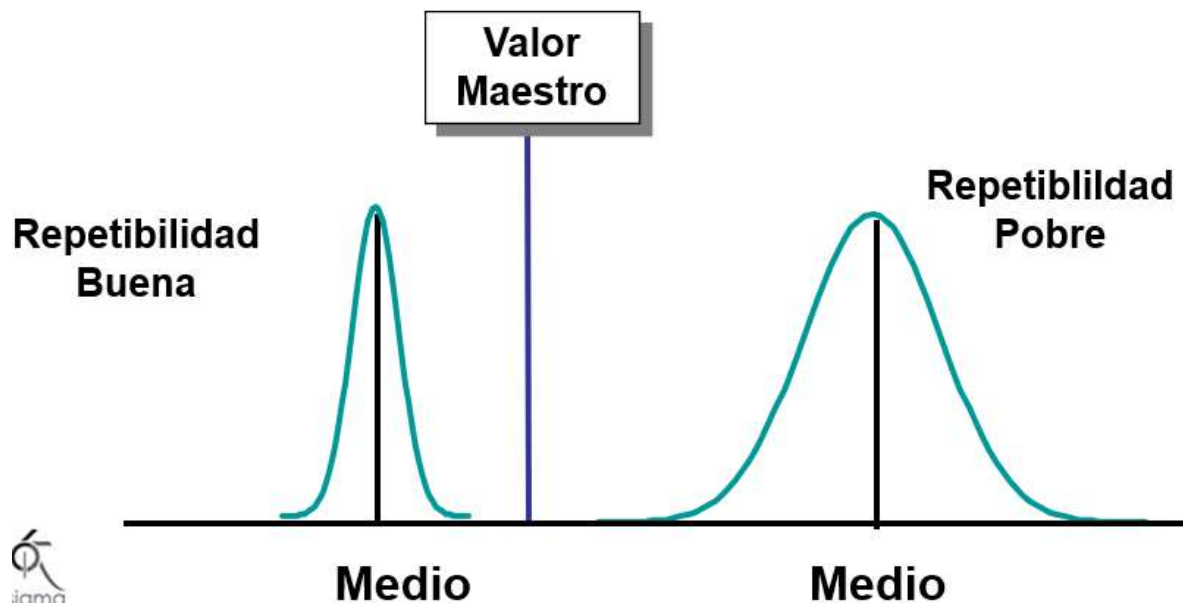


Figura 3.12 Repetibilidad.

En la figura 3.13 se muestra gráfico de Reproducibilidad, que es la variación que resulta cuando condiciones diferentes son usadas para tomar las mediciones.

- Operadores diferentes.
- Preparación diferente (set-up).
- Diferente unidad de prueba.
- Condiciones ambientales diferentes.
- A largo plazo.

Estimado por la variación estándar de los promedios de las mediciones de diferentes condiciones de medición.

La diferencia en la media de las mediciones tomadas por personas diferentes que usan el mismo instrumento o diferente cuando se mide una característica idéntica.

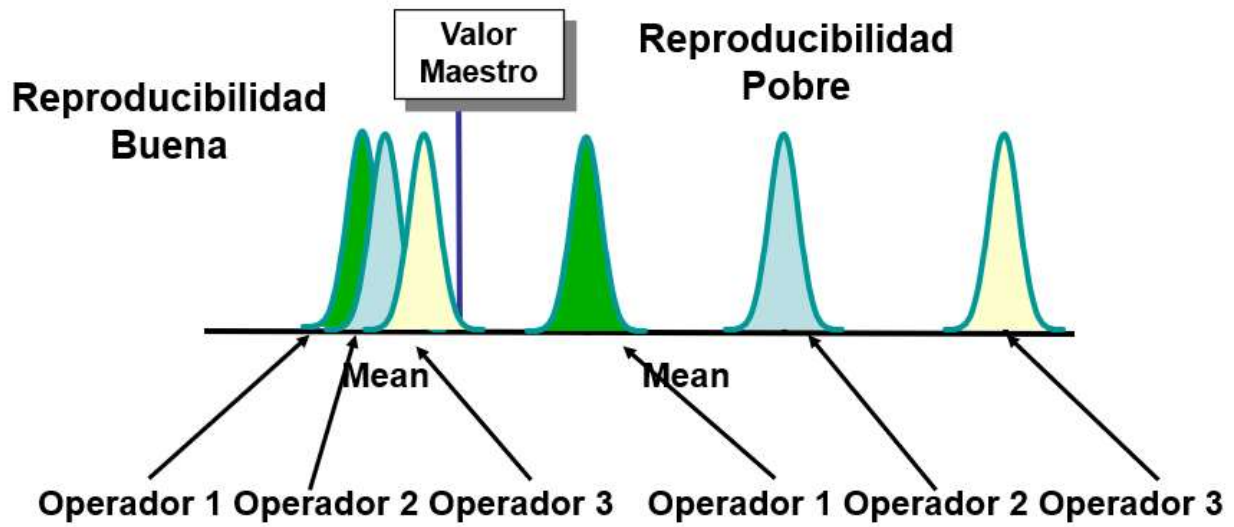


Figura 3.13 Reproducibilidad.

En la figura 3.14 se muestra la Relación de la precisión con respecto de la tolerancia, de la variación del sistema de medición, entre las mediciones permitidas, dentro de tolerancia.

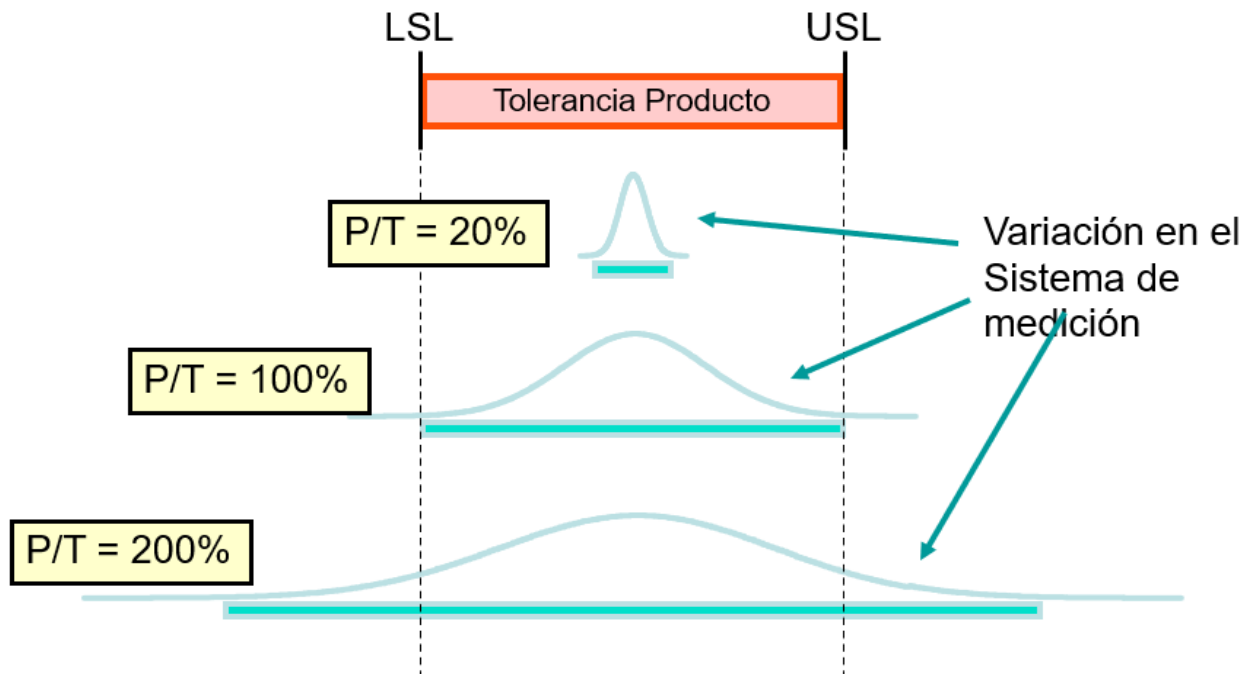


Figura 3.14 Relación de la precisión de la tolerancia

Uso de % R&R

- El % R&R es el mejor métrico del mejoramiento del proceso para el líder.
- Estima si el sistema de medición funciona bien con respecto a la variación total del proceso.
- El % R&R da la mejor estimación en la ejecución de los estudios de mejoramiento de proceso.
- AIAG Standards for Gage Acceptance

En la figura 3.15 se muestra cuadro de Criterios de % de tolerancia de error permitido en un estudio GR&R.

% Tolerance or % Study Variance	% Contribution	System is...
10% or less	1% or less	Ideal
10% - 20%	1% - 4%	Acceptable
20% - 30%	5% - 9%	Marginal
30% or greater	10% or greater	Poor

Figura 3.15 Criterios en % de tolerancia.

Estabilidad y capacidad.

Definimos la capacidad como la habilidad de trabajar en un nivel esperado. La capacidad se determina comparando la variación total del proceso contra la variación aceptada por el cliente.

Dispersión: reducir la variación del proceso.

Centrado: Poner el proceso en el objetivo.

Herramientas básicas:

Lluvia de ideas:

- Utilizar la definición del problema (definición operacional).
- Aclarar el objetivo / pregunta y proporcionar toda la información relevante.
- La idea es fomentar la creatividad, permitiendo que cualquier idea sea registrada sin excepción y sin críticas al originador.
- Dar a todos tiempo para pensar en la cuestión en particular y escribir las ideas. (Cuando no se cuente con un pintarrón o algún programa Xmind, también es aceptable el uso de post-it con la regla de escribir una sola idea por cada post it.

Diagrama de Ishikawa:

Kaoru Ishikawa fue un químico industrial japonés, administrador de empresas y experto en el control de calidad, cuyo aporte fue la implementación de sistemas de calidad adecuados al valor de procesos empresariales, en el año de 1943 fue el creador de diagrama de causa-efecto, también llamado de las 6 M, Diagrama de la espina de pescado o Diagrama de Ishikawa, metodología que se usa como herramienta sistemática para identificar las causas raíces de un problema, analizando todos los factores involucrados en la ejecución de un proceso.

El diagrama de Ishikawa, (figura 3.16) se crea a partir de un listado equilibrado de las ideas que se han generado durante la lluvia de ideas.



Figura 3.16 Diagrama de Ishikawa.

- Diagrama de causa y efecto:
 - Representa la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.
 - Categoriza las causas.
 - Ordena y relaciona los factores que influyen en un proceso.
 - Facilita el debate para determinar la causa y/o causas raíz.
 - Ayuda a determinar la causa real del problema en comparación con un síntoma.
 - Para comprender la relación entre la causa y efecto en un proceso.

CAPITULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En este capítulo se procede con la descripción detallada de cada una de las actividades realizadas para el desarrollo del proyecto, esto con apego a la secuencia marcada en el cronograma:

Cronograma de Actividades

En la figura 4.1 se muestra las actividades a realizar, así como la secuencia en la cual se va a operar el proyecto falla de EMC en número de parte 16CP14-1 en el proceso de calibración.

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	JUNIO
4.1 Análisis de datos de Calibración						
4.2 Confirmación de Falla de EMC						
4.3 GR&R por variables						
4.4 Revisión del proceso						
4.5 Pruebas con diferentes fuerzas de crimpeado						
4.6 Dimensional de componentes						
4.7 Prueba de intercambio de componentes						
4.8 Comparativo entre sensores similares						

Figura 4.1 Cronograma de actividades.

DEFINIR

Actividad 4.1 Análisis de datos de Calibración

Para elaborar esta actividad es primero necesario bajar la información de cada JOB u orden de trabajo del número de parte 16CP14-1 que se guarda en el equipo de calibración 21, se usaron las siguientes herramientas estadísticas:

El análisis de Datos de Calibración se realiza mediante pareto en donde se representa gráficamente los modos de falla que se muestra en la calibradora 21 al número de parte 16CP14-1, dónde la prueba de EMC que mide la capacitancia y resistencia del circuito de capacitores, arrojó un 6.94% de falla de capacitancia, sumado con resistencia nos da 7.08% lo que significa que se encuentra por debajo de la tolerancia (ver figura 4.2).

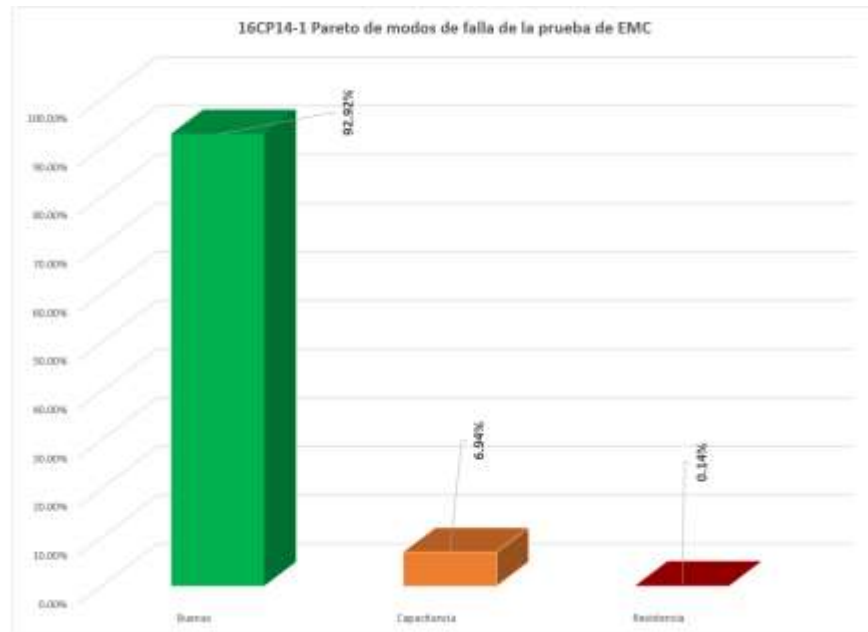


Figura 4.2 Pareto de modo de falla de la prueba de EMC.

Una vez que se identificó el dato que está por debajo de la tolerancia se procedió a realizar nuevamente un análisis a cinco Job continuos donde se confirma que efectivamente se encuentra por debajo el YIELD (tolerancia) y los cuales se mostraron en un diagrama de Pareto.

Actividad 4.2 Confirmación de falla de EMC

Para la Confirmación de falla de EMC, se revisa y analiza los resultados obtenidos en el análisis de los cinco Job procesados en la Calibradora 21 de varias órdenes de cliente de 16CP14-1, confirmando que el YIELD es muy bajo por pérdida de rendimiento por falla de EMC (ver figura 4.3).

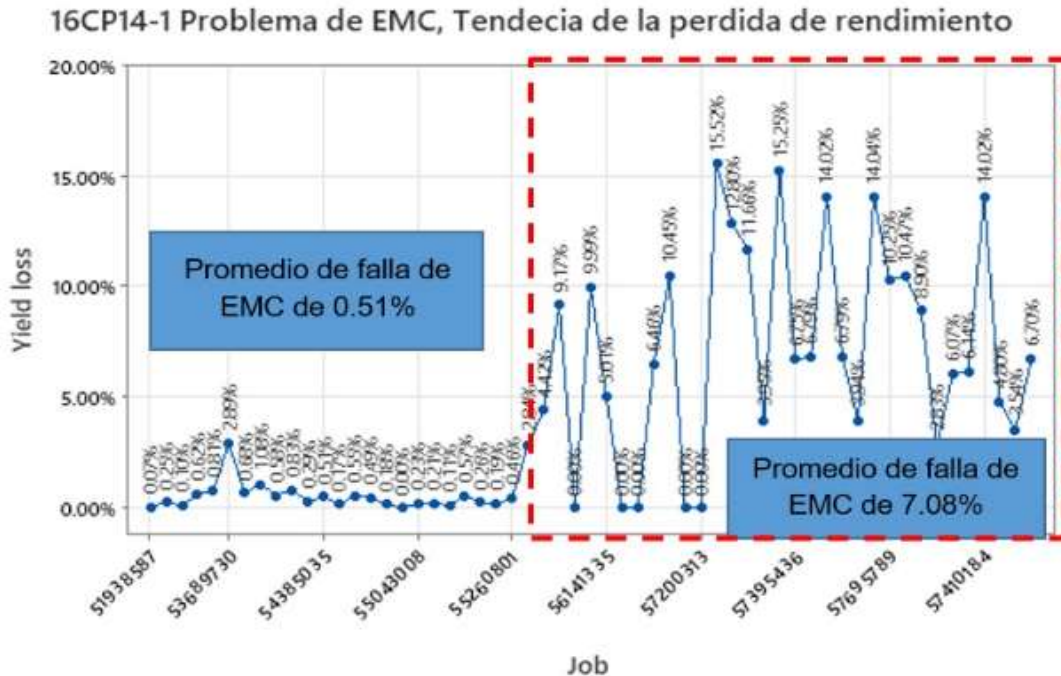


Figura 4.3 Tendencia de rendimiento.

Mediante un diagrama de dispersión (ver figura 4.4), se muestra la población en azul donde el YIELD está fuera de tolerancia (límite inferior) en la falla de EMC, al contrario del color rojo muestra la proporción que está dentro del rango de tolerancia.

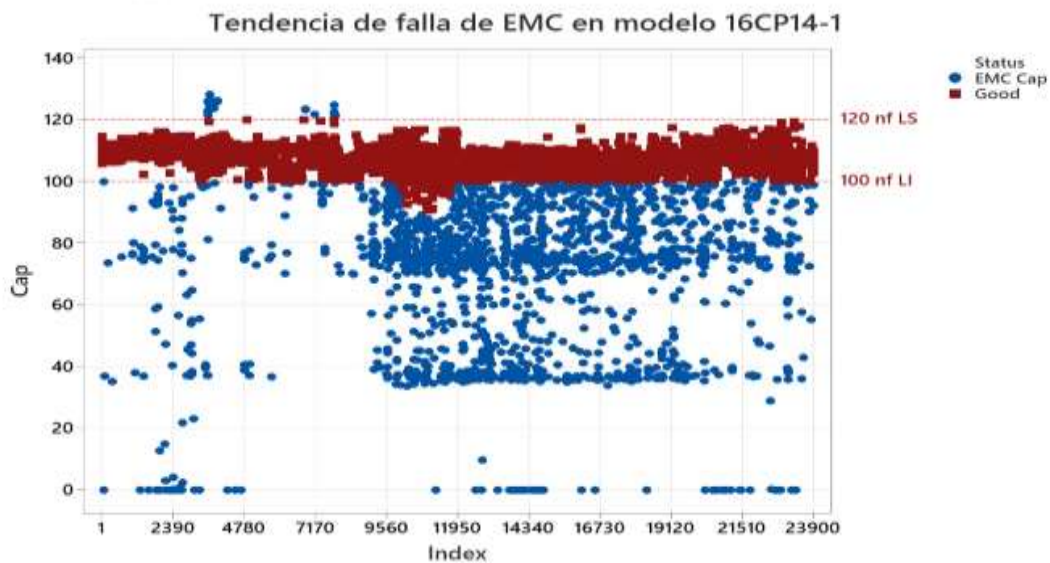


Figura 4.4 Tendencia de falla en EMC

Actividad 4.3 GR&R por variables

En este proceso se elaboró mediante el estudio estadístico por variables R&R (Gage R&R) y por repetibilidad con software instalado en la computadora llamado Minitab que es una herramienta que nos ayuda a elaborar este tipo de análisis obteniendo pronta solución (cabe señalar que este proceso solo lo manejo mi asesor externo), siendo utilizado para varias piezas de 16CP14-1, medición repetitiva y aleatoria a una misma pieza se confirma si el sistema de medición está midiendo correctamente la capacitancia, esto es mediante la prueba de EMC a 32 piezas de 16CP14-1, las cuales se enumeran sucesivamente y se procesan en calibradora 21 cada una en orden aleatorio y tres veces cada una. El estudio GR&R por variables (ver figura 4.5), nos ayuda a controlar los procesos para medir la variación y precisión del dispositivo.

Gage R&R**Variance Components**

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.2026	0.93
Repeatability	0.2026	0.93
Reproducibility	0.0000	0.00
Operators	0.0000	0.00
Part-To-Part	21.5469	99.07
Total Variation	21.7496	100.00

Excelente**Gage Evaluation**

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.45014	2.7008	9.65
Repeatability	0.45014	2.7008	9.65
Reproducibility	0.00000	0.0000	0.00
Operators	0.00000	0.0000	0.00
Part-To-Part	4.64187	27.8512	99.53
Total Variation	4.66364	27.9819	100.00

Excelente

Number of Distinct Categories = 14

Excelente*Figura 4.5 Estudio estadístico por variables R&R.*

ANALIZAR

Actividad 4.4 Revisión del proceso.

Para esta operación nos dimos a la tarea mediante el uso de la herramienta de Causa y Efecto también llamado Diagrama de Ishikawa (ver figura 4.6), de analizar el proceso del sensor 16CP14-1 para descartar posibles problemas potenciales que pudieran generar la falla de EMC, enlistando todas las causas posibles que fueran un factor que interviene en la falla de EMC; mediante las 6M.

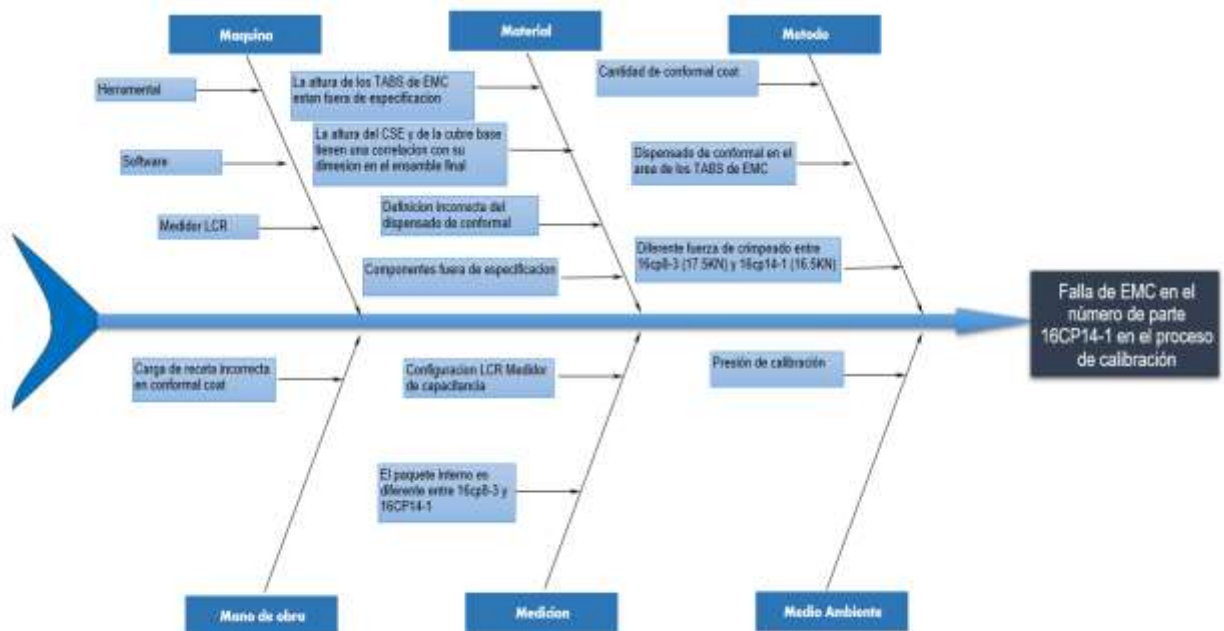


Figura 4.6 Diagrama de Ishikawa.

- **Maquinaria:** para esta causa se identificaron posibles fallas o deficiencias en herramental, Software así como en el medidor LCR.
- **Material:** en este apartado se identificaron como riesgo posible que la altura de los TABS del módulo estuviera fuera de especificación, otro punto que el dispensado del químico conformal sea incorrecto, así también la altura de componente interno llamado CSE respecto a diafragma interno y la cubre base, impacten el ensamble final en cuanto a la altura de compresión, de igual manera se identifica otra posible falla que los componentes internos tengan dimensiones fuera de especificación.

- **Método:** En cuánto al método se identifica que la cantidad de dispensado de químico conformal en el módulo no sea el adecuado y esté impactando al cubrir toda o parte de los 4 TABS del EMC, también se considera que la fuerza de compresión de sensor similar es diferente al 16CP14-1.
- **Mano de obra:** El factor que se considera en este punto sería que el operador realice un seteo erróneo del equipo, ya sea cargando una receta incorrecta y el dispensado de conformal sea deficiente o excesivo.
- **Medición:** El medidor LCR instalado en la calibradora 21, debe medir la capacitancia correctamente.
- **Medio ambiente:** La presión de la calibradora debe ser la adecuada con respecto del sensor, así también la temperatura puede ser un factor que afecte el proceso de calibración del sensor.

Actividad 4.5 Pruebas con diferentes fuerzas de CRIMPEADO.

En las pruebas con diferentes fuerzas de CRIMPEADO, se construyen de 10 a 50 piezas como se muestras en la figura 4.7 y se realiza una tabla comparativa de los resultados que arroja el CRIMPEADO a diferentes fuerzas de compresión, para definir si la fuerza es un factor que contribuye a la baja capacitancia,.



Figura 4.7 Muestreo de piezas comprimidas a diferente fuerzas.

Part	Measur	17KN	20KN	22KN	24KN	26KN	28KN	30KN	x69	8s
154	38.397							112.797		
155	37.172		94.627							
156	79.244		83.833							
157	37.096		87.569							
158	36.981		37.154							
159	36.918		107.396							
160	39.092		114.144							
161	37.418			38.092						
162	75.1		75.444							
163	38.476			110.23						
164	75.585		77.178							
165	76.592		77.537							
166	37.08			106.675						
167	77.582		84.351							
168	79.207			112.052						
169	76.84			95.535						
170	75.537			75.599						
171	37.024			72.701						



Folio: _____ **LR066**

Nombre del paciente: _____ **Maximo Diaz**

N de empleado: _____ **18020295**

Lugar de obra: _____ **HPT 25**

Edu: _____ **-**

Fecha: _____ **05-abr-24**

Unidad de medida: _____ **MM**

Sistema de Medición [Sistema / Visión]: _____ **Visión**

N de parte: _____ **180294-1**

N de dibujo: _____ **180294-1**

Rev: _____ **C**

Cantidad de piezas : _____ **5**

Elaborar: _____ **Laboratorio de Calibración**

Tiempo Inicializado: _____ **-**

Lote : _____

Previsión de trabajo

☐ **Normal**
☒ **Normal**

☐ **Requisito de ajuste**
☐ **Requisito de ajuste**

CORE E _____
DNR E _____

Actividad 4.7 Prueba de intercambio de componentes.

Para esta actividad de prueba de intercambio de componentes, se procede a realizar análisis de comportamiento al intercambiar los componentes internos del sensor X69 al sensor 16CP14-1; ambos números de parte son muy similares (figura 4.10).

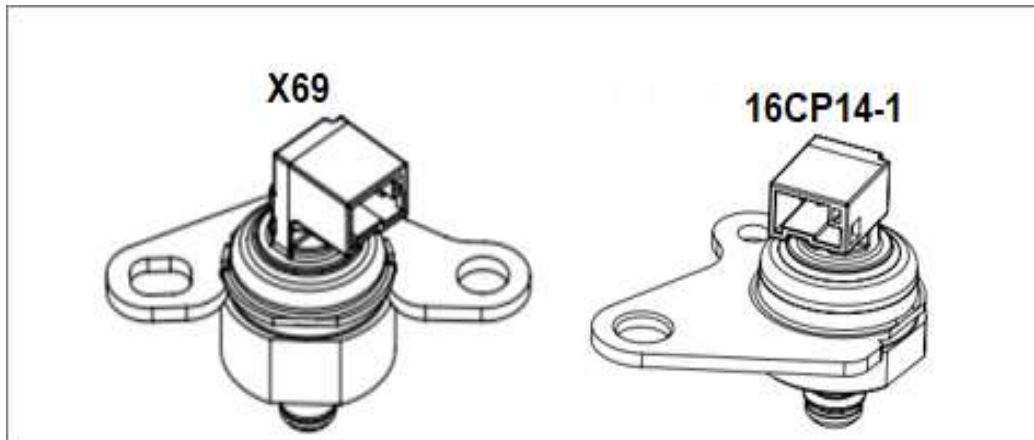


Figura 4.10 Ambos sensores: X69 y 16CP14-1 son muy similares.

En la figura 4.11 se muestra la similitud de los componentes internos de ambos sensores.

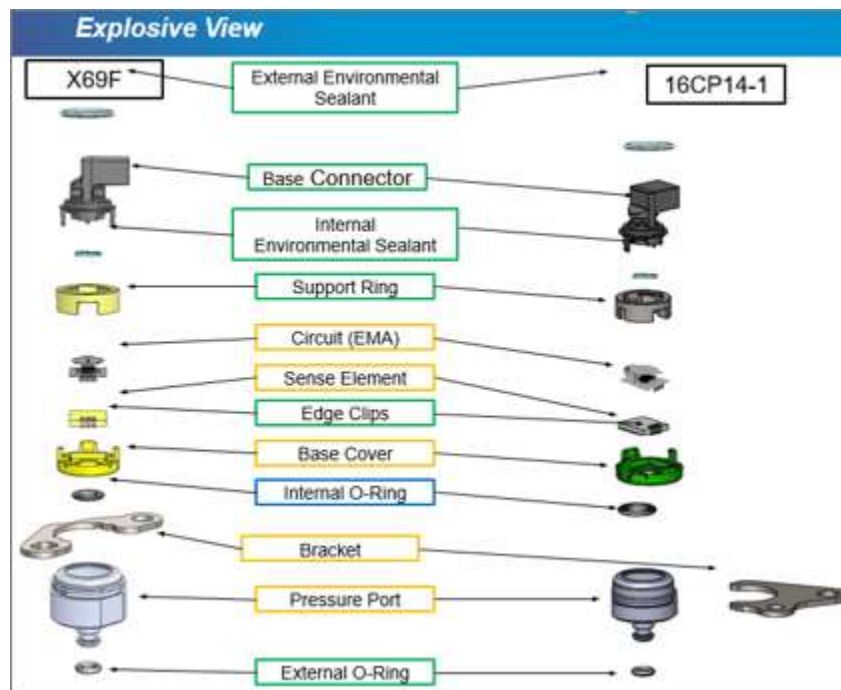


Figura 4.11 Componentes similares de ambos sensores.

Con esta actividad de prueba se pretende demostrar si al intercambiar componentes internos nos arrojaba algún comportamiento defectivo que tuviera que ver con la falla EMC. Ver figura 4.12 la hipótesis es rechazada.

4 M's	Product/Process Element	Potential Cause Possible X	Null Hypothesis	Test	Results Null Accepted or rejected	Conclusion
Material	The internal components are at lower limit or out of spec(O-ring, base cover, support ring, CSE)	EMC fail	1. O-rings of EMC fail parts have less thickness than good parts. 2. Support ring of EMC fail parts have less thickness than good parts. 3. Base cover of EMC fail parts have less thickness than good parts. 4. CSE of EMC fail parts have less thickness than good parts.	Dimensional: 6 O-rings of good parts, group A. 6 O-rings of EMC fail, group B. 6 EMAs of good parts, group A. 6 EMAs of EMC fail, group B. 6 Support rings of good parts, group A. 6 support ring of EMC fail parts, group B. Statistic Test: 2-Sample t Test and 2-Samples standard deviation	Results: Group A y B: Within specification P-value: P>0.5 Rejected	Hypothesis rejected

Figura 4.12 Hipótesis rechazada.

CONTROL

Actividad 4.8 Comparativo entre sensores similares.

Se construyeron tres grupos (figura 4.13):

- Primer grupo son piezas de control donde no se realiza ningún cambio, y se obtuvo una pérdida de rendimiento de 11%.
- Segundo grupo intercambio de módulo de 16CP14-1 al X69.
- Tercer grupo se intercambia el módulo del X69 al 16CP14-1.

Esto se enfoca en detectar si la diferencia que existe en la altura de los TABS de tierra influye en el correcto contacto.

Group (200 samples each group)	EMC Yield
A: 8 speed complete samples	89.0%
B: X69F (Higher solder tab) EMA with 8Speed package	100.0%
C: 8Speed (Lower solder tab) EMA with X69 package	97.0%

Figura 4.13 Comparativo entre sensores similares.

Realizamos un intercambio de componente EMA entre 16CP14-1 y el sensor X69 para demostrar si la diferencia de altura e los TABS de tierra influye en el correcto contacto.

Cabe mencionar que el dispositivo 16CP14-1 comenzó su incremento de producción a partir de agosto de 2022 en celda 21 del negocio de APT, la pérdida de rendimiento por falla de EMC, en el proceso de calibración, aumentó a partir del mes de enero 2023, con una pérdida del 7%.

Se construyeron tres grupos, el primero, son piezas de control donde no se realiza ningún cambio, y obtuvimos una pérdida de rendimiento del 11%, el segundo y tercer grupo es un intercambio de módulo entre los 2 números de parte.

Físicamente se comprueba que con la altura mayor en los TABS, la separación es cero, por lo que no hay pérdida de YIELD.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados.

En este capítulo nos enfocamos en plasmar los resultados obtenidos de las acciones realizadas en el capítulo 4, en ella se observa las primeras 5 hipótesis rechazadas ya que no tenían ninguna correlación con la falla de EMC y en las hipótesis 6 y 7 se enmarca para resaltar la correlación directa con dicha falla y por la cual las hipótesis son aceptadas.

16CP14-1 EMC issue.							
Sensata Technologies							
ID Test	4 M's	Product/Process Element	Potential Cause Possible X	Null Hypothesis	Test	Results Null Accepted or rejected	Conclusion
1	Machine	EMC measurement system	Tooling and LCR configuration	Incorrect segregation by calibrator 21	Reverse EMC test in the sample line: 25 good parts, group A. 25 EMC fail parts, group B. Statistical Test: 2 samples % Defective.	Results: Group A: All good. Group B: All EMC fail P-value: 1 Rejected	Hypothesis rejected.
2	Method	Conformal dispensing	Conformal coat is covering EMC TABS	At least one of the EMC TABS has conformal coat preventing a good electrical contact.	Open scrap parts: 25 EMC fail parts, group A. Visual Test: Visual (UV light)	Results: Group A: 4/25 with conformal coat P-value: N/A Rejected	Hypothesis rejected.
3	Method	Conformal dispensing	Conformal coat is covering EMC TABS	The conformal coat over different combination of EMC TABS generate different capacitance values.	Conformal coat test: 30 conformal coat parts in different combinations, group A. EMC Test: EMC test at calibrator 21	Results: Group A: P-value: N/A Rejected	Hypothesis rejected.
4	Method	Crimp force	Incorrect crimp force	The sensor is not crimped with sufficient force to make contact between the TABS and support ring	Crimp test: 10 parts crimped at 20KN, group A. 10 parts crimped at 22KN, group B. 10 parts crimped at 24KN, group C. 10 parts crimped at 26KN, group D. 10 parts crimped at 28KN, group E. 10 parts crimped at 30KN, group F. EMC Test: EMC test at sample line	Results: Group A: 8/10 with EMC fail (80%) Group B: 6/10 with EMC fail (60%) Group C: 7/10 with EMC fail (70%) Group D: 4/10 with EMC fail (40%) Group E: 1/10 with EMC fail (10%) Group F: 12/56 with EMC fail (79%) P-value: N/A Rejected	Hypothesis rejected.
5	Material	The internal components are at lower limit or out of spec (O-ring, base cover, support ring, CSE)	EMC fail	1. O-rings of EMC fail parts have less thickness than good parts. 2. Support ring of EMC fail parts have less thickness than good parts. 3. Base cover of EMC fail parts have less thickness than good parts. 4. CSE of EMC fail parts have less thickness than good parts.	Dimensional: 5 O-rings of good parts, group A. 5 O-rings of EMC fail, group B. 5 EMAs of good parts, group A. 5 EMAs of EMC fail, group B. 5 Support rings of good parts, group A. 5 support ring of EMC fail parts, group B. Statistical Test: 2-Sample t Test and 2-Samples standard deviation	Results: Group A y B: Within specification P-value: P=0.5 Rejected	Hypothesis rejected.
6	Material	EMC ground tabs	8 speed generates more gap than X69	Difference between X69 and 8 speed in TABS height	Results with Mektrec: Group A: 100 TABS (X69) Group B: 100 TABS (8 speed) Statistical Test: 2 samples t test Monte Carlo simulation to evaluate solder gap base measure data.	Results: Group A: Mean: 0.05973 Group B: Mean: 0.04528 Monte Carlo Results: Group A: Gap: 0.1% Group B: Gap: 45% P-value: 0 Rejected	There is a difference of 14.45 microns between X69 and 8 Speed. Solder height is different due to product area and stencil design of both part numbers.
7	Material	EMC ground tabs	EMC TABS	Performance affects with EMA different conditions	Results with swap test: Group A: No conformal coat Group B: EMA X69 with 8 speed components Group C: EMA 8 mixed with X69 components	Results: Group A: Yield was 89% Group B: Yield was 100% Group C: Yield was 97.47%	EMA is the main factor that causes EMC failure

Figura 5.1 Concentrado de resultados obtenidos.

Después de hacer un Pareto por proceso para identificar la operación principal que ocasiona la perdida de rendimiento. Se identificó que calibración es el principal contribuidor con un 7.97% en el rendimiento final del sensor 16CP14-1(figura 5.2).

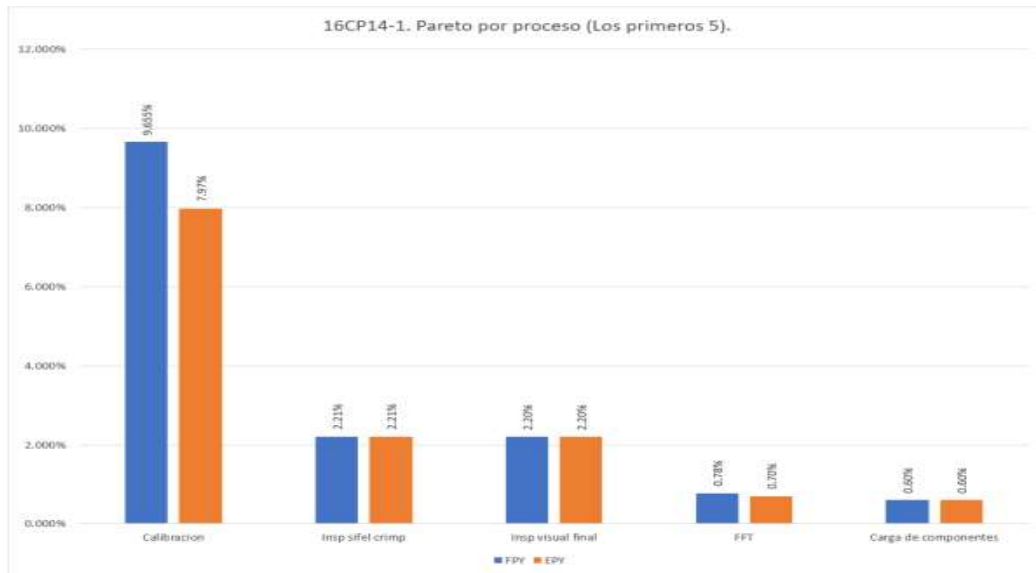


Figura 5.2 Pareto por proceso

Posteriormente se realizó un Pareto (ver figura 5.3) para identificar el modo de falla que está ocasionando la perdida en el proceso de calibración. Se identifica que el modo de falla EMC es la principal pérdida de rendimiento con un 7.08%.

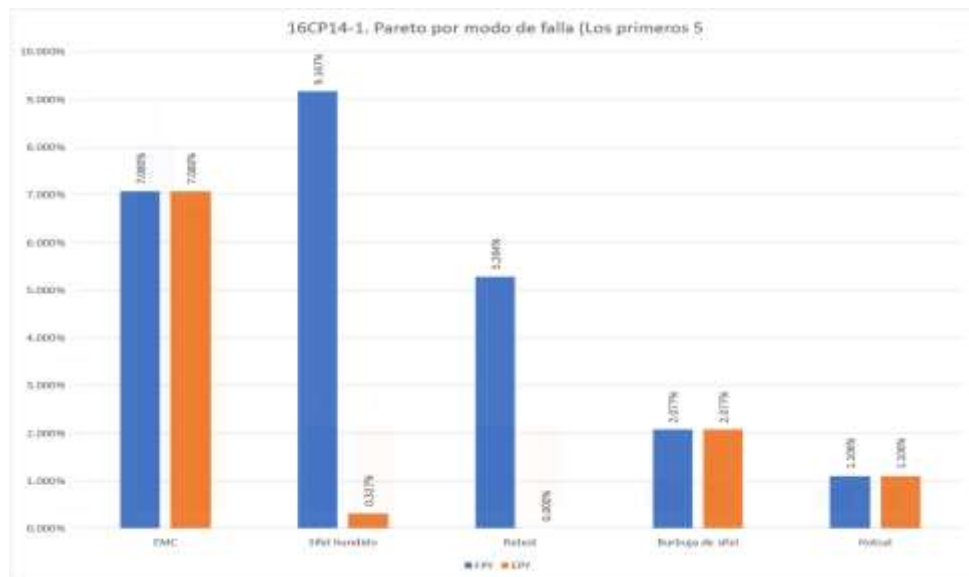


Figura 5.3 Pareto por modo de falla.

La prueba de EMC consiste en medir la capacitancia y la resistencia del circuito de capacitores localizados entre la terminal de tierra y el hexport.

Para el análisis es importante poder identificar si es un problema de capacitancia o resistencia debido a esto se realizó un Pareto que nos muestra que el 6.94% es ocasionado por baja capacitancia.

El sensor 16CP14-1 (8 velocidades) se desarrolló con una estructura similar al 16CP8-3 (X69). El EMA tiene 4 TABS de tierra EMC. Durante el desarrollo y lanzamiento del sensor, no se produjo ninguna pérdida de rendimiento EMC superior al 0.51% como se muestra en la figura 5.4.

El dispositivo comenzó la producción en masa en agosto de 2022 en la celda 21. La pérdida de rendimiento EMC aumentó de a partir del mes de enero hasta el 7.08% en el proceso de calibración. Hay una pérdida estimada de 34.667 USD/ 2024 (basada en el plan de enero a junio de 2024).

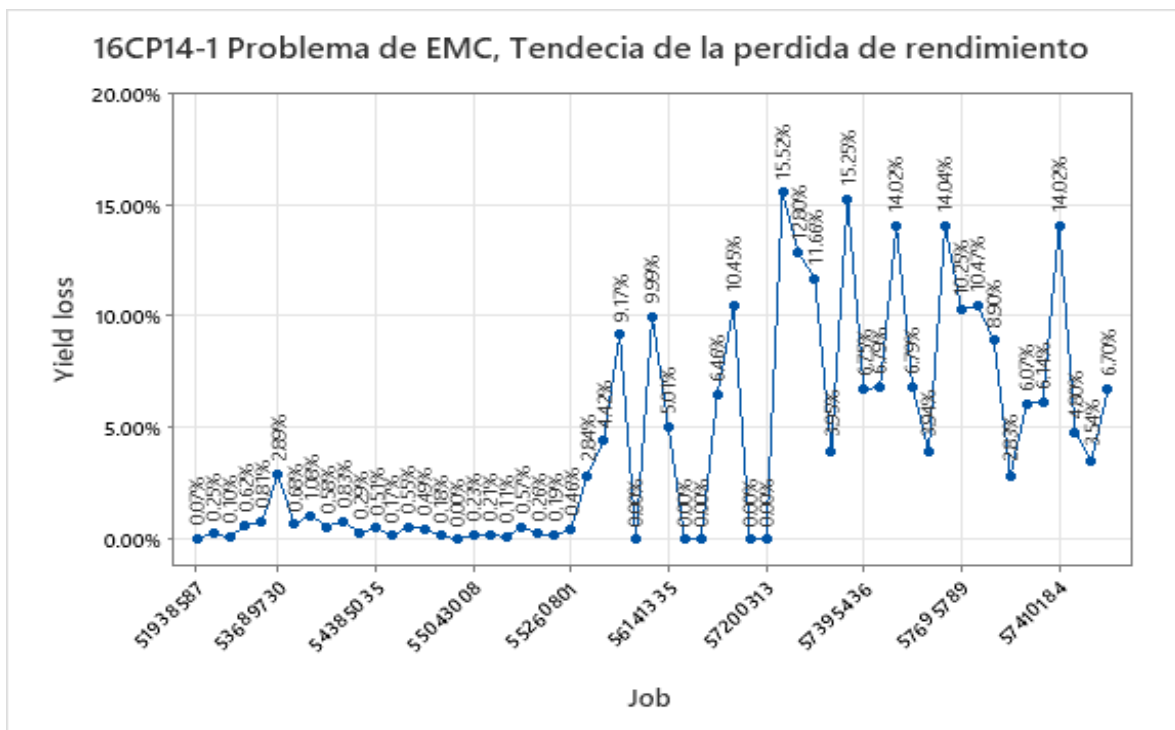


Figura 5.4 Tendencia de rendimiento.

En base a la información obtenida se realiza un diagrama de Ishikawa para evaluar y confirmar las diferentes variables que pueden ocasionar la falla de EMC.

1. La primera hipótesis es que la máquina está midiendo incorrectamente para demostrar si influye o no se realiza un estudio de MSA por variables para descartar el sistema de medición en la calibradora 21 y el herramental que utiliza el dispositivo 16CP14-1. También se realiza un estudio de Cgk para observar la variación que existe entre un ciclo y otro.

En conclusión, el sistema de medición es descartado debido a que el porcentaje de contribución es menor al 1% basado en la variación de compontes y el porcentaje de estudio de variación es menor al 10% (ver figura 5.5), que es la comparación de la variación del sistema de medición a la variación total, el equipo tiene la capacidad de distinguir entre piezas debido a que es mayor a 5.7.

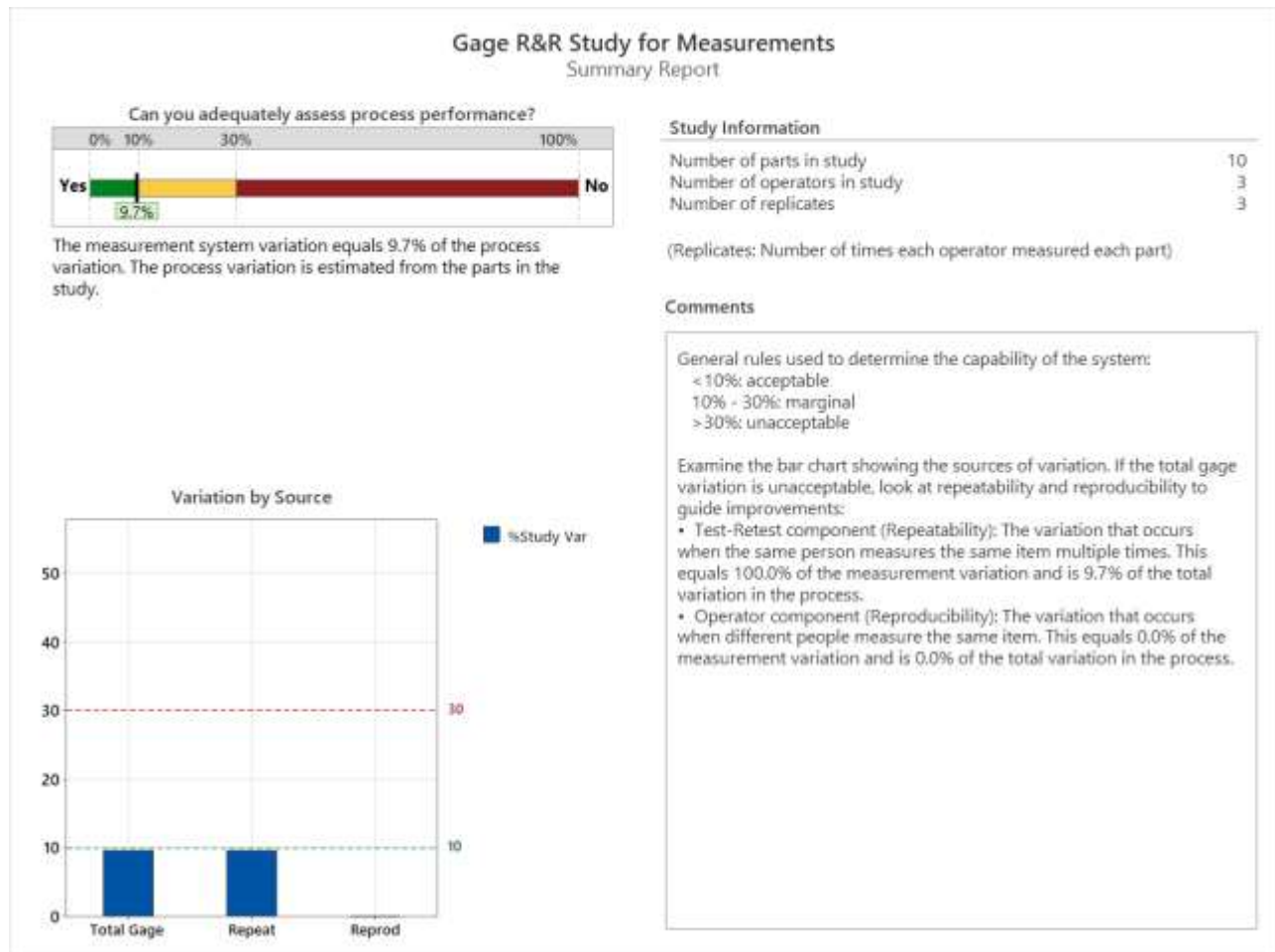


Figura 5.5 Estudio Gauge R&R

El proceso de Cgk en una pieza buena de capacitancia y una pieza de baja capacitancia, no muestra una variación significativa que afecte el sistema de medición, figura 5.6.

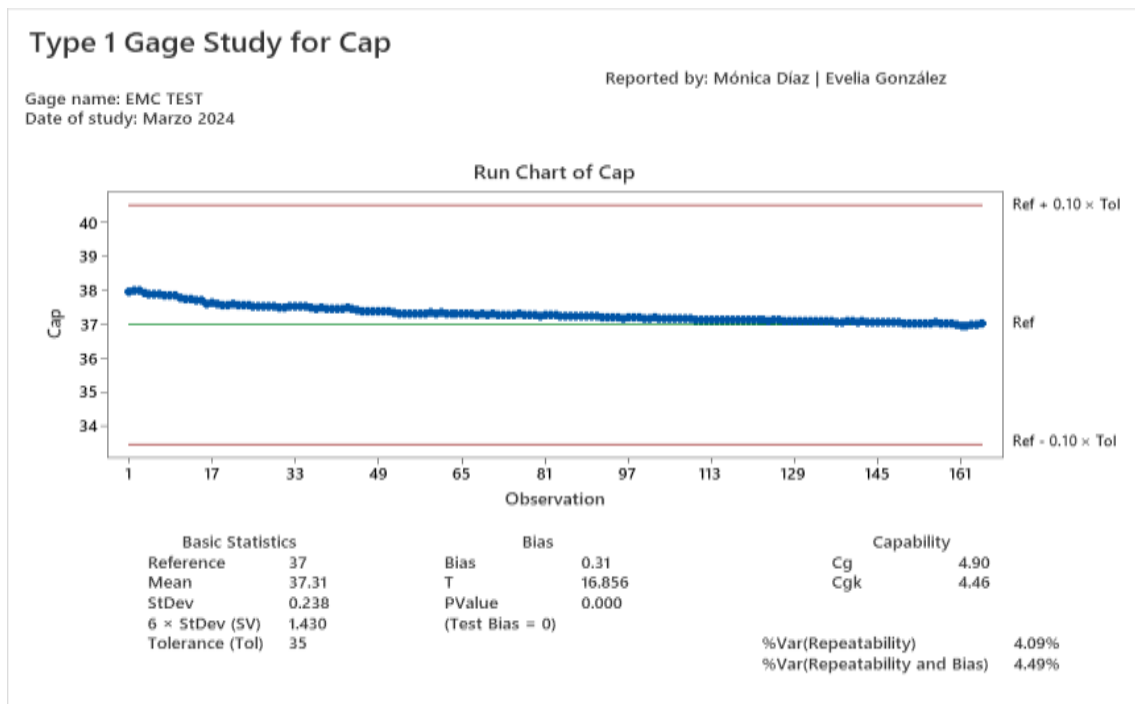


Figura 5.6 Resultado de capacitancia dentro de tolerancia.

2. Segunda Hipótesis, al menos uno de los TABS estuviera cubierto de conformal coat que impide un buen contacto eléctrico entre el Support ring y los TABS de tierra. Esta hipótesis fue descartada debido a que las 25 piezas que tuvieron falla de EMC solo 4 piezas de ellas tenían conformal en uno de los 4 TABS de tierra.

Se abrieron las piezas y se inspeccionaron con luz UV, como se muestra en la figura 5.7.



Figura 5.7 Dispensado de conformal en correcta posición.

Para que una pieza se considere en correcta posición el conformal coat no deberá tocar las esquinas.

En la figura 5.8 se muestra módulos con conformal dispensado en posición incorrecta, ya que está cubriendo al menos uno de los cuatro TABS.

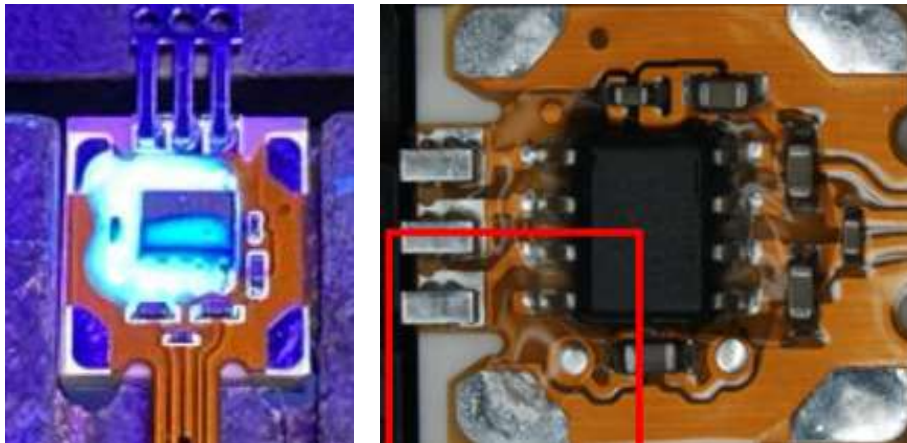


Figura 5.8 Dispensado de conformal en incorrecta posición.

3. Tercera Hipótesis: Cuando el conformal coat cubre los TABS de tierra en diferentes combinaciones genera diferentes valores de capacitancia.

Esta hipótesis fue rechazada debido a que se realizó una prueba cubriendo los TABS de tierra en todas las combinaciones posible y se ratificó que cada combinación corresponde al cálculo teórico de la capacitancia.

El cálculo teórico nos indica que al menos un TAB de cada lado deberá hacer contacto con el anillo de soporte para que la pieza sea considerada como buena ver figura 5.9; y dependiendo del valor del capacitor conectado al TAB será el valor de capacitancia resultante.

Si los TABS del lado izquierdo indicado de color naranja no hacen contacto su capacitancia será alrededor de 81nf, pero si no hacen contacto los TABS del lado derecho indicados de color rojo su valor de capacitancia será alrededor de 40 nf.

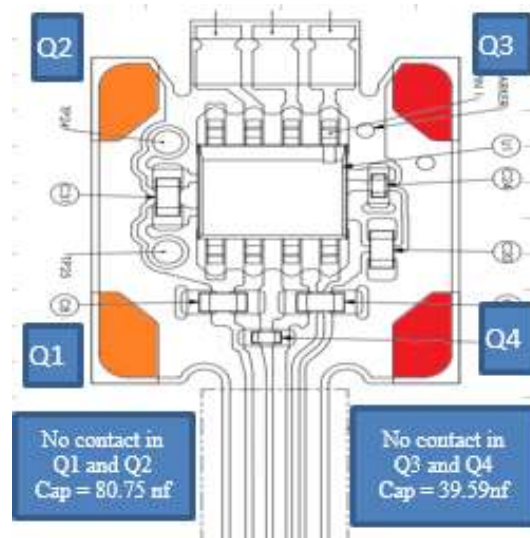


Figura 5.9 EMC TABS de tierra.

4. Cuarta hipótesis: El sensor no tiene la suficiente fuerza para realizar el doblez y hacer contacto entre los TABS de tierra y el anillo de soporte.

Esta hipótesis fue rechazada debido a que se realizaron 6 grupos a diferentes fuerzas de 20 KN a 30 KN pero no se observó un incremento de capacitancia cuando la fuerza fue aumentada, la falla de EMC permanecía incluso a 30KN. En conclusión, la fuerza no es un contribuyente para obtener valores bajos de capacitancia, como se muestra en la tabla de la figura 5.10.

Fuerza	Buenas	Falla de EMC	Porcentaje recuperado
20 KN	2	8	20%
22 KN	4	6	40%
24 KN	3	7	30%
26 KN	6	4	60%
28 KN	9	1	90%
30 KN	44	12	79%
Tamaño de muestra para 30KN.			56
Tamaño de muestra para 20 KN a 28KN.			10

Figura 5.10 Tabla de los grupos a diferentes fuerzas de doblez.

5. Quinta Hipótesis: Los componentes internos que influyen en el contacto entre los TABS de tierra y el anillo de soporte están fuera de especificación.

Se dimensiona los compontes internos del sensor de piezas buenas y con falla de EMC para confirmar si algún componte se encuentra fuera de especificación y esto provoca el modo de falla de EMC.

El laboratorio confirmo ambos grupos estaban dentro de especificación contra dibujo de componente correspondiente, (figuras 5.11) debido a esto se rechazó la hipótesis.



Folio:

L0469

de parte:

110347-1

Nombre del solicita:

Monica Diaz

de dibujo:

110347-1

de empleado:

51023532

Rev:

C

Línea / Área:

APT PT2

Cantidad de piezas:

14

Ext:

-

Elaboro:

Laboratorio de Calibración

Fecha:

03/abril/24.

Tiempo invertido:

-

Unidades de Medición:

mm

CC:

Sistema de Medición (Stylus/Visión):

Visión

Prioridad de trabajo

☐ Urgente
☒ Normal

☐ Hazo de cliente
☒ Hazo de cliente

CARE #

DMR #

Equipo de Medición	Item	Special Characteristic / Key Feature ID	LSL	USL	Buenas						No identificadas							
					1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8
Micrometro SM11127	1	Distancia	3.63	3.73	3.662	3.659	3.666	3.659	3.652	3.663	3.655	3.664	3.666	3.664	3.663	3.684	3.671	3.666
					3.661	3.662	3.669	3.663	3.652	3.668	3.667	3.669	3.670	3.669	3.666	3.678	3.681	3.678
					3.663	3.659	3.673	3.657	3.660	3.667	3.665	3.663	3.662	3.667	3.664	3.660	3.674	3.668
					3.651	3.645	3.675	3.659	3.644	3.652	3.659	3.639	3.645	3.642	3.648	3.684	3.655	3.663
Indicador de altura MS376 No hay referencia conforme a la nota 11, se toma en los puntos marcados.	2	Distancia	2.46	2.56	2.520	2.520	2.516	2.510	2.517	2.507	2.528	2.493	2.490	2.499	2.494	2.480	2.512	2.505
					2.517	2.505	2.556	2.538	2.524	2.557	2.517	2.537	2.534	2.560	2.541	2.514	2.543	2.541
					2.526	2.531	2.519	2.526	2.523	2.528	2.526	2.519	2.525	2.524	2.523	2.525	2.541	2.534
					2.537	2.535	2.511	2.518	2.511	2.502	2.549	2.497	2.495	2.489	2.500	2.486	2.516	2.509

Figura 5.11 Componentes dentro de especificación.

En la figura 5.12 se muestra ambos componentes de cada modelo.

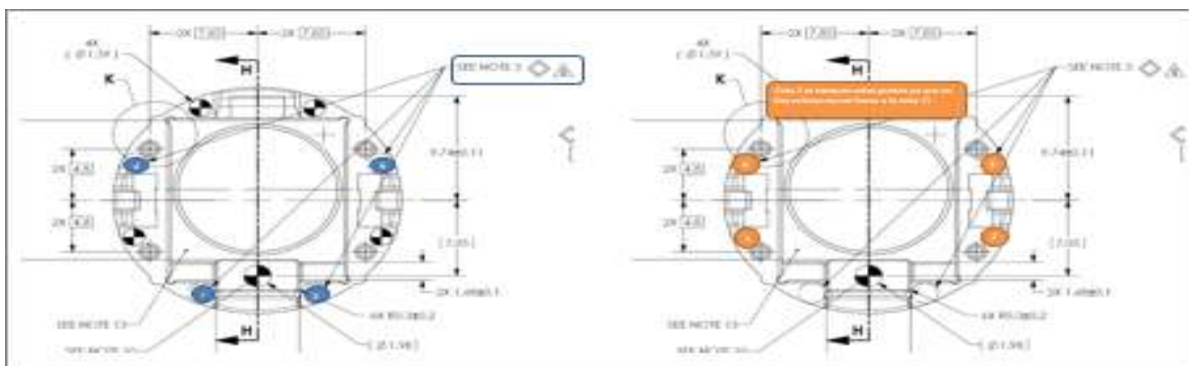


Figura 5.12 Referencia de ambos componentes.

En la figura 5.14 se muestran los valores dimensionales de los componentes internos, los cuales están dentro de rango de tolerancia.

Sensata Technologies		Folio: L0466		\$ de parte: 106524-1	
Nombre del solicitante: Monica Diaz		\$ de dibujo: 106524-1		Rov: 0	
\$ de empleado: a1023225		Línea / Área: APT21		Cantidad de piezas: 6	
Ext: -		Fecha: 09-abr-24		Elaborar: Laboratorio de Calibración	
Unidad de medida: MM		Tiempo invertido: -		Lote: -	
Sistema de Medición (Stylus / Vértice): Vértice					

Prioridad de trabajo	☐ Urgente	☐ Rechazo de cliente	CARE \$
☒ Normal	☐ Rechazo de cliente	DMR \$	

Equipo de Medición	No.	Special Characteristic / Key Feature ID	LSL	USL	1	2	3	4	5	6
Micrometro M5430	1	Distancia	6.90	7.10	6.979	7.012	7.010	7.019	7.010	6.984
					6.973	6.967	7.031	7.033	7.003	7.039
					6.985	7.005	6.967	6.995	7.026	7.010
					6.990	6.981	6.994	6.999	7.017	7.005

Figura 5.14 Tabla de dimensiones dentro de especificación.

En la figura 5.15 se muestra que ambos support ring de modelo X69 y 16Cp14-1 tienen similitud.

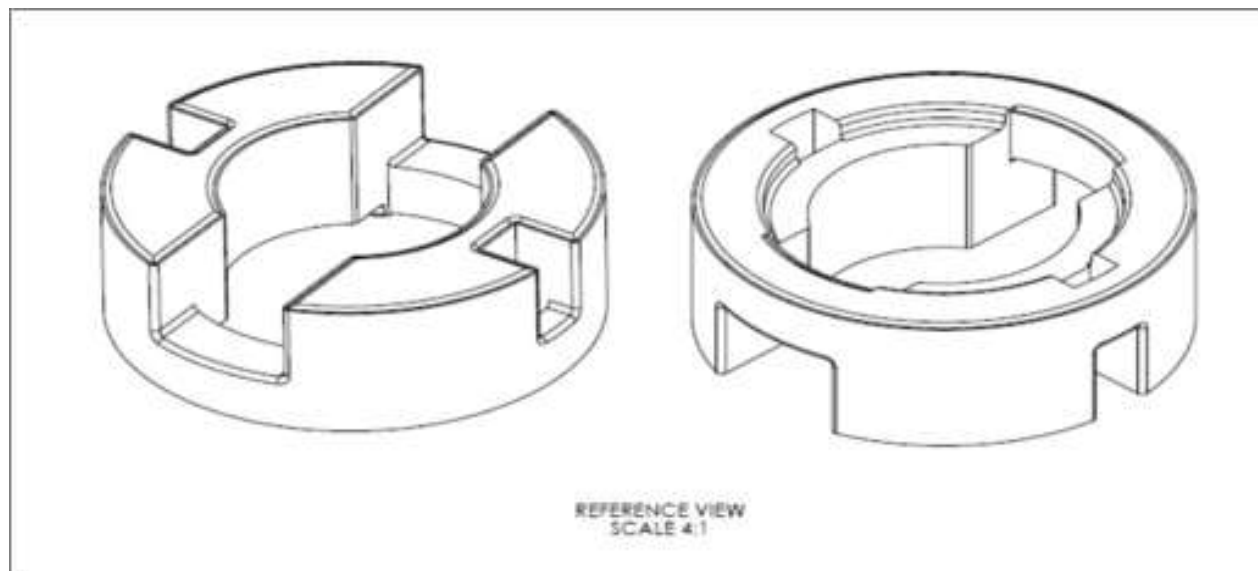


Figura 5.15 Componente interno support ring ambos son similares.

6. Sexta hipótesis: Existe una diferencia en la altura de los TABS de tierra entre el modelo 16CP8-3 (X69) y 16CP14-1 (8 SPEED), debido a esto genera mayor separación entre la interacción de los TABS de tierra y el anillo de soporte, (figura 5.16).

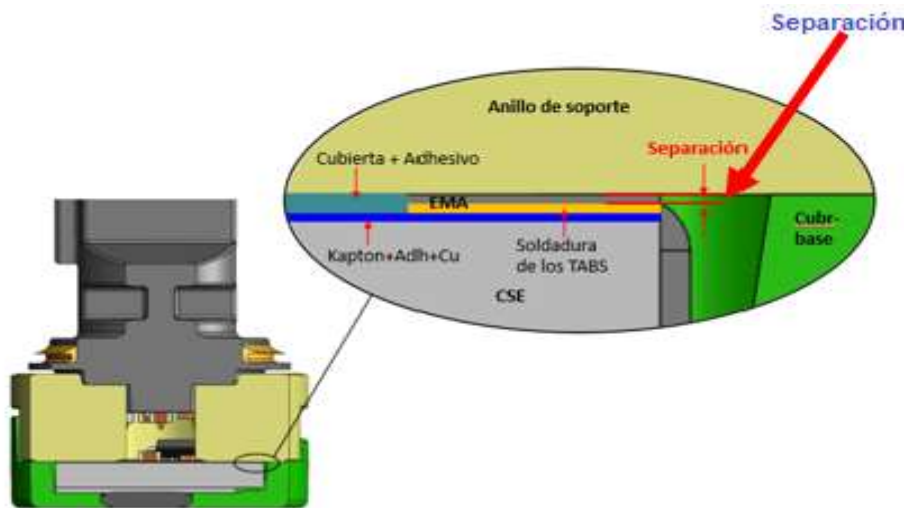


Figura 5.16 Seccionado de sub ensamble – separación.

La Simulación de Montecarlo muestra en la figura 5.17 se muestran los valores de la diferencia que existe en cuanto al grosor de los TABS del modelo X69 y el 16cp14-1.

16cp14-1	x69
B. Flex Circuit Alloy Finish To Be Sn 95.5 Ag 3.0 Cu 0.5 (SAC305) Thickness On Surface Finish To Be $50 \pm 35 \mu\text{m}$. Allow Thickness On Case GND tabs and Test Pads To Be $60 \pm 45 \mu\text{m}$.	• FLEX CIRCUIT ALLOY FINISH TO BE Sn 95.5 Ag 3.0 Cu 0.5 (SAC 305). • THICKNESS ON SURFACE FINISH TO BE $50 \pm 35 \mu\text{m}$. • ALLOW THICKNESS ON CASE GND TABS & TEST PADS ONLY TO BE $75 \pm 45 \mu\text{m}$.

Figura 5.17 Valores de separación entre los TABS y el anillo de soporte, de ambos sensores.

En conclusión, la altura de soldadura de los TABS de tierra es diferente porque el área del producto y el diseño de la herramienta de ambos números de parte son diferentes.

Los resultados negativos significan que hay un espacio entre el anillo de soporte y la soldadura de los TABS de tierra. El Coverfilm + Adhesivo comprimen mientras que el anillo de soporte no hace contacto con la soldadura de los TABS de tierra.

Si hay contacto la separación debería ser 0, no puede haber más compresión (solo en Coverfilm + Adhesivo) por lo cual no puede haber resultados positivos, ver figura 5.18.

	Nom thickness	Min thickness	Max thickness	Comments
Coverfilm Modulus (MPa)		3400		From datasheet
Adhesive Modulus (MPa)		3000		From datasheet
Coverfilm Thickness (um)	25	25	25	From drawing
Adhesive Thickness (um)	30	25	35	From drawing
Total thickness (um)	55	50	60	Sum of thickness
Weighted Modulus (MPa)	3181.818	3200.000	3166.667	Calculated per formula
Estimated force (N)	4379.420	4379.420	4379.420	Estimated from FEA (17kN Crimp)**
				Calculated from CAD (area considers contact area without solder tabs, assuming there is gap, therefore compression exists)
Area (mm2)	7.680	7.680	7.680	
Stress (MPa)	570.222	570.222	570.222	Calculated per formula
Calculated Compression (um)	9.857	8.910	10.804	Calculated per formula

Figura 5.18 Cálculo de separación.

En este análisis los resultados nos muestran lo que actualmente estamos observando en la línea de producción con ambos números de parte, para el X69 tienen una pérdida de rendimiento menor al 0.5% o menos por falla de EMC.

Teniendo en cuenta la compresión teórica de Coverfilm + adhesivo, comparando ambos números de parte la diferencia de altura de la soldadura de los TABS de tierra es significativo.

En la simulación de Monte Carlo para X69 solo una mínima parte resulta con una pequeña separación, debido a estos resultados el cambio sugerido es optimizar los parámetros de la herramienta, es decir, aumentar la altura de la soldadura de los TABS de tierra 16 micras como se muestra en la figura 5.19. Los datos analizados y las evaluaciones nos indican que deberían realizar una prueba física de intercambio de componentes entre ambos números parte y confirmar los resultados de la simulación.



Figura 5.19 Parámetros de Optimización de herramienta.

Conclusión: La hipótesis fue aceptada. La simulación muestra que considerando la compresión del EMA, para el número de parte de X69 no presenta separación mientras que para 8 Speed tiene alrededor del 50% de separación. La optimización de parámetros muestra que el aumento de al menos de las 15 micras en la altura de los TABS mejoraría su rendimiento.

7. Séptima Hipótesis: El rendimiento se ve afectado por las diferentes condiciones del EMA.

Para confirmar esta hipótesis realizamos un intercambio del componte EMA entre X69 y 8 Speed para confirmar si la diferencia de altura de los TABS de tierra influye en el correcto contacto.

Se construyeron tres grupos, el primer son piezas de control donde no se realiza ningún cambio y obtuvimos una pérdida de rendimiento del 11%, el segundo y el tercero es un intercambio de EMA entre los dos números de parte. Físicamente se comprueba la simulación de la hipótesis 6, con una altura mayor en los TABS, la separación es cero y no hay pérdida de Yield como se muestra en la figura 5.20.

Prueba de intercambio de EMA	Perdida de rendimiento
A: Piezas de control	11.00%
B: EMA de X69 con paquete de 8 Speed	0.00%
C: EMA de 8 Speed con paquete de X69	3.00%

Figura 5.20 Prueba de intercambio de EMA.

En conclusión a esta hipótesis aceptada, se confirmó físicamente en la prueba de intercambio de módulo que el principal contribuidor a la pérdida de rendimiento por falla de EMC en el sensor 16CP14-1, como consecuencia a la altura de los TABS de tierra

fuera de especificación, se refuerza con los resultados obtenidos en la simulación de Montecarlo, que es necesario un cambio de herramental para incrementar la altura.

En la figura 5.21 se muestran los valores resultantes con el intercambio de módulo entre ambos sensores.

Item	8 speed with EMA X69	X69 with EMA 8 speed
1	81.419	115.507
2	81.201	116.533
3	80.73	114.855
4	81.242	117.483
5	81.334	116.347
6	81.223	116.493
7	81.552	115.801
8	81.641	116.748
9	81.203	116.37
10	81.428	115.459
11	81.521	114.179
12	81.684	116.155
13	81.8	116.394
14	81.94	117.204
15	81.108	115.426
16	81.746	115.607
17	81.241	116.37
18	81.755	116.352
19	81.077	115.429
20	81.149	115.115

Figura 5.21 Resultado de Valores con el intercambio de módulo.

En conclusión: La hipótesis es aceptada, se confirmó físicamente en la prueba de intercambio de EMA que el principal contribuidor es el módulo por la altura de los TABS (figura 5.22) y la simulación reforzó que se requiere un cambio de herramental por parte del proveedor para incrementar la altura.

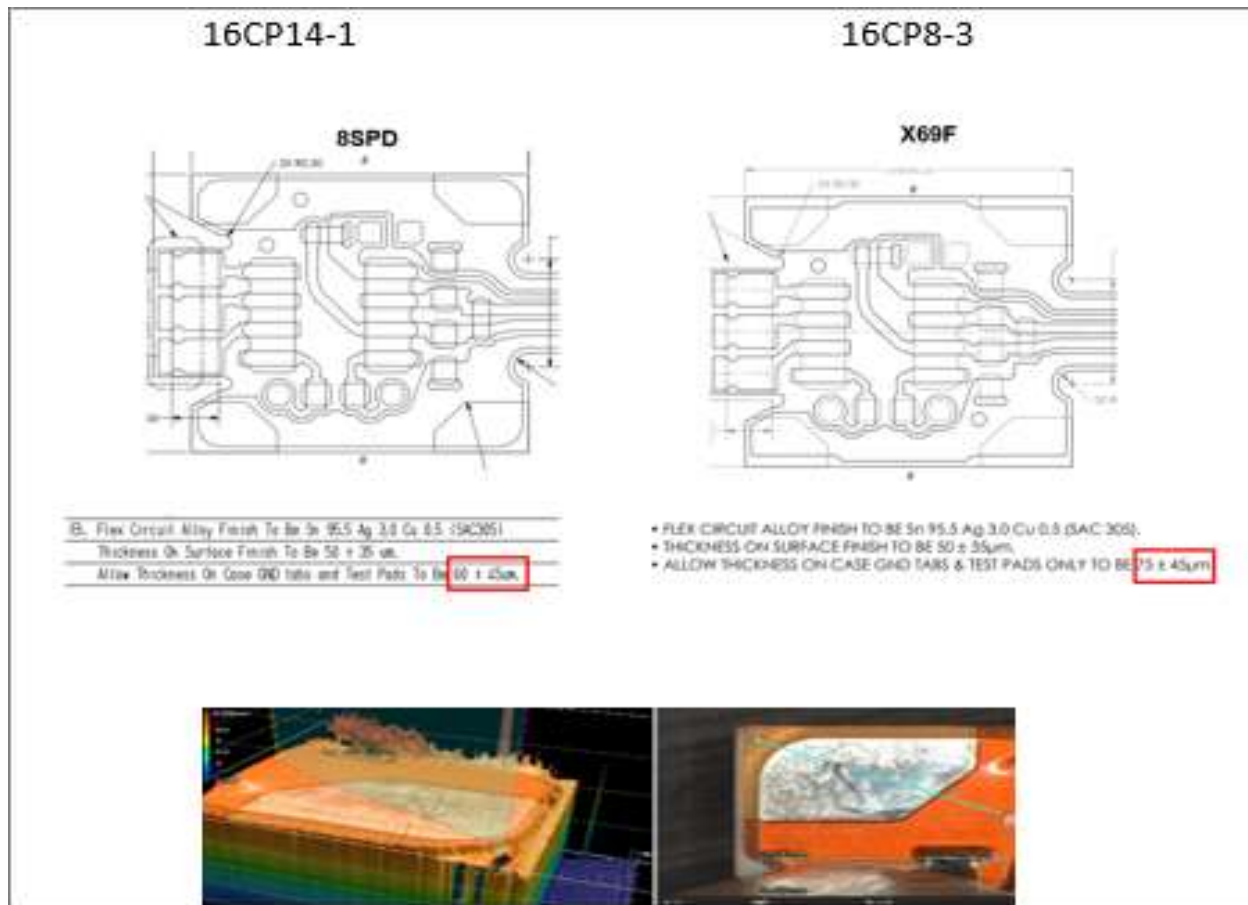


Figura 5.22 Thickness TABS.

Fue necesario involucrar a ingeniería de diseño quien es el contacto directo con el proveedor, para que este departamento solicitara al proveedor modificara el herramental de fabricación del módulo para aumentar el espesor de los TABS a la altura requerida las 16 micras confirmadas de separación entre el anillo de soporte y la soldadura de los TABS.

Y mediante documento ECO-560944 (figura 5.23) se avala la actualización de los dibujos aprobados a la modificación del herramental, y realice un aumento al espesor de la soldadura a los TABS del módulo del sensor 16CP14-1, y este coincida con el espesor de soldadura en los TABS al módulo de sensor X69, esto debido al problema de consecuencia por la falla de EMC; asimismo con ese incremento de soldadura se asegura el correcto contacto con el anillo de soporte, lo cual minimiza dicha falla.

ECO-560944 Implemented

ECO • Need to update the next drawings according to the marked-up drawings attached: 119001 FPC
119002 EMA Need to update agile items to their next r...

Comment Navigator Actions

Cover Page Affected Items * Workflow * Relationships * Attachments * History

Page Two | P3 | Required Fields: | Drawing / Parts Related Fields: | Supplemental Fields: | System Internal Settings:

Number: ECO-560944
Status: Implemented

Change Type: ECO
Change Category:

Description of Change: Need to update the next drawings according to the marked-up drawings attached:
119001 FPC
119002 EMA
Need to update agile items to their next revision matching the drawings.

Reason For Change: Due a fallout issue for EMC failure in Sensata's production line, need to increase the solder thickness on the CASE pads to match the x69 EMA model to have a correct contact with the ring.

Reason Code:

Workflow: Sensata CCB Workflow

Figura 5.23 Documento ECO

La figura 5.24 nos muestra la solicitud por parte de ingeniería de procesos para que se realice la actualización de dibujos con las especificaciones requeridas.

119002-DWG		
Related Engineering Change Order		
ECN Number	Description	State
ECO-560944	Need to update the next drawings according to the marked-up drawings attached: 119001 FPC 119002 EMA Need to update agile items to their next revision matching the drawings.	Implemented

Figura 5.24 Solitud de actualización de dibujos del módulo.

En la figura 5.25 se detallan las acciones correctivas realizadas.

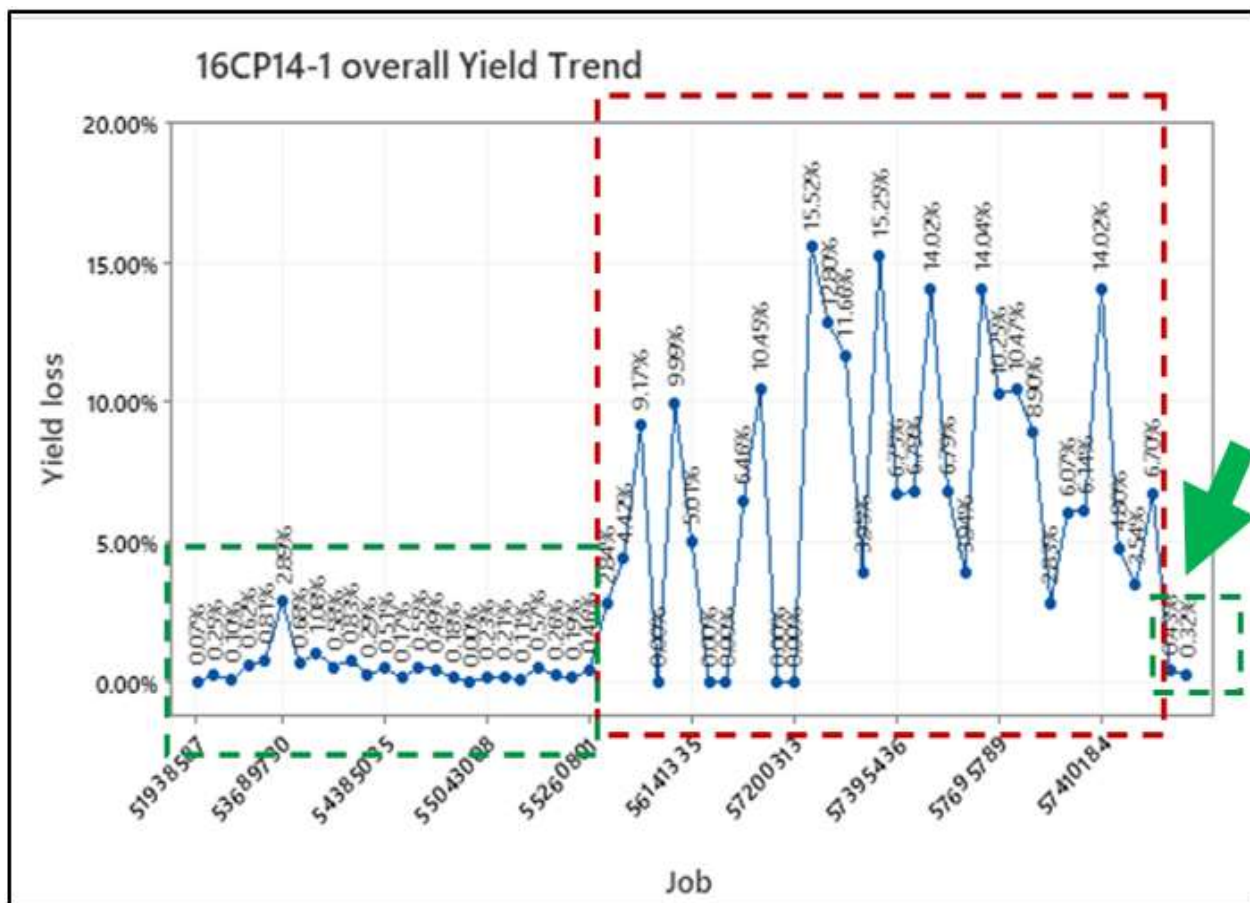
POTENTIAL CORRECTIVE ACTIONS / COUNTER MEASURES					
ID	Cause X	What Action	When	Who	Status, Comment
		Perform EMA mark-up with new tolerance 119001 / 119002	may-24	Ivan Gutiérrez	Completed
		Update of PBC drawing 119001& 119002	may-24	Ivan Gutiérrez	Completed
		New stencil	end of June 2024	Luis Renteria	Completed
6 & 7	EMC TABS	Validate the new EMA revision C to mitigate EMC issues.	may-24	Monica Diaz / Evelia Gonzalez	Completed
		Supplier will measure 40 parts at the star of each lot and every 2 hours.	may-24	Luis Renteria	Completed
		PSW approval to Meteck	may-24	Luis Renteria	Completed
		EMA Rev. B coverage: 81,800 a) Inventory on hand: 43, 800 b) Inventory in transits: 0 c) Inventory at Mektec: 38,000 Estimate scrap cost before migrate to Rev. C \$70,348 USD	may-24	Mario Rodriguez	Completed (All material use in mass production to avoid the scrap

Figura 5.25 Detalle de acciones correctivas.

Como conclusiones a seguimiento de las acciones

Los dispositivos HP2 deben tener un espesor en dibujo estándar de la caja de TABS, actualizado para especificar un espesor de 75+- 45 micras para todos los factores forma HP2.

Se confirma que la mejora implementada a los TABS del módulo, lo cual asegura el rendimiento del sensor en un óptimo YIELD, como se demuestra en la figura 5.26.



En la figura 5.27 Se muestra Boom de la Hoja viajera actual donde ya pide el nuevo componente de módulo el cuál se apega a la especificación de grosor en soldadura de TABS.

16CP14-1



Description: PRESSURE TRANSDUCER		UOM: EA	Card Printed: 27-May-2024		REPRINT
BOM Revision/Name: ==01PRIMARY		Routing Revision/Name: ==01PRIMARY		Org: AQB	

Gross Quantity: **4800**



Job Quantity: **4800**



Lot Quantity: **4800**



Job Start Date: **16-May-2024**

Parent Item:

Sales Order:

Job End Date: **27-May-2024**

Specs:

Parents/Model Job:

Lot: **58650010-001**

Release Date: 20-MAY-2024

Job Number: 58675201



Item	Description	Rev	Qty	UOM	Lot #
106989-4	AP2 INTERNAL O-RING STANDARD	==C	1	EA	
107168-1	EXTERNAL O-RING 5.28 MM ID X 1.78 MM LUBRICATED	==B	1	EA	
108647-1	SLOTTED BOX	==C	.0037	EA	
108648-1	LID	==A	.0037	EA	
110241-2	CONNECTOR, SIFEL AND SUPPORT RING SUB ASSEMBLY	==A	1	EA	
110347-1	BASE COVER	==C	1	EA	
110649-1	PRESSURE PORT	==C	1	EA	
112255-1	BRACKET	==C	1	EA	
112382-1	PACKAGING TRAY	==A	.02593	EA	
119002-1	ELECTRONICS MODULE ASSEMBLY	==C	1	EA	
29069-53M	DIAPHRAGM & SUBSTRATE ASSEMBLY	=CG	1	EA	
39462-27	EDGE CLIP (LEAD-FREE)	==L	3	EA	
75942-9	SOLDER 7618	==Y	.0001	LB	
76489-1	FLEX CIRCUIT ADHESIVE, LORD	==G	.003	G	
77151-1	SIFEL SEALANT	==A	.14	G	
77379-1	SILICONE CONFORMAL COAT	==D	.032	G	

Figura 5.27 Boom de componentes de Hoja Viajera 16cp14-1.

En la figura 5.28 se muestra Hoja viajera de lote reciente y resultados de falla EMC, con una mejora significativa con un total de 4532 piezas buenas y 42 piezas de falla de EMC.

16CP14-1

15-May-2024 24-May-2024

Job 58650010

Step	Description	Qty	Unit	Status
1	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
2	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
3	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
4	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
5	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
6	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
7	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
8	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
9	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
10	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
11	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
12	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
13	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
14	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
15	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
16	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
17	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
18	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
19	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
20	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
21	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
22	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
23	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
24	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
25	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
26	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
27	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
28	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
29	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
30	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
31	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
32	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
33	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
34	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
35	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
36	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
37	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
38	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
39	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
40	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
41	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
42	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
43	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
44	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
45	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
46	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
47	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
48	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
49	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
50	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
51	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
52	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
53	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
54	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
55	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
56	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
57	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
58	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
59	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
60	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
61	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
62	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
63	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
64	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
65	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
66	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
67	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
68	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
69	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
70	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
71	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
72	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
73	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
74	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
75	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
76	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
77	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
78	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
79	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
80	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
81	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
82	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
83	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
84	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
85	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
86	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
87	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
88	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
89	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
90	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
91	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
92	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
93	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
94	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
95	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
96	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
97	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
98	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
99	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK
100	WFO INTERNAL CIRCUIT STRAPPING	1	EA	OK

Lot ID 58650010

Row Labels	Count of Status
EMC Cap	37
EMC Res	6
Good	4532
Grand Total	4575

Figura 5.28 Hoja viajera con sus respectivos resultados de falla EMC.

Después de implementar las acciones correctivas en la figura 5.29 se plasma una gráfica que demuestra la Tendencia de Mejora de rendimiento por falla de EMC lo cual avala el resultado satisfactorio del presente proyecto, que minimiza dicha falla a los factores potenciales que provocaban el problema.

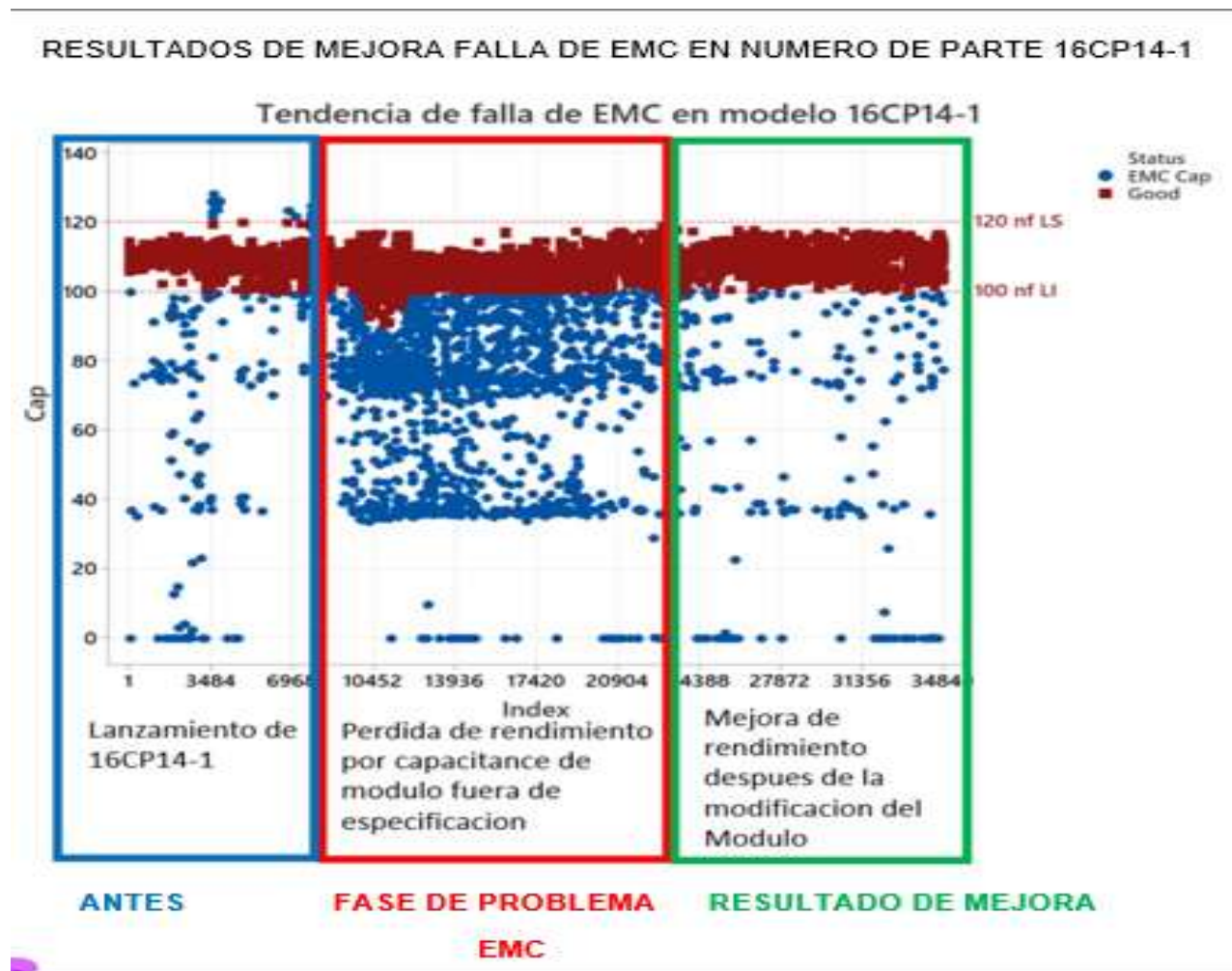


Figura 5.29 Tendencia con la Mejora Implementada, representada en gráfico de dinámicos.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del proyecto

El haber realizado mi proyecto de residencias profesionales en la planta Sensata Technologies me da una satisfacción personal por poner en práctica conocimientos adquiridos en mi carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, y con los resultados obtenidos en el proceso del proyecto se confirma la calidad del producto, y sobre todo se minimiza la pérdida de YIELD y financiera por la falla de EMC en el número de parte 16CP14-1.

Con este proyecto he ampliado los conocimientos de los procesos productivos y confirmar lo valioso que es cumplir con los requerimientos de los clientes al mejorar la calidad de los productos.

Me dá una satisfacción el haber tenido la oportunidad analizar los procesos productivos desde otro punto de vista, y haber formado parte con mi equipo de asesores; tomando experiencia de la importancia del desarrollo de una metodología efectiva DMAIC para llegar a la conclusión satisfactoria del problema.

A pesar que en el inicio del análisis del proceso donde se detectó la pérdida de YIELD de 7.08 % por falla de EMC en el número de parte 16Cp14-1, se llegó a un buen resultado obteniendo reducir a un 2% de scrap como pérdida de rendimiento, objetivo específico planteado en inicio del presente proyecto.

En general los objetivos se cumplieron satisfactoriamente, favoreciendo financieramente a la empresa.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

14. Competencias desarrolladas y aplicadas.

Como primer punto adquirí la experiencia de formar parte de un gran equipo de trabajo.

- Desarrollé la capacidad de análisis ante fallas en los procesos productivos.
- Apliqué métodos de investigación para identificar factores de riesgo.
- Apliqué métodos y herramientas estadísticas para análisis cuantitativos.
- Desarrollé y apliqué habilidades en el diseño de proyectos.
- Comprendí la importancia de la comunicación como parte fundamental de un equipo de trabajo.
- Adquirí la capacidad de organizar y planificar el desarrollo secuencial de actividades para dar un buen resultado.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Referencias de libros.

BIBLIOGRAFÍA

De la Vara, R. (2004). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México, D.F.: McGraw-Hill

De la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México, D:F.: McGraw-Hill.

Muñoz, J. (2022). *Lean Manufacturing: Modelos y herramientas*. Pereira.

Pande, P. (2002). *¿Qué es Seis Sigma?* Madrid, España: McGraw-Hill.

16. Referencias de sitios web.

<https://www.isotools.com.mx/iso-ts-16949-requisitos-gestion-calidad-sector-automovil/>

<https://www.sensata.com/about>

https://www.minitab.com/uploadedFiles/Documents/getting-started/Minitab17_GettingStarted-es-es.pdf

CAPÍTULO 9. ANEXOS.

17. Anexos

Anexo 1. Aceptación de la solicitud de residencias profesionales.

	Formulario para Solicitud de Residencias Profesionales por competencias	Código: FactM4C-PG-004/01
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 T. 5.1	Revisión: 0
		Página: 1 de 2

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
RESIDENCIAS PROFESIONALES
SOLICITUD DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

Lugar: Pabellón de Arteaga, Ags. Fecha: 10 de enero de 2024.

C. Dora María Guzmán Alvarado ATN: C. Magdalena Cuevas Martínez
 Jefe (a) de la Div. de Estudios Profesionales Coord. de la Carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial

NOMBRE DEL PROYECTO: Faltó de INEC en el sistema de parte 16CP14-1 en el proceso de Calificación.

OPCIÓN ELEGIDA: (A) ☐ Bando de Proyecto ☐ ☐ Frecuencia propia ☐ Trabajador ☒

PERIODO PROYECTADO: ☐ 21 de Enero a 7 de Mayo 2024. ☐ Número de Residencias: 1

Datos de la empresa:

Nombre	Sensata Technologies de México, S. de R. L. de C. V.		
Gen. Ramo o Sector	Industrial (☒)	Servicios (☐)	Otro (☐)
	Público (☐)	Privado (☐)	RFC: 0704000000
Domicilio	Avenida Aguascalientes Sur No. Ext. 401 Col. Ejido Occidental		
Código	Ejido Occidental	C. P.	20150
Ciudad	Aguascalientes	Teléfono	9-10-00-00
		(no celular)	
Misión de la Empresa:	Misión: Para mejorar la seguridad, la eficiencia y la comodidad para millones de personas todos los días. Visión: Ser líder mundial en soluciones de protección de misión crítica para un mundo más seguro, más ágil y más sostenible.		
Nombre del Titular de la empresa	Mario Morales	Puesto:	Director
Nombre del (a) Asesor (a) Externo (a)	Mónica Arauz Chaz González	Puesto:	Ingeniero de proyectos
Nombre de la persona que firmará el acuerdo de trabajo Estudiante-Empresa	Lic. Silvana Guzmán Ruiz	Puesto:	Recursos Humanos

FactM4C-PG-004/01 Rev. 0

	Formulario para Servicio de Residentes Extranjeros por competencias	Código: TecMM-AC-PO-034-01
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 F.S.1	Revisión: 0
		Página: 2 de 2

Datos del Residente			
Nombre	Evelyn González Machón		
Carrera	Ingeniería en Gestión Empresarial	Nº de	ACT080503
Domicilio	Paseo de la zona 4 216, Ocotlán de las Flores		
E-mail	Evelyn.gonzalez@gmail.com	Foto registrada	NO
		Social media	NO
		OTROS	NO
		Nº	2106051201
Ciudad	Aguascalientes, Ags.	Teléfono	442 4426 000
		(no obligatorio)	


Firma del residente