



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

ANÁLISIS DE VARIACIÓN EN EL PROCESO DE ESTAMPADO E IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA.

YOROZU

YOROZU MEXICANA S.A DE C.V.

ALUMNA: Nanci Lizbeth Gallardo Jara.

Asesor externo:

Ing. José Rosario Machuca Salas.

Asesor interno:

Ing. Alejandro Puga Vargas.

Aguascalientes, Ags, 05 de diciembre de 2024.

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Agradezco a mi padre y madre por permitirme seguir con mis estudios, por acompañarme en el proceso en todo momento, por ser mis consejeros y guías para ir por el buen camino, gracias a ustedes soy lo que soy ahora, siempre serán mi fuente de inspiración. A mis hermanos por apoyarme y darme ánimos cuando más lo necesité, por darme el apoyo para poder llegar hasta aquí y ser mi ejemplo a seguir.

A los maestros/as que compartieron de sus conocimientos y experiencias a lo largo de la carrera para mi formación como profesionista, agradezco sus consejos y enseñanzas que me han ayudado a decidir correctamente y así cumplir mis objetivos. Agradezco a mi asesor interno, el Ing. Alejandro Puga Vargas por guiarme, asesorarme y darme retroalimentación para llevar a cabo la realización de este proyecto.

Agradezco enormemente a Yorozu Mexicana S.A. de C.V. por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente dentro de la planta. A mi asesor externo el Ing. José Rosario Machuca Salas por brindarme su atención para resolver mis dudas, por darme palabras de aliento y animarme a seguir adelante. También, agradezco a los supervisores, líderes y operadores de Producción de Estampado por tomarse el tiempo de contestar a mis preguntas, por enseñarme y explicarme como se trabaja en las líneas de producción, por compartirme de sus conocimientos y años de experiencia dentro de la planta. Gracias a todos por hacer que mi estadía dentro de la empresa sea una gran experiencia.

3. Resumen.

La variación es sumamente importante en el proceso, ya que puede afectar a la calidad del producto, y, por ende, generar incumplimiento con los requerimientos del cliente.

Existen diferentes factores que provocan la variación, como los instrumentos de medición, el entorno, las tolerancias geométricas de las piezas, los operadores, las máquinas, entre otros.

En el presente documento se realizó una investigación para encontrar la causa principal de la variación en las hojas de chequeo de calidad, enfocadas en piezas estampadas del modelo P13C.

Se recolectó información y se registraron los hallazgos observados en las líneas de producción de estampado para que, mediante la metodología del ciclo de Deming (PDCA), se analizara el proceso de chequeo de calidad y descubrir los factores potenciales.

Una vez encontradas las causas, se implementaron propuestas de mejora para disminuir la variación en las mediciones, y generar una cultura de mejora continua dentro de la planta de estampado.

4. Índice.

1. Portada.....	1
CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	3
2. Agradecimientos.....	3
3. Resumen.....	4
4. Índice.....	5
Lista de Tablas	6
Lista de Figuras	7
Lista de gráficos	7
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
5.- Introducción.....	8
6. Descripción de la empresa u organización.	9
Filosofía de la empresa.	10
Misión.	10
Visión.	10
Política Integral.	11
Descripción del área de trabajo.	12
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	14
8. Justificación.....	14
9. Objetivos (general y específicos).....	15
Objetivo General:	15
Objetivos específicos:	15
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	16
10. Marco teórico (fundamentos teóricos).....	16
Variación en los procesos.	16
Estudio R&R- Método ANOVA	17
Análisis de capacidad.	18
Errores de medición.....	20
Instrumentos de medición.	21
Conceptos.....	21
Sistemas de medición.	21
Automatización en la industria automotriz.	22

<i>Ciclo PDCA – Mejora continua.</i>	23
<i>Análisis causa-raíz (Diagrama de Ishikawa).</i>	26
<i>Diagrama de Pareto</i>	27
<i>Problemas en la industria automotriz.</i>	29
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	33
11. <i>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.</i>	33
<i>Cronograma de actividades</i>	34
<i>Área de estampado.</i>	34
<i>Fase 1.- Planear (Plan).</i>	35
<i>Fase 2.- Hacer (Do)</i>	40
<i>Fase 3.- Verificar (Check)</i>	53
<i>Fase 4.- Actuar (Act)</i>	64
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	68
12. <i>Resultados</i>	68
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	71
13. <i>Conclusiones del Proyecto</i>	71
<i>Recomendaciones</i>	72
<i>Experiencia personal profesional adquirida</i>	73
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	74
14. <i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas.</i>	74
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	76
16. <i>Fuentes de información</i>	76
<i>Referencias de libros</i>	76
<i>Referencias de internet</i>	77
CAPÍTULO 9: ANEXOS	79
17. <i>Anexos</i>	79

Lista de Tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades	34
Tabla 2 Base de datos ítems fuera de norma	39
Tabla 3 Procedimiento para realizar chequeo de calidad.	43
Tabla 4 Estándar de chequeo de calidad.	45
Tabla 5 Mediciones obtenidas por operador.	50

Tabla 6 ANOVA de dos factores con interacción.....	50
Tabla 7 Componentes de la varianza.....	51
Tabla 8 Evaluación del sistema de medición.....	51
Tabla 9 Frecuencia de los factores potenciales.....	55
Tabla 10 Mediciones con vernier	61

Lista de Figuras

Figura 1 Ubicación e información general YMEX	10
Figura 2 Organigrama: Producción de estampado.	13
Figura 3 Etapas ciclo PDCA.....	24
Figura 4 Ejemplo: Diagrama causa-efecto	27
Figura 5 Representación Diagrama de Pareto	28
Figura 6 Layout Planta de Estampado	35
Figura 7 Nota de desviación temporal.....	42
Figura 8 Diagrama de Ishikawa.....	46
Figura 9 Causa-Raíz del problema.....	54
Figura 10 Mal posicionamiento de instrumento de medición	56
Figura 11 Clamps desgastados.....	57
Figura 12 Clamps flojos	57
Figura 13 Jig flojo.....	58
Figura 14 Resultados de la capacidad del proceso	63
Figura 15 Dinámicas de calidad	64
Figura 16 Formato de reporte de irregularidad.	65
Figura 17 Pasos para realizar reporte de irregularidad.....	66

Lista de gráficos

Gráfico 1 Defectos comunes	37
Gráfico 2 Comparación de ítems fuera de norma, año 2022-2023.	38
Gráfico 3. Ítems NG por línea.....	40
Gráfico 4 Confirmación ítems fuera de norma.....	41
Gráfico 5 Resultados de estudio R&R.....	52
Gráfico 6 Diagrama de Pareto.....	56
Gráfico 7 Prueba de normalidad	62
Gráfico 8 Ítems fuera de norma Enero-Agosto	70
Gráfico 9 Ítems fuera de norma Septiembre – Diciembre	70

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

La calidad en una empresa es un factor clave que influye directamente en su éxito, competitividad y sostenibilidad a largo plazo. La variación en la calidad puede generar efectos significativos, tanto positivos como negativos. Cuando los estándares de calidad disminuyen, tiene un impacto en la percepción de los clientes, la eficiencia del proceso y la moral de los trabajadores.

Por un lado, al disminuir la calidad puede resultar una pérdida de confianza por parte de los clientes, pueden aumentar los reclamos o devoluciones de material, daños a la reputación de la empresa y, por último, reducir los ingresos. Asimismo, impacta en el incremento de los costos operativos debido a retrabajos, desperdicio de material y fallas en los procesos.

Por otro lado, mantener la calidad, no solo fortalece la confianza de los clientes, sino que también mejora la eficiencia interna, reduce costos asociados a errores y asegura el cumplimiento de las normativas y estándares requeridos. Por ello, gestionar y minimizar la variación en la calidad es esencial para garantizar el crecimiento sostenible y la rentabilidad de la empresa.

El siguiente documento se compone por una breve descripción donde se engloba la misión, visión, justificación del problema y objetivos de la empresa, así como el área de trabajo donde se desempeñó el residente (becario), posteriormente, nos encontramos con el marco teórico, el cual, ayuda a aclarar los conceptos y situaciones comentadas en el documento.

En el desarrollo nos encontramos con un cronograma de las actividades que se llevaron a cabo en el periodo de Agosto- Diciembre 2024, donde, por medio del ciclo PDCA, se realizó un análisis de las principales fuentes de variación causadas en las mediciones y la implementación de mejora que se estableció para la disminución de la variación, para después, mostrar los resultados. Por último, se comentan las competencias desarrolladas por el residente, conclusiones, fuentes de información y anexos.

6. Descripción de la empresa u organización.

Yorozu se fundó en 1948 como Yorozu Automobile Works, cambió su nombre a Yorozu Corporation en 1990 y se ha ganado la confianza de muchos fabricantes de automóviles dentro y fuera de Japón gracias a su dedicación a la tecnología como fabricante de piezas de automóviles centrado principalmente en suspensiones.

Las fortalezas de Yorozu se basan en su distintivo sistema de producción total que permite que todo el proceso de diseño y desarrollo de piezas se realice internamente, desde la investigación de mercado, la planificación del concepto, el diseño, el análisis, el desarrollo del prototipo y las pruebas.

Yorozu también ha lanzado nuevas tecnologías para los métodos de estampado y soldadura, sorprendiendo a la industria. Como resultado, se han ganado una excelente reputación entre los clientes de todo el mundo por suministrar piezas de suspensión con una ventaja competitiva sobresaliente en términos de rendimiento, peso y precio que lograron gracias a su tecnología de diseño y experiencia en fabricación únicas y de última generación. También, garantizan la igualdad de calidad en todo el mundo a través de la innovación de Yorozu Production Way (YPW).

Yorozu Mexicana S.A. de C.V., se encuentra ubicado Carretera Ags-Zac, s/n, km. 18.8 San Francisco de los Romo, Ags. C.P. 20300.

En la Figura 1, se muestra una toma aérea y por satélite de la ubicación de Yorozu Mexicana S.A. de C.V. y la información general de la empresa.

Yorozu Mexicana S.A. de C.V. (YMEX)



Carr. Aguascalientes-Zacatecas KM.18.8 San Francisco de Los Romo, Aguascalientes 20300, Mexico
TEL : +52-449-910-1200

Capital

Main businesses

Established

754 Million MXN

Manufacturing and sales of autoparts

February 8, 1993

Figura 1 Ubicación e información general YMEX

Filosofía de la empresa.

Misión.

Nuestra empresa tiene como misión proporcionar a sus clientes productos para suspensiones y partes automotrices de alta calidad que contribuyan a la satisfacción y seguridad de las personas que utilizan vehículos.

Visión.

Yorozu Mexicana tiene la visión de lograr y mantenerse en primer lugar respecto a la confianza de sus clientes, realizando actividades para la reducción de costos y mejorando de manera continua sus procesos y la calidad de sus productos.

Política Integral.

La dirección general de la empresa, define su Política Integral de Seguridad, Salud, Calidad y Ambiental, declarando: Que ofrece realizar acciones necesarias para que en todas sus actividades sea primero la Seguridad, Salud, Calidad y Medio ambiente; ofreciendo productos de las más alta calidad que nos permite obtener la confianza del cliente, estableciendo un pensamiento de administración de riesgos y oportunidades en nuestros procesos para prevenir daños y enfermedades en las personas, defectos de calidad y evitar la contaminación del Medio Ambiente de acuerdo al propósito, al contexto y la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de nuestras actividades, productos y servicios.

Para cumplir esta Política Integral, nos comprometemos con los siguiente:

- I. Realizar la mejora en sus procesos, sistemas de trabajo y el sistema integral de gestión como medio para crear un “ambiente de trabajo seguro y confortable” a través de la funcionalidad, calidad, precio y entrega.
- II. Mantener y reforzar los procedimientos y normas de trabajo que garanticen la calidad de los productos, la seguridad y salud de sus trabajadores.
- III. Cumplir con las leyes mexicanas y trabajar hacia reducir el consumo de los recursos naturales y la conservación de la energía, incrementando el reciclaje y la reducción de sustancias todos los ámbitos de nuestras actividades.
- IV. Ser una empresa sustentable mediante actividades justas y transparentes.
- V. Coexistir en armonía con las comunidades locales y activamente intercambiar y proporcionar información relacionada con la conservación del medio ambiente como mitigación y adaptación del cambio climático, la protección a la biodiversidad y de los ecosistemas.
- VI. Establecer objetivos acordes con la presente política.
- VII. Nunca recibir, Nunca hacer, Nunca pasar defectos.

Descripción del área de trabajo.

Producción Estampado es el departamento encargado de manejar operaciones situadas al inicio de la cadena de valor de Yorozu Mexicana, pues ésta se encarga de trabajar con la materia prima (rollos de acero), transformándola, por medio de 4 líneas de Blanking, BL200 Ton, BL400 Ton, BL800 Ton y BL1200 Ton, en plantillas o partes progresivas, BL se refiere a Blanking y el número siguiente, a la capacidad en toneladas de cada prensa, posteriormente, dentro de la misma área y dependiendo del flujo del proceso, entra alguna de las 3 líneas de formado TD200 Ton, TD400/800 Ton y TF1500 Ton, en las cuales se procesan las plantillas para obtener las partes estampadas necesarias, en estas últimas, TD identifica a las líneas de formado manual, TF a las de formado automático y al igual que las líneas de Blanking, el número indica la capacidad en toneladas, estos procesos de formado serían la última etapa en el flujo del material en planta estampado, para que con esto se concluya y pueda pasar a ser ensamblado en el departamento o área de Producción Ensamble (Principal cliente de Planta Estampado).

El puesto de becario juega un papel importante dentro del área de estampado, ya que se encarga de llevar a cabo actividades para apoyar y mejorar el área de trabajo. En esta ocasión, su papel es encontrar las causas principales de la variación en las mediciones de las piezas estampadas, recopilando información de los números de parte y analizando cada factor relacionado con el proceso para encontrar la causa-raíz del problema, para así, implementar propuestas de mejora y disminuir la variación. En la figura 2, muestra el organigrama del departamento de estampado, desde la dirección general hasta la cantidad de operadores existentes en cada línea de producción.

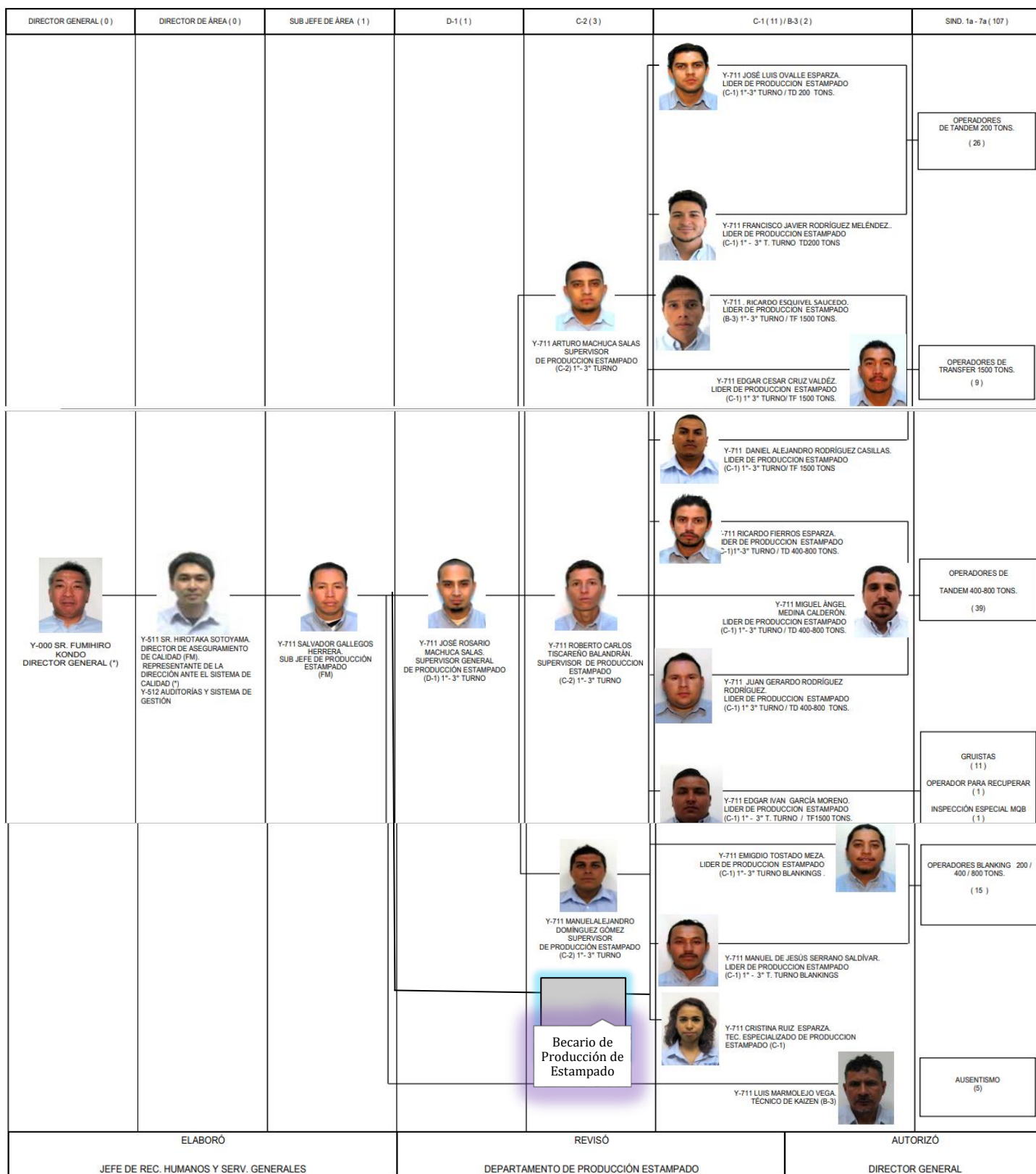


Figura 2 Organigrama: Producción de estampado.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Se busca el factor principal que causa la variación en las piezas estampadas del nuevo modelo P13C, analizando los ítems fuera de norma y los defectos más comunes realizando una base de datos para llevar un seguimiento de calidad, así como tomar en cuenta los instrumentos de medición y métodos implementados en las líneas de producción (TF1500, BL800, BL1200, BL400, BL200, TD200 Y TD400/800). Actualmente, la Planta de Estampado cuenta con 26 números de parte con una gran cantidad de variación en las diferentes líneas de producción.

8. Justificación

Reducir y comprender las causas de la variación en las piezas estampadas es fundamental para mejorar la calidad y eficiencia del proceso. La variación excesiva conduce a niveles inaceptables de piezas defectuosas que impactan los costos por retrabajos, desperdicio de materiales y baja productividad.

Este proyecto permitirá identificar si la variación se origina en el proceso mismo o en el sistema de medición, y así cuantificar la contribución de cada factor. Esto posibilitará tomar acciones específicas y efectivas para reducirla a niveles aceptables.

Disminuir la variación conllevará beneficios tangibles como:

1. Obtener menos defectos.
2. Mejor aprovechamiento de materias primas.
3. Reducción de retrabajos.
4. Reducción de tiempos.
5. Ahorro de costos operativos.

Además, incrementará la capacidad del proceso para cumplir consistentemente con las especificaciones, fortaleciendo la calidad del producto y posición competitiva de la empresa.

9. Objetivos (general y específicos)

Objetivo General:

Analizar los factores que causan la variación en la producción de estampado para implementar propuestas de mejora y disminuirlo a un 20% en el proceso, evitando piezas defectuosas y retrabajo.

Objetivos específicos:

1. Identificar las principales fuentes de variación en el proceso de estampado mediante técnicas estadísticas y análisis de datos.
2. Cuantificar el impacto de cada factor de variación en las características críticas de las piezas estampadas.
3. Proponer mejoras al proceso, ajustes de parámetros y/o modificaciones en los métodos de control para reducir la variación a niveles aceptables.
4. Validar la efectividad de las propuestas mediante pruebas piloto y monitoreo de la capacidad del proceso mejorado.
5. Desarrollar un plan de implementación para las mejoras recomendadas en el proceso de estampado.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco teórico (fundamentos teóricos).

Variación en los procesos.

La variación observada del proceso se divide en dos fuentes:

- *Variación de parte a parte (variación del producto).*

La variabilidad en las mediciones entre las diferentes partes. Lo ideal sería que las diferencias de una parte a otra (Entre las partes) explicaran la mayor parte de la variabilidad.

- *Variación del sistema de medición.*

La variación del sistema de medición es toda variación asociada con un proceso de medición. Entre las posibles fuentes de variación se incluyen los medidores, las normas, los procedimientos, el software, los componentes ambientales, etc. Como cualquier otro proceso, un sistema de medición está sujeto tanto a variación por causa común como a variación por causa especial. Para controlar la variación del sistema de medición, primero debe identificar las fuentes de la variación y, luego, debe eliminar o reducir las diversas causas (*Minitab, 2024*). La variación del sistema de medición se divide en dos fuentes:

1. Repetibilidad.

La repetibilidad es la variación causada por el dispositivo de medición. Es la variación que se observa cuando el mismo operador mide la misma parte muchas veces, usando el mismo sistema de medición, bajo las mismas condiciones.

2. Reproducibilidad.

La reproducibilidad es la variación causada por el sistema de medición. Es la variación que se observa cuando diferentes operadores miden la misma parte muchas veces, usando el mismo sistema de medición, bajo las mismas condiciones. (*Minitab, 2024*).

Estudio R&R- Método ANOVA

Los estudios R&R permite evaluar simultáneamente la repetibilidad y la reproducibilidad, estos estudios se realizan de modo experimental y se evalúa que parte de la variabilidad total, observada en el producto es atribuible al error de medición; además, permite cuantificar si este error es mucho o poco en comparación con la variabilidad del producto y con las tolerancias de la característica de calidad que se mide.

Con el diseño de experimentos y el análisis de varianza se realiza la prueba de repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medición, se utiliza un diseño factorial, el cual permite evaluar si el sistema de medición es repetible (hay buena precisión en las medidas cuando un operador mide varias veces la misma pieza con el mismo instrumento), y reproducible (hay buena precisión en las medidas cuando varios operadores miden varias veces la misma pieza con el mismo instrumento. (Vinazco,2024).

El Análisis de la Varianza (ANOVA) es una técnica estadística que se utiliza para comparar la media de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellas. En otras palabras, ANOVA te ayuda a saber si hay una diferencia significativa en la media entre los grupos que estás comparando o si cualquier diferencia que hayas observado se debe simplemente al azar.

El ANOVA compara la varianza entre los grupos con la varianza dentro de los grupos. Si la varianza entre los grupos es mayor que la varianza dentro de los grupos entonces es probable que exista una diferencia significativa en las medias. Si la varianza dentro de los grupos es mayor que la varianza entre los grupos, entonces cualquier diferencia observada en las medias podría ser simplemente aleatoria (Ortega, C. 2023).

Pasos para realizar un estudio R&R:

1. Seleccionar dos o más operadores para conducir el estudio acerca del instrumento de medición de interés.
2. Seleccionar un conjunto de 10 o más piezas de la producción del mismo producto, que serán medidas varias veces por cada operador (la característica medida de las piezas seleccionadas deben ajustarse a un

comportamiento normal y debe tener la misma variación histórica del proceso).

3. Decidir el número de ensayos o veces que cada operador medirá la misma pieza (por lo menos cinco veces).
4. Etiquetar cada pieza y aleatorizar el orden en el cual las piezas se dan a los operadores para ser medidas.
5. Identificar la zona o punto en la pieza donde la medición será tomada, así como el método o técnica que deberá aplicarse.
6. Obtener en orden aleatorio las mediciones realizadas por los operadores hasta que hayan realizado la medición de todas las piezas. En cada medición realizada el operador no debe conocer cual pieza está midiendo, ni cuales fueron sus mediciones anteriores sobre ella, menos las reportadas por los demás operadores, es decir, debe haber otra persona que supervise y registre las mediciones obtenidas en el estudio.
7. Realizar el análisis estadístico de los datos. ANOVA es el más efectivo para este análisis. (Vinazco,2024).

Análisis de capacidad.

El análisis de capacidad del proceso es un método para comparar la variación de la salida del proceso con los límites de tolerancia o especificación de su producto o servicio. Utiliza indicadores estadísticos, como el índice de capacidad del proceso (Cpk) o índice de rendimiento del proceso (Ppk), para cuantificar la capacidad de su proceso de cumplir con los requisitos. Un índice más alto significa un menor riesgo de producir defectos y un proceso más capaz. Un índice más bajo significa un mayor riesgo de producir defectos y un proceso menos capaz.

Cuando el proceso está centrado y se encuentra claramente dentro de los límites de especificación, es más capaz de producir de manera consistente un producto que satisfaga las expectativas del cliente.

Un análisis de capacidad también puede indicar si el proceso está centrado y si se encuentra en el objetivo. Además, estima la proporción de productos que no cumple con las especificaciones.

También, puede incluir análisis adicionales para verificar los supuestos:

- Gráficas de probabilidad y pruebas de bondad de ajuste, para evaluar la distribución de los datos.
- Gráficas de control, para evaluar si el proceso está bajo control.

(Minitab, 2024).

Conceptos Ppk y Cpk:

Pp

El Pp es una medida de la capacidad general del proceso. Es una relación que compara dos valores:

- La dispersión de especificación ($LES - LEI$).
- La dispersión del proceso (la variación de 6σ) con base en la desviación estándar general.

Evalúa la capacidad general con base en la variación del proceso, no en su ubicación. Debe proporcionar tanto un límite de especificación inferior (LEI) como un límite de especificación superior (LES) para calcular el índice Pp.

Ppk

El Ppk es una medida de la capacidad general del proceso y es igual al mínimo entre el PPU y el PPL. Es una relación que compara dos valores:

- La distancia de la media del proceso al límite de especificación más cercano (LES o LEI).
- La dispersión unilateral del proceso (la variación de 3σ) con base en su variación general.

Evalúa tanto la ubicación como la variación general del proceso.

Cpm

El Cpm es una medida de la capacidad general del proceso. Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso, considerando al mismo tiempo qué tanto se desvían los datos del valor objetivo.

Cp

El Cp es una medida de la capacidad de subgrupos/corto plazo del proceso. Es una relación que compara dos valores:

- La dispersión de especificación ($LES - LEI$).
- La dispersión del proceso (la variación de 6σ) con base en la desviación estándar de subgrupos/corto plazo.

Evalúa la capacidad con base en la variación del proceso, no en su ubicación.

Cpk

El Cpk es una medida de la capacidad de subgrupos/corto plazo del proceso y es igual al mínimo entre el CPU y el CPL. Es una relación que compara dos valores:

- La distancia de la media del proceso al límite de especificación más cercano (LES o LEI).
- La dispersión unilateral del proceso (la variación de 3σ) con base en la desviación estándar entre/dentro de subgrupos.

Evalúa tanto la ubicación como la variación (entre y dentro de los subgrupos) del proceso.
(Minitab, 2024)

Errores de medición.

Instrumentos de medición:

- Fallo en el diseño o fabricación del instrumento.
- Desgaste del aparato.
- Falta de calibración al instrumento.

Operador:

- Puede cometer errores en la lectura del valor medido.
- Posicionar erróneamente el dispositivo de medición.
- Errores debido a la fatiga del trabajador.

Factores ambientales:

- Exposición de las piezas a temperaturas altas o bajas.
- Polvo, humedad o presión.

Tolerancias geométricas de las piezas:

- La pieza puede estar sometida a una fuerza demasiado grande, provocando que se deforme.

Instrumentos de medición.

- *JIG's de inspección.*

Es un patrón fabricado escala 1:1 de acuerdo con el diseño de la parte y nos ayuda a comparar un producto manufacturado, mostrándonos a través de la forma y trim que estas cumplen contra lo establecido en el dibujo de la parte (Yorozu, 2024).

- *Micrómetro.*

Su funcionamiento se basa en un tornillo micrométrico que sirve para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milimétrico (0,01 mm y 0,001 mm, respectivamente), (Yorozu, 2024).

- *Vernier.*

Es un instrumento de medida lineal con alta precisión, consta de dos partes principales: una parte fija que es una regla ésta puede venir con dos sistemas métricos: el sistema internacional en cm y el sistema inglés en pulgadas. La segunda parte sería móvil, está es una parte corredera que se desliza con la regla.

Conceptos.

Trim: Es la línea de material que se utiliza como límite y esta referenciada contra el contorno de la parte y esta a su vez es referencia contra las líneas y/o pernos establecidos en el jig de inspección o máster.

Holgura: Se describe como holgura a la diferencia que existe entre las dimensiones de dos piezas en el lugar donde se acoplan. En Yorozu es el espacio que se tiene entre la forma de la pieza y el jig de inspección, (Yorozu, 2024).

Sistemas de medición.

Los sistemas de medición pueden incluir todo lo que afecta la medición de una parte, como los dispositivos de medición, los procedimientos de medición y los operadores.

¿Qué es la variación en un sistema de medición?

La variación del sistema de medición es la variación que ocurre cuando se mide algo. Específicamente, la variación de un sistema de medición es la suma de la variación causada por la repetibilidad y la reproducibilidad.

Cualquier componente de un sistema de medición, como un dispositivo de medición, un procedimiento y un software, puede ser una fuente de variación (Minitab, 2024).

Automatización en la industria automotriz.

Se conoce así al proceso que permite que las máquinas realicen un número predeterminado de operaciones ordenadas, a través del uso de dispositivos y sistemas que facilitan el control de diferentes variables del proceso, limitando a su vez la intervención humana (Kalpakjian, 2002).

Por lo general, un proceso de automatización industrial es generado por la convergencia de tres tecnologías: mecánica, electrónica e informática, las cuales le dan dirección a los procesos tecnológicos, asegurando su optimización, en forma de sistemas automáticos (Córdoba, 2006).

En la industria manufacturera, la automatización puede implementarse a partir de la intervención en áreas básicas como: los procesos de manufactura, el manejo de material, los procesos de inspección y otros procesos como ensamble y empaque (Kalpakjian, 2002).

La automatización requiere en primer lugar de la definición del objetivo a alcanzar con la realización de estas inversiones, así como la identificación y el análisis de los procesos a intervenir. Algunos de los elementos a considerar en el análisis son: el tipo de producto a fabricar, la cantidad y velocidad de producción, la fase de la operación a intervenir a través de automatización, la confiabilidad de la operación y del mantenimiento posterior, los requerimientos de capacitación de la mano de obra, entre otras. (Kalpakjian, 2002).

Un proceso automatizado integra fuentes de energía, infraestructura de equipos, uno o varios programas de instrucciones (definen acciones a desarrollar), arquitectura del

sistema de control definiendo requerimientos de sensórica, instrumentación, controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de supervisión, de acuerdo con los requerimientos del proceso y finalmente, el sistema de control que integra y ejecuta el programa de instrucciones del sistema automático. (Vallejo & Vallejo, 2005). Sánchez, C. (2014).

Ciclo PDCA – Mejora continua.

El ciclo PDCA permite a los profesionales evaluar su propio método de trabajo y mejorarlo cuando sea necesario. Debido a que el trabajo de un empleado forma parte de un proceso integral, los resultados del ciclo PDCA impactan positivamente a toda la organización.

PDCA es un acrónimo en inglés de Plan (planificar), Do (hacer), Check (verificar) y Act/Adjust (actuar o ajustar). Por tanto, está vinculado a un proceso de mejora continua que debe aplicarse a través de estos cuatro pasos, que se ejecutan de forma cíclica con el objetivo de acelerar y mejorar la calidad de los productos o procesos (Sydle, 2023).

Éste consiste en 4 etapas como se muestra en la figura 3:

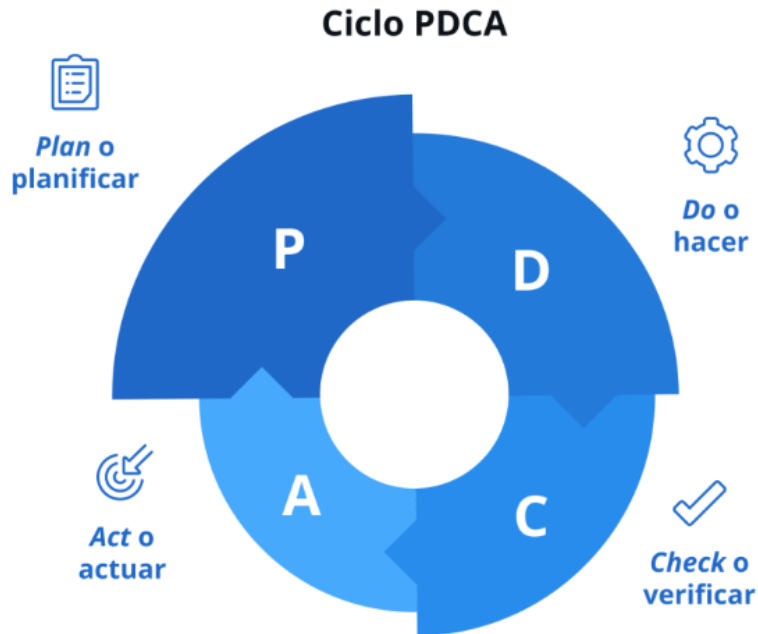


Figura 3 Etapas ciclo PDCA

Planear.

Se identifican los problemas específicos que se pueden enfrentar en la ejecución de un proyecto, los recursos que se utilizarán, que recursos están disponibles y cuales tendrán que ser solicitados, los requisitos de las partes interesadas, las condiciones de ejecución, y los objetivos finales del proyecto.

Hacer.

Una vez se ha encontrado la solución a un problema, o una nueva forma para optimizar un proceso, inicia la etapa de implementación en la práctica. Durante esta etapa se registra información relevante, sobre todo sobre los eventuales problemas que se presenten.

Verificar.

Se miden y evalúan los resultados y se comparan con la expectativa planteada. En caso de grandes diferencias, es importante responder con prontitud y rastrear la causa.

Verificar los resultados es probablemente la fase más importante del ciclo PDCA. Se

debe prestar suficiente atención para que los errores recurrentes no se presenten nuevamente y se produzca así una mejora evidente. Esta fase se caracteriza por la verificación activa y la evaluación de la efectividad del plan original.

Además, durante esta fase, el equipo del proyecto identifica áreas problemáticas del proyecto y toma la decisión de eliminar los riesgos o tomar acciones para mitigar el impacto en aras de una mejora continua.

Actuar.

Finalmente, es posible tomar acciones correctivas, por lo general, pero también de mejora cuando se detectan oportunidades, que se podrán aplicar en toda la organización. Si todo fue de acuerdo con el plan y los resultados son satisfactorios, no es necesario desviarse del curso original. (Eee, 2024, 5 marzo).

El objetivo del PDCA es simplificar las rutinas de gestión y facilitar la implementación de cambios positivos. Para lograrlo, trabaja en función de algunos aspectos clave:

- Resolución de problemas: Su modelo de ejecución en cuatro etapas permite planificar una solución que se verifica continuamente, minimizando al máximo los impactos del problema inicial.
- Toma de decisiones: Esta metodología de trabajo se basa en información concreta y verificación continua de datos, lo que mejora la toma de decisiones. De esta manera, las direcciones comerciales se definen en función de análisis completos y relevantes.
- Innovación: Facilita la organización de nuevas ideas, lo que permite la implementación de soluciones nuevas e innovadoras para problemas cotidianos.
- Flexibilidad y agilidad: Las empresas pueden adaptarse más rápidamente a los cambios constantes en el mercado, desarrollando un perfil más flexible y dinámico, esencial para los negocios contemporáneos.
- Mejora de la calidad: Está directamente relacionado con la Gestión de la Calidad, promoviendo la mejora continua en todos los procesos de la organización (Sydle, 2023).

Análisis causa-raíz (Diagrama de Ishikawa).

El diagrama de Ishikawa, también conocido como de espina de pescado, es una herramienta visual que tiene un formato de gráfico. Además, su principal función es ayudar en los análisis de organización. La mayoría de las veces se lo emplea para encontrar la causa de un problema en su raíz (Latam, S.,2024).

El diagrama de Ishikawa recibe el nombre por su estructura como el esqueleto de un pescado. Esto no es casualidad, pues, cada elemento representa una razón y conlleva a la resolución de los problemas expuestos. Los elementos del diagrama de pescado son figura 4:

I. Cabeza.

Emerge de la espina central y en esta parte se representan los problemas.

II. Espinas.

Salientes de la espina central. Pueden existir muchas o pocas espinas, dependiendo de las posibles causas que estén provocando el problema en cuestión.

III. Espinas menores.

Las espinas grandes también incluyen espinas más pequeñas, con las que se determinan las causas menores.

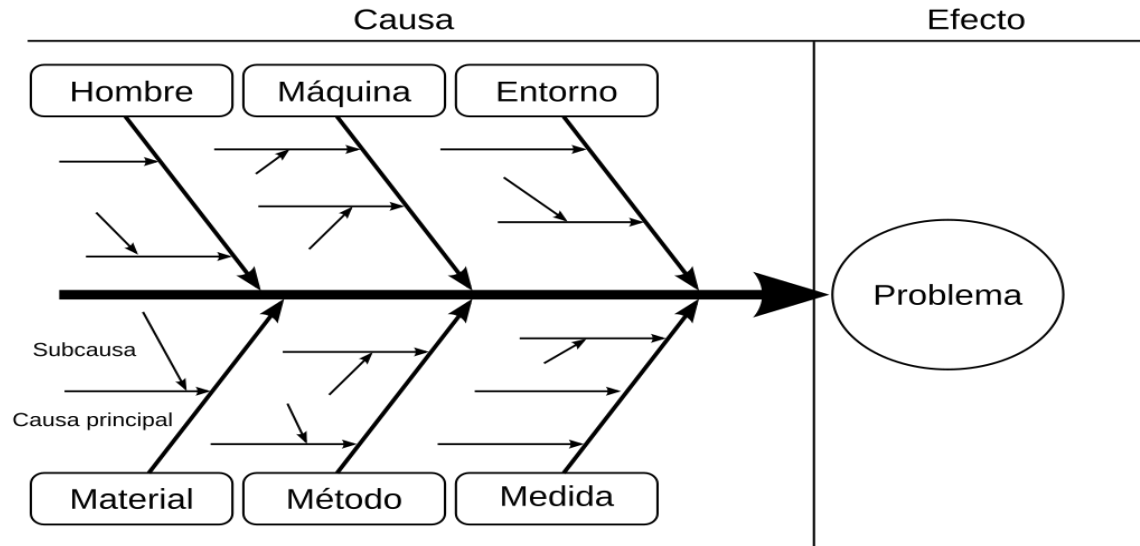


Figura 4 Ejemplo: Diagrama causa-efecto

El diagrama de Ishikawa ofrece una amplia gama de beneficios y objetivos que contribuyen a mejorar la eficiencia y la efectividad en general. Su principal propósito es identificar las causas que generan obstáculos en los procesos organizativos y operativos de las empresas.

Puede ser útil para:

- Mejorar la toma de decisiones y optimizar los procesos.
- Contribuir a un entorno laboral mejorado.
- Preparar los procesos de trabajo para obtener certificaciones.
- Identificar áreas que requieran capacitación del personal.
- Motivar a los empleados.
- Medir el desempeño operativo de diversas áreas.
- Determinar dónde realizar inversiones estratégicas.
- Aprovechar las oportunidades de mejora en áreas específicas.

(Merinas, A., 2024).

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica que organiza valores, los cuales están separados por barras y organizados de mayor a menor, de izquierda a derecha respectivamente.

Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero. Su finalidad, es hacer visibles los problemas reales que están afectando el alcanzar los objetivos de la empresa y reducir las pérdidas que esta posee. (De Souza, I. 2021).

El principio de Pareto representa la regla 80/20, es decir, que, en la mayoría de las situaciones, el 80% de las consecuencias son debido al 20% de las acciones o el 80% de los defectos de un producto se debe al 20% de las causas.

En otras palabras, podemos decir que, aunque muchos factores contribuyan a una causa, son pocos los responsables de dicho resultado. (De Souza, I. 2021).

A la hora de poner en práctica esta teoría, el Diagrama de Pareto es una de las técnicas más utilizadas. Se trata de una representación gráfica de barras que permite organizar una serie de datos de forma descendente. A partir de esta representación, es posible identificar los puntos más relevantes de una estrategia con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y obtener un mayor impacto con un menor esfuerzo. (Santander, 2024).

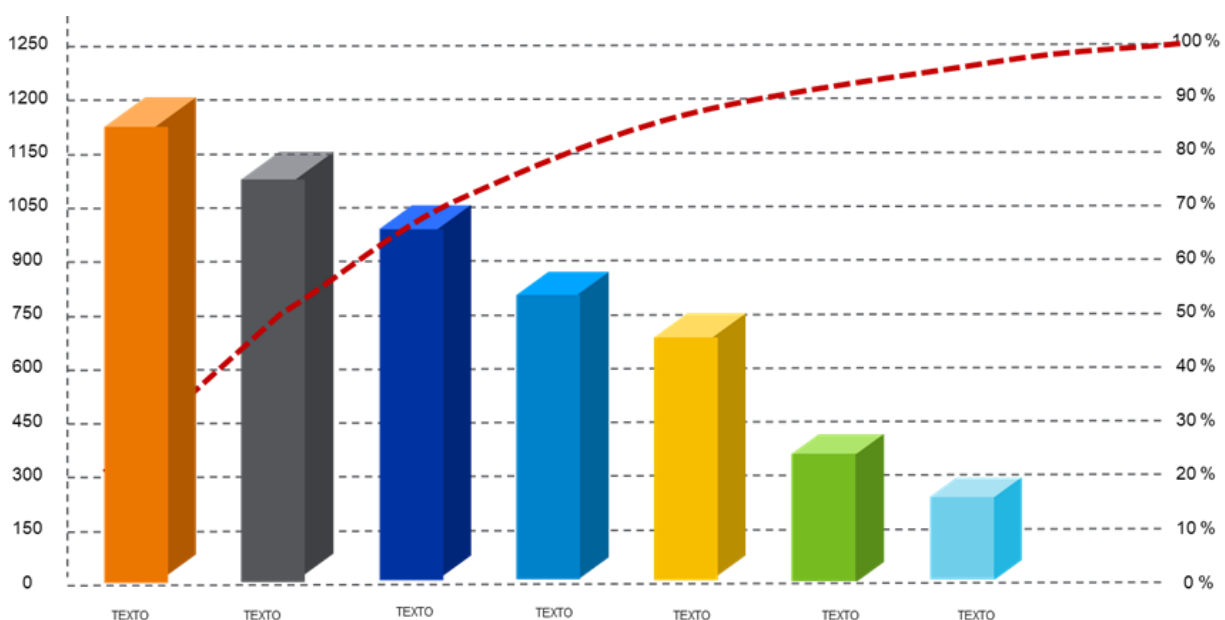


Figura 5 Representación Diagrama de Pareto

Problemas en la industria automotriz.

1. *Multimatic Inmetmatic.*

Las piezas Door Inner sufren una deformación durante el proceso de soldadura, lo que provoca que se encuentre fuera del rango de tolerancia y por consecuencia se presentan problemas de factibilidad de ensamble de la pieza Door Inner Panel en VW y no se alcanzan los requerimientos de calidad. Se utilizó la metodología DMAIC para reducir la variación.

Como resultado, se estableció un logro al reducir un 80% de la variación dimensional realizando acciones como: Ajuste de herramental, pieza de ensamble dentro de la tolerancia. (Govea Segura, 2013).

2. *Industria Automotriz.*

Procesos de fabricación, inyección, vaciado, empaque, entre muchos otros están sujetos a posibles variaciones en la cantidad de material utilizado para su fabricación. En el caso particular de moldeo de piezas de plomo para la industria automotriz, el problema consiste en que el sobrepeso promedio de 0.4 gramos en piezas que se producen en volúmenes mayores a las 16,000,000 piezas mensuales representan cerca de 208,292 USD mensuales. Con el uso de la metodología DMAIC se ha presupuestado una mejora de 500,000 ppm, se han logrado reducir las mismas a 1 ppm en el periodo analizado. Financieramente, el proyecto ha sido un rotundo éxito en la organización ya que se han alcanzado niveles de desempeño que nunca se habían tenido y el costo de operación a disminuido al aprovechar más el plomo utilizado para la fabricación de las rejillas. (García Espinosa, B., 2007).

3. *Volkswagen de México.*

Los tipos de errores más comunes que se presentan en el desarrollo técnico son una ineficiente planeación, una deficiente consulta, errores en las pruebas y la obtención de resultados erróneos. Las fallas antes citadas se ven reflejadas en la etapa de producción en masa que conlleva a la inexacta construcción de vehículos. Utilizando la metodología de simulación de retrabajo se puede diagnosticar un buen concepto de montaje. Aunque se tienen errores, se puede considerar una cifra aceptable para altos niveles de producción. (Volkswagen De México, S. D. C., 2019).

4. *Industria de la automoción.*

Variaciones dimensionales en piezas plásticas de inyección y análisis de los medios de control: No sirve de nada fabricar mucho si no son piezas de una calidad adecuada, y del mismo modo no es rentable fabricar muy poco volumen por mucho que tenga una calidad excelente. Por ello hay que buscar siempre el equilibrio entre ambos conceptos. La finalidad es tener procesos lo más robustos posibles que nos permitan fabricar cantidad con una buena calidad. Para ver si el proceso es capaz de lograr ese objetivo se utilizaron gráficos basados en la teoría de 6- sigma que calculan el coeficiente de capacidad del proceso (Cpk). A su vez, analizar los sistemas de medida que se utilizarán en cada una de las piezas analizadas para evaluar si son los correctos y nos permiten discriminar piezas buenas de malas en el proceso productivo. Reduciremos en este caso el tiempo máquina y el tiempo del preparador y del operario. (*García R.B.,2014*).

5. *Industria automotriz.*

El acero AISI/SAE 4140 es un acero muy utilizado en el sector industrial donde existen empresas que emplean elementos mecánicos los cuales están sometidos a esfuerzos combinados y a cargas no muy altas entre estos componentes se encuentran ejes, cigüeñales, flechas de transmisión, pernos, engranes de transmisión, bielas, porta moldes. A través de un diseño experimental, se concluye que el acero AISI/SAE 4140 es recomendable realizar el tratamiento térmico de temple a 830°C y revenido a 500°C en lugar de realizar el temple a 860°C y revenido a 500°C, porque se evidencia que tratado térmicamente a 830°C tiene un mejor comportamiento a la torsión. (*Ñacata Simbaña, H. G., & Cherres Ramírez, A. E., 2019*).

6. *Planta de electrónica automotriz en Cd. Juárez.*

Piezas defectuosas en máquina de prensado de tablillas electrónicas. En cada uno de los pasos se utilizaron herramientas de definición y solución de problemas como visualizaciones o caricaturas, diagramas de flujo, 30areto, diagramas de concentración y herramientas de análisis de causa raíz como lluvia de ideas, diagramas causa-efecto y 5 por qué. Cada uno de los problemas fue analizado con sus datos iniciales y monitoreado diariamente, observando la efectividad de las acciones en tiempo real. Al observar los resultados inmediatos de cada una de

las herramientas y al momento de mezclarlas podemos concluir que de manera efectiva se excedieron las expectativas esperadas. Los siguientes pasos sería incursionar en métodos estadísticos, como seis sigma, y continuar nuestro proceso de mejora y poder medir el cambio que se podría alcanzar con estos nuevos métodos partiendo del nivel alcanzado en este momento. (Enríquez, C., Baena, N. A., Salazar, J. M., Garay, J. F., Bull, K. G. G., Arroyo, R. R. M., & Valerio, J. G. P., 2015).

7. *General Motors de México.*

Durante las corridas de producción, se presentan ocasiones en que los operadores encargados de realizar la recolección de datos no reportan correctamente las características críticas del proceso o se olvidan de hacerlo; como consecuencia el control estadístico se ve afectado, mostrando resultados y gráficos con variaciones anormales. La implementación del control estadístico ayuda a reducir la variación existente en el proceso afecte al mismo generando la producción de productos no conformes. Se obtuvo registro de una reducción del 27% de producción de partes no conformes, lo cual impacta directamente en un ahorro de retrabajos, personal y almacén. (Medrano Navarro, L. A., 2017).

8. *Empresa de giro automotriz.*

El problema se presentó debido a que se manejaban dos modelos con ejes similares, que fácilmente se confundían, generando 224,000 PPMS durante el mes de Enero. El objetivo de este trabajo fue disminuir los PPM's generados en un 50% como mínimo, a través de la implementación de un poka-yoke que evitara dicho defecto. Se implementó el poka-yoke mismo que diferenciaba la longitud de la pieza y su geometría. Para validar el poka-yoke se hizo un estudio de repetibilidad y reproducibilidad [R&R]. Una vez implementado se logró reducir los PPMS en un 87.97%. Concluyendo que los poka-yokes son una herramienta eficiente para la mejora continua y la reducción de errores. (Ochoa, T. A. H., Bull, K. G. G., Mejía, G. I., Salgado, M. M. V., & Guaderrama, A. M., 2018).

9. *Empresa ensambladora.*

La línea se ve afectada directamente al no cumplir con la producción diaria, hay dificultades de logística en relación con los materiales y deficiente utilización del recurso humano, lo que genera pérdidas económicas hasta del 40 % en la

empresa. Por ello la línea se ve en la necesidad de revisar las operaciones para identificar las causas del problema localizado en esta operación. Con la implementación de las metodologías de mejoras (Seis Sigma, DMAIC y PDCA), así como la aplicación de herramientas de estadística (KPI), se logró mejorar los rechazos generados en la operación, cumpliendo con los objetivos predeterminados en la industria automotriz de acuerdo con la ISO 9000. (*Olivares, M. D. C. C., & Santoyo, E. A. R., 2022*).

10. Se ha detectado que las piezas manufacturadas a través de este método tienen su nivel de complejidad mayor, debido al tipo de proceso de fabricación y las condiciones finales que debe de cumplir; ya que en lo general son piezas de alta seguridad. El análisis de resultados se puede efectuar de dos maneras diferentes. Una de ellas mediante una serie de gráficas, la otra mediante el análisis de varianza. Este trabajo limita los factores considerados detonantes en la variación del proceso y del producto, se establece en consecuencia un planteamiento de mejora con base a las posibles combinaciones de los factores seleccionados, a fin de encontrar la mejor combinación que permita conseguir el menor porcentaje de defectos durante la corrida de producción. Es factible asegurar que las compañías adopten dichas estrategias como procedimientos estándar de operación, para disminuir sus costos de manufactura, mejorarán la calidad de sus productos y reducirán el tiempo para la introducción de nuevos productos o procesos. (*Alfonso, Z. M. C.*)

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

1. Revisión y análisis de datos históricos:

- Recopilación de datos históricos de las piezas estampadas.
- Análisis estadístico descriptivo para identificar patrones, tendencias y nivel de variación presente.
- Aplicación de gráficos de control para monitorear el estado del proceso.

2. Recolección de información de nuevo modelo P13C:

- Registro de números de parte y especificaciones de piezas a producir.
- Revisión de información del proceso, parámetros, material e instrumentación a utilizar.

3. Análisis del sistema de medición:

- Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) de los instrumentos de medición utilizados.
- Evaluación de la precisión, sesgos y fuentes de error en el sistema de medición.
- Determinar si la variación observada se debe a la falta de precisión de las mediciones.

4. Análisis de fuentes de variación:

- Evaluación de los factores del proceso que potencialmente causan variación (material, desgaste, calibración, parámetros).
- Diseño y aplicación de experimentos para cuantificar los efectos de cada factor.
- Utilización de técnicas como el AMEF, diseño de experimento, análisis de causa-raíz.

5. Identificación e implementación de mejoras:

- Definición de mejoras enfocadas en controlar/minimizar los factores claves de variación.

- Mejoras en el sistema de medición (instrumentos, procedimientos, patrones).
- Ajustes de parámetros del proceso, mantenimiento preventivo, modificaciones al método.
- Prueba piloto para validar la efectividad de las propuestas de mejora.

6. Monitoreo y control del proceso mejorado:

- Implementación de gráficos de control actualizados para monitorear la nueva capacidad del proceso.
- Establecer programa de verificaciones y auditorías para mantener las mejoras.
- Desarrollar plan para implementación total de mejoras en otras líneas.

7. Documentación y presentación de resultados:

- Recopilación de datos, análisis y propuestas en un reporte técnico final.
- Presentación de hallazgos y recomendaciones a las áreas involucradas.

Cronograma de actividades

Actividades	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Revisión y análisis de datos históricos.					
Recolección de información de nuevo modelo P13C.					
Análisis del sistema de medición.					
Análisis de las fuentes de variación.					
Identificación e implementación de mejoras.					
Monitoreo y control del proceso mejorado.					
Documentación y presentación de resultados.					

Tabla 1 Cronograma de actividades

Área de estampado.

La distribución de la Planta de Estampado se compone de la siguiente manera (figura 5):

- Blanking 200,400, 800 y 1200 ton, constan de una prensa con una capacidad de tonelaje definida y un alimentador o Coil Line que trabaja en sincronía a la velocidad de la prensa para alimentar el rollo o bobina de acero.

- En seguida, se encuentra la línea de TD400 que se compone de 5 prensas en línea para en cada una, realizar los diferentes procesos requeridos para cada componente, seguido, se encuentran las TD200 que se compone de 8 prensas en línea, también para secuencias de procesos, en ambos casos líneas alimentadas de forma manual.
- Por último, se encuentra la línea de TF1500, la cual, se alimenta de manera automática mediante un sistema de alimentación llamado Destack.

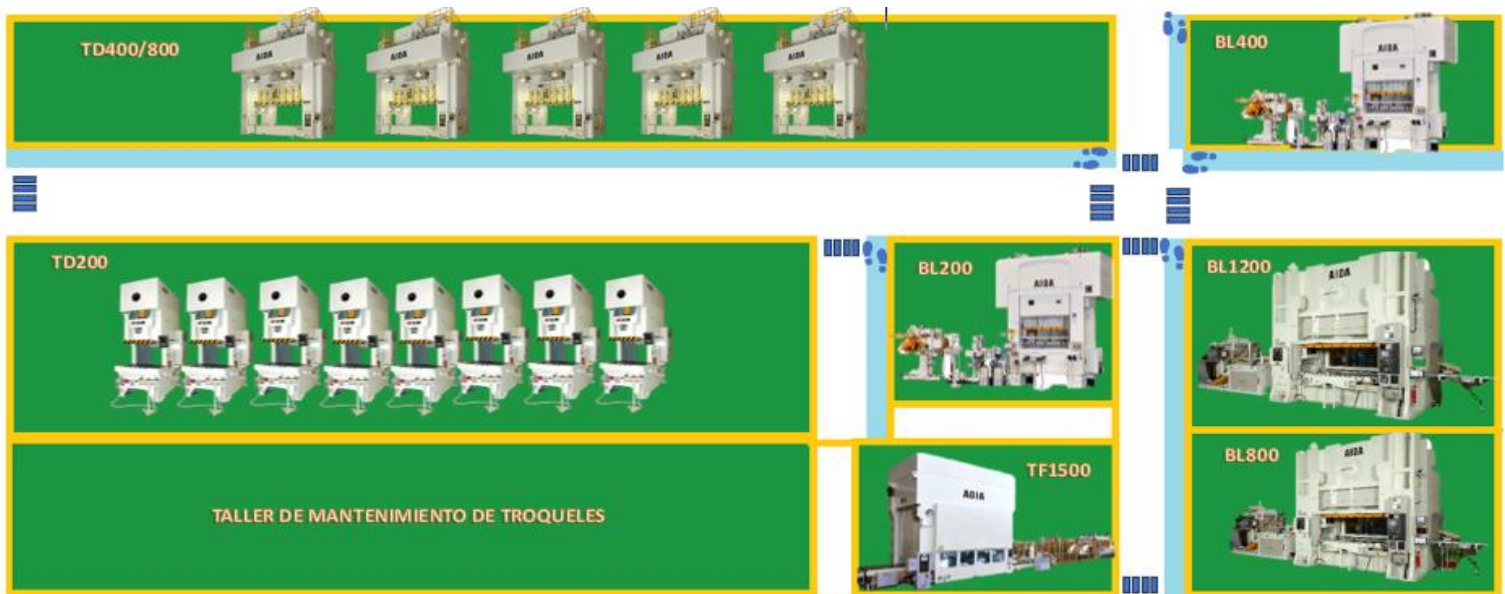


Figura 6 Layout Planta de Estampado

Fase 1.- Planear (Plan).

En 2024, Yorozu Mexicana S.A de C.V ha comenzado la producción masiva del nuevo modelo P13C en colaboración con Nissan para la nueva Nissan Kicks 2025.

Esto ha desatado una problemática en las piezas estampadas, ya que se han detectado varios ítems fuera de norma en las hojas de chequeo de calidad, causando variación en las mediciones de las piezas.

Para esto, se ha tomado la decisión de analizar los posibles factores que afecten a la variación, desde los instrumentos de medición, hasta la materia prima.

Para lograrlo, se planeó utilizar diferentes herramientas de calidad para la identificar y resolver problemas de manera rápida y eficiente, como:

- ✓ Estratificación de datos.
- ✓ Listas de verificación.
- ✓ Histogramas.
- ✓ Diagramas de Ishikawa.
- ✓ Bases de datos.
- ✓ Diagrama de flujo.
- ✓ Diagramas de dispersión.
- ✓ Gráficos de control.

Con la finalidad de observar el comportamiento del proceso, comparar el antes y después de la implementación de mejoras y mostrar los resultados evidentes.

Revisión y análisis de datos históricos.

El área de retrabajo se encarga de corregir los defectos ocasionados en el proceso de estampado de las piezas. Esta área cuenta con hojas de registro donde se va especificando qué número de parte salió con fallas y el tipo de defecto que se ocasionó en el proceso. Con esto, se sabe cuáles son los defectos más comunes, cuántas piezas fueron inspeccionadas, cuánto es el porcentaje de scrap y cómo fue identificado ese defecto. En la gráfica 1, se refleja el Top 10 de defectos más comunes en las piezas estampadas, teniendo entre los más altos las grietas y marcas, rebaba en trim, marcas contra jig y marcas de scrap.

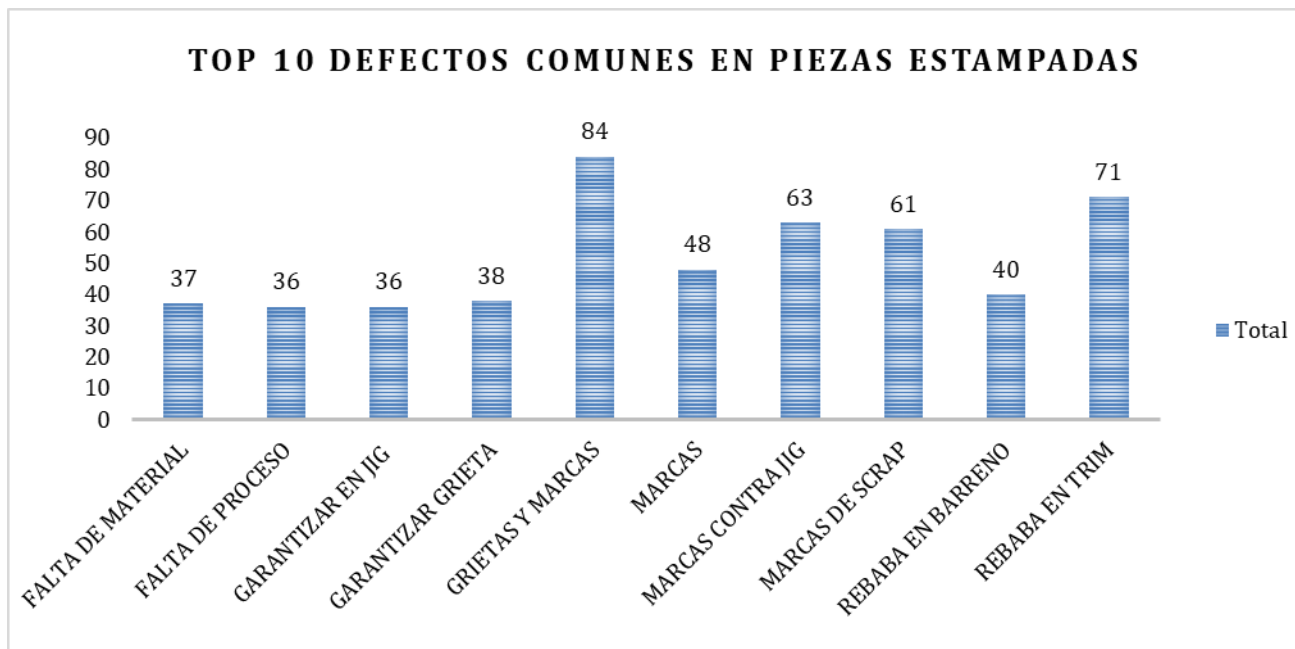


Gráfico 1 Defectos comunes

El departamento de Producción de estampado cuenta con una base de datos donde se va registrando cada ítem fuera de norma año tras año, permitiendo hacer una comparación de los modelos que se producen en el año y saber cuál ha sido el más afectado. En el gráfico 2, nos encontramos con los modelos L21B, P02F y X02A, los cuales presentaron mayor número de ítems fuera de norma en el 2022, dándose cuenta de la situación, se tomaron acciones correctivas por medio de una nota de desviación temporal para reducirlos, teniendo como resultado la disminución del 24.86% en el modelo L21B, 25.94% en el modelo P02F y un 31.21% en el modelo X02A para el año 2023.

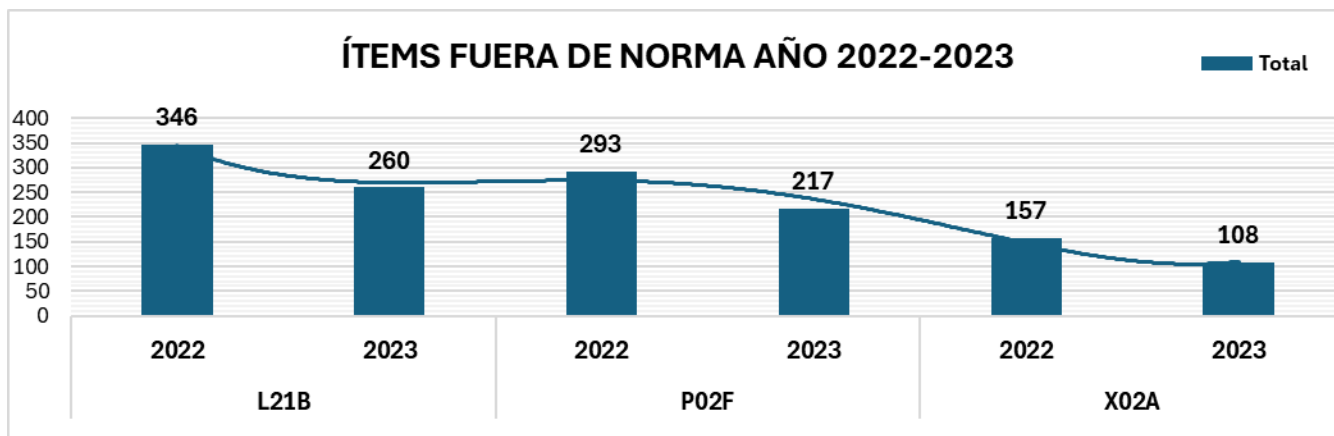


Gráfico 2 Comparación de ítems fuera de norma, año 2022-2023.

La base de datos nos ayuda a identificar qué número de parte está teniendo más variación y así analizar las posibles causas de esta problemática. Así como realizar una comparación con el paso de los meses y saber si las acciones correctivas están causando algún efecto positivo o no.

La base de datos cuenta con los siguientes puntos para realizar el llenado:

1. Línea.	10. Norma mínima.
2. Mes/Año.	11. Norma máxima.
3. Número de parte.	12. Valor real.
4. Ítem por número de parte.	13. Juicio.
5. Modelo.	14. Actividad.
6. Ítem.	15. Parte terminada.
7. Concepto.	
8. Instrumento de medición.	
9. Punto.	

La tabla 2 nos muestra un ejemplo de cómo es el llenado del registro de los ítems fuera de norma.

LÍNEA	MES	NÚMERO DE PARTE	ÍTEM POR NÚMERO DE PARTE	MODELO	ÍTEMS	CONCEPTO	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	PUNTO	NOR MA MIN	NOR MA MAX	REAL	JUCIO	ACTIVIDAD	PARTE TERMINADA
TD200	abr-24	4651957LD1A	4651957LD1A	P13C	10	Holgura vs trim	Escalas	i	1.5	2.5	2.7	NG		ARM- RR SUSP LH
TD400/800	may-24	554536LB0B	554536LB0B	P13C	3	Adelgazamiento	Micrómetro	-	1.82	2.6	2.61	NG		LINK-TRANSV, LH
BL200	jun-24	684377LG0ABL	684377LG0ABL	P13C	9	Holgura vs trim	Escalas	k	2	3.5	1.9	NG		EXT-DIFF MTG, FR UPR
BL400	jul-24	54440LF0AY	54440LF0AY	P13C	9	Holgura vs jig	Escalas	c	1	2.7	0	NG		BEAM- RR SUSP
BL800	ago-24	553977LG1A	553977LG1A	P13C	8	Barreno	Vernier	# 3	17.8	18.2	18.52	NG		BRKT-AXLE MTG, RH
BL1200	sep-24	11111LH0AYGM	11111LH0AYGM	P13C	10	Holgura vs trim	Escalas	l	2	3	3.2	NG		BAR CROSS, FR
TF1500	oct-24	555097LF0A	55505LF0A	P13C	10	Holgura vs jig	Escalas	o	2.2	4.2	4.5	NG		SIDE MBR- FR SUSP UPR RH

Tabla 2 Base de datos ítems fuera de norma

Fase 2.- Hacer (Do)

Recolección de información de nuevo modelo P13C.

Al recopilar las hojas de chequeo de calidad de cada número de parte, se revisó cada ítem para identificar los puntos que se encontraban fuera de norma en el lapso de enero – agosto del 2024, teniendo un total de 173 ítems fuera de norma. El cuál, se observa en la gráfica 3, que la línea con más ítems NG es la Transfer 1500.

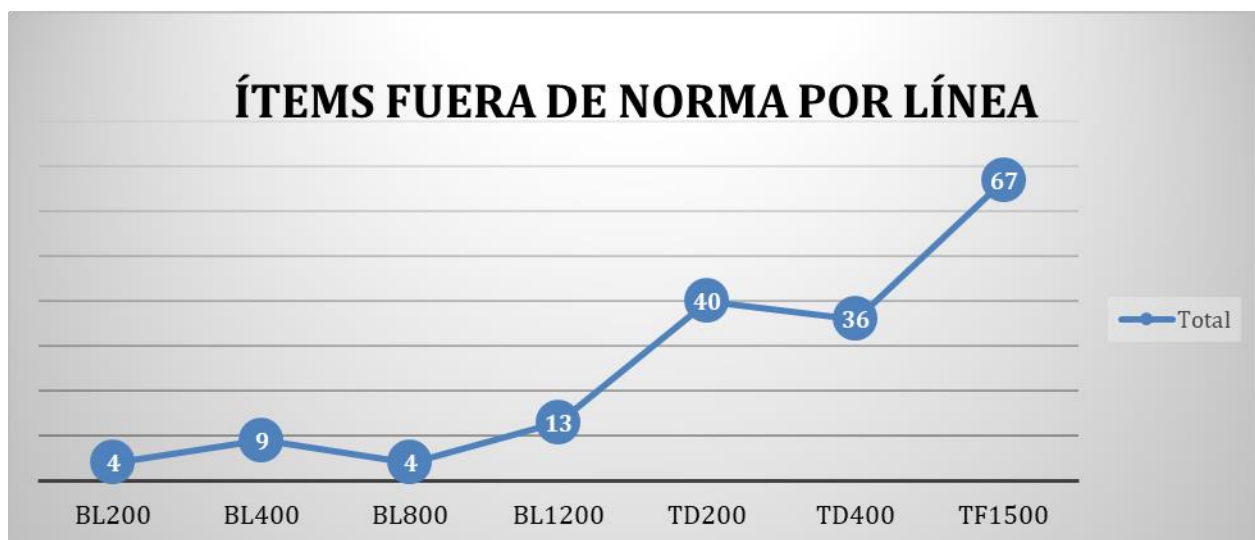


Gráfico 3. Ítems NG por línea.

Posteriormente, se le entregó una hoja de los ítems a cada líder encargado del turno y línea correspondientes, para que los operadores Q revisaran nuevamente los puntos fuera de norma, haciendo mediciones y confirmaciones de los valores para saber si seguían fuera o no.

Una vez confirmados los puntos, se registraron en otra base de datos para comparar los cambios originados con esta acción dando como resultado 86 ítems fuera de norma después de la confirmación de mediciones, ver gráfico 4.



Gráfico 4 Confirmación ítems fuera de norma

Comparando las gráficas 3 y 4, hubo una disminución del 50.29% de los ítems fuera de norma, con tan solo la confirmación de los valores de medición.

Una vez recolectados todos los puntos fuera de norma, se emitió una nota de desviación temporal al Departamento de Ingeniería. El cual, es el encargado de analizar y encontrar la causa raíz del problema, buscar una solución y tomar las acciones necesarias para corregirlo.

En la nota de desviación (*figura 6*) se describe el problema y se detallan las acciones correctivas que se llevarán a cabo durante un tiempo establecido, así como el nombre de las personas responsables de darle seguimiento.

En este caso, se tomó la decisión de hacer una junta con el equipo multidisciplinario para comentar la situación, en donde se llegó al acuerdo de realizar un análisis de la problemática, ejecutando pruebas de ajuste de troquel y pruebas en las líneas de ensamble. Dependiendo de los resultados obtenidos, se modificaron las hojas de chequeo de calidad (HCC) y se hicieron ajustes en las piezas estampadas de acuerdo con el análisis de ensamble.



NOTA DE DESVIACIÓN TEMPORAL

No. Parte: VARIOS

Hora: 17:26
Turno:

No. de NDT: 3987
Estatus NDT:

¿Requiere Autorización del Cliente? NO Firma del Cliente: _____ Desviación Dirigida A: Proceso Cambio de 4M's a: Tipo Cambio:		Cliente Interno / Externo: _____ Fecha Apertura: 23/09/2024 Pruebas / Ensayos Requeridas: ES NECESARIO REALIZAR AJUSTES EN ESTAMPADO Y ANÁLISIS EN LÍNEA DE ENSAMBLE.																					
Descripción De La Desviación SE EMITE NDT PARA LOS NÚMEROS DE PARTE QUE SE ENCUENTRA FUERA DE NORMA CONTRA HCC DE LAS LÍNEAS BL 200, BL 400, BL 1200, TD 200, TD 400/800 Y TF 1500 DE MODELO P13C (EN ANEXOS SE ENCUENTRA EL DETALLE) Total de números 31.		Efecto (Colocar desviación en un lugar visible en línea durante la desviación y llevar la trazabilidad de los lotes producidos). <table border="1"> <tr> <th>Cantidad Autorizada</th> <th>Periodo Autorizado</th> </tr> <tr> <td>4 MESES</td> <td>Del: 23/09/2024 Al: 23/01/2025</td> </tr> </table>		Cantidad Autorizada	Periodo Autorizado	4 MESES	Del: 23/09/2024 Al: 23/01/2025																
Cantidad Autorizada	Periodo Autorizado																						
4 MESES	Del: 23/09/2024 Al: 23/01/2025																						
Acciones de Contención (ICA) CONTROLES ALTERNATIVOS ver TABLA DE CONTROL DE CAMBIOS TEMPORALES																							
Acciones Correctivas Permanentes <table border="1"> <thead> <tr> <th>Responsable</th> <th>Eficacia</th> <th>Fecha</th> <th>Estatus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JUNTA CON GRUPO MULTIDISCIPLINARIO</td> <td>INGENIERÍA ESTAMPADO</td> <td></td> <td>SEGUIMIENTO</td> </tr> <tr> <td>ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICA, AJUSTES EN TROQUEL, PRUEBAS</td> <td>INGENIERÍA ESTAMPADO</td> <td></td> <td>SEGUIMIENTO</td> </tr> <tr> <td>MODIFICACIÓN DE HCC DE ACUERDO A RESULTADO DE PRUEBAS EN ENSAMBLE</td> <td>INGENIERÍA ESTAMPADO</td> <td></td> <td>SEGUIMIENTO</td> </tr> <tr> <td>AJUSTE DE PIEZAS DE ACUERDO A RESULTADO DE ENSAMBLE</td> <td>INGENIERÍA ESTAMPADO</td> <td></td> <td>SEGUIMIENTO</td> </tr> </tbody> </table>				Responsable	Eficacia	Fecha	Estatus	JUNTA CON GRUPO MULTIDISCIPLINARIO	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO	ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICA, AJUSTES EN TROQUEL, PRUEBAS	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO	MODIFICACIÓN DE HCC DE ACUERDO A RESULTADO DE PRUEBAS EN ENSAMBLE	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO	AJUSTE DE PIEZAS DE ACUERDO A RESULTADO DE ENSAMBLE	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO
Responsable	Eficacia	Fecha	Estatus																				
JUNTA CON GRUPO MULTIDISCIPLINARIO	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO																				
ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICA, AJUSTES EN TROQUEL, PRUEBAS	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO																				
MODIFICACIÓN DE HCC DE ACUERDO A RESULTADO DE PRUEBAS EN ENSAMBLE	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO																				
AJUSTE DE PIEZAS DE ACUERDO A RESULTADO DE ENSAMBLE	INGENIERÍA ESTAMPADO		SEGUIMIENTO																				

No. Aviso de Cambio 4M's: NA

Solicita: PAOLA CAMACHO/HUMBERTO GALLE
 Seguimiento: HUMBERTO GALLEGOS/FRANCISCO I
 Autoriza QA: MIGUEL HERNANDEZ
 Autoriza PROD: SALVADOR GALLEGOS
 Autoriza ING: AGUSTIN DE LA TORRE

Firma:
Firma:
Firma:
Firma:
Firma:

Página 1 de 1

F511.014 Rev02 11 Dic 2015

Figura 7 Nota de desviación temporal

Análisis del sistema de medición.

Al realizar las mediciones, se toman en cuenta las hojas estándar para chequeo de calidad y las ayudas visuales, ya que indican el método de uso correcto para los JIGS de inspección, GO-NO-GO, vernier, micrómetro y escalas, referenciando la localización de los puntos a medir, ya sean contra JIG o TRIM, el interior, exterior o apariencia de la pieza.

El procedimiento para realizar un correcto chequeo de calidad es el siguiente (tabla 3):

Nº	Paso principal	Punto de control	Razón de punto de control
1	Preparación de JIG's y HCC.	Tomar HCC y ayuda visual de número de parte a producir.	Asegurar que la HCC en uso coincida con la pieza física.
		Acercar JIG's de inspección y mesa de instrumentos a la prensa.	Facilitar confirmación de piezas inicio, medio y final.
2	Verificar instrumentos de medición.	No deben presentar desajustes o daños, ni fecha de calibración vencida.	Obtener lectura de datos correcta.
3	Medir pieza contra HCC.	Limpiar exceso de aceite o agentes extraños en la superficie de la pieza.	Confirmar apariencia visual de la pieza.
		Confirmar piezas de cada lote, inicio, medio y final.	Asegurar que la pieza cumpla con las características de la HCC.
4	Identificar pieza(s) muestra.	Identificar pieza colocando resultado de la medición, nombre del operador, fecha, línea, turno y si la pieza es inicio, medio o final.	Evitar tener producto sospechoso en la línea.
5	Resguardar pieza.	Resguardar pieza del lote anterior durante el lote actual e ingresarla al final de producción.	Aclarar duda en caso de que se requiera comparar condición.
6	Guardar HCC y equipos.	Al finalizar producción, regresar documentos, Jig e instrumentos de medición a su lugar definido en línea.	Mantener ordenado durante el turno.

Tabla 3 Procedimiento para realizar chequeo de calidad.

Al saber el procedimiento para hacer el chequeo, se realizó una check-list (Tabla 4) con el estándar que cada operador Q debe de tener al momento de medir la pieza, dependiendo de cada estándar, se le va otorgando un puntaje para calificarlos, y así, saber si lo están realizando correctamente.

	Operador: Misael Puga		Fecha: 08/10/2024
	Evaluó: Lizbeth Gallardo.		
	Revisó: Rosario Machuca.		Línea: TF1500
CHECKLIST DE CALIDAD PRODUCCIÓN DE ESTAMPADO			
Punto de control	Criterio a evaluar	Puntos	Hallazgos
Ayudas Visuales	Cuenta con ayuda visual y la utiliza correctamente.	5	Cuenta con ayuda visual pero no la utiliza.
	Cuenta con ayuda visual pero no la utiliza.	3	
	No cuenta con ayuda visual.	0	
JIG e instrumentos de medición	Están calibrados correctamente y no presentan algún daño.	5	Está en buenas condiciones.
	Están calibrados correctamente, pero presentan daño/ no están calibrados, pero están en buenas condiciones.	3	
	No están calibrados y presentan daños.	0	
Pieza	Limpia correctamente la pieza, se encuentra libre de residuos (polvo, aceite, etc).	5	La pieza está parcialmente limpia, todavía cuenta con residuos.
	Limpia parcialmente la pieza, todavía contiene residuos.	3	
	No limpia la pieza.	0	
Chequeo por lote.	Realiza los 3 chequeos por lote: inicio, medio, final.	5	Realiza los 3 chequeos correspondientes.
	Realiza los chequeos incompletos.	3	
	No realiza los chequeos.	0	
Identificar pieza	Identifica la pieza con los datos: nombre, línea, fecha e inicio, medio, final.	5	Identifica la pieza con todos los datos.
	Identifica la pieza, pero con datos incompletos.	3	
	No identifica la pieza.	0	
Pieza máster.	Cuenta con pieza máster y compara.	5	Cuenta con pieza máster, pero no la usa de comparación.

	Cuenta con pieza máster, pero no compara.	3	
	No cuenta con pieza máster.	0	
Vernier	Sabe manipular el vernier y localizar el ángulo de manera correcta.	5	Sabe manipular correctamente el vernier y cuida el ángulo de medición.
	Sabe manipular el vernier, pero no localiza el ángulo correcto.	3	
	No sabe utilizar el vernier.	0	
Micrómetro	Sabe manipular el micrómetro y tomar lectura correctamente.	5	Utiliza la técnica adecuada y toma lecturas correctamente.
	Sabe manipular el micrómetro, pero no toma lecturas correctamente.	3	
	No sabe utilizar el micrómetro.	0	
Holgura vs Trim	Toma los valores de Holgura vs Trim correctamente.	5	Toma los valores de Holgura vs Trim correctamente.
	Toma los valores de Holgura vs Trim pero no lo posiciona en el ángulo correcto.	3	
	Toma los valores de Holgura vs Trim incorrectamente.	0	
Holgura vs Jig	Toma los valores de Holgura vs Jig correctamente.	5	Toma los valores de Holgura vs Jig correctamente.
	Toma los valores de Holgura vs Jig, pero no lo posiciona en el ángulo correcto.	3	
	Toma los valores de Holgura vs Jig incorrectamente.	0	
	Puntos	44	
	Calificación	88	50 puntos corresponden al 100%

Tabla 4 Estándar de chequeo de calidad.

Fuente: YMEX. Elaboración propia.

Al ver la puntuación de cada operador, se observó que no estaban cumpliendo al 100% con el estándar de medición, algunos no seguían los pasos como está establecido o lo hacían de manera incorrecta, causando diferencias en las técnicas y en las mediciones.

Se realizó un diagrama de Ishikawa (figura 7) donde se incluyeron las 4'm, haciendo una lluvia de ideas sobre los problemas encontrados en las líneas de planta de estampado que posiblemente provoquen la variación, donde se encontró que en mano de obra existen las mediciones incorrectas y el ajuste incorrecto de las hojas de condición de operación; en máquina, la presión de las prensas y la falta de mantenimiento a equipos; en método, la deficiencia de control de calidad y las ayudas visuales; en material, se encontró deficiencia en las especificaciones del rollo.

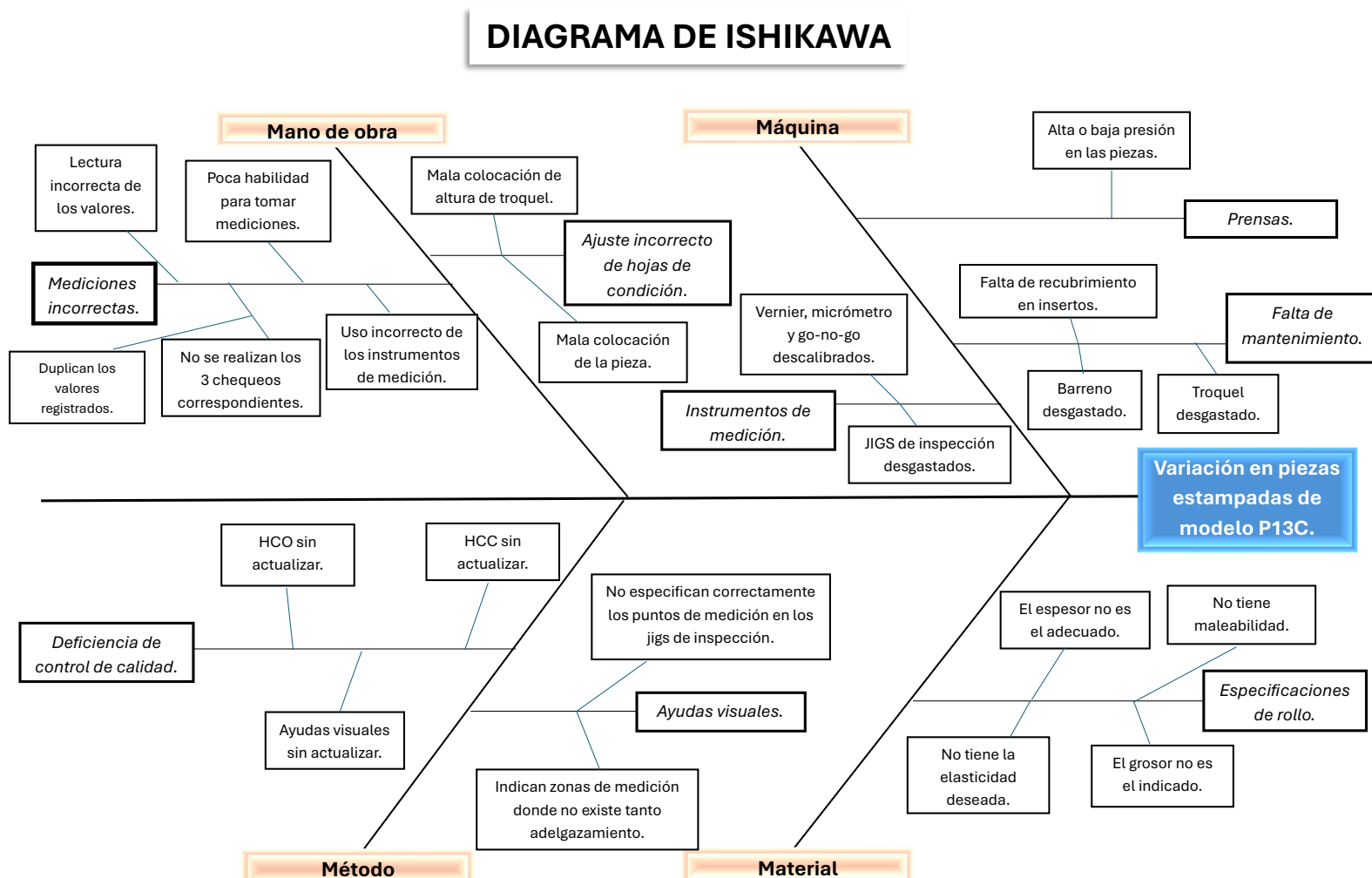


Figura 8 Diagrama de Ishikawa

Al ver la situación, se eligieron 3 operadores relifman para realizar mediciones de 10 piezas del mismo número de parte, indicándoles que se midiera el diámetro del barreno con una tolerancia de 17.85 a 18.15 mm utilizando el vernier, 4 veces.

Al tener las 40 mediciones por cada operador, se capturó la información en una tabla de Excel (*tabla 5*):

Orden de corrida	Partes	Operadores	Mediciones
1	P1	OP A	18.18
2	P1	OP B	18.16
3	P1	OP C	18.12
4	P2	OP A	18.2
5	P2	OP B	18.17
6	P2	OP C	17.82
7	P3	OP A	18.09
8	P3	OP B	18.18
9	P3	OP C	18.07
10	P4	OP A	18.14
11	P4	OP B	18.15
12	P4	OP C	18.23
13	P5	OP A	18.14
14	P5	OP B	18.14
15	P5	OP C	18.03
16	P6	OP A	18.14
17	P6	OP B	18.13
18	P6	OP C	18.09
19	P7	OP A	18.08
20	P7	OP B	18.1
21	P7	OP C	18.1
22	P8	OP A	18.15
23	P8	OP B	18.16
24	P8	OP C	18.13
25	P9	OP A	18.14
26	P9	OP B	18.16
27	P9	OP C	17.98
28	P10	OP A	18.12
29	P10	OP B	18.12
30	P10	OP C	18.03
31	P1	OP A	18.11
32	P1	OP B	18.16

33	P1	OP C	18.11
34	P2	OP A	18.1
35	P2	OP B	18.15
36	P2	OP C	18.2
37	P3	OP A	18.14
38	P3	OP B	18.16
39	P3	OP C	18.13
40	P4	OP A	18.14
41	P4	OP B	18.14
42	P4	OP C	18.13
43	P5	OP A	18.13
44	P5	OP B	18.15
45	P5	OP C	18.14
46	P6	OP A	18.11
47	P6	OP B	18.17
48	P6	OP C	18.14
49	P7	OP A	18.05
50	P7	OP B	18.16
51	P7	OP C	18.14
52	P8	OP A	18.16
53	P8	OP B	18.15
54	P8	OP C	18.1
55	P9	OP A	18.13
56	P9	OP B	18.15
57	P9	OP C	18.1
58	P10	OP A	18.17
59	P10	OP B	18.16
60	P10	OP C	18.15
61	P1	OP A	18.15
62	P1	OP B	18.12
63	P1	OP C	18.11
64	P2	OP A	18.15
65	P2	OP B	18.21
66	P2	OP C	18.12
67	P3	OP A	18.15
68	P3	OP B	18.11
69	P3	OP C	18.09
70	P4	OP A	18.13
71	P4	OP B	18.05
72	P4	OP C	18.13
73	P5	OP A	18.14

74	P5	OP B	18.07
75	P5	OP C	18.01
76	P6	OP A	18.08
77	P6	OP B	18.08
78	P6	OP C	18.06
79	P7	OP A	18.18
80	P7	OP B	18.12
81	P7	OP C	18.14
82	P8	OP A	18
83	P8	OP B	18.17
84	P8	OP C	18.15
85	P9	OP A	18.15
86	P9	OP B	18
87	P9	OP C	18.01
88	P10	OP A	18.12
89	P10	OP B	18.13
90	P10	OP C	18.04
91	P1	OP A	18.12
92	P1	OP B	18.19
93	P1	OP C	18.13
94	P2	OP A	18.07
95	P2	OP B	18.18
96	P2	OP C	18.06
97	P3	OP A	18.08
98	P3	OP B	18.05
99	P3	OP C	18.15
100	P4	OP A	18.15
101	P4	OP B	18.05
102	P4	OP C	18.05
103	P5	OP A	18.11
104	P5	OP B	18.16
105	P5	OP C	18.03
106	P6	OP A	18.2
107	P6	OP B	18.05
108	P6	OP C	18.11
109	P7	OP A	18.18
110	P7	OP B	18.03
111	P7	OP C	18.19
112	P8	OP A	18.03
113	P8	OP B	18.08
114	P8	OP C	18.13

115	P9	OP A	18.08
116	P9	OP B	17.81
117	P9	OP C	18.12
118	P10	OP A	18.09
119	P10	OP B	18.01
120	P10	OP C	18.01

Tabla 5 Mediciones obtenidas por operador.

Después de capturar las mediciones en Excel, se pasaron a minitab para realizar un estudio R&R cruzado y determinar si el sistema de medición es aceptable o no. Dando como resultado las siguientes tablas y gráficas:

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	9	0.038571	0.0042856	0.97485	0.491
Operadores	2	0.019602	0.0098008	2.22939	0.136
Partes * Operadores	18	0.079132	0.0043962	1.11304	0.353
Repetibilidad	90	0.355475	0.0039497		
Total	119	0.492779			

Tabla 6 ANOVA de dos factores con interacción

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Para saber si la interacción de dos factores es significativa, se debe tener un valor P mayor a 0.05. En este caso, la tabla 6 indica que el valor P es mayor a 0.05, lo que quiere decir que la interacción de las partes medidas con los operadores, si es significativa para la variación.

R&R del sistema de medición

Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.0041686	99.48

Repetibilidad	0.0040241	96.03
Reproducibilidad	0.0001444	3.45
Operadores	0.0001444	3.45
Parte a parte	0.0000218	0.52
Variación total	0.0041903	100.00

Tabla 7 Componentes de la varianza

La tolerancia del proceso es = 0.3

En la columna de %Contribución de la tabla 7, se tiene un porcentaje de 99.48% en Gage R&R total, siendo mayor a la variación de las partes que cuenta con un 0.52%. Entonces, como el %Contribución de la variación R&R del sistema de medición es mucho mayor que la variación entre las partes, el sistema de medición no es capaz de distinguir entre las partes de manera fiable.

Evaluación del sistema de medición

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)	%Tolerancia (VE/Toler)
Gage R&R total	0.0645643	0.387386	99.74	129.13
Repetibilidad	0.0634361	0.380616	98.00	126.87
Reproducibilidad	0.0120174	0.072104	18.56	24.03
Operadores	0.0120174	0.072104	18.56	24.03
Parte a parte	0.0046683	0.028010	7.21	9.34
Variación total	0.0647329	0.388397	100.00	129.47

Tabla 8 Evaluación del sistema de medición

Número de categorías distintas = 1

De acuerdo con las directrices de la AIAG, si la variación del sistema de medición es inferior al 10% de la variación del proceso, es aceptable. El R&R total del sistema de medición que se observa en la tabla 8, equivale a 129.13% de la variación del estudio. La repetibilidad es de 126.87% de la variación del estudio, lo que indica que el sistema

de medición no mide la misma parte de forma consistente, y es necesario implementar mejoras.

Además, Minitab arroja gráficos para comprender y analizar mejor el comportamiento del sistema como en el gráfico 4.

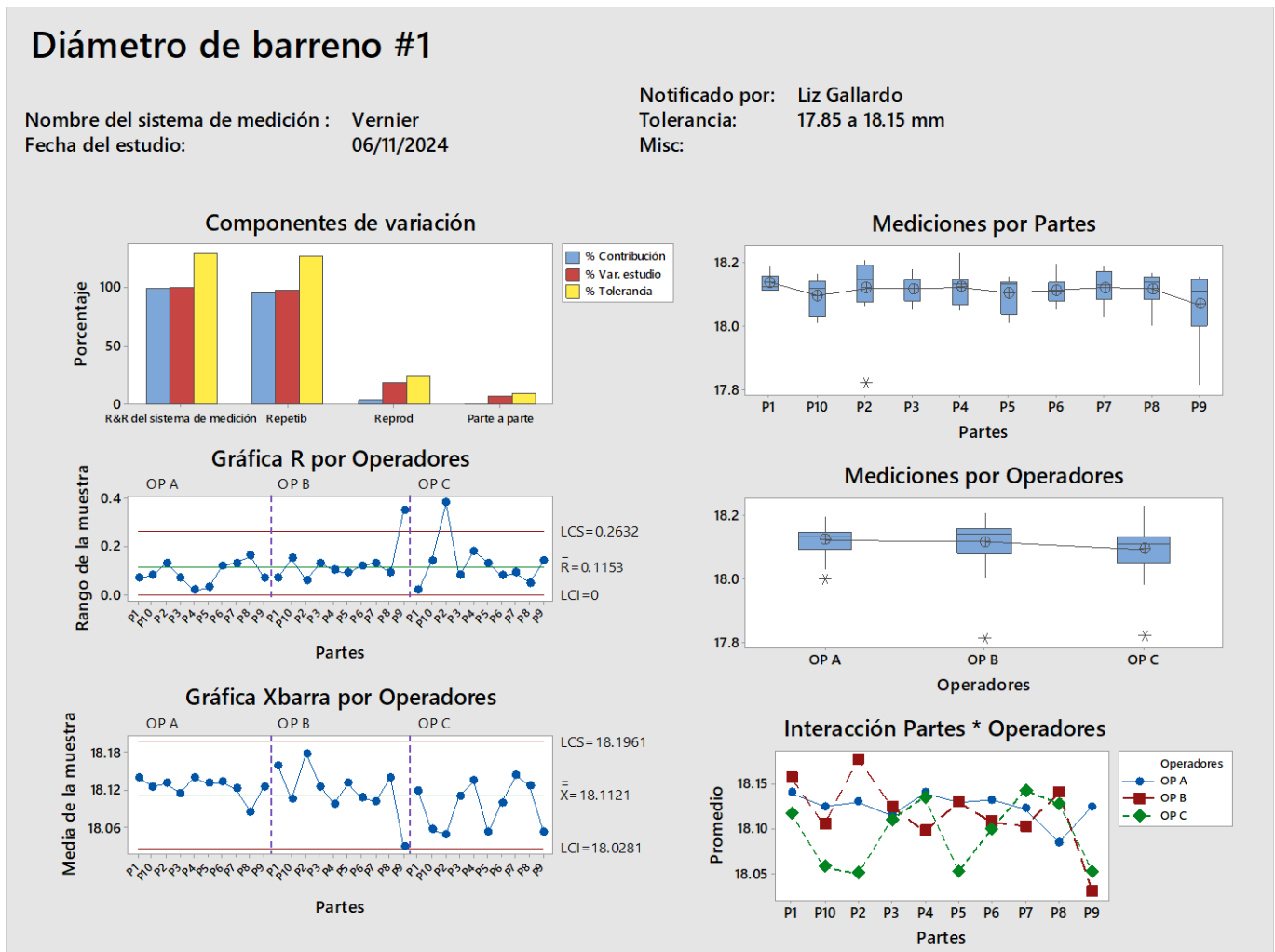


Gráfico 5 Resultados de estudio R&R

En la gráfica R, muestra que los operadores miden las partes de manera poco consistentes, obteniendo valores diferentes en cada medición, principalmente el operador C, ya que existe una variación más notoria en sus valores.

Se observa en la gráfica X barra, que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, sin embargo, existe 1 que se encuentran justamente en el límite inferior, causando que después de tiempo ese punto se salga de los límites de control. A pesar de que los puntos se encuentren dentro, la mayoría están separados de la línea central, dando para el límite superior e inferior.

En la gráfica de mediciones por parte, se observa que no hay tanta diferencia entre las partes ya que los puntos se encuentran relativamente cerca y casi al mismo nivel, solo en la parte 1 y 9 nos encontramos con un poco más de diferencia. Mientras que en la gráfica de mediciones por operadores se observa que el operador C se encuentra más abajo que los operadores A y B, obteniendo una media más baja.

Para que un sistema de medición sea aceptable, es necesario que tenga como mínimo 5 categorías, en este caso, solo se obtuvo 1, dando por conclusión que nuestro sistema de medición no es aceptable y se tienen que tomar acciones para mejorarlo.

Fase 3.- Verificar (Check)

Análisis de fuentes de variación.

Siguiendo con el diagrama de Ishikawa (figura 8) se clasificaron cuáles son los factores que más afectan a la variación, dándonos como resultado que, en mano de obra se realizan mediciones incorrectas y en máquina nos encontramos con instrumentos de medición desgastados y con falta de calibración, siendo estos nuestros factores potenciales a estudiar.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

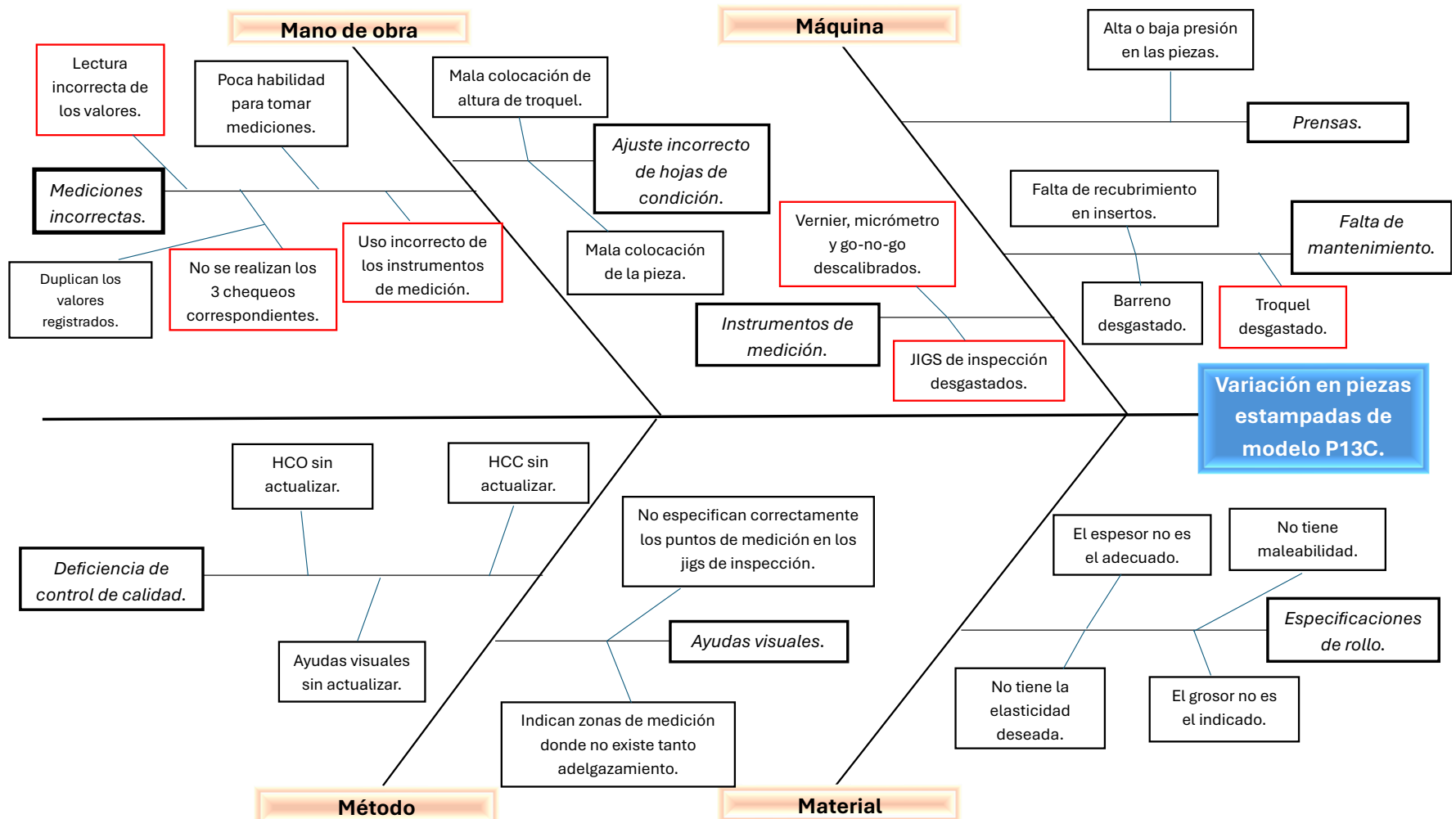


Figura 9 Causa-Raíz del problema

Una vez clasificados los factores potenciales, se ejecutó un diagrama de Pareto para saber con cuanta frecuencia se presentaban estos factores, dando una puntuación del 1 al 10 y sacando el porcentaje de cada uno en una tabla de Excel (tabla 9).

Factores principales	Frecuencia	%	% acumulado
Uso incorrecto de los instrumentos	7	27%	27%
No se realizan los 3 chequeos	6	23%	50%
JIG's de inspección desgastados	5	19%	69%
Lectura incorrecta de los valores	4	15%	85%
Troquel desgastado	3	12%	96%
Instrumentos descalibrados	1	4%	100%
	26	100%	

Tabla 9 Frecuencia de los factores potenciales

Resultando que se tiene el uso incorrecto de los instrumentos de medición es el más frecuente (gráfica 6), ya que los operadores se les pide que liberen la pieza de 5 a 10 min para confirmar que ningún ítem se encuentre fuera de norma. Al tener poco tiempo, tratan de hacerlo lo más pronto posible para confirmar que los ítems estén dentro de los límites y liberar la pieza para continuar con la producción.

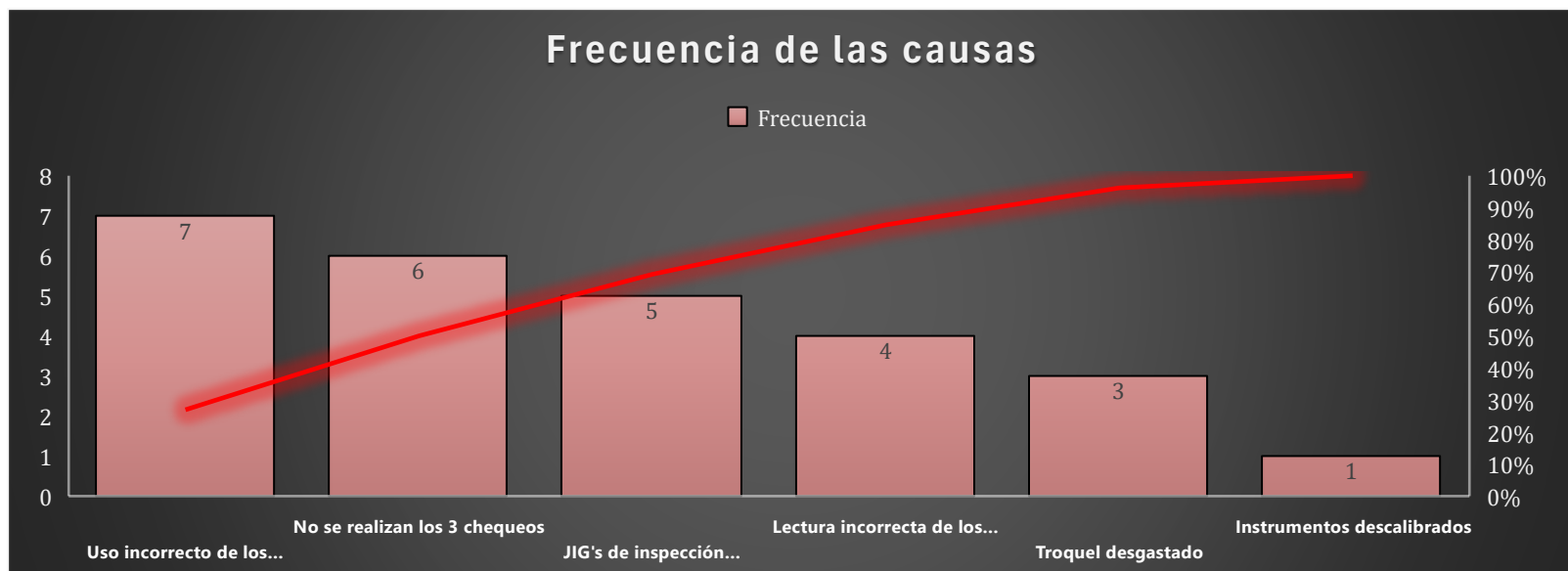


Gráfico 6 Diagrama de Pareto

Como consecuencia, no utilizan las técnicas adecuadas, provocando el mal posicionamiento del instrumento en la pieza y teniendo el ángulo inexacto para la medición (figura 9).



Figura 10 Mal posicionamiento de instrumento de medición

Al tener en cuenta los factores más importantes, se recopiló información sobre los instrumentos de medición que se encontraban en condiciones inadecuadas, y ver qué alternativas utilizaban los operadores para realizar las mediciones estando en esa situación.



Figura 11 Clamps

En los Jig's de inspección (*figura 8*), los clamps se encontraban sin goma y muchos de ellos estaban flojos, dando como consecuencia que no dieran el soporte adecuado o no tocaran la pieza al momento de hacer la medición.

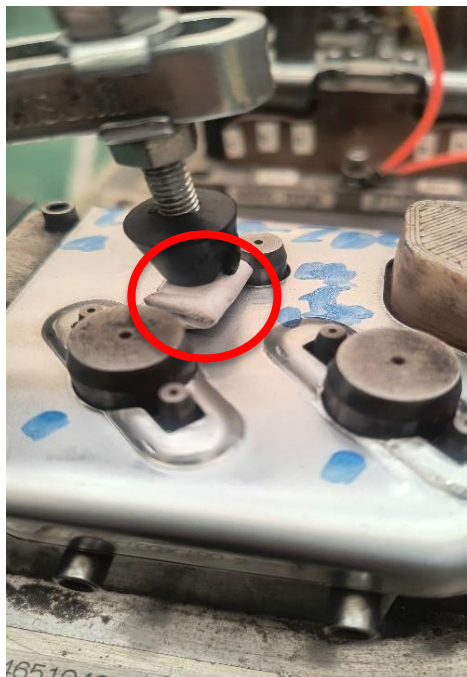


Figura 12 Clamps flojos

Como alternativa, los operadores decidieron poner un papel doblado debajo del clamp (*figura 9*) para hacer que tuviera más soporte y no se moviera la pieza al momento de realizar el chequeo correspondiente e incluso, poner el dedo en el área donde el clamp debería hacer el soporte (*figura 10*).

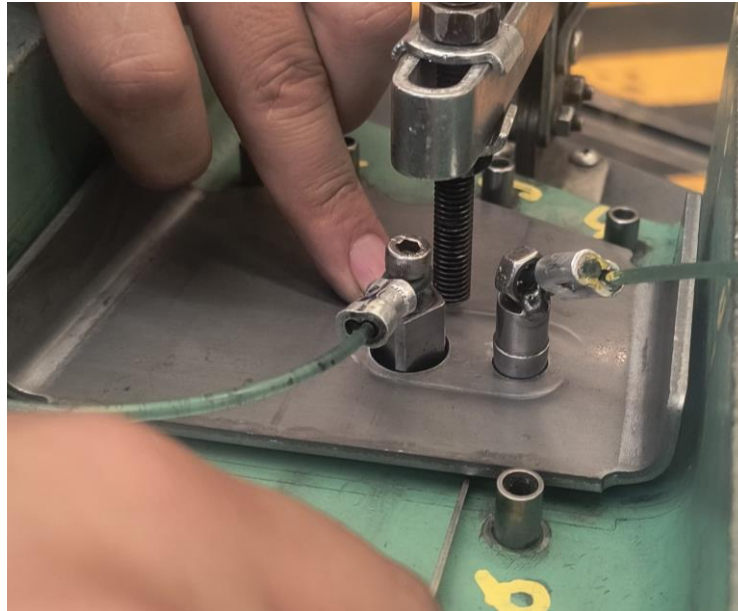


Figura 13 Jig flojo

Teniendo en cuenta que el sistema de medición no era el adecuado y no se seguía el estándar de chequeo de calidad, se elaboró un análisis de capacidad para saber el estado del proceso.

Se recolectaron 125 mediciones de un número de parte (*tabla 9*), en donde se midió el diámetro de un barreno oblongo con el vernier, donde el límite inferior es de 21.3 y el límite superior de 21.5 con una media de 21.4.

No. de veces	Medidas
1	21.6
2	21.54
3	21.53
4	21.5
5	21.53
6	21.5
7	21.49

8	21.46
9	21.49
10	21.5
11	21.49
12	21.5
13	21.48
14	21.5
15	21.5
16	21.5
17	21.48
18	21.5
19	21.53
20	21.5
21	21.4
22	21.44
23	21.51
24	21.48
25	21.49
26	21.53
27	21.5
28	21.47
29	21.48
30	21.43
31	21.49
32	21.42
33	21.55
34	21.51
35	21.5
36	21.38
37	21.35
38	21.5
39	21.4
40	21.4
41	21.49
42	21.49
43	21.51
44	21.49
45	21.47
46	21.5
47	21.52
48	21.45

49	21.37
50	21.44
51	21.36
52	21.52
53	21.55
54	21.38
55	21.5
56	21.52
57	21.45
58	21.44
59	21.35
60	21.45
61	21.48
62	21.44
63	21.45
64	21.34
65	21.35
66	21.53
67	21.48
68	21.5
69	21.45
70	21.46
71	21.53
72	21.5
73	21.47
74	21.48
75	21.41
76	21.42
77	21.51
78	21.49
79	21.4
80	21.44
81	21.43
82	21.5
83	21.49
84	21.49
85	21.49
86	21.46
87	21.52
88	21.45
89	21.48

90	21.49
91	21.41
92	21.42
93	21.5
94	21.48
95	21.49
96	21.51
97	21.48
98	21.45
99	21.48
100	21.49
101	21.48
102	21.5
103	21.5
104	21.35
105	21.52
106	21.47
107	21.47
108	21.51
109	21.42
110	21.49
111	21.32
112	21.39
113	21.37
114	21.49
115	21.41
116	21.43
117	21.5
118	21.43
119	21.47
120	21.48
121	21.42
122	21.51
123	21.42
124	21.44
125	21.44

Tabla 10 Mediciones con vernier

Como primera parte, se realizó una prueba de normalidad Anderson – Darling para saber si los datos siguen una distribución normal.

Gráfica de probabilidad de Medidas

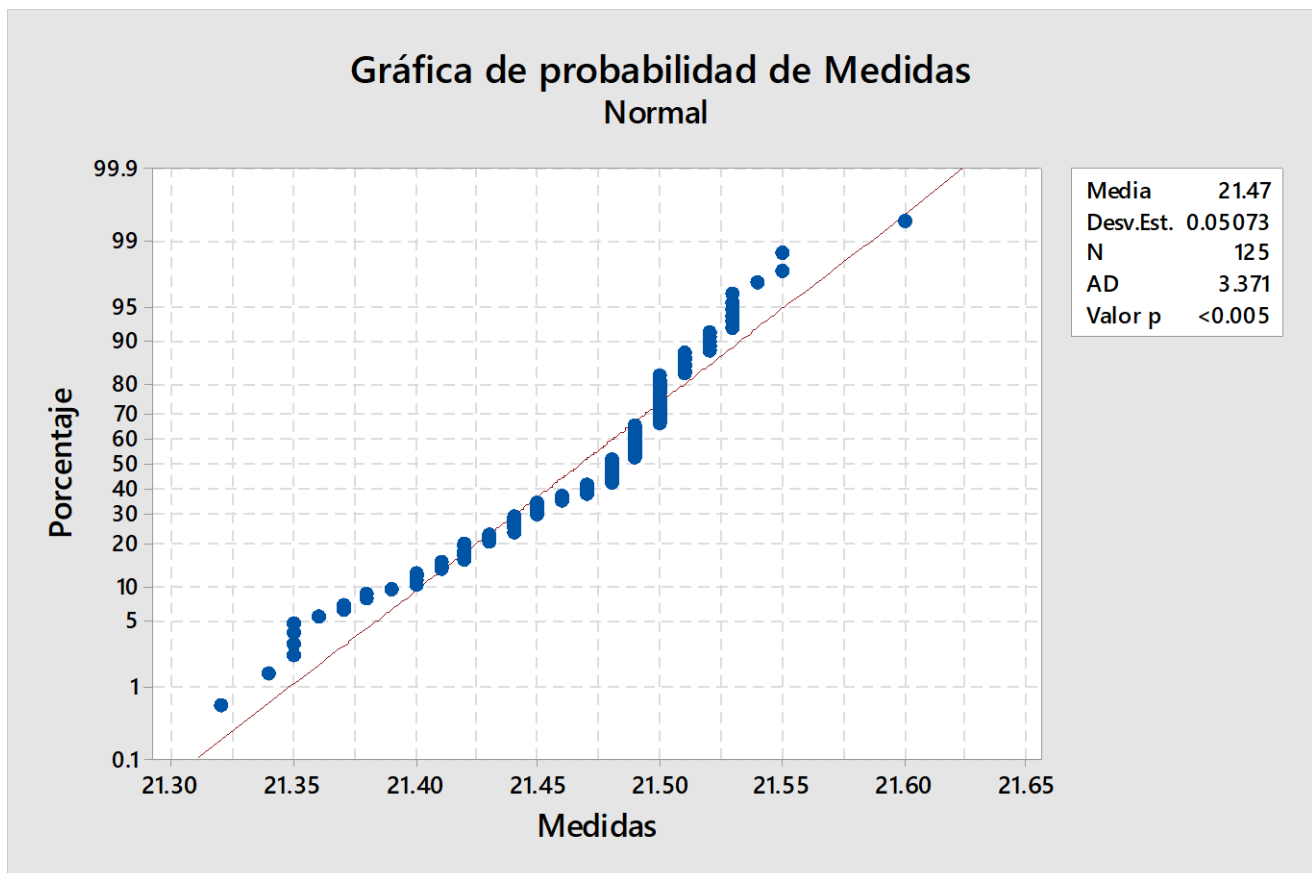


Gráfico 7 Prueba de normalidad

Para que la prueba se considere normal, debe de tener un valor de p mayor que el alfa (0.05). En la gráfica 5, minitab arrojó un valor de p menor (0.005), por lo tanto, los datos no siguen una distribución normal, ya que la mayoría se encuentra separado de la línea central.

Informe de capacidad del proceso de Medidas

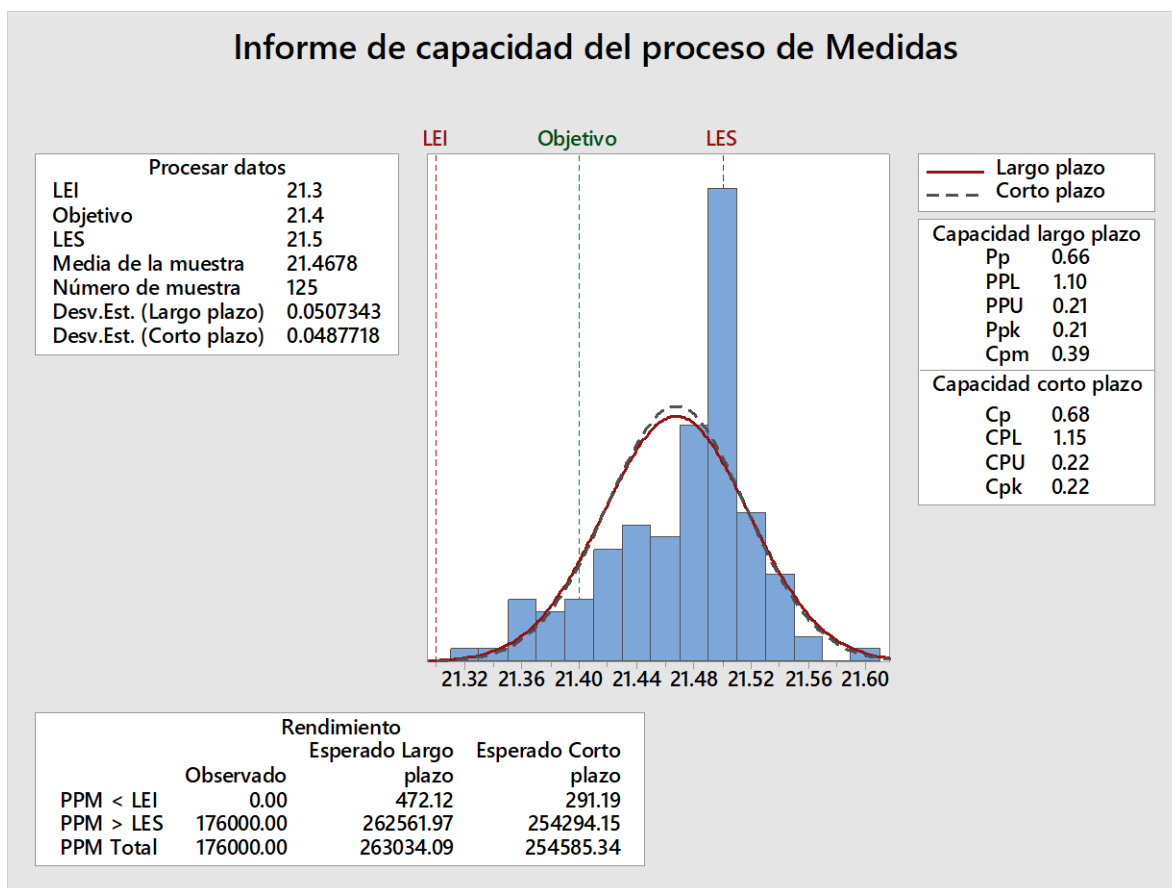


Figura 14 Resultados de la capacidad del proceso

Para que el proceso se considere capaz, se necesita tener un índice ≥ 1.33 , por lo que los valores de Cp y Cpk son menores con un valor de 0.68 y 0.22, interpretando que el proceso no es capaz debido a que no cumple los índices requeridos y no se encuentra dentro de los límites de especificación de acuerdo con el Cpm, que arrojó un valor alejado del objetivo. Los Pp y Ppk representan la capacidad del proceso a largo plazo y para determinar que el proceso está centrado, los valores de Pp y Ppk deben de ser aproximadamente iguales, en este caso, los valores se encuentran con una diferencia notoria teniendo 0.66 y 0.21, lo que se concluye que el proceso no está centrado, inclinándose más para el límite de especificación superior como se observa en la Figura 11.

Fase 4.- Actuar (Act)

Identificación e implementación de mejoras

En planta de estampado, se llevan a cabo dinámicas de calidad una vez a la semana con el fin de comentar aspectos relevantes que se presentan en las líneas de producción, ya sean problemáticas, comunicados, recordatorios, recomendaciones o temas de concientización para mantener actualizados a los operadores de todas las líneas, y al finalizar, se realiza un llamado de calidad en donde participan todos los trabajadores de las líneas de estampado.

Debido a los reclamos de calidad que se han presentado en los últimos meses, se implementaron dinámicas en donde se presentaron los hallazgos detectados en las líneas de producción, donde se les comentó cuáles son los factores que influyen a la variación en las mediciones de las piezas y cuáles son las que han estado afectando principalmente al área de estampado, también, recordándoles el estándar que se debe seguir para realizar un correcto chequeo de calidad, así como reportar las anomalías generadas durante el proceso e identificar las piezas que se utilicen al elaborar las mediciones para evitar tener producto sospechoso. Por otro lado, se les comentó a los líderes que es necesario revisar las HCC al momento de finalizar el procedimiento de chequeo para saber si las piezas están saliendo OK o con algún ítem fuera de norma, así como firmar las hojas al terminar para confirmar que el chequeo ha sido revisado.



Figura 15 Dinámicas de calidad

Otro aspecto importante que se comentó en las dinámicas, fue que al momento de observar anomalías en los instrumentos de medición, es necesario avisar al líder encargado para revisar y confirmar que el instrumento se encuentra en mal estado para proceder con un reporte de irregularidad de instrumento donde se adjunta una foto del daño, se agrega el nombre y número del instrumento, en qué área se localiza, nombre de la persona, departamento al que pertenece y si el daño afecta o no a la calidad (Figura 4). Terminando el reporte, se entrega al laboratorio de calidad para dar seguimiento al problema y solucionarlo.



Reporte de irregularidad de instrumento
Aseguramiento de calidad

Nombre instrumento, calibre u/o equipo	Numero de instrumento, calibre u/o equipo	Area de localizacion o uso	Folio: Fecha de elaboracion:
Persona que reporta(Nombre y puesto)	Departamento ☐ Ensamble ☐ Mitto troqueles ☐ Pintura ☐ Estampado ☐ Ingenieria ☐ Aseg. De calidad	Afecta a la calidad del producto ☐ Si ☐ No Aviso a Jefe QA (firma de enterado)	
Croquis o foto del daño	Analisis para detectar el alcance del problema detectado al... ☐ Inicio de turno ☐ Al momento de uso ☐ Revision periodica ☐ Medio turno ☐ Se dano al usarlo ☐ Calibrarlo ☐ Final de turno ☐ Se uso incorrectamente ☐ Prestamo		
	Causa del remplazo ☐ Golpe ☐ Fractura ☐ Golpe en escala ☐ Otro ☐ Desgastado ☐ Flojo ☐ Golpe en caratula ☐ Extraviado ☐ Desajuste ☐ Golpe en area de medicion		
	Disposicion del instrumento, calibre u/o equipo. ☐ Reparar ☐ Calibrar y regresar ☐ Otro ☐ Retirar provisionalmente ☐ Modificar y regresar ☐ Retirar definitivamente ☐ Revisar y regresar		
	Accion y contramedida inmediata:		
Recibe Laboratorio Metrologo QA fecha y nombre	Reviso Laboratorio Supv. Lab QA fecha y nombre	NOTA: Si requiere compra emitir requisicion y solicitar a gerencia.	Responsable y Fecha de remplazo de instrumento. Revision QA fecha y nombre

☐ Area solicitante
☐ Uso exclusivo laboaratorio de aseguramiento de calidad

Figura 16 Formato de reporte de irregularidad.

Este fue un punto relevante ya que no se le estaba dando la importancia necesaria a los reportes, ya que varios jigs de inspección se encontraban en mal estado, pero no se había hecho el procedimiento correspondiente.

Después de darse cuenta de la situación, se les dio la indicación a los líderes de estampado de hacer los reportes correspondientes de cada jig de inspección que se encontraran desgastados o con falta de calibración para entregárselos al departamento de calidad.

Una vez entregados los reportes, calidad se dio la tarea de ir a las líneas de producción a revisar el daño para posteriormente, darles el mantenimiento adecuado.

No se contaba con un documento de pasos a seguir para realizar el reporte de irregularidad, así que se hizo un diagrama de flujo detallado para saber cuándo se debe de reportar la anomalía (figura 14):

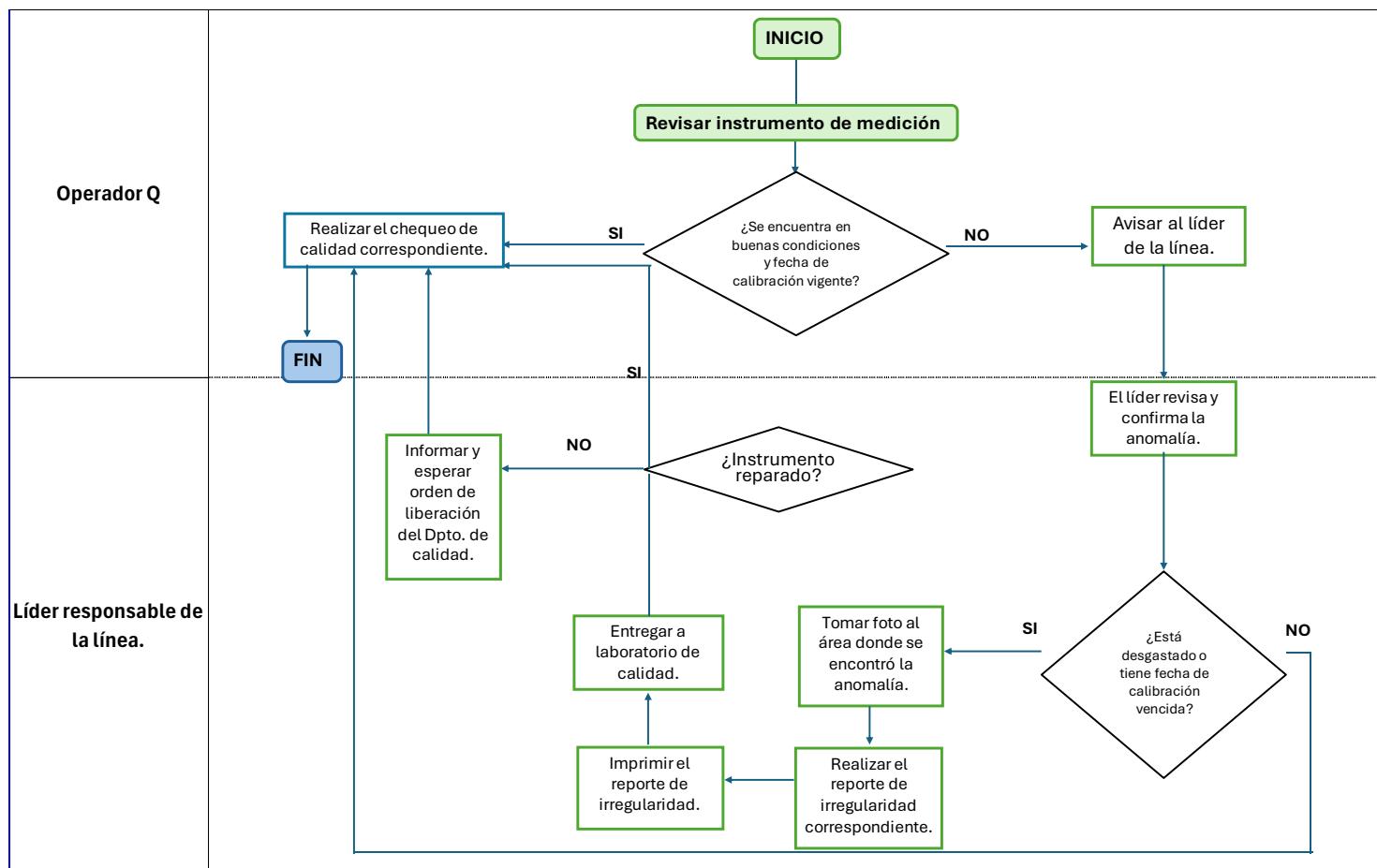


Figura 17 Pasos para realizar reporte de irregularidad

Después de comentar lo anterior, se procedió a dar seguimiento a las hojas de chequeo de calidad, las cuales fueron revisadas de manera constante para asegurar que los operadores Q cumplieran con el estándar establecido en las HCC (Hojas de Control de Calidad). Durante este proceso, se realizó una supervisión detallada para verificar si los operadores Q seguían correctamente los pasos establecidos en los chequeos de inicio, medio y final, asegurando que no hubiera omisiones en la realización de estos.

Se observó que cumplían de manera adecuada con los tres chequeos: inicio, medio y final de la operación. Una vez finalizados estos controles, las hojas de chequeo son entregadas a los líderes, quienes se encargan de llevar a cabo una revisión detallada para garantizar que se hubieran completado todo el procedimiento de manera correcta y que se cumpliera con los estándares de calidad establecidos. Después de la revisión, los líderes procedían a firmar las hojas de chequeo, validando que el proceso de calidad se había ejecutado correctamente en cada etapa.

Este enfoque de seguimiento no solo permitió asegurar el cumplimiento del estándar, sino que también ha facilitado la identificación temprana de posibles áreas de mejora en el proceso de control de calidad, asegurando una mayor eficiencia y consistencia en las operaciones. Además, se promovió la colaboración constante entre los operadores Q y los líderes, fortaleciendo el compromiso con la calidad en todo el equipo.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Objetivo propuesto	Resultado obtenido
Identificar las principales fuentes de variación en el proceso de estampado mediante técnicas estadísticas y análisis de datos.	Elaboración de diagrama de Pareto para la obtención de los factores que más influyen en la variación de mediciones en hojas de chequeo de calidad.
Cuantificar el impacto de cada factor de variación en las características críticas de las piezas estampadas.	Recopilación de mediciones por diferentes operadores para realización de estudio R&R y método ANOVA, dando como resultado que la variación es significativa entre las partes y el operador. El operador hace mediciones de manera poco consistentes.
Proponer mejoras al proceso, ajustes de parámetros y/o modificaciones en los métodos de control para reducir la variación a niveles aceptables.	Mediante un diagrama de Ishikawa se dio a conocer que las causas de variación eran la mano de obra y los instrumentos de medición. Se realizó un diagrama de flujo para la realización del reporte de irregularidad de instrumento, para cuando se encuentren anomalías en los instrumentos de medición que afecten a la calidad, se haga el reporte correspondiente en tiempo y forma.
Validar la efectividad de las propuestas mediante pruebas piloto y monitoreo de la capacidad del proceso mejorado.	Haciendo validación de los valores medidos que estaban fuera de especificación, se redujo un 50.29% de los ítems fuera de norma.

Desarrollar un plan de implementación para las mejoras recomendadas en el proceso de estampado.	Se capacitó al personal de producción de estampado para seguir respetando el estándar de calidad, dando retroalimentación del proceso de chequeo de calidad y supervisando que se hagan los 3 chequeos correspondientes de inicio, medio y final, así como el uso correcto de los instrumentos de medición.
---	---

Como resultado, se redujo de 173 ítems fuera de norma a 122 ítems fuera de norma con la implementación de mejora en producción de estampado. Cumpliendo con el objetivo general, disminuyendo un 29% de la variación en las mediciones de las piezas estampadas P13C, tomando en cuenta los puntos NG antes de realizar la validación de las mediciones.

Respetando el estándar de chequeo de calidad y supervisando que los operadores Q sigan los pasos correctamente se espera que sigan disminuyendo para mantener un control en el proceso. Aplicando también, capacitaciones y recomendaciones cada semana para la actualización de información y concientización hacía los operadores y líderes.

En el gráfico 8, se observa el total de ítems fuera de norma antes de la implementación de mejora con un total de 173 ítems, con la validación de mediciones, se redujo a 86 ítems como se muestra en el gráfico 10. Después de la implementación de mejora, tenemos en el gráfico 9, un total de 122 ítems fuera de norma y después de la validación de mediciones se tiene un total de 46 ítems. Para eso, es necesario que los líderes hagan la confirmación de valores seguido de que el operador Q realizó el chequeo de calidad.

ENERO- AGOSTO 2024



Gráfico 8 Ítems fuera de norma Enero-Agosto

SEPTIEMBRE- DICIEMBRE 2024

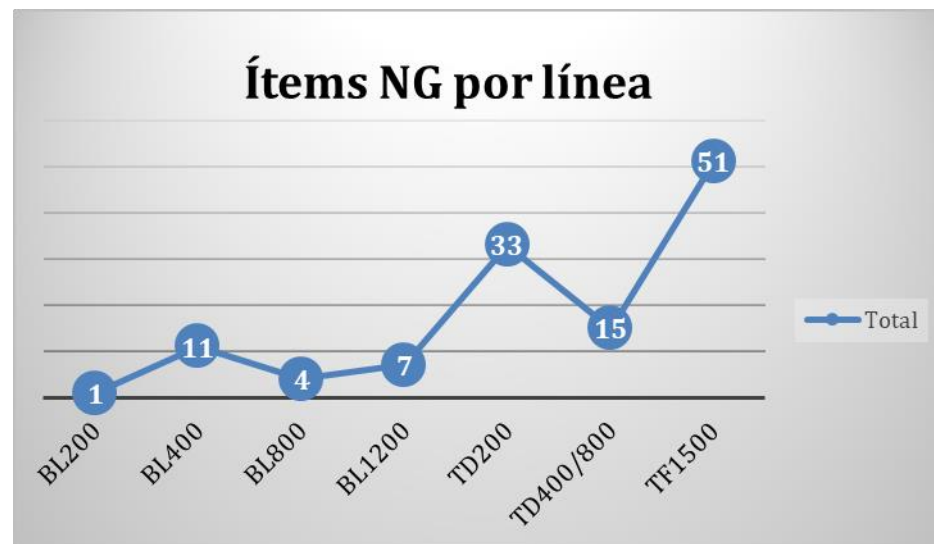


Gráfico 9 Ítems fuera de norma Septiembre – Diciembre



Gráfico 10 Confirmación ítems fuera de norma Enero-Agosto



Gráfico 11 Confirmación ítems fuera de norma Septiembre-Diciembre

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

El análisis de la variación en las piezas estampadas del modelo P13C ha permitido identificar y abordar las principales fuentes de variación en el proceso de producción. A través de la implementación de técnicas estadísticas y la creación de bases de datos para el seguimiento de calidad, se ha logrado reducir significativamente el número de ítems fuera de norma, pasando de 173 a 122, lo que representa una disminución del 29% en la variación de las mediciones. Este resultado cumple con el objetivo de reducir la variación en el proceso de estampado en un 20%.

Además, el enfoque de mejorar los métodos de medición y control, así como la supervisión continua de los operadores, ha sido clave para mantener el control del proceso y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad.

El seguimiento constante y las capacitaciones semanales han reforzado la concientización y habilidades tanto de operadores como de líderes, lo que contribuirá a un proceso de producción más estable y eficiente. A medida que se continúan implementando estas mejoras y se validan los resultados con pruebas piloto, se espera que la variación siga disminuyendo, garantizando una producción de estampado más precisa y confiable en el futuro.

Recomendaciones

Basándose en lo anterior, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para seguir optimizando el proceso de estampado, reducir la variación y mejorar la eficiencia de Yorozu Mexicana:

- Mantener programas de capacitación regulares no solo para los operadores, sino también para los líderes y supervisores. Es fundamental que todos estén al tanto de las mejores prácticas, nuevas herramientas de medición y las actualizaciones de los procedimientos. Las capacitaciones deben centrarse en la mejora de habilidades técnicas, así como en la concientización sobre la importancia del control de calidad.
- Desarrollar una cultura organizacional centrada en la calidad, donde todos los colaboradores, desde la alta dirección hasta los operadores, estén comprometidos con la mejora continua y la reducción de defectos. Esto incluye fomentar la comunicación abierta y la participación de todos en la identificación y resolución de problemas de calidad.
- Es necesario mantenerse informados sobre las actualizaciones de los documentos de control en las líneas, así como avisar al personal de estampado cuando se realice un cambio en las HCC y retirar las actualizaciones pasadas de ayudas visuales, hojas de operación, hojas de chequeo de calidad, etc.
- Encontrar los puntos más críticos en piezas estampadas ayudará a estandarizar el tiempo de medición de las piezas, modificar las hojas de chequeo de calidad y especificar de manera más detallada los ítems, permitiría un mejor control de chequeo y así los operadores podrían hacer las mediciones de manera fácil y rápida.

Experiencia personal profesional adquirida

Durante mi estancia en Yorozu Mexicana S.A. de C.V. y el desarrollo de este proyecto, adquirí experiencia en diversos aspectos, tanto a nivel técnico como operativo. Destacando la importancia del análisis de datos donde apliqué herramientas estadísticas, reforzando la toma de decisiones basada en datos y permitiendo tener una obtención de los problemas de calidad presentados en la planta. Así como la comunicación y colaboración continua con operadores, líderes, supervisores y personal de diferentes áreas. Esta experiencia me demostró que una comunicación abierta y constante, mejora y facilita la resolución de problemas.

A lo largo del proyecto, aprendí que es importante la flexibilidad para la implementación de mejoras ya que cada cambio o ajuste realizado en los procesos deben ser monitoreados y validados antes de su implementación total, lo que asegura que los resultados sean los esperados y no generen nuevos problemas.

La evaluación de los instrumentos de medición utilizados y su correcta calibración y mantenimiento continuo, ha demostrado ser un factor importante en la variación, ya que dependiendo del estado en el que se encuentre el instrumento, cambia el valor de medición, así como las diferentes técnicas utilizadas o incluso las condiciones fisiológicas de las personas, influyen en este cambio. Para esto, es importante la capacitación constante y la concientización hacía el equipo para saber el alto impacto que tiene la calidad en la empresa.

Crear una cultura de mejora continua no solo ayuda a la calidad y prestigio de la empresa, sino, también a la reducción de tiempos de entrega y costos para que en general, el cliente se lleve una buena experiencia.

A lo largo de este proyecto he fortalecido el pensamiento crítico, la habilidad de liderazgo, la toma de decisiones, y la comprensión desde un enfoque sistemático, permitiéndome en un futuro, aplicarlos en el campo laboral para la creación de nuevas estrategias e implementación de mejoras.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Desarrollé la habilidad de recopilar, analizar e interpretar datos provenientes del proceso de estampado, utilizando herramientas estadísticas y software de análisis de datos como Minitab y Excel.
2. Apliqué herramientas de calidad como listas de verificación, histogramas, diagramas de Ishikawa, bases de datos, diagrama de flujo, diagramas de dispersión, gráficos de control, diagrama de Pareto. Para llevar un correcto control y monitoreo de datos durante el desarrollo del proyecto, así como saber interpretar los resultados obtenidos.
3. Desarrollé un análisis de variación por medio del estudio R&R y método ANOVA para evaluar el impacto de los diferentes factores de variación y su relación con las características críticas de las piezas estampadas.
4. Dominé los métodos de control estadísticos mediante la aplicación de herramientas SPC como gráficos de control, análisis de capacidad del proceso (C_p , C_{pk}), y la interpretación de estos para identificar y reducir la variabilidad.
5. Implementé principios de mejora continua en el proceso de estampado, utilizando herramientas como el PDCA (Plan-Do-Check-Act) para reducir la variabilidad y optimizar la eficiencia.
6. Trabajé con el equipo multidisciplinario (líderes, supervisores, operadores, personal de calidad, ingeniería, troqueles y YPW) para la contribución de flujo de información confidencial.
7. Desarrollé la habilidad de liderazgo para la mejora del proceso, asegurando que todos los miembros del equipo estén alineados con los objetivos del proyecto y contribuyan con sus conocimientos.
8. Apliqué la comunicación asertiva para compartir claramente los hallazgos del análisis de variabilidad, las recomendaciones y los resultados del proceso de optimización.

9. Adquirí conocimientos del Proceso de estampado, como la interacción de las herramientas (prensas, matrices, punzones), las condiciones operativas (presión, velocidad), la funcionalidad de las máquinas.
10. Aprendí a utilizar instrumentos de medición como micrómetro análogo, vernier digital, Go-No-Go, Jig's de inspección. Así como la diferencia de medir contra Jig o contra Trim.
11. Desarrollé la habilidad de uso de diferentes herramientas de Excel para la realización de bases de datos, estratificación y segmentación de datos.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

16. Fuentes de información

Referencias de libros

- Govea Segura, J. G. *Reducción de variación dimensional en el proceso de soldadura para la pieza Door Inner Panel en Multimatic Inmetmatic.*
- García Espinosa, B. (2007). *Reducción de costos por variación en uso de materiales utilizando la metodología DMAIC en procesos de moldeo de piezas de plomo-Edición Única.*
- Volkswagen De México, S. D. C. (2019). *Con agradecimiento a (Doctoral dissertation, Benemérita Universidad Autónoma De Puebla).*
- Ñacata Simbaña, H. G., & Cherres Ramírez, A. E. (2019). *Análisis de la variación de la resistencia a la torsión del acero AISI/SAE 4140 tratado térmicamente por temple a dos diferentes temperaturas de 830° C, 860° C y revenido a una temperatura de 500° C (Bachelor's thesis).*
- Enríquez, C., Baena, N. A., Salazar, J. M., Garay, J. F., Bull, K. G. G., Arroyo, R. R. M., & Valerio, J. G. P. (2015). *Reducción de piezas defectuosas en máquina de prensado de tablillas electrónicas aplicando herramientas de solución de problemas. CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, 12(55), 83-95.*
- Medrano Navarro, L. A. (2017). *Implementación de Control Estadístico de Procesos (SPC) para disminuir producción de partes no conformes en planta Estampado del Complejo General Motors de México.*
- Ochoa, T. A. H., Bull, K. G. G., Mejía, G. I., Salgado, M. M. V., & Guaderrama, A. M. (2018). *Implementación de poka-yoke en herramental para disminución de ppms en estación de ensamble. Cultura científica y tecnológica, (64).*
- Olivares, M. D. C. C., & Santoyo, E. A. R. (2022). *Herramientas estadísticas como estrategias de mejora en los procesos de línea en el sector automotriz. México. Herramientas, 9(2).*
- Alfonso, Z. M. C. *Factores determinantes sobre la variación en un proceso de conformado en caliente dentro de la industria automotriz.*

- AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA AUTO-MOTRIZ: CONCEPTOS Y PROCESOS. Desarrollo tecnológico e innovación empresarial, 2, 1-2.

Referencias de internet

- Yorozumex. (2023). *Filosofía de Yorozu Mexicana*. Recuperado el 20 de septiembre de 2024, de <https://www.yorozumex.com/>
- García R.B. (2014). *Variaciones dimensionales en piezas plásticas de inyección y análisis de los medios de control*. <https://core.ac.uk/download/pdf/50526308.pdf>
- Eee. (2024, 5 marzo). ¿En que consiste el ciclo PDCA para la mejora continua? Escuela Europea de Excelencia. <https://escuelaeuropeaexcelencia.com/2020/07/en-que-consiste-el-ciclo-pdca-para-la-mejora-continua/>
- Sydle. (2023, 11 diciembre). Ciclo PDCA: ¿cuáles son los pasos y cómo funciona? Conoce algunos ejemplos. Blog SYDLE. <https://www.sydle.com/es/blog/ciclo-pdca-61ba2a15876cf6271d556be9>
- ¿Cuáles son las fuentes de la variación del proceso? - Minitab. (s. f.). (C) Minitab, LLC. All Rights Reserved. 2024. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/supporting-topics/basics/sources-of-process-variation/#:~:text=La%20variaci%C3%B3n%20del%20sistema%20de,%2C%20los%20componentes%20ambientales%2C%20etc.&text=La%20repetibilidad%20es%20la%20variaci%C3%B3n%20causada%20por%20el%20dispositivo%20de%20medici%C3%B3n.>
- Latam, S. (2024, 22 octubre). Diagrama de Ishikawa: qué es y cómo aplicarlo. Salesforce. <https://www.salesforce.com/mx/blog/diagrama-de-ishikawa/#:~:text=El%20diagrama%20de%20Ishikawa%20%E2%80%94tambi%C3%A9n,un%20problema%20en%20su%20ra%C3%ADz.>
- Merinas, A. (2024, 15 julio). ¿Qué es el diagrama de Ishikawa y para qué sirve? - ISO 9001:2015. ISO 9001:2015. <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2023/07/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-y-para-que-sirve/>

- Vinazco, L. E. V. I. (2024). Estudio R&R. Cicalidad. <https://www.cicalidad.com/articulos/PAPER%20R&R.pdf>
- Ortega, C. (2023, 26 octubre). Anova: Qué es y cómo hacer un análisis de la varianza. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/anova/>
- ¿Qué análisis de capacidad se incluyen en Minitab? - Minitab. (s. f.). (C) Minitab, LLC. All Rights Reserved. 2024. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/basics/capability-analyses-in-minitab/>
- De Souza, I. (2021, 12 febrero). Descubre qué es el diagrama de Pareto y sus múltiples utilidades. Rock Content - ES. <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

17. Anexos

YOROZU

YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 19 de agosto de 2024.

Asunto: Aceptación de Residencias Profesionales.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLON DE ARTEAGA
DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**

**Atn: MC. ANGIE JOHANNA ZAMORA LÓPEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN**

PRESENTE

Por este medio, se notifica que la **C. Nanci Lizbeth Gallardo Jara**, con número de control **201050270**, alumna de noveno semestre de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, fue aceptada para llevar a cabo su periodo de Residencias Profesionales, en esta empresa, colaborando en el departamento de Producción de Estampado, en el periodo del 19 de agosto de 2024 al 19 de diciembre de 2024, en el proyecto: **"ANÁLISIS DE VARIACIÓN EN EL PROCESO DE ESTAMPADO E IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA"**, bajo la supervisión del Ing. José Rosario Machuca Salas, Supervisor General de Producción de Estampado, quien fungirá como su asesor externo.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE,


L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
Especialista de Relaciones Laborales y Compensaciones


YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.
KM. 18.8 CARR. AGS.-ZAC
SAN FCO. DE LOS ROMO, AGS.
TEL. 930208-5U9

c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes – Zacatecas Km. 18.8 San Francisco de los Romo, Aguascalientes.
C.P. 20300 Teléfono (449) 910-12-00

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 19 de diciembre de 2024.

Asunto: Liberación de Residencias Profesionales.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLON DE ARTEAGA
DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**

**Atn: MC. ANGIE JOHANNA ZAMORA LÓPEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN**

PRESENTE

Por este medio, se notifica que la **C. Nanci Lizbeth Gallardo Jara**, con número de control **201050270**, alumna de noveno semestre de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, concluyó satisfactoriamente su periodo de Residencias Profesionales, en esta empresa, colaborando en el departamento de Producción de Estampado, en el periodo del 19 de agosto de 2024 al 19 de diciembre de 2024, en el proyecto: **"ANÁLISIS DE VARIACIÓN EN EL PROCESO DE ESTAMPADO E IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA"**, bajo la supervisión del Ing. José Rosario Machuca Salas, Supervisor General de Producción de Estampado, quien fungió como su asesor externo.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE,

L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez

Especialista de Relaciones Laborales y Compensaciones



c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes – Zacatecas Km. 18.8 San Francisco de los Romo, Aguascalientes.
C.P. 20300 Teléfono (449) 910-12-00