



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN
PROGRAMA PARA IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL DE YIELD
(DESVIACIÓN POR PERDIDA DE PRODUCCIÓN) EN UN PROCESO
PRODUCTIVO PARA LA EMPRESA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

ARACELI SANTILLÁN RODRÍGUEZ

ASESOR:

Juan Ramón Cortes Ríos

Junio



**1. PROGRAMA PARA IMPLEMENTACION Y CONTROL DE YIELD
(DESVIACION POR PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN) EN UN PROCESO PRODUCTIVO
PARA LA EMPRESA.**

PROYECTO DE TITULACIÓN:

Nombre:

Araceli Santillán Rodríguez.

Nombre del Asesor:

Ing. Oswaldo Castillo Gómez.

Nombre de la Carrera:

Ingeniería en Gestión Empresarial.

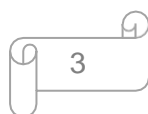
Pabellón de Arteaga, Ags., a 10 de diciembre de 2020



2. Agradecimientos.

Primeramente, gracias a Dios por permitirme concluir un ciclo más tanto personal como profesional al haber estudiado la Ingeniería en Gestión Empresarial y haber aplicado los conocimientos en un trabajo de intervención aplicado a la empresa en donde actualmente laboro, Sensata Technologies. Gracias a los directivos de la empresa y compañeros que participaron en la implementación y seguimiento del proyecto sin los cuales no habría sido posible este trabajo. “Todo lo puedo con el espíritu Santo” y esto es una demostración de ello. Agradecimiento especial al Ing. Oswaldo Castillo por el acompañamiento durante la elaboración de este proyecto. Posteriormente agradezco a mi hija Nicole, quien me acompañó en las clases durante todo el periodo, a estudiar, siempre lo hizo con una sonrisa y con su apoyo incondicional. Te amo hija, eres el motor que me impulsa a no rendirme a seguir superando obstáculos. Muy especial agradecimiento a mi mamá que ya no está conmigo, pero desde el cielo me está observando día a día y se siente feliz porque todo lo que enseñó lo estoy implementando, quien con su apoyo me ayudo a recargar energía cuando lo necesité, me brindo la ayuda en cada momento a lo largo de mi vida. Gracias Hermana Erica, no tengo palabras para decirte cuanto te quiero y aprecio lo que hiciste y sigues haciendo por mí te amo. A mi esposo quien vivió los primeros semestres de matrimonio conmigo en una etapa de tiempos limitados, gracias por tu paciencia y apoyo. Por supuesto gracias también a mi amigo Jesús por su apoyo incondicional al igual que mi papá y también gracias papi por el ejemplo que me has dado de trabajar y disfrutar de lo que uno hace al máximo. Hubo muchas personas adicionales que me acompañaron en este camino, hermanos y amigos, profesores: ¡gracias!

Gracias.



Resumen:

Intervención documentada en el presente trabajo de obtención de grado se basa en la investigación de herramientas de calidad, tanto de solución de problemas, como de metodologías de prevención de fallas y métodos de control, para aplicar dichas herramientas en la planta de Sensata Technologies el proyecto se basa en realizar mejoras para la reducción de defectivo en el área impactada, el proyecto se basó en la mejora del rendimiento (yield) por medio de la aplicación de mejoras que se obtuvieron día con día en la línea. Se plantean objetivos de aumento de productividad y reducción de desperdicios (es decir aumentar la ganancia). Se plantea la introducción a la metodología KATA para la mejora continua y seguimiento de fallas en el equipo seleccionado. Posteriormente se analiza el proceso con herramientas como diagrama de flujo, mapeo de cadena de valor, matriz causa-efecto con la finalidad de acotar el problema y proponer soluciones pertinentes a dicho problema. En la etapa de análisis se identificaron las oportunidades de mejora de las fallas principales de manera que durante la etapa de mejora se desarrollaron soluciones efectivas para los problemas encontrados; se realizó un mantenimiento constructivo a los herramientas del equipo ya que se encontraron discrepancias en el sistema de medición, se desarrolló e implementó una aplicación local para solucionar la necesidad de evitar intermediarios en fallas de comunicación, esta solución superó la barrera de la inversión proporcionando la solución al problema de comunicación sino también a problemas de trazabilidad y flujo que afectan continuamente al proyecto en cuestión, sino a toda la planta. Se estandarizaron formatos de seguimiento como: mantenimientos, listas de verificación de auditorías y documentos de entrega con la finalidad de mantener las soluciones encontradas y prevenir estos modos de falla en otros productos. Así mismo se incorpora la matriz de lecciones que se aprendieron en el mantenimiento de los herramientas, se implementó la aplicación de trazabilidad y flujo. Es un trabajo de intervención concluido y exitoso con la recomendación de replicar en el resto de los proyectos que apliquen dichas soluciones.

Índice.	Página.
Capítulo 1	
2. Agradecimientos	III
3. Resumen.....	IV
Capítulo 2	
Generalidades del proyecto.....	7
5. Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa y puesto o área de trabajo del residente	10
7. Problemas a resolver.....	14
7.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas... ..	14
8. Justificación.....	15
9. Objetivos	16
9.1 Objetivo principal.....	16
9.2 Objetivos específicos	18
Capítulo 3.	
10 Marco teórico	19
10.1 Metodología KATA	19
Capítulo 4.	
11. Desarrollo.....	25
11.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	25
11.2 Cálculo de OFD.....	27
11.3 Cálculo de DPMO.....	28
11.4 Cálculo de DPU.....	30
11.5 Predicción de yield	31
11.6 Cálculo de RTY	32
11.7 Inclusión de modelo en el proceso de NPI.....	33
Capítulo 5	
12. Resultados obtenidos	35
Capítulo 6	
13. Conclusiones del proyecto	40

Capítulo 7

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas	41
14.1 Instrumentales.....	41
14.1.1 Interpersonales.....	42
14.1.2 Sistemáticas	44

Lista de imágenes

Imagen 1. Plano de ubicación de la planta Sensata Technologies de México, S. de R.L. dentro de la ciudad de Aguascalientes, Ags.	11
Imagen 2. Vista aérea de la planta Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V.....	11
Imagen 3 Principales clientes de sensata.....	12
Imagen 4 El FPY es el número de unidades buenas obtenidas de un proceso sin ser retrabajadas	13
Imagen 5 Fuente sistema de trazabilidad	17
Imagen 6 Gráfica por estación.....	17
Imagen 7 Esquema de aplicación de KATA.....	20
Figura 8. Predicción de tiempos de ciclo y utilización de recursos. Fuente: Jing Li (2011)	22
Figura 9. Relación entre la calidad y la cobertura de pruebas. Fuente: James P. Schoen (2010).....	23
Imagen 10 Pasos de DMAIC	24
Imagen 11 Solución de problemas.....	25
Figura 12. Pasos del modelo de predicción de yield	26
Figura 13. Pasos del modelo de predicción de yield	27
Figura 14. Representación gráfica del yield	32
Figura 15 Costo de modificaciones vs fase de desarrollo del proyecto. Fuente: Kennedy, Harris, MacRae (2012)	34
Figura 16. Diagrama Causa-efecto	36
Figura 17 Diferencia entre la medida	40
Figura 18 Gráfica de puntos.....	42

Figura 19 Gráfica comparativa entre el delta obtenido y la cantidad de transductores.....42

Figura 20 Estudio de correlación entre el RTY histórico y la predicción45

Figura 21 Variación o delta entra la estimación y el RTY..... 46

Tablas

Tabla 1. Ejemplo de cálculo de DPMO 29

Tabla 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES..... 36

Tabla 3. Comparación defectivo37

Capítulo 2. Generalidades del proyecto

5. Introducción.

En toda organización, no importando el ramo al que se dedique, es necesario contar con herramientas de trabajo técnicas o metódicas cada vez más prácticas y eficientes que permitan dentro de cada una de las diferentes operaciones, una reducción significativa de toda clase de desviaciones que permitan obtener al proceso productivo una rentabilidad cada vez mayor a fin de alcanzar los objetivos de toda empresa. Una producción, manejo de recursos humanos, manejo de materiales eficientemente y por supuesto lograr el crecimiento de la empresa con el consecuente beneficio de utilidades.

Este trabajo persigue obtener una reducción de todos aquellos desperdicios y desviaciones en el proceso productivo, concientizando a los trabajadores en general sobre la importancia de que la empresa sostenga un adecuado balance financiero que conlleve al beneficio de todos los que participan en ella de una u otra manera.

Para desarrollar este trabajo, primeramente, deberán definirse los criterios de calidad u oportunidades de defectos, tomando una muestra representativa de unidades y llevar a cabo una medición en cuanto a estándares de calidad previamente definidos que permitan mejorar un proceso que, dependiendo del nivel objetivo establecido como

meta por la empresa, llevará a relacionar un DPMO (Defectos por Millón de Oportunidades), como ejemplo, podrá basarse en la metodología seis sigma, que tiene como objetivo el lograr que este DPMO sea inferior a 3,4. Una vez que se ha obtenido este dato, se podrá hallar el desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del mismo, que arrojará datos útiles de mejora como el DPO (Defectos por Oportunidad) y el Yield, que marcará el desempeño como tal. Esto es, definiendo a la desviación o “yield” como una medida de rendimiento de todo proceso productivo aplicable a una estación propia de trabajo o bien a nivel general del proceso.

La predicción, reducción y control de este índice “yield” resulta de gran interés para una adecuada planeación de recursos para la manufactura del producto, de ahí que se derive la necesidad de encontrar un método adecuado que sea aplicable a las circunstancias de la realidad actual de los procesos de manufactura de ensamble de sensores y controles electrónicos.

Durante la etapa de manufactura de estos productos, se encuentra que algunos procesos tienen un nivel de defecto. Esto genera desperdicios de material, de tiempo y costos de material y hasta de retrabajos, lo cual tiene un impacto en el costo de producción.

Al momento de realizar el diseño del proceso deberá tomarse en consideración el porcentaje fijo de eficiencia, de tal manera que, si se descubre que está en un menor rango calculándola en base a la producción obtenida, significará entonces que éste no está adecuadamente adaptado a lo que se persigue y se estará trabajando con pérdida, si bien es cierto que al momento de definir la estructura del proceso no se tienen los elementos suficientes para estimar el costo real dependiendo de las características del producto en específico; existen herramientas que permiten estimar el mismo como sería: PTR (Process Trial Report) de aquí tendríamos el YieldRolled general del área y también los Yield de prueba y validación del proceso por estación unitaria. Finalmente, con toda esta información crearíamos el MER (Manufacture EngineerReport) que es el paso final para que los equipos de Ingeniería de Procesos, Ingeniería Mantto y

Manufactura tomen las riendas del equipo y lo liberen a un proceso productivo estandarizado.

En la actualidad se espera que las organizaciones ofrezcan rendimientos productivos que hagan que merezca la pena la inversión que se arriesgó para conformarlas. Esto se logrará diseñando y analizando procesos cada vez más afines a la identificación de etapas o tareas de no valor que no aportan nada a la manufactura en sí, sino que, al contrario, en algunos casos generan desperdicios y reducen la eficiencia del proceso ya que son consumidores de recursos y tiempo.

De acuerdo con lo anterior, deberá ponerse dedicación especial tanto en el diseño del proceso, a fin de hacerlo más ágil, menos engorroso y con las menores operaciones posibles, será el objetivo de inicio para posteriormente planificarlo buscando siempre con ello el trabajar conforme a normas de las diferentes metodologías con las que todas las empresas eficientes y competitivas laboran actualmente.

Ante tal situación, de la misma forma son vitales la capacitación constante a los trabajadores a fin de que realicen sus funciones apegadas totalmente a lo diseñado y con una conciencia plenamente orientada hacia la reducción y eliminación de desviaciones o yield que actúen como un factor en contra de alcanzar una producción eficiente y con calidad.

Una compañía que se basa en estas técnicas de mejora continua y en adecuados planes de trabajo y procesos de manufactura, pero sobre todo en organización, disciplina y sostenimiento, será capaz de entregar a los consumidores finales productos que cumplan con altos estándares de calidad y que le permitan obtener un grado de rentabilidad óptimo que, por lo tanto, traerá beneficios para todos los que la conforman.

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

Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V., parte de la organización mundial de Sensata Technologies, Inc., esta última con sede en Attleboro, Massachusetts, Estados Unidos de América, es una de las empresas proveedoras de sensores, protección eléctrica, controles electrónicos y fuentes de poder con centros de negocio y operaciones en 13 países, incluyendo China, Japón, Corea, Malasia y México, entre los más importantes.

De hecho, el nombre de Sensata proviene de la palabra latina “sensato”, aquellas cosas que se pueden sentir, de tal manera que el logotipo de la compañía está escrito utilizando el sistema Braille.

En Sensata Technologies: Laboré desde hace 5 años en el área de control de calidad me desempeño como técnico de control de calidad, realizo las siguientes actividades.

- Realizó análisis de rechazo cliente internos y externos
- Registro de documentación de diferentes contenciones realizadas en el área de CSE.
- Control del proceso y del producto terminado que cumpla con los requerimientos del cliente.
- Liberación de nuevos equipos para su primera producción.
- Análisis de estadística de los defectos de diferentes operaciones del área de CSE.
- Coordinación de diferentes actividades en el área
- Realización de MSA, PPAP, calibración de equipos.
- Coordinación de la implementación de las herramientas de calidad en proceso y producto.
- Coordinación de auditores en el área que realicen actividades de línea.
- Evaluación al personal de su certificación.

- Revisión de ITE que estén actualizadas con el cp maestro
- Revisión de personal que porte su equipo de protección personal y seguridad correcto.
- Realización de nuevos proyectos para implementarlos en la línea en conjunto con el grupo de MRB.
- Juntas semanales de los métricos de calidad al personal de línea.
- Reuniones con los superiores de diferente área para el plan de trabajo.

En el proyecto denominado implementación de yield mi principal función es lograr reducir lo defectivo del proceso donde se realiza el Ítem 49637-1MC (número de parte), en las diferentes operaciones del área de CSE, se involucró a todo el personal de todas las jerarquías desde los ingenieros hasta el operador que trasforma la materia prima en producto terminado y así lograr el objetivo central del proyecto en mención.

La aplicación del proyecto denominado Implementación de yield se logró a satisfacción ya que el personal involucrado colaboró, realizando sus funciones con buena disponibilidad, realizando las metodologías implementadas, en un primer momento no se logró reducir notoriamente el yield, sino hasta que se empezó a practicar el método, la técnica a realizar hasta perfeccionar, dominar y así se obtuvieron los resultados esperados de la reducción de yield del .08al 1% y generar un importante ahorro de costos para la empresa, para el área de procesos.

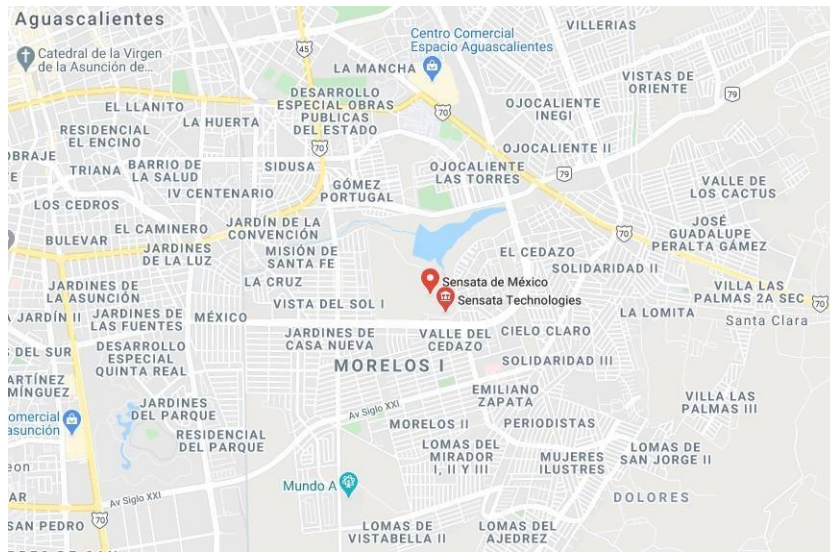


Imagen 1. Plano de ubicación de la planta Sensata Technologies de México, S. de R.L. dentro de la ciudad de Aguascalientes, Ags.



Imagen 2. Vista aérea de la planta Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V.

Entre los principales clientes con los que cuenta la división se encuentran, entre otros:



Imagen 3. Principales clientes de Sensata.

Descripción del problema de intervención. En la empresa Sensata se tiene la necesidad de mejorar el rendimiento de la división de ID, con la finalidad de aumentar el margen de utilidades por medio de la reducción de desperdicios y el aumento de la productividad para llegar a una meta particular de la misma.

El rendimiento del primer paso, mejor conocido en la empresa como FPY por sus siglas en Inglés: First pass yield, es el porcentaje de piezas buenas, obtenidas de los pasos del proceso. (número de piezas buenas divididas por el total de piezas que iniciaron el proceso). También se conoce como la tasa de la calidad, el porcentaje de unidades que completa un proceso y cumple con las normas de calidad sin ser re- trabajado.

First Pass Yield

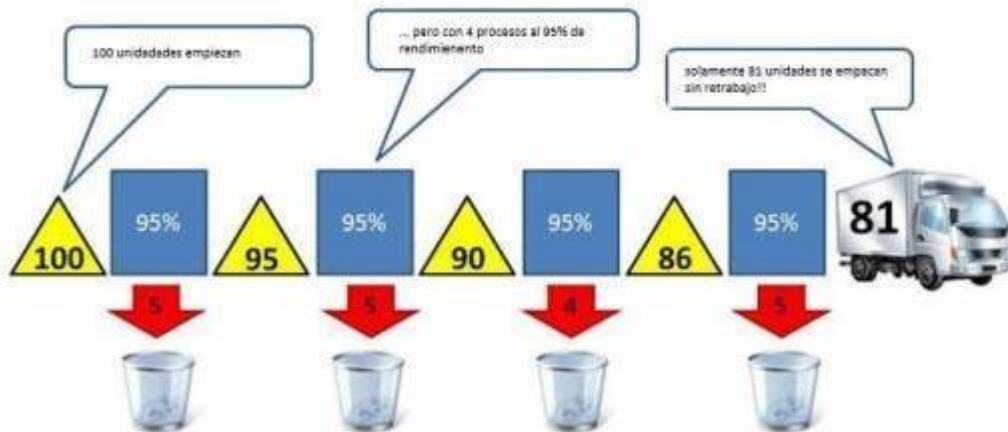


Imagen 4. El FPY es el número de unidades buenas obtenidas de un proceso sin ser retrabajadas.

El FPY es un indicador de proceso que apunta directamente a las oportunidades de mejora de estos; el control del mismo ayuda a la mejora tanto de dicho proceso como al incremento de las piezas de salida y cumplimiento de los planes de producción, disminución de retrabajos, disminución del scrap (desperdicio), disminución de tiempo caído en los equipos de pruebas y, por lo tanto, la calidad del producto manufacturado aumenta. Mantener controlados los procesos implica la reducción de riesgo de escape de fallas con el cliente, menos reclamos de parte del cliente y menos fallas de campo, lo cual se alinea con los estándares de calidad de la empresa y la estrategia que actualmente se está manejando en la planta para convertirse en la mejor Planta Sensata.

6.1 MISIÓN: Es alcanzar todos y cada uno de los objetivos que son: Reducción del desperdicio en el área de cse en el producto ap2, satisfacción del cliente, obtener un conocimiento correcto en el área que trabajamos, lograr una adecuada comunicación con la clasificación de los defectos.

6.1.2 VISIÓN: Lograr una investigación que genere la reducción de defectos en el área y así el yield se vea beneficiado.

7. Problemas a resolver.

- Detectar el área de oportunidad para mejorar el yield en Ítem 49637-1mc
- Analizar y mejorar las actividades que se realizan dentro de las operaciones del proceso.
- Identificar y dar a conocer las normas aplicables al operador de cada actividad realizada en su operación de acuerdo a la instrucción de trabajo.
- Informar sobre la importancia del control de desviaciones (yield) y brindar capacitación sobre trabajar en base a la técnica de manufactura esbelta y las 7 herramientas de calidad y metodologías establecidas.

7.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

- Recorrido por la línea conociendo cada actividad realizada de acuerdo al proceso.

- Desarrollo de una matriz acerca de la reparación de los herramientas de cada proceso.
- Desarrollo de un sistema de verificación de reducción y control de defectos de cada operación que impacta este producto.
- Registro y análisis de la información.
- Ajustes de información, análisis y definición de casos críticos.
- Presentación de alternativas de cumplimiento y mejoras aplicadas.
- Implementación del programa de reducción y control de desviaciones (yield) para las áreas operativas.
- Validación y ajustes.
- Retroalimentación del diagnóstico.
- Validación del programa por la empresa.
- Definición del diseño del documento.
- Estructura del documento y presentación.
- Entrega a Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V.

8. Justificación

Debido a la gran pérdida de yield por exceso de Bin 5 en Captester (operación donde se hacen las pruebas funcionales), se decidió desarrollar un análisis para encontrar la causa raíz del problema y poder eliminarla, con el fin de que la cantidad de piezas defectuosas disminuya.

Además de que a través de la elaboración de un análisis se podrá aplicar y a su vez ampliar los conocimientos obtenidos durante mi carrera profesional.

La organización al momento que se implementen las mejoras en el proceso, irá notando los cambios que este traerá, su personal estará entrenado, contará con las herramientas necesarias para realizar exitosa su trabajo, de esta forma el índice de errores se verá mayormente disminuido.

Se verá reflejado en el rendimiento del material, con la disminución en el número de defectos en el sensor y por consiguiente la cantidad de scrap será menor.

La elaboración de un programa para implementar y controlar la desviación en este proyecto de los procesos productivos que se llevan a cabo dentro de la línea de CSE es de mucha importancia, puesto que ayuda en la identificación de factores que no aportan nada y que, por el contrario, consumen recursos de todo tipo, mismos que podrán ser empleados en otros rubros haciendo que el producto 49637-1mc sea menos costoso para el negocio se puede ahorrar mano de obra, materiales trasladados etc.

Este programa de implementación y control de desviaciones ayudará a la línea CSE a mantenerse en constante actualización, ya que con él se persigue no solamente el estar a la vanguardia en los diferentes rubros a los que está dedicada, como son el automotriz, eléctrico y de telecomunicaciones, sino en el ampliar sus expectativas de

negocios fijando siempre su objetivo en el crecimiento y en el liderazgo, buscando además la satisfacción de sus inversionistas y colaboradores, ofreciendo a estos últimos un ambiente laboral sano y confortable, sino también amplias posibilidades de crecimiento por medio de una constante mejora continua.

La empresa Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V. llevará a cabo la implementación de este programa que repercute en el descubrimiento de oportunidades de mejora, con mejores estándares de productividad y rentabilidad, que son los fines que se persiguen con la implementación de cada proyecto.

9. Objetivo

9.1 Objetivo principal.

Reducción en la pérdida de rendimiento (yield) en el área de Captester, línea CSE a través de la aplicación de las herramientas de calidad y metodología Six Sigma; para reducir defectivo en un .08 al 1 %.

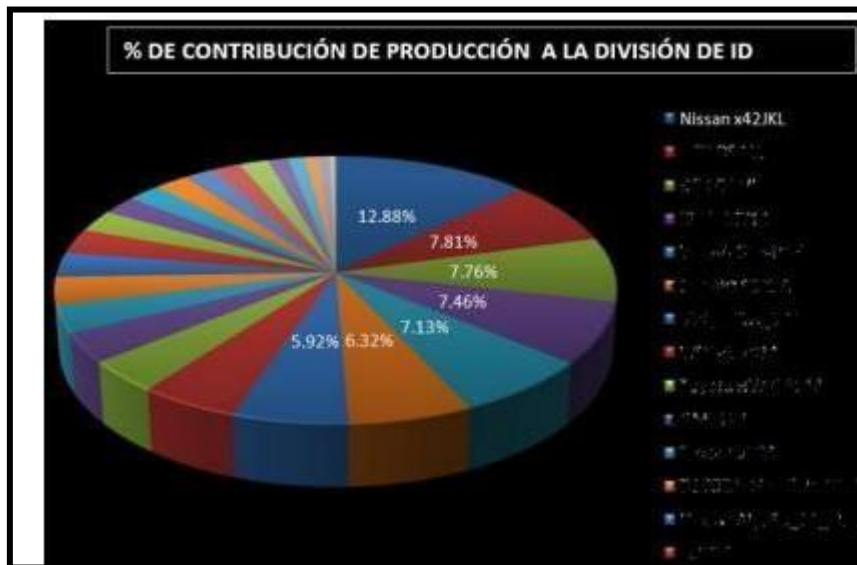


Imagen 5. Fuente sistema de trazabilidad.

Con la finalidad de establecer objetivos que realmente influyan en la mejora del métrico se realizó una gráfica de Pareto de las fallas en las estaciones.

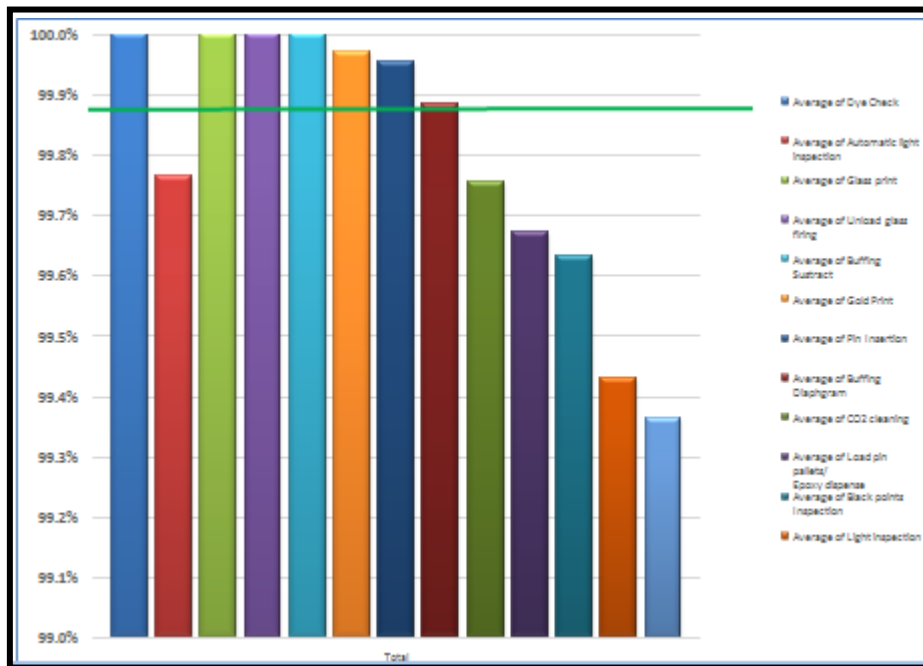


Imagen 6 Gráfica por estación.

9.2 Objetivos

- Desarrollar un diagnóstico en el sellado del CSE cuadrado, para identificar la problemática en los desperdicios por Bin5.
- Reducir la pérdida de yield en un 1% en el modelo 49637-1MC de la familia Ap2.
- Movimientos innecesarios, inventario excesivo, sobreproducción, transportación inútil, exceso de procesos, defectos.
- Reforzar la importancia de la disminución y eliminación de defectos, así como el cumplimiento de las normas que aplican en cada operación específica.

- Hacer este programa del conocimiento de los trabajadores.

Capítulo 3. Marco Teórico

10. Marco Teórico

10.1 Metodología KATA

Kata es un proceso para enseñar rutinas y prácticas estructuradas, que desarrollan un comportamiento de enfoque, pensamiento y análisis, para eliminar aquello que representa una barrera o problema a los procesos de generación de valor. Que la empresa sea capaz de alcanzar las metas que se traza al fortalecer la capacidad de gestión del proceso de mejora a lo largo de toda la estructura organizativa.

El seguimiento a los ciclos de mejora continua con metas concisas (pasos cortos) es la base de esta metodología. Aprender de los errores, reflexionar, encontrar la manera de remover los obstáculos para llegar a la meta con paso firme, aunque no inmediato.



Imagen 7. Esquema de aplicación de KATA.

La reducción y control de la desviación o yield, resulta de gran interés para una adecuada planeación, asignación de recursos y reducción de costos para un adecuado desarrollo de procesos para la manufactura de productos (para este caso específico, sensores y controles electrónicos), derivando así el desarrollar y perfeccionar un método adecuado que sea aplicable a las circunstancias de la realidad actual de los procesos de manufactura de productos electrónicos que las empresas fabricantes de los mismos, enfrentan en el mercado actual.

Basado en un análisis estadístico para generar un modelo de predicción, reducción y control de yield, es necesario crear un modelo que considere la complejidad del diseño y atributos del proceso. El uso de un modelo permitirá que se aplique en definir las metas de manufactura.

Los pasos que se consideran para desarrollar un modelo apropiado a estas necesidades son los siguientes:

- 1) Identificación de atributos de complejidad crítica.
- 2) Recolección y almacenamiento de datos.
- 3) Generación de modelos estadísticos a fin de probar la validez e impacto de los factores seleccionados.

Se encuentra también que mientras más características de diseño se consideren, más exacto será el modelo, pero a la vez, presentará mayores contratiempos a resolver y una mayor cantidad de inversión de tiempo. Se realizó también un análisis de sensibilidad en los diferentes tipos de componentes, concluyendo que algunos tipos de componentes tienen considerablemente más alto efecto en yield que otros.

Las entradas del modelo a emplear son históricas de yield, datos de DPMO con su listado de materiales (BOM) de las líneas de manufactura, el BOM de diseño de un nuevo producto, cobertura de pruebas y cálculo de las oportunidades de defecto. Las salidas del mismo modelo son la predicción del DPMO, predicción del yield y análisis de sensibilidad.

Así mismo, El FPY (First Pass Yield) es un conocido método para medir la calidad del proceso. Cabe mencionar que su limitante es que arroja una ratio de factores buenos, malos sin tomar en cuenta el número de defectos de los malos. Otra limitación viene de la cercana relación entre el yield medido y la cobertura de las pruebas.

Por otro lado, el métrico de DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades), es un buen método para medir el desempeño de un proceso y también sirve como base para el cálculo de los valores sigma en el mismo. En contraste con el FPY, que provee el número de unidades con defecto, los DPMO toman en cuenta que pueden existir múltiples defectos en un mismo producto.

El método de Jing Li se enfoca a la predicción de tiempos de ciclo y utilización de recursos. Mediante la integración del diseño del producto en modelos de simulación, esta técnica se basa en DES (DiscretEventSimulation), para con ello planear recursos requeridos, predecir tiempos de ciclo y optimizar el despliegue de recursos para un producto específico. Aquí se integra la información del diseño del producto (CAD, BOM) y trabajando sobre el modelo de simulación mediante 3 módulos de procesamiento de la información:

- 1) Planeación de recursos,
- 2) Cálculo de tiempos de operación
- 3) Predicción de yield.

Todos estos se muestran en la figura 2,

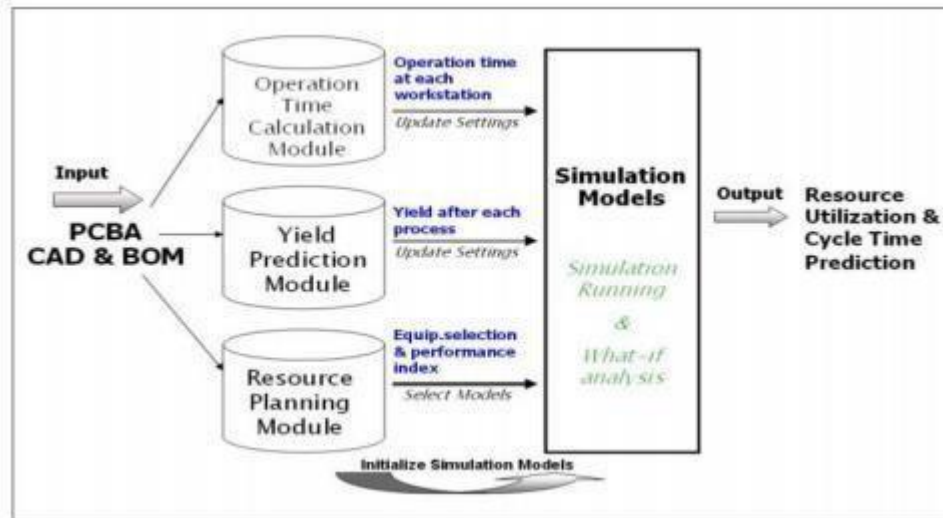


Figura 8. Predicción de tiempos de ciclo y utilización de recursos. Fuente: Jing Li (2011)

De igual forma, este estudio demuestra que el diseño del producto tiene un impacto importante en el tiempo ciclo de producción. Es obvio que un ensamble con estructura más compleja típicamente requiere más pasos de proceso, tiempos de operación mayores y genera más altos índices de defecto, de ahí la importancia de integrar los factores de diseño de producto en un sistema de planeación para considerar los recursos de manufactura apropiadamente y con base a poder identificar las áreas de oportunidad en cuanto a la reducción de las desviaciones o yields y el control de las mismas.

Otro estudio que considerar es el de James P. Schoen (2010), en el cual se recomienda realizar un estudio sobre la relación entre el yield, la cobertura de pruebas y la calidad. Al ir incrementando la cobertura de pruebas hacia el 100%, este yield de pruebas comienza a acercarse al yield del proceso de manufactura. Es por esta razón que maximizar la cobertura de fallas y diseñar la estrategia de pruebas alrededor de este principio es una parte muy importante en el aseguramiento de la calidad de los productos. Es erróneo pensar que un yield alto es algo bueno cuando la cobertura de fallas es baja.

La siguiente gráfica muestra como la calidad mejora con el incremento de la cobertura de fallas:

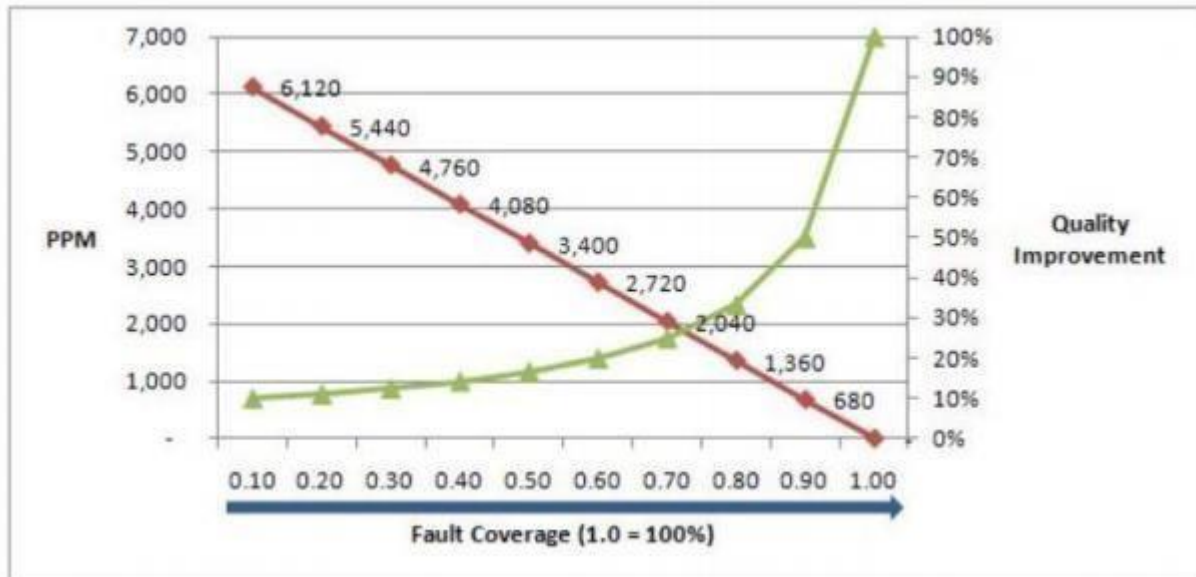


Figura 9. Relación entre la calidad y la cobertura de pruebas. Fuente: James P. Schoen (2010).

En el presente trabajo de residencias para Sensata Technologies, se toma como punto de partida la base de modelos de predicción de yield existentes, pero se incluye además el resultado de un análisis de manufacturabilidad (DFM). Otro punto importante considerado es el de la integración de este modelo al sistema de planeación de recursos, para que desde su etapa inicial de la gestión de los proyectos nuevos se identifiquen y consideren los recursos necesarios para el proyecto a considerar.

Para el desarrollo de este trabajo de obtención de grado se utilizará la metodología DMAIC que es por excelencia la que acompaña los trabajos de mejora continua debido su estructura de aplicación general. Fue desarrollada por Motorola a principios de los 90's; se compone de 5 pasos:



Imagen 10: Pasos de DMAIC



Imagen 11 solución de problemas.

11.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En el presente trabajo utilizaremos, como ya se había indicado, para la identificación del “yield” o desviación, los cálculos de OFD, DPMO y DPU como base para el control de este yield en manufactura, los cuales son descritos a continuación. En la figura 3, puede observarse de forma gráfica los pasos para el modelo de predicción y su validación con datos de producción.

Los primeros 3 pasos son realizados utilizando datos históricos de producción de productos similares, con los cuales se realizan los cálculos de OFD y DPMO para luego obtener la tabla de valores de DPMO para los diferentes tipos de componentes y características del diseño estudiadas. Estos primeros pasos generan la base de datos sobre la cual serán realizadas las predicciones para los nuevos ensambles y, por lo tanto, son realizados por primera vez o cuando se requiera incluir una nueva clasificación.

Los siguientes pasos (del 4 al 6) son realizados con los datos de los productos a los cuales será realizada la predicción del yield a fin de tener un mejor control sobre éste.

Los pasos 4 y 5, cálculo de DPU y predicción de yield, se realizan con los datos del diseño de los productos y, por lo tanto, pueden realizarse aún antes de que sean realizadas las prácticas piloto o producción de estos. Estos son los 2 pasos para realizar de manera continua cada que se tengan nuevos productos a estudiar a fin de identificar y controlar el yield desde inicios de cualquier proceso.

El paso 6, cálculo del RTY es realizado con datos de producción del ensamble estudiado, y es realizado por tanto una vez que los productos estén ya en el área de manufactura. Este paso se realiza solamente con fines de validación del resultado obtenido en la predicción.

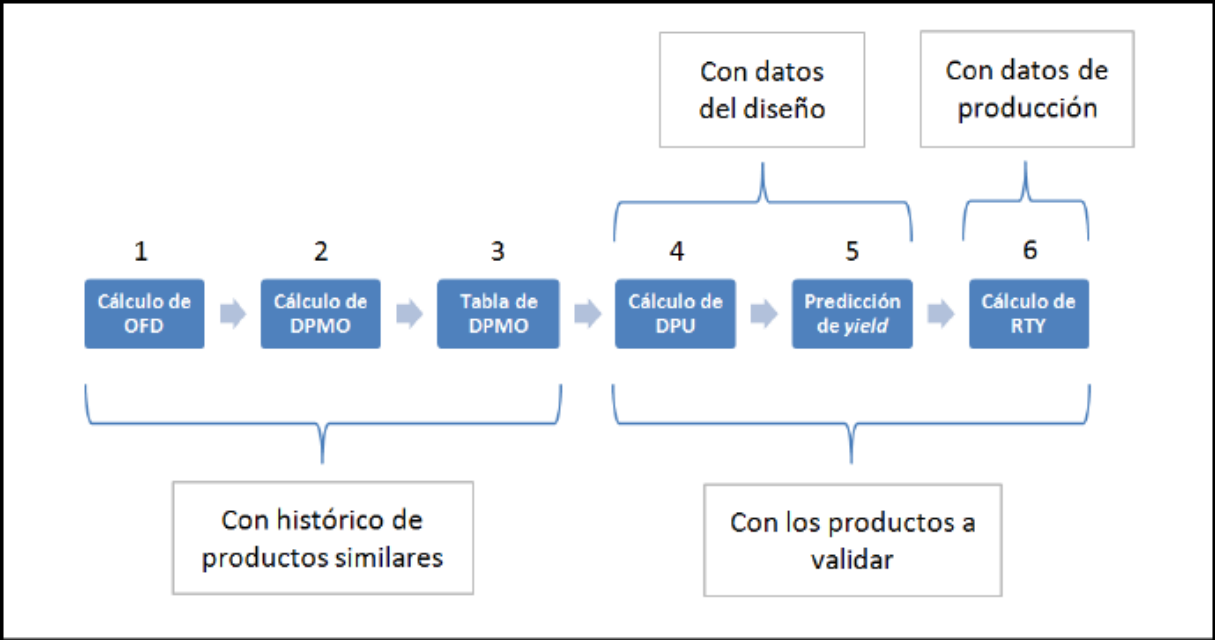


Figura 12. Pasos del modelo de predicción de yield.

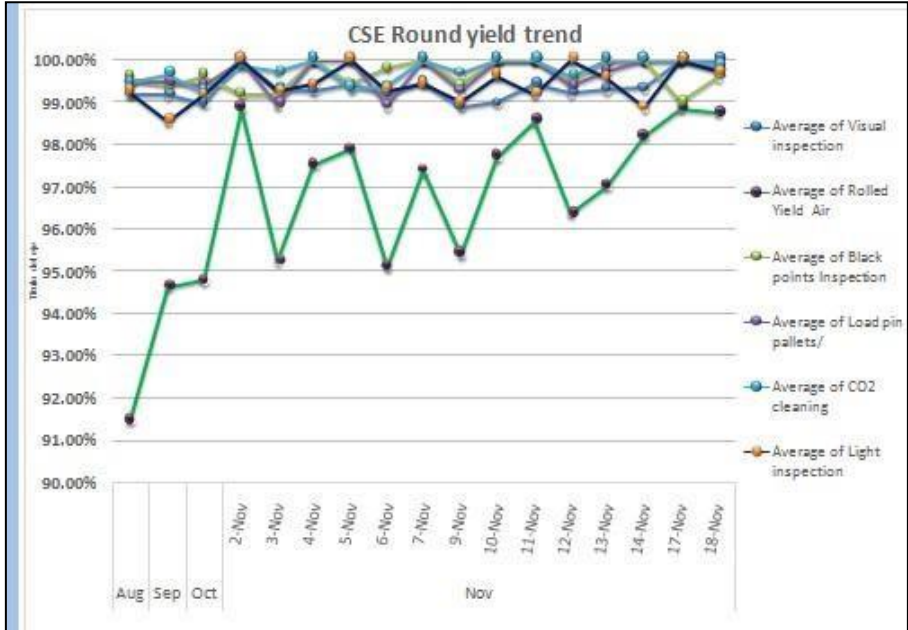


Figura 13. Pasos del modelo de predicción de yield.

11.2 Cálculo de OFD.

Para la determinación de los OFD (OpportunitiesForDefect), tomamos como referencia el estándar IPC-9261A (2006). Estos se determinan para cada componente del ensamble, generalmente expresados como:

$$OFD = OC + Op + Ot$$

Donde:

Oc = Component Opportunity

Op = Placement Opportunity

Ot = Termination Opportunity

La cantidad de oportunidades por cada componente es igual a 1. Los defectos de componente pueden ser físicos o eléctricos, por lo cual, el componente se encuentra fuera de especificaciones. Los defectos de colocación son todos los errores de presencia y posicionamiento (fuera de registro, girado, invertido).

11.3 Cálculo de DPMO

Para la determinación de los **DPMO (Defectos Por Millón de Unidades)**, se realiza el siguiente cálculo:

$$DPMO = (\text{Número total de defectos} / \text{número total de oportunidades}) \times 1,000,000$$

En la tabla 1 se muestra un ejemplo del cálculo de DPMO de un elemento, que puede ser un componente o una característica de diseño. La cantidad de oportunidades (OFD) por unidad, ya sea componente o característica de diseño en este ejemplo es 16, que multiplicado por las unidades producidas en este ejemplo (21665), se obtiene un total de oportunidades de 346,640. Al dividir el total de 20 defectos encontrados entre 346,640, que es el total de oportunidades, y multiplicado por 1,000,000, se obtiene un valor de 58 DPMO.

Unidades producidas	Unidades aceptadas	Defectos	Oport / unidad	Total Oport	FPY	DPU	DPMO
21665	21483	20	16	346640	0.99159935	0.00092315	58

Tabla 1. Ejemplo de cálculo de DPMO.

Tabla de DPMO.

Una vez habiendo realizado los pasos 1 y 2 (Ver figura 3), con los datos históricos de productos en producción, se genera una tabla con los resultados obtenidos. Esta tabla contiene básicamente 2 columnas: la primera, es la clasificación de tipos de componentes y de características del diseño de los productos estudiados; y la segunda, es el valor de DPMO obtenido para cada una de dichas clasificaciones. Con base a esta tabla, se podrán realizar los siguientes pasos para la predicción y control del yield para nuevos productos que sean similares a los productos de donde se obtuvieron los datos históricos para la generación de esta tabla. Si algún nuevo producto contiene una nueva

clasificación de tipo de componente o característica de diseño, será necesario actualizar esta tabla de DPMO para incluir dichas nuevas clasificaciones, realizando nuevamente los pasos 1 y 2.

11.4 Cálculo de DPU

El valor de **DPU (Defectos por unidad)** es el promedio de defectos por unidad y se calcula de la siguiente manera:

$$DPU = \text{número total de defectos} / \text{número total de unidades}$$

El valor de DPU estimado, tanto para un componente como para una característica de diseño, se calcula de la siguiente forma, una vez obtenido el valor de OFD y DPMO:

$$DPUc = (OFDc \times DPMOc) / 1,000.000;$$

$$DPUdc = (OFDdcDPMOdc) / 1,000,000$$

Donde:

c = Componente

dc = Característica de diseño

El valor de DPU de un ensamble, se obtiene al hacer la suma de los DPU individuales de cada uno de sus componentes y características de diseño.

$$\sum DPU_c + \sum DPU_{dc} = DPU_{ensamble}$$

11.5 Predicción de yield

Para la predicción del yield, este modelo se basa en la distribución de la probabilidad de Poisson. El yield es el área bajo la curva de densidad de probabilidad, el cual complementa la probabilidad de cero defectos. Matemáticamente esta relación se describe en la siguiente ecuación de la figura 4.

$$Y = P(x = 0) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} = e^{-\lambda} = e^{-\frac{D}{U}} = e^{-DPU}$$

Figura 4. Ecuación de yield.

Donde:

Y es el yield del ensamble,
 λ es la media de distribución,
x es el número de fallas.

Esta relación se muestra gráficamente en la figura 5.

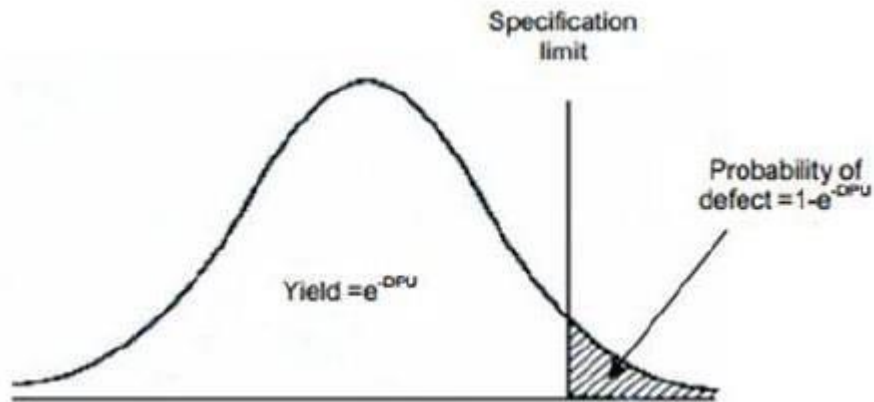


Figura 14. Representación gráfica del yield.

11.6 Cálculo de RTY.

De igual forma, para el cálculo del yield real obtenido, se utiliza el **RTY (RolledThrouputYield)**. El RTY es la oportunidad de que una unidad pase por todos los pasos del proceso sin ningún defecto. Para estimar el RTY se multiplican los FPY (First Pass Yield) individuales de cada proceso.

$$RTY = FPY1 \times FPY2 \times FPY3 \times \dots \times FPYk$$

11.7 Inclusión de modelo en el proceso de NPI

El proceso de introducción de nuevos productos consta de 5 fases:

1. Planeación,
2. Preparación,
3. Ejecución,
4. Preparación de producción masiva,
5. Producción masiva.

Cada una de las fases cuenta con una lista de pasos y entregables para considerarla completa.

El objetivo de la metodología de **NPI (New ProductIntroduction)** es asegurar que el proceso de manufactura de los nuevos productos sea repetible y sean transferidos a producción masiva en forma adecuada habiendo detectado y corregido los problemas de diseño, manufacturabilidad y calidad para la posterior identificación y control de yield.

La fase de planeación del proceso de la introducción de nuevos productos define las necesidades, oportunidades y factibilidad de la empresa. Aquí los datos de venta y de mercado, combinados con los requerimientos del cliente y especificaciones del producto, son críticos para el desarrollo global del plan.

A fin de comprobar la rentabilidad, se incluye el proceso de estudio o análisis de factibilidad como parte del proceso de cotización (RFQ). El objetivo de este estudio es determinar si la manufactura del producto puede realizarse con los procesos, maquinaria y tecnología disponibles en la planta de Sensata Technologies, así como determinar si es rentable y si se cuenta con la capacidad disponible para la inclusión de

algún nuevo proyecto. Para ello, se realiza la revisión de las especificaciones del producto y documentación acerca de los requerimientos del cliente, tanto de calidad como de volúmenes requeridos.

Es en este punto donde la predicción del yield de manufactura toma relevancia, ya que es en esta etapa en donde se cotiza y se hacen compromisos de niveles de calidad con el cliente. Como parte de la predicción del yield, se integra en esta etapa el análisis de diseño para la manufactura (DFM), de tal forma que, si se detectan problemas de diseño, estos sean retroalimentados al cliente para su corrección, así como incluidos en la cotización si es que el cliente desea iniciar la producción con dichas oportunidades de mejora de diseño.

El estudio de factibilidad es una de las partes más importantes del proyecto, ya que es ahí donde se tiene una mayor influencia en los costos de este. En la figura 6 se puede ver gráficamente cómo en las primeras etapas de desarrollo de los productos, el costo de modificación es bajo y aumenta exponencialmente en las fases de compra y producción. Por otro lado, la habilidad de influenciar en el costo, la calidad y en los tiempos, es más alta en las fases de desarrollo del concepto y prototipo, de los estudios de factibilidad y de diseño para luego caer a niveles mínimos en las fases de compra y producción.

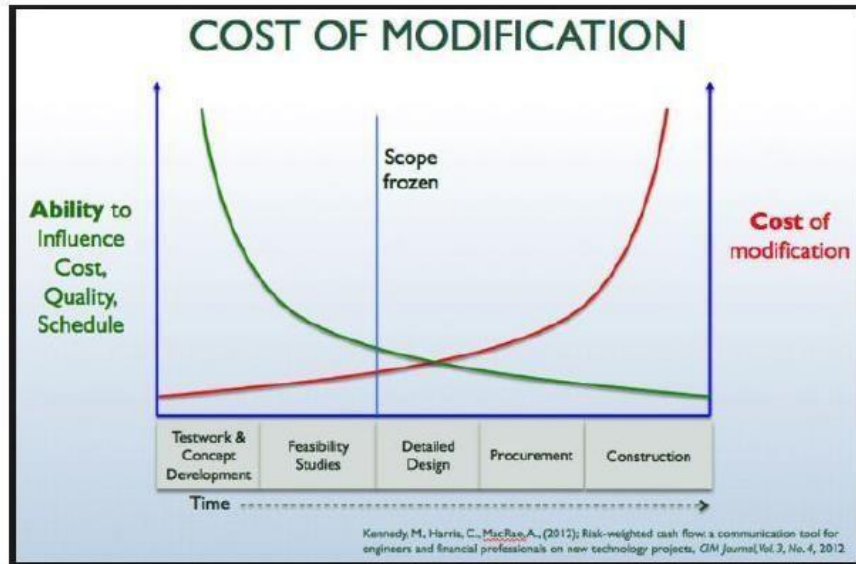


Figura 15 Costo de modificaciones vs fase de desarrollo del proyecto. Fuente: Kennedy, Harris, MacRae (2012).

Capítulo 4. Desarrollo

11. Desarrollo

En el diagrama de causa-efecto (Ver figura 36.) se muestran las posibles causas del proceso que estén contribuyendo a tener Bin 5, tales como: herramental incorrecto o dañado, el método de carga a los hornos de sellado, etc. Con base a todas estas teorías se ira trabajando a lo largo del proyecto para ver cuál es la causa raíz del problema. Para poder llegar a un resultado óptimo se realizó un calendario de actividades en el cual se modificó en fechas.

ACTIVIDADES	SEMANA36	SEMANA37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40	SEMANA 41	SEMANA 42	SEMANA 43	SEMANA 44
Análisis de la problemática									
Identificación de las variables									
Sistema de control de las variables									
Diagramas de estados									
Ejecución de las actividades									
Recopilación de resultados									
Revisión									
Entrega									

TABLA2 . CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

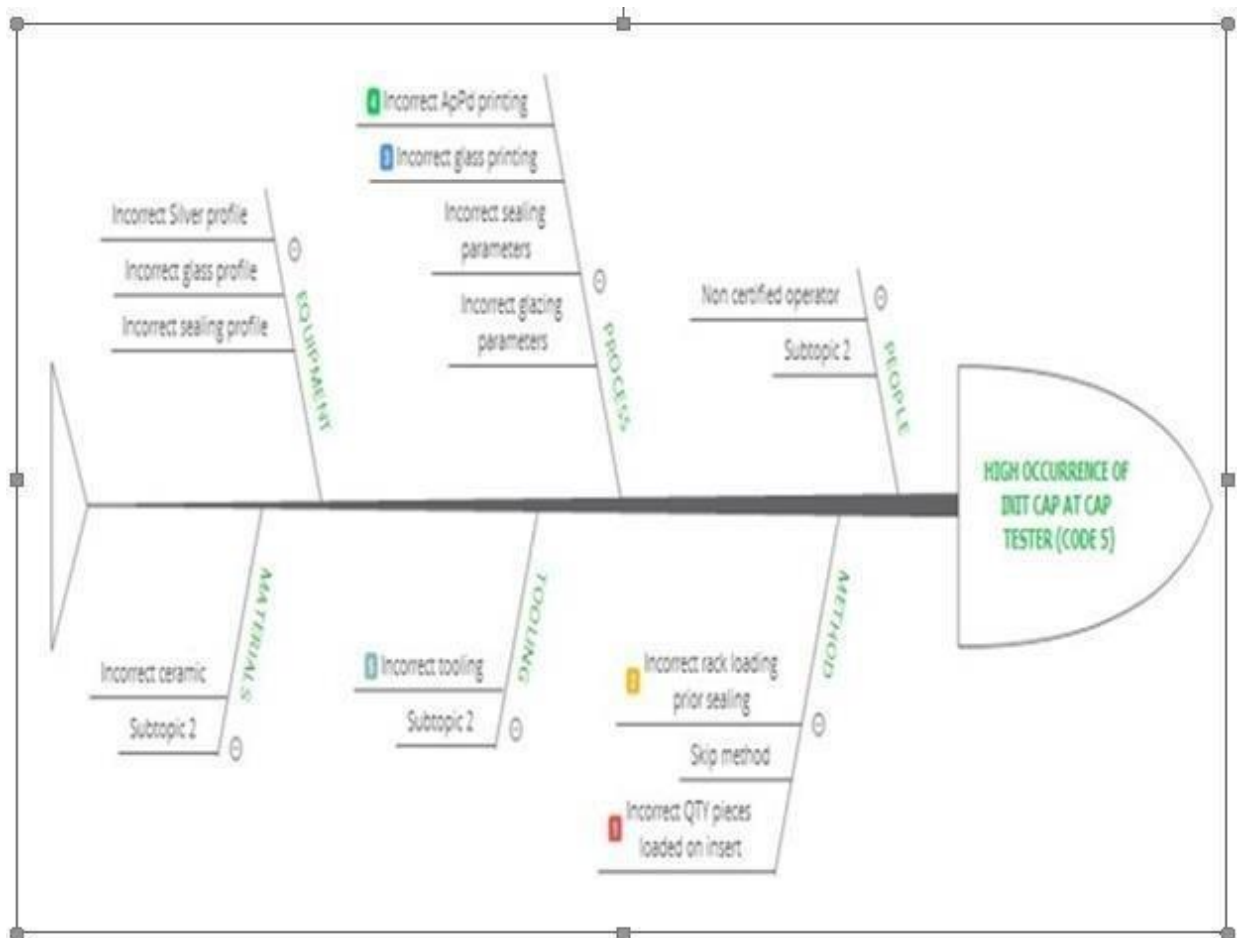


Figura 16. Diagrama Causa-Efecto

11.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE TODO LO QUE SE REALIZÓ EN EL PROYECTO.

I. PRIMERA ETAPA:

En la primera etapa del proyecto de residencias se recopiló toda la información del material procesado en los últimos meses, analizando la tendencia de rendimiento por operación y a su vez la tendencia por Bin 5.

I. SEGUNDA ETAPA:

En la segunda etapa del proyecto se investigó la descripción de los bins de falla del Captester, así como el análisis de falla de acuerdo al número de Bin. Durante una semana se estuvo observando el método de sellado del material, la forma en que los racks eran cargados al horno, la condición de los racks, y el efecto de los slugs.

Descripción de los bins de falla de Captester:

Bin	Descripcion
0	Errores en la secuencia de operacion del equipo
1	Piezas aceptables
2	Source abierto
3	Detect abierto
4	Capacitancia alta entre Source y Detect
5	Capacitancia Baja entre Source y Detect
6	Conductancia inicial alta entre Source y Detect
7	Conductancia de prueba alta entre el Detect y Guard
8	Capacitancia de prueba baja entre el Source y el Detect
9	Capacitancia de prueba alta entre el Source y el Detect
10	Conductancia de prueba alta entre el Source y Detect
11	Conductancia de prueba alta entre el Source y Detect si el DWELL esta activo (No aplica)
12	Capacitancia de prueba baja entre el Detect y el Guard
13	Capacitancia de prueba alta entre en Detect y el Guard
14	Fugas

Bin0	Asegurese de no abrir la puerta mientras la maquina este realizando una prueba, ni abra alguna puerta si el cabezal de prueba no a regresado a HOME, verifique que la presion de prueba y el programa del modelo a procesar sean correctos. Verifique que la presion del pressotechnik este al menos en 120PSI, ajustela de ser necesario.
Bin2 & Bin3	Verifique que los pogos no esten dañados o sumidos, si estan dañados llame el tecnico. Abra algunas piezas y vea que el glass al rededor de los botones de plata que conectan al diafragma no este brillante, revise que los pines de plata no esten dañados/incompletos, en ambos casos notifique a ingenieria.
Bin4	Abra algunas piezas y verifique que no haya cortos o conexiones en las impresiones de oro y los pines de plata.
Bin5	Abra algunas piezas y verifique si existe evidencia de areas del patron de glass sin sellar (Glass brillante), , notifique a ingenieria.
Bin6, Bin7 & Bin10	Abra algunas piezas y verifique si hay cortos en las impresiones de oro, verifique si en la estacion de prueba hay pogos inclinados, verifique si hay cortos entre los pines de plata, verifique si hay defectos de impresion, notifique al tecnico o a ingenieria.
Bin8	Inspeccione los o-rings y gaskets de los nidos y los o-rings de la estacion de prueba, verifique que la presion del pressotech este al menos en 120PSI. Abra algunas piezas y mida el espesor del diafragma y compare contra lo que especifica la hoja Viajera, notifique a ingenieria.
Bin9	Abra algunas piezas y mida el espesor del diafragma y compare contra lo que especifica la hoja viajera, notifique a ingenieria.
Bin12	Abra algunas piezas y veirifique si hay evidencia de impresion de oro incompleta
Bin13	Abra algunas piezas y verifique si hay evidencia de anillos de oro cerrados, notifique a ingenieria.
Bin14	Verifique los o-rings y gaskets de los nidos y revise los o-rings de la estacion de prueba, de ser necesario reemplacelos, revise que la presion del pressotechnik este al menos en 120PSI, si es necesario ajustela. Abra algunas piezas y vea si existen zonas del patron de glass aun brillosas (Sin sellar)

III. TERCERA ETAPA:

En la tercera etapa del proyecto se realizaron las primeras hipótesis.

1. H0: El uso de racks dañados provoca bin5.
2. H0: Las piezas deben ir bien sentadas al rack para lograr un buen sello.
3. H0: La capacitancia se encuentra más cercana a la media utilizando los slugs redondos largos.

IV. CUARTA ETAPA:

En esta etapa se evaluaron las hipótesis para poder descartar las causas que no contribuyen a un mal sellado y de esta forma poder enfocarse en las que están ocasionando el problema.

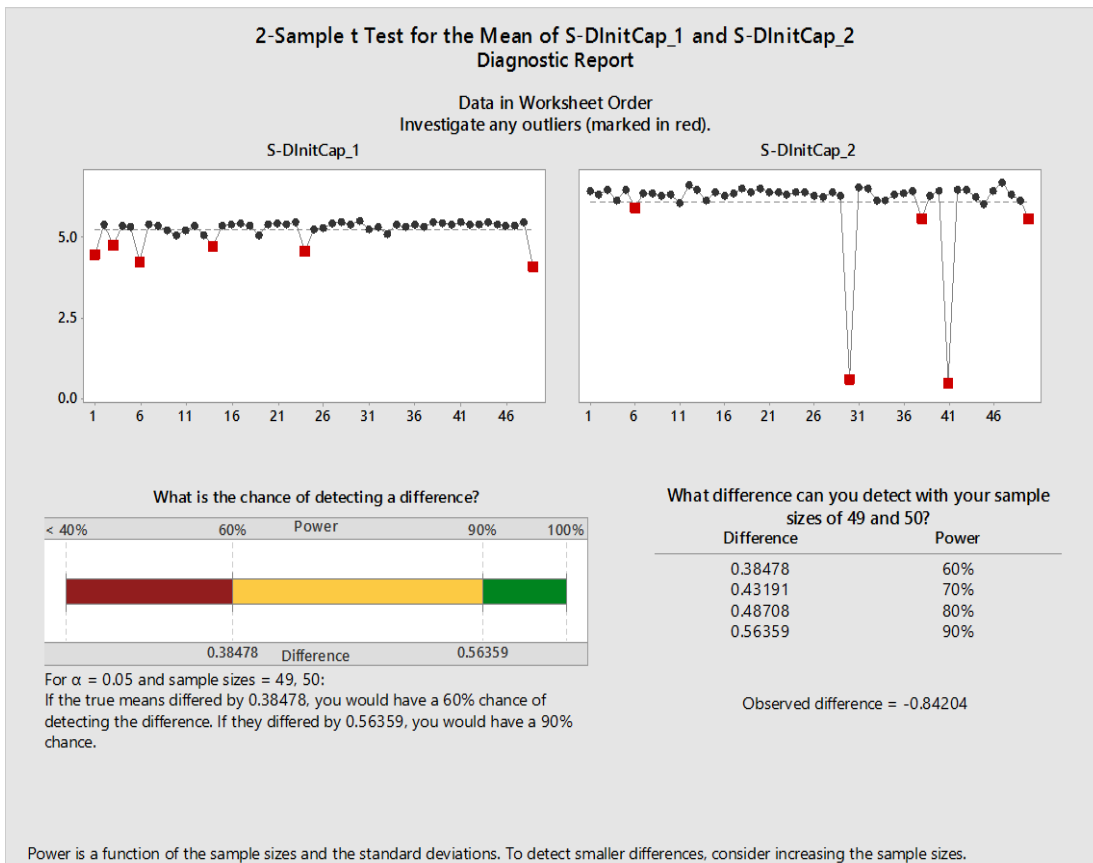


Tabla 3. Comparación defectivo.

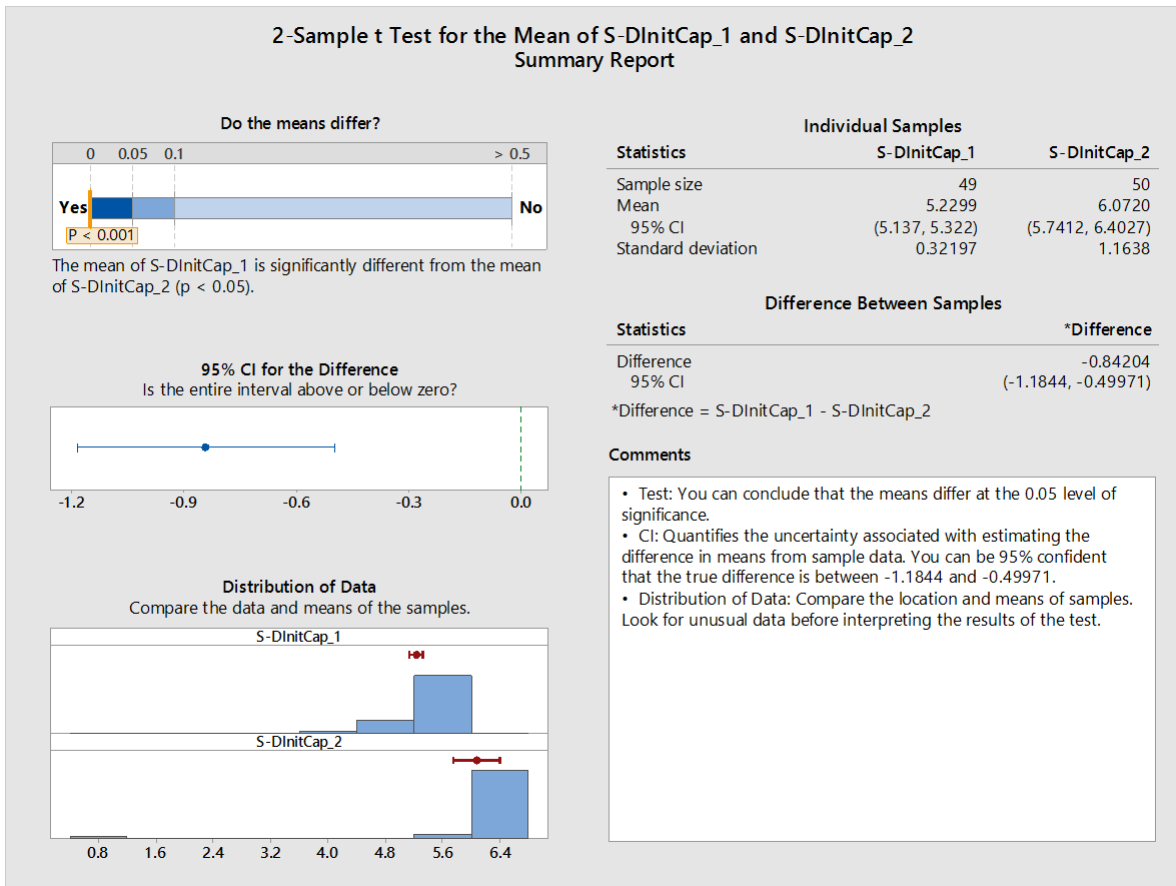
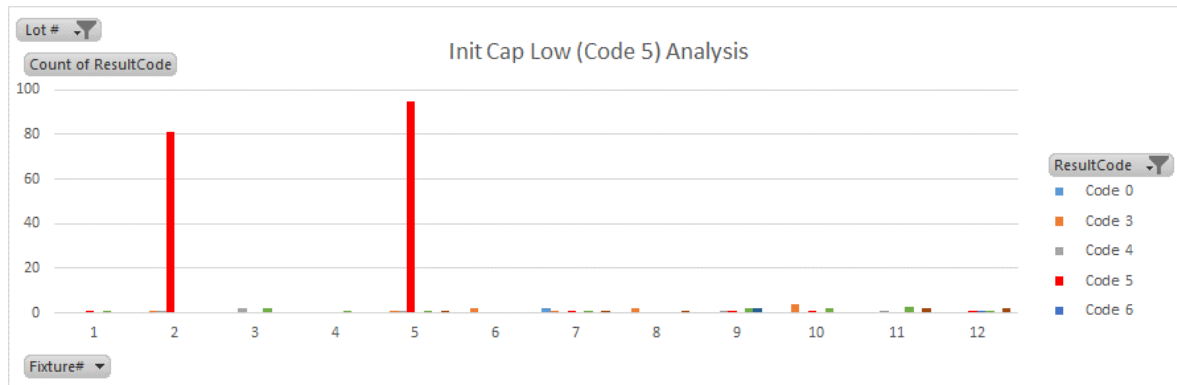


Figura 17. Diferencia entre las medias.

Resultados obtenidos: se analizaron los resultados de la capacitancia obtenidos de la prueba funcional de Captester, lo cual nos muestra que existe una diferencia significativa en las medidas.

Definir si la forma de alinear las piezas en el rack influye para lograr un buen o mal sellado de material.

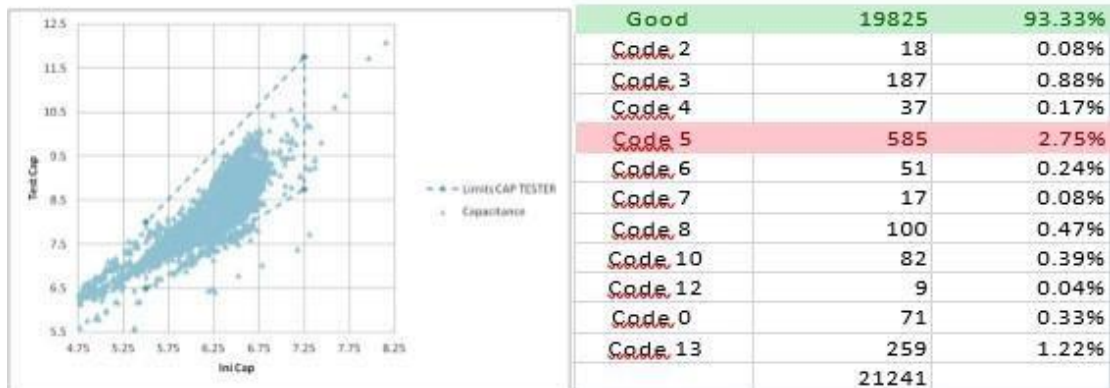


Resultados obtenidos: Para esta prueba se seleccionaron 2 racks de un Lote, los cuales se cargaron al horno mal alineados, dieron como resultado el bin 5, por lo tanto, se puede concluir que la forma de alinear las piezas en el rack influye en el buen o mal sellado del material.

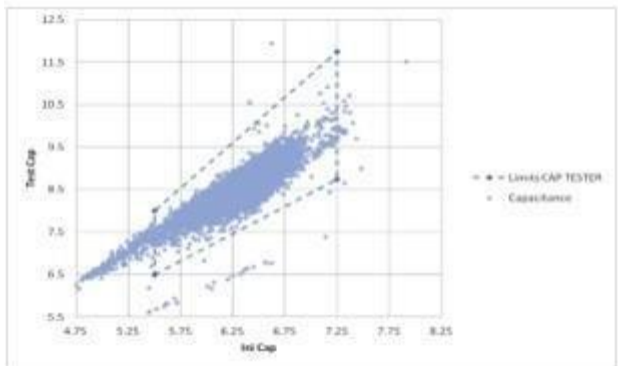
V. QUINTA ETAPA:

En esta etapa se comparan los datos de material que se selló de forma normal, así mismo el material de prueba realizada con racks buenos, slugs redondos cortos y alineados de forma correcta, la cual muestra una capacitancia y mejor rendimiento:

ANTES



AHORA



Capítulo 5. Resultados

12. Resultados obtenidos

Para los resultados obtenidos, los datos nos muestran que al utilizar los slugs redondos cortos (g2k slug) el rendimiento de la capacitancia es mejor que usando los slugs cuadrados (ap4 rec) o los redondos largos (ap4 slug), de estos dos últimos se puede apreciar el aumento en la variación en la capacitancia. Por lo tanto, conviene utilizar los slugs redondos cortos.

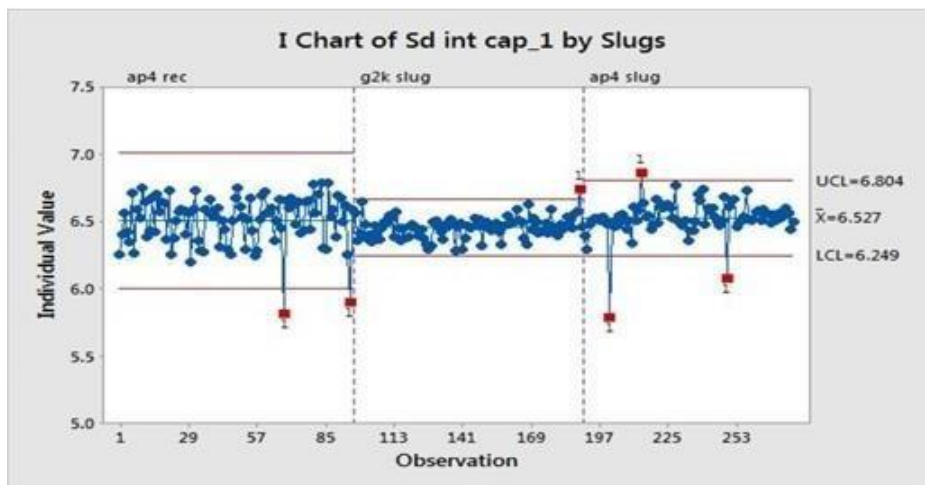


Figura 18. Gráfica de Puntos.

Se obtuvieron datos históricos del yield de la producción de un período aproximado de un año, entre el mes de octubre de 2019 y octubre 2020. Se realizó una clasificación de los diferentes tipos de componentes y su proceso de ensamble. Para ello, fue requerida la revisión de las especificaciones y dibujos de los componentes, así como los dibujos del ensamble.

Para la validación en el proceso real de manufactura, se realizó el cálculo de DPU de cada componente del ensamble y se sumaron todos los componentes para obtener el DPU total de cada ensamble. Con este dato fue realizada la predicción del yield para cada uno de los ensambles ($Y = \text{EXP}(\text{DPU})$).

El siguiente paso fue realizar el cálculo de yield real (RTY) como la predicción de yield $Y = \text{EXP}(\text{DPU})$ y se realiza un estudio de correlación esperando obtener un valor R (coeficiente de correlación) por encima del 0.8.

Estos datos obtenidos fueron validados mediante un estudio de correlación realizado mediante el software “Minitab” y el resultado es mostrado en la figura 7.

Correlations: RTY, Prediction

Pearson correlation of RTY and Prediction = 0.711

P-Value = 0.000

Figura 7. Resultado de estudio de correlación. Fuente: Elaboración propia con software “minitab”.

El valor de $R = 0.711$ obtenido fue menor al mínimo esperado de 0.8, por lo cual, se investigó más a detalle las posibles causas de este dato.

La gráfica de la figura 8 muestra la relación entre la cantidad de transductores de presión producidos y el delta o error obtenido en la predicción y posterior control del yield con este modelo.

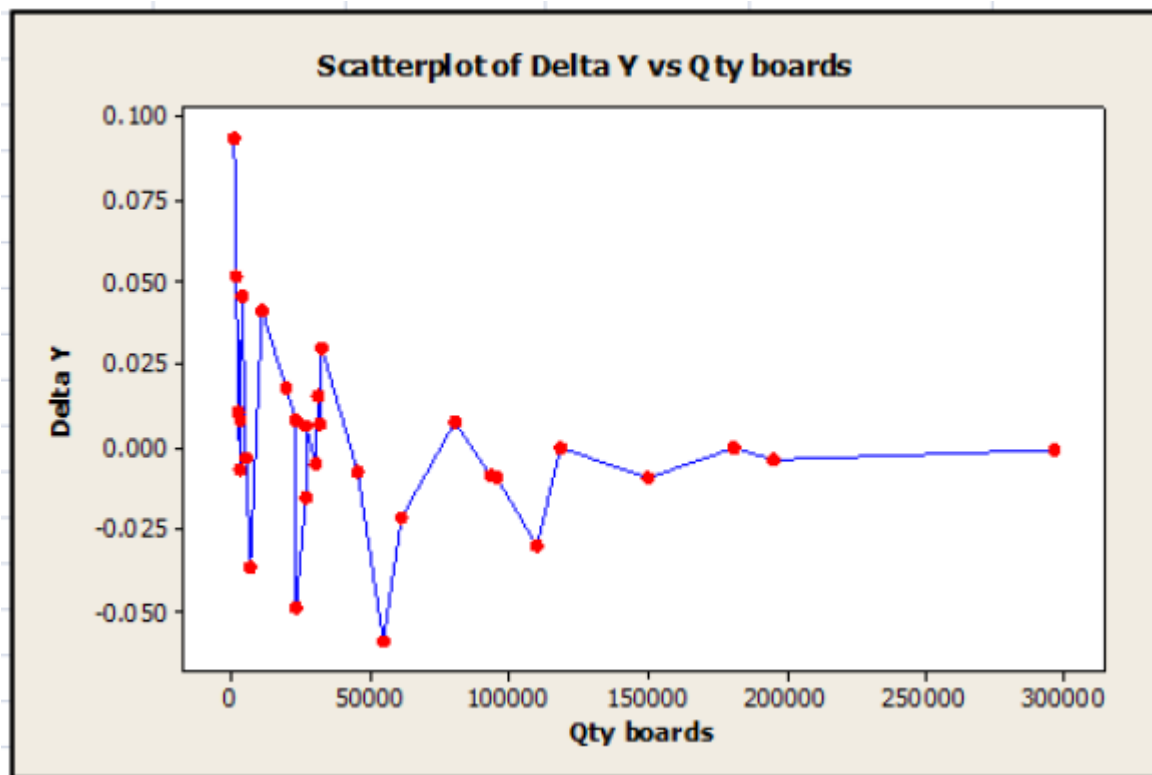


Figura 19. Gráfica comparativa entre el delta obtenido y la cantidad de transductores.

Puede observarse como el modelo tiende a ser más exacto, delta cercana a cero, a mayor cantidad de transductores producidos. Esto es, una vez habiendo estabilizado su proceso.

Al eliminar estos 2 datos, basados en la justificación arriba descrita, se realiza de nuevo el estudio de correlación con el resultado mostrado en la figura 9.

Correlations: RTY, Prediction

Pearson correlation of RTY and Prediction = 0.822

P-Value = 0.000

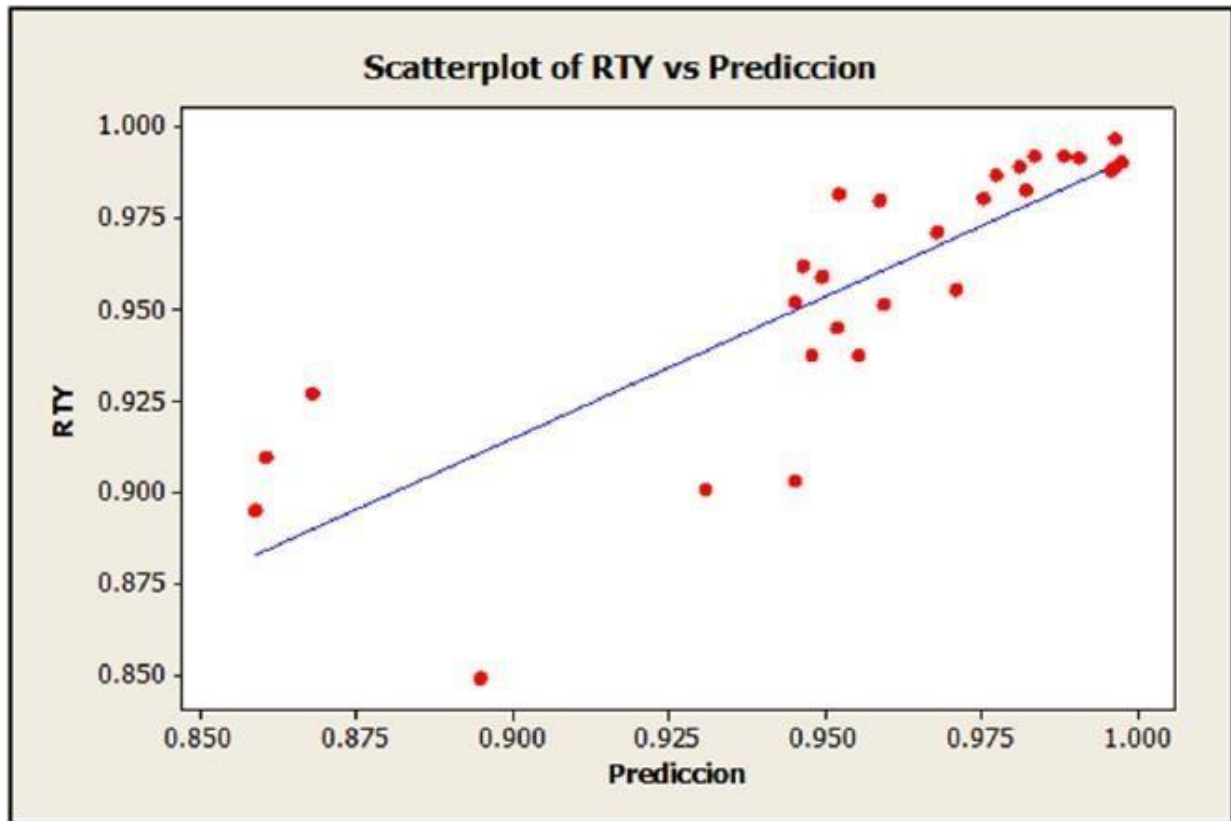


Figura 20. Estudio de correlación entre el RTY histórico y la predicción.

Puede verse ahora que el factor de correlación obtenido es del 0.822, el cual está por encima del 0.8 esperado. Así como la variación obtenida está dentro del +/- 5% de error. En la figura 10 se muestra la variación o error promedio entre el valor real o RTY y el valor calculado con este modelo, que es del 0.25% con una desviación estándar de 2.3%

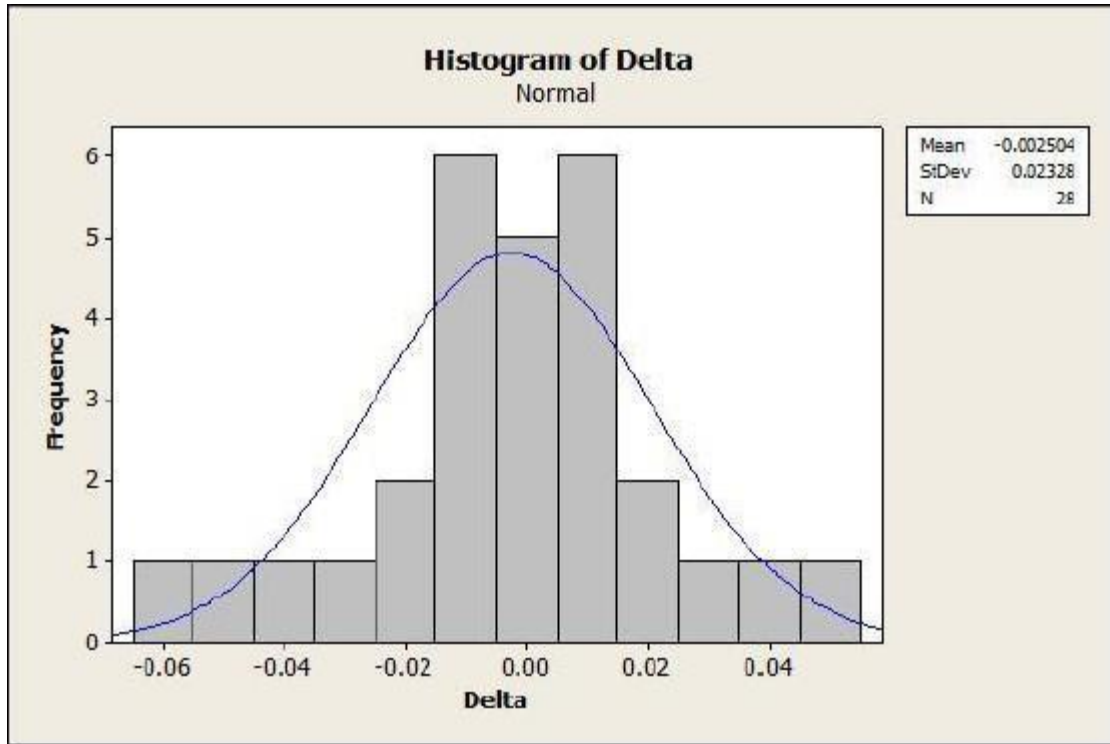


Figura 21. Variación o delta entre la estimación y el RTY.

Esta variación fue cuantificada obteniendo los costos por desperdicios, costos de reparación (incluyendo costos de retrabajo, servicios, consumibles y materiales) así como el desperdicio ocasionado por reparación. Mediante el modelo mostrado en el presente trabajo, se obtuvo el valor de yield calculado. Haciendo una comparativa contra el valor fijo de 95% del modelo actualmente utilizado, se obtiene una variación o delta (Calc vs 95%). De los 30 ensamblajes estudiados, se encontró que 11 de ellos, esto es, el 37%, muestran una pérdida no considerada con el modelo actualmente utilizado.

11.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el mantenimiento a los racks se realice constante mente, sea cada mes, o cada vez que el rack se encuentre dañado se retire de operación.
- Es importante la documentación de las mejoras aplicadas en el proceso, para poder tener evidencia.

- Revisar cada semana el proceso de sellado, para saber si se está trabajando bajo las instrucciones de trabajo lo estandarizado.
- Para el modelo 49637-1M 49637-1MC usar los slugs redondos cortos.

Capítulo 6. Conclusiones

13. Conclusiones del proyecto

Durante el proceso de establecimiento y planteamiento del problema, se fueron detectando factores que pudieran estar generando pérdida de yield en el negocio de CSE cuadrado. Se determina como principal contribuidor para pérdida la operación de captester.

Las causas que se detectaron en la operación son: racks dañados, método que utilizaban los operadores, ya que no estaban llevando a cabo la operación como se lo indica su instrucción de trabajo y el tipo de slugs utilizados.

Otro punto que se consideró clave para llevar a cabo un proyecto como este, consiste en dar un buen entrenamiento a los teammembers (operadores), si se hace todo correctamente para desarrollar e implementar mejores formas de procesamiento del material, pero si no le damos la información a la gente, es muy probable que todo el trabajo realizado se venga abajo y encuentren la manera de no realizar su trabajo como debe ser; haciendo que todos los beneficios que se tenían en mente no se cumplan sino que tal vez empeoren. Como cierre de proyecto cabe destacar que todas las hipótesis evaluadas son un potencial factor de riesgo en la degradación de yield. Todas las variables deberán ser mitigadas. Ya que con los historiales de investigaciones de proyectos anteriores y la contribución de este, ayudarán al negocio a que todo lo que

se promueva sea ganancia.

Puede decirse que el conocer todos los factores que afectan un proceso de producción es prácticamente imposible. Se debe hacer el esfuerzo para identificar aquellos que tienen un mayor impacto, para garantizar que el proceso este aceptable.

El análisis realizado en el desarrollo de este modelo de predicción nos muestra que se puede contar con información confiable, con un factor de correlación arriba de 0.8, para poder realizar una estimación de los costos y recursos requeridos para el proceso de manufactura de ensamble de transductores de presión.

Capítulo 7: Competencias desarrolladas

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas

14.1 INSTRUMENTALES

1.- Capacidad de análisis y síntesis: Esta competencia se desarrolló a lo largo del proyecto ya que primeramente se fue recopilando la información necesaria para la realización del mismo, con el apoyo del asesor externo se logró identificar los puntos clave a analizar.

Una vez recopilada la información se hizo un análisis y se detectó cuál era la causa raíz del problema, con esta información se implementaron nuevos métodos para la mejora.

2.- Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio, disciplina o profesión: En el proyecto se aplicaron conocimientos

adquiridos a lo largo de la carrera profesional, ejemplo: Kaizen, Ciclo PDCA, herramientas de calidad, etc. Es importante mencionar que muchos aspectos relevantes se obtuvieron conforme se fue desarrollando el proyecto de residencias.

Al finalizar el proyecto los conocimientos fueron muy favorables para el área de procesos.

3.- Comunicación oral y escrita en la propia lengua: respecto a la comunicación oral, fue muy buena es una competencia necesaria para la realización del proyecto y además para el personal que está en cada operación, ya que se estuvo en constante comunicación con el personal, y referente a la escrita con los nuevos procedimientos de documentación con el departamento de control de documentos de la empresa.

En cuanto a la comunicación escrita también se desarrolló en gran medida a la hora de documentar las mejoras realizadas, cómo plasmar la información, de forma que fuera entendible para el personal.

4.- Habilidades básicas del manejo de computadora: la computadora fue una de las herramientas más utilizadas a lo largo del proyecto, ya que todo se fue elaborando ya fuera en Excel, Word o minitab, con el fin de sustentar los resultados de las pruebas realizadas.

5.- Solución de problemas y toma de decisiones: durante la realización del proyecto de residencias se pudieron resolver diferentes problemas referentes al material, ya que se tenía que actuar de forma rápida cuando el

material salía con bajo rendimiento, y tomar la decisión de liberar o retener el job.

De igual forma la toma de decisiones es una competencia que se aplica en todo el proceso.

6.- Capacidad de planificar y organizar: Antes de iniciar el proyecto primero se tuvo que planificar cómo sería el desarrollo del mismo, una vez planificado y recopilado toda la información necesaria, se fue organizando y elaborando el proyecto.

Siempre la planificación y organización estuvieron presentes en el proyecto, competencias necesarias para realizar las actividades de manera correcta.

7.- Habilidad para buscar y analizar información de fuentes diversas: como se mencionaba anteriormente para la documentación del proyecto se tuvo que recopilar información de varias fuentes, históricos de rendimiento, funcionamiento, cantidad de piezas producidas, entre otros, una vez encontrada toda información necesaria se fue analizando la misma para poder entonces complementar y realizar los cambios necesarios para la información quede plasmada de la manera más entendible para todos los teammembers.

14.1.1 INTERPERSONALES

1.- Capacidad crítica y autocrítica: Durante el proyecto hubo la capacidad crítica tanto del asesor interno como externo al corregir los puntos que se creían convenientes con el fin de cumplir los objetivos del proyecto.

2.- Trabajo en equipo: mediante la elaboración del proyecto de residencias se pudo medir la capacidad de trabajar en equipo, subordinados o incluso con superiores, lo cual se pudo determinar que es necesario y aumenta el rendimiento laboral si las actividades se realizan trabajando en equipo aporta ideas e incluso los problemas se resuelven con mayor facilidad y rapidez.

3.- Habilidades interpersonales: las relaciones con otras personas son fundamentales durante todo el proyecto, ya que se tenía que conocer todas las operaciones del área, y a su vez el proceso de sellado, así poder implementar y documentar nuevos procedimientos.

4.- Capacidad de comunicarse con profesionales: durante la elaboración del proyecto se tuvo oportunidad de relacionarse con personas profesionales de las cuáles se pudieron obtener diversos conocimientos y sobre todo apoyarnos para aplicar mejores resultados en el proceso.

5.- Compromiso ético: Todos y cada uno de los valores de la empresa se tomaron en cuenta y fueron parte durante de la elaboración del proyecto.

14.1.2 SISTÉMICAS

1.- Capacidad de aprender: En la realización del proyecto se fueron aplicando los conocimientos adquiridos dentro de la carrera, sobre todo se fueron aprendiendo cosas nuevas y de importancia y también nuevas

metodologías de resolución de problemas.

Siempre se tiene la mejor disposición para aprender, se mostró interés a la hora de adquirir nuevos conocimientos.

2.- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica: Todo lo adquirido durante el proyecto no solamente se queda como conocimiento, sino que además se pueden aplicar en la práctica profesional, desde la solución de problemas, la toma de decisiones, la realización de diferentes análisis y procedimientos, entre otros.

Los conocimientos que se adquirieron durante el proyecto se complementaron en gran medida con los que ya se tenían de la carrera profesional, en conjunto son habilidades de querer aplicarlos en cualquier organización que se encuentre en alguna situación del mismo tipo, que desee optimizar los procesos y reducir sus índices de errores.

3.- Capacidad de adaptarse a las nuevas situaciones: Durante el proyecto hubo modificaciones y correcciones que se aplicaron, con el fin de que el material resultará con un mayor rendimiento, esto con el fin de lograr el objetivo el cual era la eliminación o reducción del scrap causado por bin5.

Siempre se debe estar con la mejor disposición del cambio.

4.- Capacidad para generar nuevas ideas: Durante el proyecto se realizaron diferentes cambios, por parte del residente y de los asesores. La innovación siempre formó parte del mismo, se crearon e implementaron nuevas ideas y estrategias con el fin de que el proyecto se complementara de la mejor manera y las tres partes se vieran beneficiadas

con los resultados arrojados.

Capítulo 8: Fuentes de información

15 Fuentes de información

1. <http://teams.corp.sensata.com/sites/snc/qualitytraining/Product/20Application>. (Intranet. Información exclusiva de Sensata Technologies)
2. Ishikawa, K. "Guide to quality control". Asian Productivity Organization. Tokio. Japón. 1982 Herramientas para la Mejora de la calidad http://www.academia.edu/9612315/LAS_SIETE_HERRAMIENTAS_BASICAS_DE_LA_CALIDAD
3. <https://diagramadepescado.wikispaces.com/Diagrama+de+Pescado>
4. <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>
5. MEYER, P.L.; (1998) "Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas". Addison Wesley. <http://cursos.aiu.edu/Fundamentos%20de%20Estad%C3%ADstica/pdf/Tema%205.pdf>
6. Herrera Acosta y Fontalvo Herrera:(2011) Seis sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones, Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2011b/939/
7. Dr. Shewhart. Economic Control of Quality of Manufactured Product (1931) https://books.google.com.mx/books/about/Economic_control_of_quality_of_manufactu.html?id=JtVnAAAAMAAJ&redir_esc=y&hl=es-419
8. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS 1. APUNTES DE CLASE Profesor: Arturo Ruiz-Falcó Rojas Madrid, marzo 2006 <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>
Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones David M. Le