

**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LA FABRICACIÓN DE
GRÚAS HIDRÁULICAS**

**III.PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTA:

ROQUE ALBERTO SANCHEZ VIVEROS

DAVID YIZVANN RICO RAMIREZ

COACALCO DE BERRIOZABAL,MEX,OCTUBRE,2024

Agradecimientos.

Agradecimientos Roque:

Agradezco a mi familia, padres y hermanos los cuales me estuvieron apoyando a lo largo de mi trayectoria estudiantil y a lo largo de mi vida, fueron los que me enseñaron los valores que me presentan día a día. Agradezco al Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco el cual me ha aportado de conocimientos de los cuales utilizaré en un futuro como profesionista. A los profesores quienes me han incentivado a seguir adelante y no desertar de la carrera y, por último, pero no menos importante a mis amigos que han estado ahí cuando los necesité y quienes me extendieron su mano cuando necesité de su apoyo.

Igualmente agradezco a la empresa Equipos Hidromecánicos MC por la oportunidad de realizar este proyecto de residencias como a los ingenieros que fueron participantes con su apoyo.

Agradecimientos David:

Agradezco a mis padres que siempre estuvieron conmigo en mi vida estudiantil, que con tanto esfuerzo me apoyaron en todo, de igual manera agradezco a la institución Tecnológico de estudios superiores de Coacalco los cuales me dieron el conocimiento y las herramientas para poder ser un buen ingeniero y por último a mis profesores los cuales compartieron su conocimiento y su experiencia para poder ser mejor persona.

Resumen.

Este proyecto de investigación se enfoca en el análisis estadístico de la calidad en la empresa Equipos Hidromecánicos MC S.A. de C.V para obtener la certificación en ISO 9001. Está compañía que se dedica en la fabricación de grúas hidráulicas. Inicialmente, la empresa enfrentaba un desafío significativo con respecto al índice de cantidad de defectos presentes en sus distintos componentes o ensambles. Para abordar esta situación, se utilizaron diversas herramientas de la calidad, como el diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, las hojas de inspección, entre otros.

Gracias a la aplicación de estas herramientas, la empresa pudo identificar las causas subyacentes de los defectos. Por lo que se recomendó la utilización e implementación de las diversas herramientas de la calidad para mejorar el proceso de fabricación realizando algunos formatos con el objetivo de bajar el índice de defectos presentados en la empresa.

Como resultado de estos esfuerzos, se observó a lo largo de los meses una disminución en el índice de rechazos. La calidad del producto y del proceso mejoró significativamente debido a la aplicación de las herramientas de la calidad.

Contenido

Generalidades del proyecto:.....	6
Introducción.....	6
Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante.	7
Misión, visión y valores:.....	8
Funciones o actividades:.....	12
Problemas a resolver.	13
Cantidad de pruebas neumáticas.	13
Objetivos	16
Objetivo General:.....	16
Objetivos específicos:	16
Justificación.....	17
Marco teórico:	18
Capítulo 1:.....	18
Control estadístico de calidad.....	18
Objetivo del control estadístico de calidad.....	19
Reducir la variabilidad de los procesos.....	19
Mejorar la capacidad del proceso.....	19
Las herramientas para el control estadístico de calidad.	20
Las 7 herramientas estadísticas para el control de calidad.	20
Diagrama Causa – Efecto	21
Planillas de inspección	26
Listas de chequeo o checklist:.....	27
Planillas frecuencia:	29
Planillas de medición:	30
Pasos para realizar una planilla de inspección:.....	31
Gráficos de control.....	31
<i>Gráfica de Control</i>	31
Muestreo estratificado	33
Diagrama de Pareto	34
Capítulo 2:	36

ISO	36
ISO 9001	36
Certificar una empresa en ISO 9001	37
Pasos a seguir para la certificación ISO 9001.....	37
ASME	40
ASME B30.9	40
Clasificación de inspección	40
Tipos de inspección.....	41
ASTM	41
ASTM E165: Líquidos penetrantes	42
Resumen de la práctica de líquidos penetrantes.....	43
Normas de CFE	45
LAPEM	45
CFE P0000-32	45
Desarrollo (Procedimiento y descripción de las actividades realizadas)	48
Resultados.....	60
Conclusiones:	75
Competencias desarrolladas y aplicadas:	76
Anexos:.....	77
Referencias:	79

Generalidades del proyecto:

Introducción.

La calidad como en toda organización te permite alcanzar objetivos y metas como organización debido que desempeña un papel fundamental en el éxito y la sostenibilidad de esta misma por la alta competitividad en el mercado, por lo que este proyecto se centra en el análisis estadístico de la empresa Equipos Hidromecánicos MC S.A de C.V dedicada a la fabricación de grúas hidráulicas para disminuir la cantidad de rechazos presentados con el objetivo de certificarse en ISO 9001:2015 como meta a mediano plazo.

El análisis estadístico de la calidad te permite un control detallado y la mejora continua a través de la identificación de patrones, tendencias y causas de variabilidad en la producción. En conjunto de las 7 herramientas de la calidad, se llevará a cabo la gestión de la calidad y la identificación de las áreas de oportunidad en el proceso.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo explorar el uso de estas herramientas que incluyen el diagrama de causa y efecto, las hojas de verificación, los diagramas de flujos, entre otras pueden ser aplicadas de manera efectiva para identificar las causas raíz, la mejora continua de la producción en la fabricación de grúas hidráulicas. En particular, se analizará cómo estas herramientas pueden mejorar la detección de defectos, reducir la variabilidad en los procesos y los defectos detectados.

La calidad de los productos fabricados en Equipos Hidromecánicos MC ha sido un área de enfoque crucial debido a los desafíos iniciales que enfrenta la empresa en términos de cantidad de rechazos. Por lo tanto, se recomendó la utilización de las herramientas de la calidad porque no solo contribuye a resolver problemas de manufactura, sino que también es una estrategia clave para lograr la mejora continua.

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

La empresa Equipos Hidromecánicos MC. S.A. de C.V. Comenzó con sus actividades en el año de 1991 iniciando en la especialización de brindar servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo a equipos hidráulicos montados en un camión, principalmente a las grúas hidráulicas de CFE. Esta compañía es líder en el ramo de servicios a equipos hidráulicos y mecánicos.

Nombre de la empresa: Equipos Hidromecánicos MC S.A. de C.V.

Giro: Metalmecánica y de Servicios.

Productos que genera o fabrica: Los productos que se fabrican se dividen en 5 categorías, las cuales son las siguientes:

- Utilitarios (Elevadores Hidráulicos)
- Medio ambiental (Compactadores de basura)
- Tanques y remolques
- Protección civil (Patrullas y ambulancias)
- Aeroportuaria (Cocina)

Ubicación:

La empresa cuenta con varias plantas alrededor de toda la república mexicana, cada una de esas plantas tiene ciertos objetivos o funciones. Las plantas en la que se realizó este proyecto fueron las dos, la planta Clavel y la planta Torres. La planta clavel es también conocida como Equipos Hidromecánicos MC.

La planta “Clavel” se encuentra en Clavel Manzana 5 Lote 15, Colonia del Carmen, 55000 Ecatepec de Morelos, México. Esta es la encargada de la manufactura de los componentes.

Y la planta “Las Torres” se encuentra en Manzana 004, Jardines de Morelos 5ta, 55075 Ecatepec de Morelos, México. Esta es la encargada del ensamblaje de los componentes como también la realización de servicios a este tipo de productos.

Misión, visión y valores:

Misión: Decididos por el logro de grandes metas y constante evolución, esfuerzo de sus colaboradores quienes dan lo mejor.

Visión: Integrar empresas altamente competitivas e innovadoras con personal, comprometido, capacitado y constante desarrollo, tener prestigio nacional por su excelencia de calidad y ventas de las diferentes marcas.

Valores:

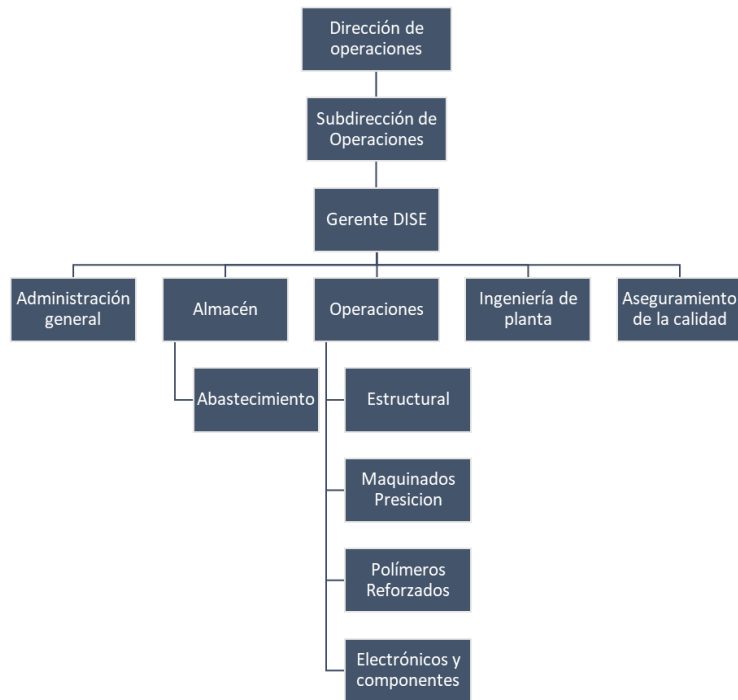
- Razonabilidad.
- Pasión por lo que hace.
- Sencillez.
- Calidad humana.
- Responsabilidad.
- Lealtad.
- Disciplina.
- Honestidad.

La estructura organizacional o también llamado “Organigrama general “ver Figura 1 pertenece a ambas plantas que conforman Equipos Hidromecánicos MC, como lo son tanto Clavel como Torres. Es importante conocer este organigrama debido a que ambas empresas tienen gran importancia una con otra, porque Clavel es la encargada de fabricar los ensambles y Torres es la encargada de ensamblar los componentes provenientes de Torres.

Aunado a esto, se cuenta con el organigrama del departamento de Calidad o “Aseguramiento de la Calidad”. Debido a que uno de los retos que se presentaron al inicio de este proyecto es que no había un departamento de calidad estructurado o definido, conforme pasó el tiempo se fue estructurando hasta lo que hoy tenemos como el organigrama del departamento de Calidad.

Figura 1

Organigrama General



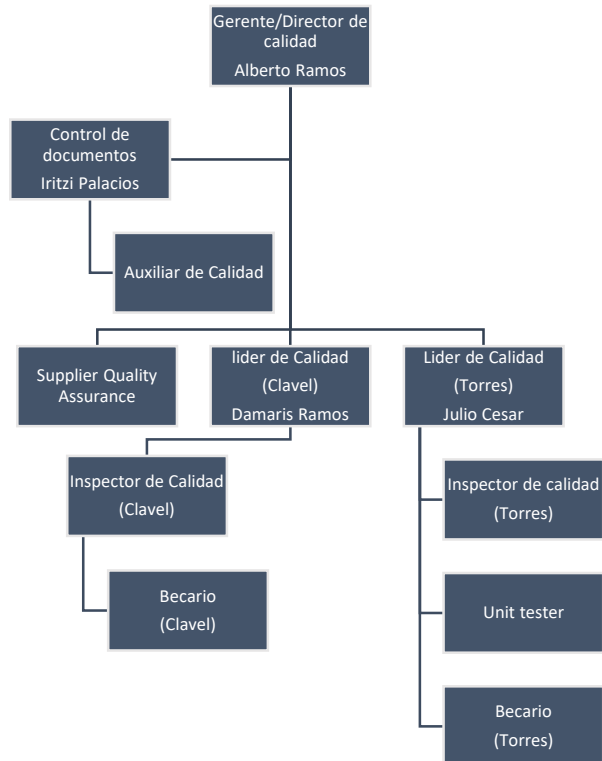
Nota. La estructura interna de la empresa, así como los roles dentro de la misma, Ing. Samuel Martíne,2022, (Equipos Hidromecánicos MC S.A de C.V)

En este organigrama ver Figura 2, Se muestra cómo va a estar distribuido el departamento en ambas plantas, incluyendo los diferentes puestos que se tendrán como también la cantidad del personal requerido, en donde entra el Gerente de Calidad, los Líderes de calidad, Inspectores, Metrólogos, Control documental, Auxiliar de calidad y los Becarios.

Figura 2

Organigrama del Departamento de Calidad.

DEPARTAMENTO DE CALIDAD DE EQUIPOS HIDROMECAÑICOS MC



Nota. Se muestra el equipo encargado de la gestión de calidad dentro de la empresa, así como sus roles. Alberto Ramos ,2023(Equipos Hidromecánicos MC (S.A de C.V)

Nota. Se muestra la distribución de la empresa equipos hidromecánicos MC, así como sus diferentes áreas y especifica los m2 con los cuales dispone para almacenamiento cubierto y descubierto, así como las áreas de oficina, Ing. Samuel Martínez, 2022, (Equipos Hidromecánicos MC S.A de C.V)

Funciones o actividades:

- Estampado de trazabilidad en todas las partes fabricadas.
- Apoyo a pruebas no destructivas.
- Apoyo en la alimentación de información en bitácoras y reportes fotográficos
- Inspección en línea con asesoramiento de un inspector
- Apoyo en la inspección de recepción de materiales
- Inspección en línea
- Llenado de reportes dimensionales
- Realización de pruebas neumáticas, de tensión y líquidos penetrantes
- Mantener el control de la trazabilidad
- Generación de bitácora de incidencias
- Generación de hojas de inspección.
- Reporte de rechazos internos en grupo, bitácora y responsable
- Aportación de información de rechazos internos gráfica
- Inspección patrulla en todas las líneas de proceso.
- Apoyo a operadores en cuestión dimensional y pruebas
- Realizar dimensionamiento de piezas
- Inspección de materiales, maquila y refacciones.

Problemas a resolver.

En la empresa Equipos Hidromecánicos MC no existía un departamento de calidad definido, por lo que no contaba con un control en las líneas de producción. Por lo tanto, presentaba rechazos. Esos errores provocan retrabajos y retrasos en la entrega del producto lo que significa pérdidas.

En Equipos Hidromecánicos MC S.A. de C.V. se encarga de la fabricación de componentes para las grúas EH-100 como también su montaje de estos componentes, los componentes que fabrican se clasifican de la siguiente manera:

1. Brazo Superior
2. Brazo Inferior
3. Pedestal Subestructura
4. Tornamesa
5. Soporte Canastilla
6. Carrocería
7. Varilla de Nivelación
8. Barra de Torsión
9. Defensa Trasera

Cantidad de pruebas neumáticas.

Uno de los casos de defectos que se presentaron en la empresa fue con el componente o ensamble Pedestal Subestructura ver Figura 4 ese realiza una prueba neumática como objetivo de identificar si tiene alguna fuga. Este componente tiene como función el almacenar aceite, por lo tanto, no debe de contar con ninguna fuga. Debido a esto se realizaron dichas pruebas para asegurar la calidad de este componente, como resultado detectamos una gran cantidad de rechazos.

Durante los meses de marzo – junio se realizaron las pruebas para detectar la presencia de fugas en el pedestal. En la cual se registraron en una tabla la cantidad de pruebas y su nivel de aceptación, por lo que se obtuvieron los siguientes datos:

Figura 4

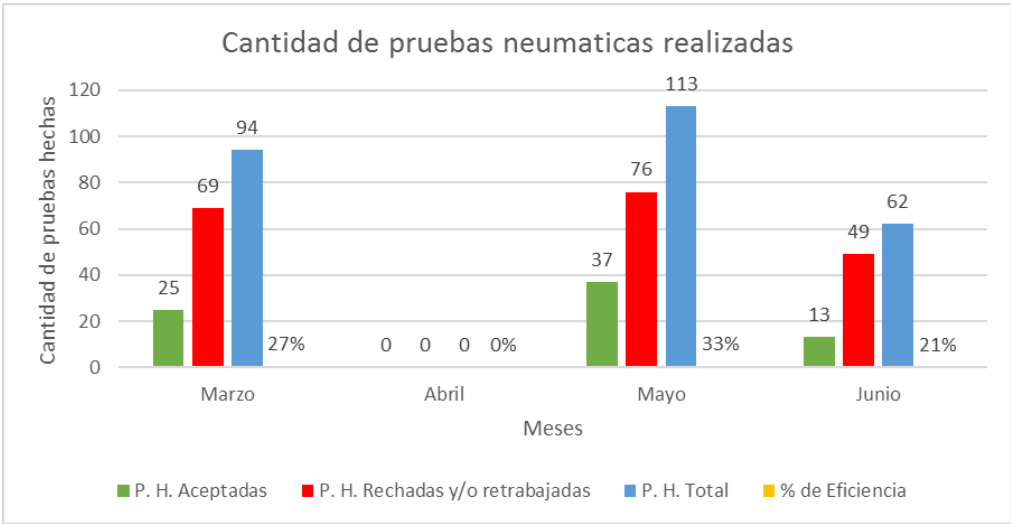
Tabla de identificación de Cantidad de Pruebas Neumáticas.

PRUEBAS NEUMATICAS				
Pruebas Neumatica	Marzo	Abril	Mayo	Junio
P. N. Aceptadas	25	0	37	13
P. N. Rechadas	69	0	76	49
P. N. Total	94	0	113	62
% de Eficiencia	27%	0%	33%	21%

Nota. Los datos proporcionados son el porcentaje de piezas aprobadas / rechazadas en 4 meses.

Figura 5

Cantidad De Pruebas Neumáticas Realizadas



Nota. Datos expresados de acuerdo con las pruebas realizadas en 4 meses, Se muestra el porcentaje de pruebas aceptadas y rechazadas.

En base de los datos obtenidos se aconsejó la utilización de una de las 7 herramientas de la calidad, un diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas de estos defectos.

Se busca detectar el número de rechazos utilizando las herramientas de calidad para disminuir la cantidad de defectos.

Por lo tanto, las preguntas de investigación son:

- ¿Cómo obtener esos datos para realizar el análisis?
- ¿Por qué suceden estos defectos?
- ¿Qué herramientas de calidad se pueden implementar?
- ¿Cuáles son las áreas de oportunidad que podremos mejorar?

Objetivos

Objetivo General:

Analizar las causas que impactan y/o tienen como consecuencia los defectos de calidad en la fabricación de los componentes en la empresa Equipos Hidromecánicos MC S.A. de C.V., mediante el análisis de las 7 herramientas de calidad, estrategias y conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial.

Objetivos específicos:

- Conocer detalladamente el proceso para establecer puntos de control de calidad.
- Utilizar el uso de herramientas de calidad para detectar el número de rechazos.
- Realizar análisis estadísticos del proceso para la evaluación del proceso.

Justificación.

En Equipos Hidromecánicos MC presenta defectos en la fabricación de sus componentes o ensambles, lo que significa en pérdidas para la empresa. El uso de las herramientas de la calidad permitirá identificar la cantidad de rechazos presentados en cada uno de los componentes y con el análisis estadístico se podrá identificar y determinar que acciones correctivas tomar para dar solución a esa problemática.

Aplicar el análisis estadístico de la calidad, reafirma el perfil de egreso como futuros ingenieros industriales, permitiendo el análisis, diseño y optimización sistemas productivos en la búsqueda de la mejora continua en esta área de oportunidad. Cumpliendo con el atributo AE3. "Desarrollar y Aplicar métodos estadísticos para analizar e interpretar datos en el diseño de experimentos de los sistemas de calidad para la toma de decisiones con certeza."

Los beneficios obtenidos con este proyecto son:

- Obtener un mayor control en la calidad de los procesos.
- Reducir la cantidad de rechazos que se presenten en la planta.
- Reducir los retrabajos en las líneas de producción.
- La disminución de tiempo de fabricación de cada componente, lo que significa en una mayor productividad y eficiencia.

Como principal beneficio el asegurar la línea de producción y el enfocarse en otras áreas para conseguir la certificación en la norma ISO 9001:2015, por consecuencia, el crecimiento de la empresa Equipos Hidromecánicos MC, S.A. de C.V.

Marco teórico:

Capítulo 1:

En este capítulo se abordará el tema del control estadístico de calidad, el cual será fundamental debido a que utilizaremos este mismo. Se mencionará su definición, ejemplos de su aplicación, entre otras cosas. Lo cual será de gran utilidad para nuestro proyecto y tener un mejor panorama y el uso de herramientas en el control de calidad garantiza mejores productos, lo que facilita la atracción y satisfacción de nuestro cliente (CFE). Tener métodos bien definidos fomenta la conciencia de calidad en los trabajadores de la fábrica, quienes se esforzaron por mantener buenos estándares.

Control estadístico de calidad.

Calidad cuenta con varias definiciones, pero en pocas palabras es el satisfacer y cumplir con las necesidades y expectativas del cliente y partes involucradas. Mientras cumpla con los requerimientos que el cliente está buscando y que cumpla con “su calidad”.

El CCE o Control Estadístico de Calidad es una herramienta fundamental para las empresas porque tiene como objetivo el asegurar la eficiencia de los procesos. Sin importar la industria a la que se dedique la empresa, ya sea manufacturera o de servicio, el control estadístico de calidad permite identificar y revisar los problemas antes de que afecten al cliente.

De acuerdo con Rafael Zambelli (2023) “El Control Estadístico de Calidad es el responsable de medir y analizar la calidad de los productos y servicios, mediante la utilización de herramientas estadísticas”. Esas herramientas tienen como finalidad la recolección y análisis de los datos, permitiendo identificar algún patrón o tendencia, de modo que te permite tomar las decisiones necesarias para mejorar el producto o servicio.

Para llevar a cabo la implementación del Control Estadístico de Calidad se deben seguir los siguientes 3 pasos:

1. Medición y recolección de datos
2. Análisis de los datos
3. Implementación de datos correctivos

De acuerdo con Rafael Zambelli (2023). Es importante que los datos que se recolectan sean de forma precisa y confiable, que se analicen con las herramientas estadísticas apropiadas.

Objetivo del control estadístico de calidad.

El control estadístico de calidad tiene como objetivo mejorar la calidad del producto o servicio que ofrecen, reducir los costos y aumentar la satisfacción del cliente. De acuerdo con Rafael Zambelli (2023). Utiliza una serie de técnicas y herramientas para identificar y controlar las variaciones en los procesos.

Reducir la variabilidad de los procesos.

De acuerdo con Rafael Zambelli (2023). Busca disminuir la variación en la producción del producto o servicio, pues una menor variación significa conlleva a un mayor nivel de uniformidad y cumplimiento de los estándares de calidad.

Aunado a esto, la reducción de variación también tiene como resultado una reducción en los costos de producción al disminuir los recursos utilizados para ajustar los procesos y corregir los defectos en los productos o servicios.

Mejorar la capacidad del proceso

Busca asegurar y mejorar la capacidad del proceso, en la búsqueda de reducir el número de productos o servicios defectuosos lo que significa en la reducción de costos y por consecuencia, una mayor rentabilidad en el negocio.

Esto se logra mediante la identificación de áreas de desperdicio y retrabajo del proceso, dicha identificación no solo conduce a una disminución de costo de producción, sino que también se traduce como mejora en la satisfacción del cliente al recibir su producto o servicio. (Rafael Zambelli, 2023).

Las herramientas para el control estadístico de calidad.

De acuerdo con El equipo editorial de Indeed (2023).

“Las herramientas de calidad se usan para identificar problemas con los productos e implementar soluciones a tiempo. Estos son sistemas que se emplean para recopilar, ordenar e interpretar datos, y analizar las estrategias de un proceso de producción. La principal ventaja de estas herramientas es que permite identificar problemas potenciales antes de que se salgan de control, descubrir sus causas y encontrar soluciones viables.”

Estas son una serie de técnicas gráficas utilizadas en la gestión de la calidad y en la resolución de los problemas relacionados. Las más conocidas han sido denominadas “7 herramientas básicas de la calidad”.

No se puede olvidar que

“Una de las características más importantes de estas herramientas es, precisamente, la facilidad de su uso, motivo por el que las denomina básicas. Esto implica que pueden ser utilizadas por personas con poca formación en materia de estadística. Además, son adecuadas para resolver la gran mayoría de las cuestiones relacionadas con la calidad.” (Geinfor, 2023).

De acuerdo al Project Management Institute (2021). Estas herramientas son un recurso extremadamente eficaz para la planificación y controlar la calidad de un proyecto. Ese control es fundamental para asegurarnos de que los productos y servicios cumplan con las condiciones establecidas.

De acuerdo con Geinfor (2023). “Las herramientas generan una serie de datos que, una vez analizados, se convierten en la base de las decisiones a tomar para corregir cualquier aspecto del proceso productivo que esté afectando a la calidad del producto.”

Las 7 herramientas estadísticas para el control de calidad.

De acuerdo con Geinfor (2023). “En el control estadístico de la calidad se conocen “Las 7 herramientas básicas de la calidad”, estas nos permiten tener un mejor control en la producción y reducir sus defectos”.

Las 7 herramientas de la calidad son las siguientes:

1. Diagrama Causa-efecto o Diagrama de Ishikawa
2. Planillas de inspección.
3. Gráficas de control.
4. Muestreo estratificado.
5. Histograma.
6. Diagrama de Pareto.
7. Diagrama de dispersión.

Diagrama Causa – Efecto

El Diagrama de Causa – Efecto, conocidos también como diagramas de espina de pescado, es una herramienta gráfica cuyo objetivo es identificar las posibles causas de un defecto, así como clasificar las ideas en categorías útiles.

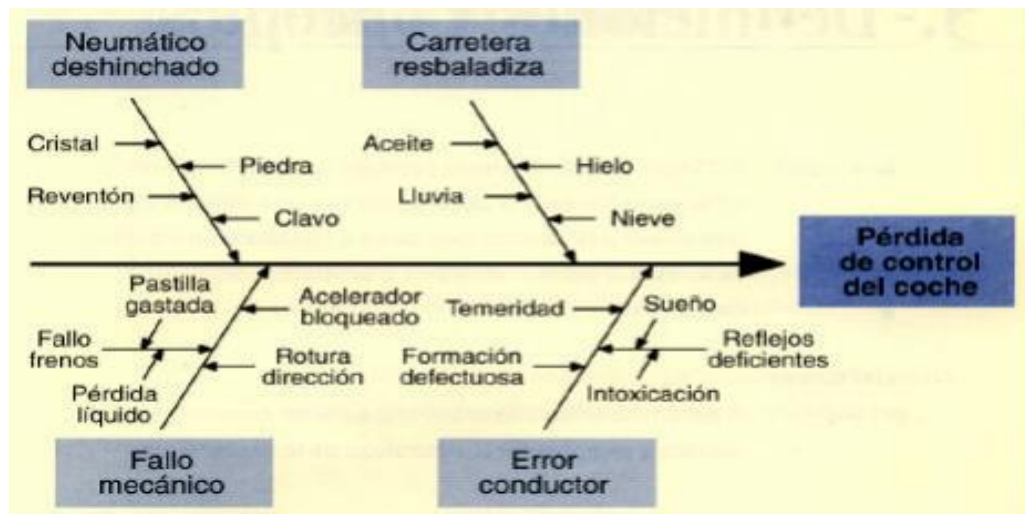
De acuerdo con Geinfor (2023). En su estructura más habitual, consta de un enunciado que describe el problema. Para encontrar las causas que han provocado dicha brecha, la empresa debe analizar la naturaleza del problema y preguntarse “por qué” hasta identificar el origen del mismo.

Sus principales características que nos permiten comprender la naturaleza de esta herramienta son las siguientes:

- **Impacto visual:** Se muestra las interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma ordenada, clara, precisa y de un solo golpe de vista.
- **Capacidad de comunicación:** Se muestra las posibles interrelaciones causa-efectos permitiendo una mejor comprensión del fenómeno de estudio, incluso en situaciones muy complejas.

Figura 7

Diagrama Causa Efecto



Nota. Centra la atención de todos los componentes del grupo en un problema específico (<https://www.ingenieria.unam.mx/>)

De acuerdo con Fundibeq (s.f.). Para realizar este diagrama se deben seguir unos pasos, que se enumeran en 9 pasos.

Paso 1: Definir, sencilla y brevemente, el efecto o fenómeno cuyas causas han de ser identificadas.

En este paso se debe tener en cuenta el efecto, este debe de ser:

Específico: Para que no sea interpretado de diferente forma por los miembros del grupo de trabajo, y para que las aportaciones se concentren sobre el auténtico efecto a estudiar.

No sesgado: Para no excluir posibles líneas de estudio sobre el efecto objeto de análisis. Es conveniente definirlo por escrito especificando qué es lo que se incluye y lo que se excluye.

Paso 2: Dibujar el eje central y colocar el efecto dentro de un rectángulo al extremo derecho del eje.

En este momento se debe de colocar el efecto dentro de un rectángulo a la derecha de la superficie de la escritura y dibujar una flecha, que corresponderá al eje central del diagrama, de izquierda a derecha, apuntando hacia el efecto.

Paso 3: Identificar las posibles causas que contribuyen al efecto o fenómeno de estudio.

Atendiendo a las características y particularidades del grupo de trabajo y a las del problema analizado, se decidirá cuál de los dos enfoques existentes para desarrollar este paso es el más adecuado:

- Tormenta de Ideas
- Proceso lógico paso a paso

En el caso de utilizar la Tormenta de Ideas la lista resultada de la sesión será la fuente primaria a utilizar en los siguientes pasos de construcción del diagrama.

En el caso de utilizar un proceso lógico paso a paso, la fuente primaria serán los propios componentes del grupo, aportando sus ideas según se va construyendo el diagrama.

Paso 4: Identificar las causas principales e incluirlas en el diagrama.

En primer lugar, se identificarán las causas o clases de causas más generales en la contribución al efecto.

Esta clasificación será tal que cualquier idea de los miembros del grupo podrá ser asociada a alguna de dichas causas.

Muchos grupos comienzan utilizando las "5M" o las "5P" y, después de analizar más en detalle el resultado, agrupan las causas de forma más adecuada a su propio problema

Figura 8

Las "5M" o las "5P".

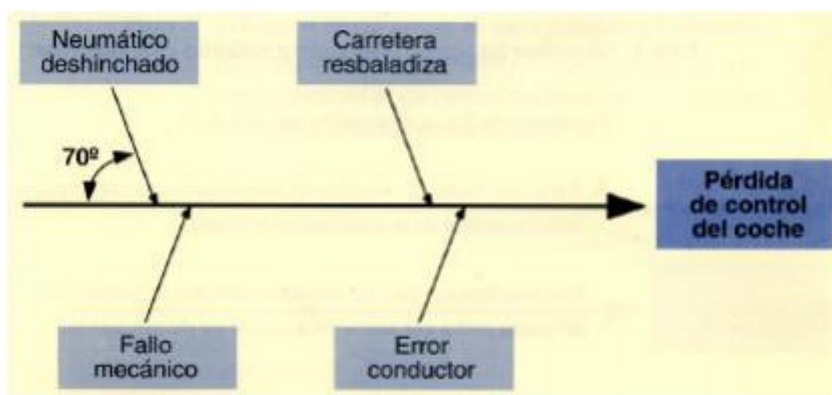


Nota. agrupan las causas de forma más adecuada a su propio problema(<https://www.ingenieria.unam.mx/>)

En segundo lugar, se escriben en un recuadro y se conectan con la línea central según la figura siguiente.

Figura 9

Ramas Principales Con Sus Causas Del Efecto Enunciado



Paso 5: Añadir causas para cada rama principal.

En este paso se rellenan cada una de las ramas principales con sus causas del efecto enunciado, es decir con causas de las causas principales. Para incluir estas en el diagrama se escriben al final de unas de las líneas, paralelas a la de la flecha central, conectadas con la línea principal correspondiente.

Paso 6: Añadir causas subsidiarias para las subcausas anotadas.

Cada una de estas causas se coloca al final de una línea que se traza para conectar con la línea asociada al elemento al que afecta y paralela a la línea principal o flecha central.

Este proceso continúa hasta que cada rama alcanza una causa raíz. Causa raíz es aquella que:

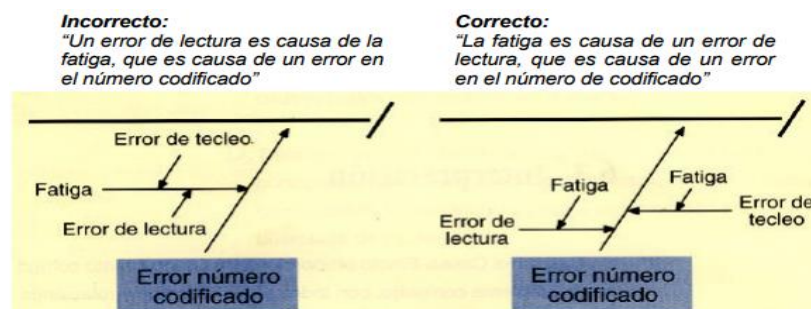
- Es causa del efecto que estamos analizando.
- Es controlable directamente

Paso 7: Comprobar la validez lógica de cada cadena causal y hacer eventuales correcciones.

Para cada causa raíz "leer" el diagrama en dirección al efecto analizado, asegurándose de que cada cadena causal tiene sentido lógico y operativo.

Figura 10

Comprobar la validez lógica de cada cadena causal



Nota. Este análisis asegura que la ordenación es correcta y también puede ayudar a identificar factores casuales intermedios u omitidos. (www.ingenieria.unam.mx)

Paso 8: Comprobar la integración del diagrama.

Finalmente debemos comprobar, en una visión de conjunto del Diagrama la existencia de ramas principales que:

- Tienen menos de 3 causas.
- Tienen, apreciablemente, más o menos causas que las demás.
- Tienen menos niveles de causas subsidiarias que las demás.

La existencia de alguna de estas circunstancias no significa un defecto en el diagrama, pero sugiere una comprobación a fondo del proceso.

Paso 9: Conclusión y resultado.

El resultado de la utilización de esta herramienta es un diagrama ordenado de posibles causas (teorías) que contribuyen a un efecto.

Planillas de inspección

Las planillas de inspección o también conocidas como hojas de verificación son una herramienta para la recopilación de información y un punto lógico para comenzar en la mayor parte de los esfuerzos de control en los procesos o solución de problemas. (Oakland John S, 2007, pág. 209).

De acuerdo con Geinfor (2023). “Una planilla de inspección es una herramienta muy eficaz para la recolección y registro de la información. Su ventaja más importante es que puede ser utilizada tanto para registrar resultados como para observar tendencias y dispersiones.”

Esta es un formato para recolectar datos, de tal manera que su registro sea sencillo y sistemático. Una característica que debe contar es que visualmente ofrezca un primer análisis que permita ver la magnitud y localización de los problemas principales. (Humberto Gutiérrez Pulido, 2010).

De acuerdo con Humberto Gutiérrez Pulido (2010). Algunas de las situaciones sobre las que resulta útil obtener datos a través de hojas de inspección son las siguientes:

- Describir los resultados de una operación o inspección.
- Clasificar fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etc.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los proyectos de mejora

No se debe de olvidar que

“Es particularmente útil para registrar observaciones directas y ayudar a recopilar hechos en lugar de opiniones sobre el proceso. En el proceso de registro es esencial comprender la diferencia entre los datos y los números. Los datos son piezas de información, incluyendo información numérica, que son útiles en la solución de problemas o para proporcionar conocimientos sobre la situación de un proceso. Con frecuencia los números por si solos presentan mediciones o conteos sin significado. Los datos numéricos sobre la calidad se obtendrán del conteo o de la medición.” (Oakland John S, 2007, pág. 211).

El uso de las hojas de verificación o gráficas de conteo sencillas ayuda a la recopilación de datos del tipo correcto, en la forma correcta y el momento correcto. Los objetivos de la recopilación de datos determinarán el diseño de la hoja de registro a utilizar.

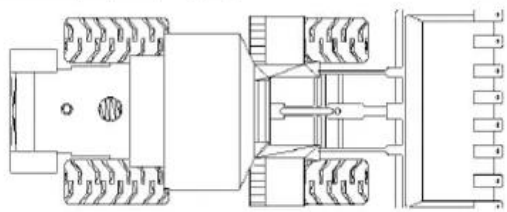
Dependiendo del uso y de la información que se busca recopilar será la planilla que se deberá de usar, debido a eso, se cuentan con diferentes tipos que son los siguientes:

Listas de chequeo o checklist:

De acuerdo con Rojas Adiaz (2018). La lista de chequeo enumera las actividades de alguna tarea o procedimiento, una vez realizada la tarea se coloca una marca de verificación. Se utilizan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o grupos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvide de algo importante.

Figura 11

Formato Check List Inspeccion Control Payloader

Logo		DEPARTAMENTO DE SHA INSPECCIÓN DE PAYLOADER				FECHA ELABORACIÓN			
						FORMATO N°			
						RV:			
EQUIPO:		SERIAL:		KMS:		HOROMETRO:			
OPERADOR:					EQUIPO		FECHA:		
					PROPIO		HORA:		
					ALQUILADO				
NIVEL DE COMBUSTIBLE									
DESCRIPCIÓN	ESTADO				DESCRIPCIÓN	ESTADO			
	B	R	D	NA		B	R	D	NA
LUCES					FRENOS				
ACEITE DE TRANSMISIÓN					ESTRUCTURAS DE ANCLAJE				
ACEITE DEMOTOR					BRAZOS DE ELEVACIÓN				
ACEITE DE DIRECCIÓN					CILINDRO ELEVACIÓN				
REFRIGERANTE					CILINDRO INCLINACIÓN				
RADIADOR					CUCHARA/BALDE				
INDICADOR DE COMBUSTIBLE					CORREAS				
INDICADOR DE TEMPERATURA					FILTRO DE AIRE				
INDICADOR DE PRESIÓN DE ACEITE					BATERÍA				
ODÓMETRO (KMS)					VIDRIOS				
HORÓMETRO (HRS)					PITO DE RETRO				
TACÓMETRO (RPM)					CINTURÓN DE SEGURIDAD				
VELOCÍMETRO (KMS/HRS)					NEUMÁTICOS				
PELDAÑOS Y AGARRADERAS					TAPADE COMBUSTIBLE				
MANGUERAS					PINTURA CARROCERÍA				
AMORTIGUADORES					ORDEN Y LIMPIEZA				
									
OBSERVACIONES:									

Nota. formato check list para inspección y control de payloader para el departamento de mantenimiento o seguridad industrial, juan tomás lópez.2020

Planillas frecuencia:

Este tipo de planillas se consigna en una fila o columna los aspectos que se van a controlar y el encargado de esta operación marca en la fila o columna correspondiente cada vez que aparece la característica ya sea buena o mala. De acuerdo con Rojas Adiaz (2018). “Es utilizada para conocer con qué frecuencia aparecen las posibles causas de los problemas.

Figura 12

Planillas frecuencia.

HOJA DE VERIFICACIÓN															No. _____									
NOMBRE DEL SERVICIO: _____															FECHA: _____									
AREA: _____															DELEGACIÓN: _____									
ESPECIFICACIÓN: _____															UNIDAD DE ADSCRIPCIÓN: _____									
No. DE INSPECCIONES: _____															NOMBRE DEL EMPELADO: _____									
OBSERVACIONES: _____															NOMBRE DEL GRUPO: _____									
_____															_____									
DIMENSIONES																								
	1.51.61.71.822.02.12.22.32.42.52.62.72.833.03.1																							
40																								
35																								
30																								
25																								
20																								
15										/														
10										/	/													
5				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/							
0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/							
	126131016191712162017138562																							
	FRECUENCIA																							
	O TOTAL																							

Nota. Estas se utilizan para conocer con qué frecuencia aparecen las posibles causas de los problemas., Rojas Adiaz,2018(<https://steemit.com/>)

Planillas de medición:

Esta planilla es conocida como Planilla de medición y es usada para recopilar los pesos de productos, temperaturas de horno. Hoy en día estas planillas son utilizadas en los equipos productivos debido a la integración de dispositivos de medición automáticos. El encargado de esta planilla marca en la casilla correspondiente dado un rango de valores. (Rojas Adiaz, 2018).

Figura 13

Planillas de medición

MEDIDAS Y CANTIDADES DE TRABAJO EJECUTADO								
N°	PARTIDA SEGÚN CONTRATO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	M E D I D A S				UND	CANTIDAD
			N°	ANCHO	LARGO	ALTO		
3.14	E.411.011.015	CONSTRUCCION DE PAREDES DE BLOQUES HUECOS DE ARCILLA, ACABADO CORRIENTE, E=15 CMS. NO INCLUYE MACHONES, DINTELES Y BROCALES					M2	
		Cuarto de electricidad	3		4,35	3,60		46,98
		Cuarto de electricidad	2		5,62	3,60		40,46
		Cuarto de UPS	2		4,40	3,60		31,68
		TELECOM	2		3,15	3,60		22,68
		Cuarto de impresora/fotocopiadora y telecom	2		5,70	3,60		41,04
		Menos Marcos	2		0,85	2,10		-3,57
		Menos Marcos	2		1,00	2,10		-4,20
							Total	175,07
POR EL CONTRATISTA: _____			CONFORME LA INSPECCIÓN: _____					

Nota. Las planillas de medición se utilizan para recopilar pesos de producto, Rojas Adiaz,2018(<https://steemit.com/>)

Pasos para realizar una planilla de inspección:

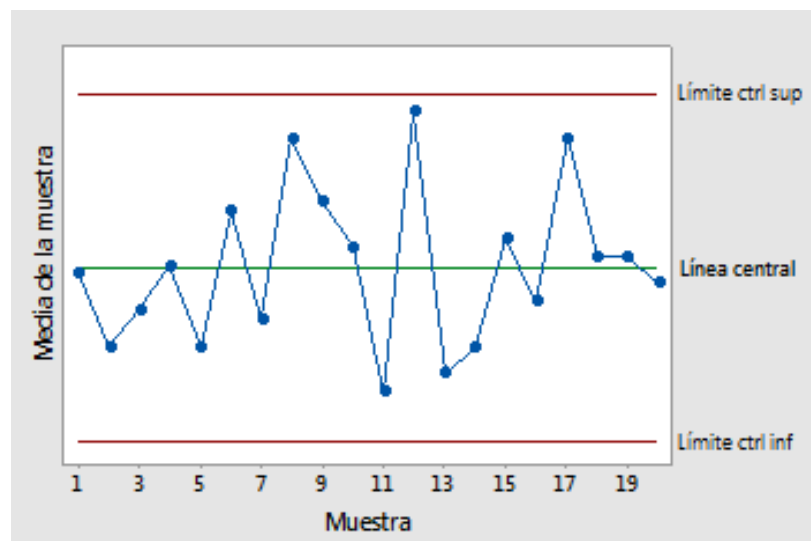
- 1) Definir el proceso o producto que se va a inspeccionar.
- 2) Fijar la atención en el análisis de las características del proceso o producto a observar.
- 3) Determinar los periodos de tiempo de recolección de los datos.
- 4) Diseñar la planilla de formato claro y sencillo de utilizar, describir las columnas de forma ideal que tenga suficiente espacio para la recolección de los datos.
- 5) Dedicar el tiempo necesario para obtener los datos, estos deben ser recolectados de forma consistente.

Gráficos de control

De acuerdo con Minitab (2023). Una gráfica de control indica cuando su proceso está fuera de control y le ayuda a identificar la presencia de una variación por causas especiales. Cuando presenta variación por causas especiales, su proceso no es estable y requiere acción correctiva.

Figura 14

Gráfica de Control



Nota. Las gráficas de control grafican sus datos del proceso en secuencia ordenada por tiempo, 2023(<https://support.minitab.com/>)

Los puntos que caen aleatoriamente dentro de los límites de control indican que el proceso está bajo control y presenta una variación común. Pero cuando los puntos caen aleatoriamente fuera de los límites de control significa que está fuera de control y presenta variación por causas especiales. (Minitab, 2023).

De acuerdo con Oakland John S. (2007). “Una gráfica de control es una forma de señal de tránsito cuya operación se basa en evidencia proveniente de pequeñas Se muestras tomadas durante un proceso en forma aleatoria.” (Pág. 218).

Esto debido a que la luz verde simboliza que se le permite operar al proceso, luz ámbar significa que es posible que sea inminente un problema y luz roja cuando prácticamente no existe duda alguna de que el proceso ha cambiado en alguna forma y que se tiene que investigar y corregir para evitar la producción del material o información defectuoso.

De acuerdo con Geinfor (2023).

“El objetivo de los gráficos de control es determinar la estabilidad de un proceso y si su comportamiento es predecible. Sus límites, tanto superior como inferior, están basados en unos requisitos establecidos previamente, reflejando los valores máximos y mínimos permitidos. Estos límites de control deben calcularse previamente utilizando la estadística y su función es identificar los puntos en los que es necesario aplicar medidas correctivas.”

Estas gráficas deben ser fáciles de comprender e interpretar y, con experiencia, se pueden convertir en herramientas de diagnóstico sensibles para que las utilice el equipo de apoyo de operación y supervisión de primera línea para evitar errores. (Oakland John S., 2007).

De acuerdo con Oakland John S. (2007). “Las gráficas de control que se utilizan con mayor frecuencia son gráficas de corridas sencillas, donde los datos se trazan en una gráfica en contraste con el tiempo o el número de Se muestra. (Pág. 219).

Muestreo estratificado

La estratificación es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificando o agrupándolos de acuerdo con los factores que puedan influir en la magnitud de los mismos, con el fin de localizar pistas para mejorar el proceso. (Humberto Gutiérrez Pulido, 2010).

De acuerdo con Geinfor (2023). Esta herramienta estadística ha sido diseñada para clasificar los elementos de una población que tiene afinidad entre sí. De esta forma, esos elementos comunes pueden analizarse y establecer sus causas.

De acuerdo con Humberto Gutiérrez Pulido (2010):

“La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de tal forma que se puedan localizar las fuentes de la variabilidad y, con ello, encontrar pistas de las causas de un problema.” (pág. 178).

Con el muestreo estratificado, la empresa obtiene una comprensión detallada de la estructura de una población de datos. Puede, de esta forma, examinar la diferencia en los valores promedio y la variación en los distintos estratos.

De acuerdo con Oakland John S (2007). La estratificación es simplemente dividir en grupo de datos en grupos significativos. Se puede utilizar para un gran efecto en combinación con otras técnicas, incluyendo histogramas y diagramas de dispersión.

1.1.1 Histograma

De acuerdo con Geinfor (2023). El histograma es un tipo de gráfico de barras utilizado para ofrecer datos sobre las variaciones de un proceso y, de esa manera, poder tomar las decisiones adecuadas enfocándose en los esfuerzos de mejora que se hayan realizado.

Con el uso de un histograma, se puede reconocer y analizar los distintos patrones de comportamiento en la información que, en un primer momento, quedan ocultos.

De acuerdo con Oakland John S. (2007). Los histogramas Se muestra la frecuencia con la que ocurre cierto valor o grupo de valores. Se usan para mostrar información de atributos como variables y son un medio efectivo de permitir a las personas que operan el proceso conozcan los resultados de sus esfuerzos.

Diagrama de Pareto

De acuerdo con Humberto Gutiérrez Pulido (2010). Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

El diagrama de Pareto es otro tipo de diagramas de barras verticales que se utilizan para identificar las fuentes responsables de sus problemas. Se trata de una potente herramienta de análisis que ayuda a tomar decisiones en función de las prioridades. (Geinfor, 2023).

El diagrama de Pareto sustenta el principio 80-20 o también conocido como “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que solo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del defecto (80%). (Humberto Gutiérrez Pulido, 2010)

De acuerdo con Oakland John S (2007):

Si se identifican y registran los síntomas o las causas de la producción defectuosa o algún otro “efecto”, será posible determinar qué porcentaje se puede atribuir a cualquier causa y los resultados probables que la parte mayor de los errores (normalmente 80%), de desperdicio o de los “efectos”, se derivan de unas pocas de las causas (por lo general el 20%). (pág. 213).

1.1.2 Diagramas de dispersión

De acuerdo con Geinfor (2023). El diagrama de dispersión o también conocido como diagrama de correlación, esta herramienta de control de calidad intenta ofrecer una explicación a los cambios en la variable dependiente. Mediante su uso se puede estudiar la relación entre dos variables diferentes.

El diagrama de dispersión es un método muy eficaz para conocer qué factores se encuentran relaciones entre sí y cómo resultan afectados uno respecto al otro.

No se puede olvidar que:

“Dependiendo de la tecnología con frecuencia resulta útil establecer la asociación, si es que existe, entre dos parámetros o factores. Una técnica para comenzar este tipo de análisis es un diagrama sencillo de X-Y de los dos grupos de datos. El agrupamiento resultante de puntos sobre los diagramas de dispersión revelará si existe entre los parámetros una correlación fuerte o débil, positiva o negativa.” (Oakland John S., 2007, Pág. 211).

De acuerdo con Geinfor (2023). Esta herramienta ha sido muy utilizada en el proceso productivo, especialmente en la gestión de equipos y maquinaria. No obstante, también se puede aplicar al resto de procesos empresariales.

Capítulo 2:

En este capítulo abordará el tema de las normas más influyentes para este proyecto como lo son ISO 9001, ASME, ASTM y las dictadas por CFE dando su definición y algunos puntos importantes que se deben conocer para considerar una certificación y contar un Sistema de Gestión de Calidad, este tema es uno de los principales ya que es una pieza clave para la empresa debido a que tienen como objetivo a mediano y/o largo plazo la certificación.

ISO

De acuerdo con Online Browsing Platform (OBP) (2015)

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica. (Pág. 1).

ISO 9001

De acuerdo con ISOTools (S.f.). Es una norma ISO internacional elaborada por la Organización Internacional de la Estandarización (ISO) y su aplicación es en los Sistemas de Gestión de Calidad de organizaciones (públicas y privadas), independientemente de su tamaño o actividad empresarial.

La norma ISO 9001 es reconocida a nivel internacional para los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) debido a que es la más utilizada en todo el mundo. Esta proporciona un marco de trabajo y principios para mantener un enfoque lógico a la gestión de la empresa para que esta satisfaga las necesidades del cliente y las partes interesadas, proporcionando las bases para desarrollar procesos y personal. (NQA, 2023).

“El sistema de gestión de calidad se basa en la norma ISO 9001, las empresas se interesan por obtener esta certificación para garantizar a sus clientes la mejora de sus productos o servicios y estos a su vez prefieren empresas comprometidas con la calidad. Por lo tanto, las normas como la ISO 9001 se convierten en una ventaja competitiva para las organizaciones” (ISOTools, s.f.). Demostrando que la ISO 9001:2015 puede ser aplicada a cualquier organización, permitiendo que cualquier empresa cumpla con los requisitos adoptando diferentes metodologías, prácticas y herramientas.

Certificar una empresa en ISO 9001

El certificado de la ISO 9001 es de gran importancia debido a que esta norma es la más importante con respecto a la calidad a nivel mundial (Grupo ESG, 2021). La norma ISO 9001 es aplicable a todos los tipos de empresas, organizaciones y sectores independiente del tamaño de estas porque tiene un enfoque a los procesos.

De acuerdo con Grupo ESG (2021) En dicha norma se enumeran los requisitos necesarios para la implementación y control de un sistema de gestión de calidad, aunque no especifique cómo se debe de implementar en cada tipo de empresa, sector y organización. Esto certifica que la dependencia tiene un control sobre los patrones a seguir para que todo se haga con un enfoque a la calidad y con objetivo principal de conseguir la mejora de la calidad de todos los productos y servicios.

Pasos a seguir para la certificación ISO 9001

Para llevar a cabo una certificación en ISO 9001 y obtener dicha certificación, deben de realizarse una serie de pasos y son los siguientes 8 pasos:

1. Diagnóstico Inicial
2. Elaboración de la documentación
3. Puesta en marcha del sistema
4. Auditoría interna
5. Planificación
6. Auditoría de certificación
7. Informe de medidas correctoras

8. Acciones correctivas

Diagnóstico inicial

De acuerdo con Grupo ESG (2021). Se comenzará realizando un diagnóstico de la situación de la empresa para saber acerca de su funcionamiento. El diagnóstico también tendrá en cuenta la forma de trabajo de la organización para determinar si cumple con los requisitos para la ISO 9001.

Elaboración de la documentación

Para el segundo paso, comenzará la definición de los puntos con los que debe contar el sistema de gestión de calidad, por lo que inicia la elaboración de la documentación que el sistema de gestión de calidad contará, tomando como base la información del paso anterior. (Grupo ESG,2021).

Puesta en marcha del sistema

De acuerdo con Grupo ESG (2021). Una vez diseñadas y establecidas las pautas del sistema de gestión de calidad de la empresa u organización, se pondrán en marcha los procedimientos y registros definidos.

Debe mencionarse que se tendrá que llevar a cabo un seguimiento para comprobar y validar que el sistema funciona correctamente según lo previsto.

Auditoría interna

De acuerdo con Grupo ESG (2021).

“Habrá de llevarse a cabo una auditoría interna para localizar el potencial de mejora en el sistema de gestión de la empresa u organización, así como cualquier posible error. Este es uno de los pasos más importantes antes de la auditoría de certificación. El auditor interno debe estar formado en calidad y puede pertenecer a la propia empresa o ser subcontratado.”

Planificación

Si el paso anterior se logra realizar con éxito, se deberá asignar la fecha para una auditoría de certificación con un organismo de certificación como también al auditor competente en función al sector. De acuerdo con Grupo ESG (2021). “Habrá que elegir a la empresa certificadora que realizará la auditoría comprobando que se cumplen con los requisitos de la norma ISO 9001.”

Auditoría de certificación

Para realizar la auditoría de certificación, es necesario iniciar con la evaluación de documentos. En primera instancia, se inicia la revisión del sistema de gestión, así como de los objetivos y los resultados derivados de las auditorías internas y de la revisión realizada por la dirección.

Informe de medidas correctoras

De acuerdo con ESG Group (2021) “Cuando finaliza la fase de la auditoría de certificación, se tendrá como resultado un informe. En él se detallarán los hallazgos y el potencial de mejora de la organización, así como un listado con las medidas preventivas y de corrección.”

Acciones correctivas

ESG Group (2021) señala que “Las no conformidades detectadas pueden tener una resolución inmediata o bien requerir una planificación más profunda para su resolución. La organización debe establecer y mantener al día procedimientos que definan la responsabilidad y autoría para el control e investigación de las desviaciones o no conformidades del sistema de gestión.”

Obtención del certificado

“Una vez solventadas todas las no conformidades planteadas tras la auditoría, se emitirá el certificado ISO 9001 si el sistema de gestión de la calidad implementado en la empresa cumple con los requisitos establecidos en la norma. Este cuenta con una validez de tres años, siendo necesarias auditorías anuales. Habrá que realizar una auditoría de seguimiento cada doce meses para asegurar que el sistema de gestión de calidad cumple con los requisitos necesarios. Después de este tiempo, será necesaria la emisión de un nuevo certificado ISO 9001.” (ESG Group , 2021).

ASME

De acuerdo con Mecánicos, (2020) “Las normas no tienen fuerza de ley, se consideran voluntarias y sirven como guía. ASME publica normas y certifica a los usuarios de las normas para asegurar que son capaces de fabricar productos que cumplan con dichas normas.” También proporciona sellos certificados que los fabricantes proporcionan a sus productos para indicar que su producto fue fabricado de acuerdo a una norma particular. ASME no puede, sin embargo, forzar a ningún fabricante, inspector o instalador a usar alguna de sus normas, su uso es voluntario.

ASME B30.9

La norma ASME B30 contiene disposiciones que se aplican a la construcción, instalación, operación, inspección, pruebas, mantenimiento y uso de grúas y otros equipos relacionados con la elevación y el movimiento de materiales. En el capítulo 22 especifica “La inspección, Prueba y Mantenimiento”, indicando los tipos de inspección y las pruebas que se deben realizar en las grúas, aunado a esto, menciona que se debe tener un registro.

Clasificación de inspección

Inspección inicial:

De acuerdo con ASME B30.22 (2016). Antes del uso inicial, toda grúa nueva, alterada o modificada deberá ser inspeccionada por una persona designada para verificar el cumplimiento de las disposiciones aplicables.

Inspección regular:

El procedimiento de inspección regular para las grúas hidráulicas se divide en dos clasificaciones generales basadas en los intervalos en los que se debería realizar la inspección. De acuerdo con ASME B30.22 (2016). “Los intervalos, a su vez, dependen de la naturaleza de los componentes críticos de la grúa y el grado de exposición al desgaste, deterioro o mal funcionamiento. Las dos clasificaciones generales se designan como "frecuentes" y "periódicas" con los respectivos intervalos entre inspecciones.” (Pág. 19)

- 1) Inspección frecuente — diaria a intervalos mensuales.
- 2) Inspección periódica — intervalos de uno a doce meses o como sea recomendado específicamente por el fabricante.

Tipos de inspección

Inspección frecuente:

Para este tipo de inspección se deberá realizar diariamente a intervalos mensuales para la observación durante la operación, por desgaste o daños que pudieran aparecer entre las Inspecciones regulares.

De acuerdo con ASME B30.22 (2016). Los componentes a inspeccionar son los mecanismos de control por desajustes, por desgaste excesivo en componentes, dispositivos de seguridad por mal funcionamiento, todas las mangueras hidráulicas, los ganchos y cerrojos por deformación y daños químico, los aparatos electrónicos por mal funcionamiento, signos de deterioro o acumulación de humedad, neumático y pasadores de conexión. (Pág. 19).

Inspección Periódica:

Esta inspección tendrá intervalos de uno a doce meses dependiendo de su actividad, severidad de servicio y el medio ambiente. De acuerdo con ASME B30.22 (2016). Los componentes a inspeccionar son los elementos deformes y agrietado, pernos sueltos, poleas y tambores, desgaste excesivo de las piezas del sistema de embrague y frenos y zapatas, neumáticos excesivamente gastados o dañados, mangueras hidráulicas y neumáticas, conexiones y tubos, por desgaste excesivo o daños, inspección de bombas y motor hidráulicos.

ASTM

De acuerdo con LÓPEZ, (2021)

“La ASTM, es la Sociedad Estadounidense para pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés American Society for Testing and Materials, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios por consensos, aplicables a materiales, productos, sistemas y servicios. Al día de hoy hay alrededor de 12,500 estándares globales de ASTM. El proceso de creación de dichas normas es abierto y transparente; permitiendo que tanto personas particulares como gobiernos puedan participar del mismo modo y tomar así una decisión global consensuada.”

Algunas de las normas más importantes son las siguientes:

- “ASTM A36: Hace referencia al acero A36, uno de los aceros generales o estructurales de carbono más utilizados. Se suele usar con fines de fabricación, por ejemplo, como componentes de acero para la construcción.” LÓPEZ, (2021)
- “ASTM A312: Es la especificación para tubos de acero inoxidable austenítico sin costura, soldados y muy trabajados en frío. Se trata del acero inoxidable más común del mercado, ampliamente utilizado para diversos fines.” LÓPEZ, (2021)
- “ASTM A105: Hace referencia al acero estructural y al carbono ordinario. Al ser el que requiere menos características mecánicas, es el que más se utiliza en la fabricación de bridas forjadas.” LÓPEZ, (2021)
- “ASTM D6319: Esta norma describe algunos requisitos necesarios para la fabricación de los guantes de caucho de nitrilo, utilizados en la realización de reconocimientos médicos y procedimientos de diagnóstico y tratamiento.” LÓPEZ, (2021)
- “ASTM D638: Es muy similar a ISO 527-2. Ambas definen métodos para el ensayo de tensión para materiales plásticos, permitiendo tanto a los ingenieros de diseño de productos como los responsables de calidad, predecir con más exactitud el rendimiento de sus productos en las aplicaciones finales.” LÓPEZ, (2021)
- “ASTM E165: Método de prueba estándar para la exanimación con líquidos penetrantes. Preparación y limpieza: Limpiar cuidadosamente la superficie a inspeccionar de pintura, aceite, grasa y otros contaminantes.” LÓPEZ, (2021)

ASTM E165: Líquidos penetrantes

De acuerdo con ASTM, (2022)

“Esta práctica cubre los procedimientos para el examen de líquidos penetrantes de materiales. La prueba de líquidos penetrantes es un método de prueba no destructiva para detectar discontinuidades que están abiertas a la superficie, tales como grietas, costuras, solapes, pliegues fríos, contracciones, laminaciones, fugas a través, o falta de fusión y es aplicable en examinación de materiales no porosos, metálicos, ferrosos y no ferrosos, y de materiales no metálicos como cerámicas esmaltadas, plásticos o vidrios.”

Resumen de la práctica de líquidos penetrantes

“El penetrante líquido se aplica uniformemente sobre la superficie siendo examinada y se le permite entrar en discontinuidades abiertas. Después de un tiempo de permanencia adecuado, el exceso de penetrante es removido/eliminado, posteriormente se coloca revelador para extraer el penetrante atrapado en la discontinuidad y colorear el revelador. Luego la superficie de la prueba es examinada para la presencia o ausencia de indicaciones.” ASTM, (pág. 4).

“Sus parámetros de procesamiento, tales como limpieza previa, de la superficie, tiempo de permanencia del penetrante y métodos de eliminación del exceso de penetrante, dependen de los materiales específicos utilizados, la naturaleza del parte bajo del examen (es decir, tamaño, forma, condición del material, aleación) y tipo de discontinuidades esperadas.” ASTM, (pág. 4)

2.1.1 Significado y uso.

“Los métodos de prueba de líquidos penetrantes indican la presencia, ubicación y, hasta cierto punto, la naturaleza y magnitud de las discontinuidades detectadas. Cada uno de los diversos métodos de líquidos penetrantes han sido diseñados para usos específicos tales como artículos de servicios críticos, volumen de piezas, portabilidad o áreas localizadas de la examinación. El método seleccionado dependerá en consecuencia de los requisitos de diseño y servicio de las piezas o materiales que están siendo sometidos a la prueba.” ASTM, (pág. 4)

2.1.2 Clasificación de los materiales y métodos de prueba.

Los métodos y materiales de la prueba por líquidos penetrantes se clasifican de acuerdo con AMS 2644.

- **La prueba de penetración fluorescente (Tipo I):** “La prueba de líquido penetrante fluorescente utiliza penetrantes que emiten una fluorescencia brillante cuando se excitan con la radiación UV-A. La sensibilidad de los líquidos penetrantes fluorescentes depende de su capacidad de ser retenido en los diversos tamaños de discontinuidades durante el procesamiento, para luego sangrar sobre el recubrimiento del revelador y producir las indicaciones que emitirán la fluorescencia. Las indicaciones fluorescentes son muchas veces más brillantes que las de su entorno cuando se observan con la iluminación UV-A adecuada.” ASTM, (pág. 4)

- **Prueba de líquido penetrante visible (tipo II):** “La prueba de líquido penetrante visible utiliza un penetrante que se puede ver en la luz visible. El penetrante por lo general es rojo, a fin que las indicaciones resultantes produzcan un contraste definitivo con el fondo blanco del revelador. Las indicaciones del penetrante visible deben ser vistas bajo luz visible.” ASTM, (pág. 4)

De acuerdo con ASTM, (pág. 4) “Los materiales de prueba de líquidos penetrantes consisten en penetrantes fluorescentes o visibles, emulsificadores (a base de aceite y a base de agua), removedores (agua y solvente), y reveladores (Polvo seco, acuoso y no acuoso). Una familia de líquidos penetrantes. Los materiales de prueba consisten en el líquido penetrante aplicable y el Emulsificador, según lo recomendado por el fabricante.”

“Cualquier líquido penetrante, removedor y revelador enumerados en QPL-AMS-2644 puede ser utilizado, independientemente del fabricante. Los Penetrantes y los emulsificadores deberán ser de la misma familia; el uso de un penetrante y emulsificadores de diferentes fabricantes o grupos familiares está prohibido.” ASTM, (pág. 4)

Figura 15

Clasificación de los Tipos y Métodos de Pruebas por Líquidos Penetrantes.

Prueba de Líquido Penetrante Fluorescente – Tipo I	
Método A	Lavable con Agua (Ver Practica E1209)
Método B	Post Emulsificables – Lipofílico (Ver Practica E1208)
Método C	Removable con Solvente – (Ver Practica E1219)
Método D	Post Emulsificables, Hidrofílico – (Ver Practica E1210)
Prueba de Líquido Penetrante Visible – Tipo II	
Método A	Lavable con Agua (Ver Practica E1418)
Método C	Removable con Solvente (Ver Practica E1220)

Nota. Los métodos y materiales de la prueba por líquidos penetrantes se clasifican de acuerdo con AMS 2644, ASTM, 2018(ASM E165 2018 Practica estándar para la prueba por líquidos penetrantes)

Normas de CFE

La empresa Comisión Federal de Electricidad cuenta con ciertas normas que especifican la aplicación de ciertas sustancias, materiales y las características técnicas y métodos de prueba. Y el responsable de garantizar la calidad de los insumos y productos que adquiere CFE es LAPEM.

LAPEM

(CFE) “El Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (LAPEM) adscrito a la Dirección Corporativa de Negocios Comerciales, es un área fundamental de apoyo en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), los servicios esenciales y de ingeniería especializada que realizamos, aseguran la correcta operación, así como el control de calidad de los materiales y equipos adquiridos por la CFE.”

“A través de los servicios de ingeniería, pruebas, análisis, diagnósticos y estudios de comportamiento de equipos y materiales, contribuimos a la Eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, Seguridad y Sustentabilidad de la CFE y del Sistema Eléctrico Nacional.” (CFE)

“Por la especialización de nuestro personal y la capacidad de nuestra infraestructura, constituimos un área estratégica para la Comisión Federal de Electricidad. “(CFE)

Objetivo

De acuerdo con (CFE). “El Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (LAPEM) aporta Eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, Seguridad y Sustentabilidad al Sistema Eléctrico Nacional y a los servicios de generación, distribución y transmisión que proporciona la CFE, ofreciendo en forma proactiva soluciones técnicas, tecnológicas y de gestión de calidad, apoyadas en innovación y competencias especializadas.”

CFE P0000-32

“Esta norma tiene como objetivo establecer las características técnicas y métodos de prueba del brazo hidráulico articulado con una canastilla. En el apartado de Control de Calidad especifica las pruebas de prototipos, dichas pruebas son establecidas por la CFE y son las siguientes:”

ESPECIFICACIÓN CFE P0000-32, (2014)

- Verificación dimensional
- Verificación visual
- Factor de seguridad al estallamiento
- Verificación de los dispositivos y/o sistemas de seguridad
- Atestiguamiento de pruebas de operación, con carga
- Verificación de materiales y accesorios (con certificados de materiales)
- Verificación de procedimientos de soldadura, calificación de soldadores, procedimientos de ensayos no destructivos, calificación de personal de ensayos no destructivos, de materiales y accesorios.
- Verificación de las leyendas de:
 - identificación,
 - operación,
 - instrucción.
- Inspección y verificación de procedimiento y aplicación de recubrimientos anticorrosivos, especificaciones CFE D8500-01, CFE D8500-02 y CFE L0000-15.
- Emisión acústica,
- Verificación de la capacidad dieléctrica de los brazos, liner, así como del conjunto del vehículo con brazo hidráulico articulado.
- Verificación de la rigidez dieléctrica del aceite.
- Características de chasis cabina empleado (documental).

Posteriormente son las pruebas de aceptación que especifica la CFE, las cuales son las siguientes:

- Verificación visual.
- Verificación dimensional.
- Estabilidad de acuerdo a la referencia [1] del capítulo 12 de esta especificación.
- Verificación de materiales y accesorios (con certificados de calidad).
- Atestiguamiento de pruebas de operación.
- Atestiguamiento de pruebas de operación con carga.
- Verificación de los dispositivos y/o sistemas de seguridad.
- Inspección y verificación de procedimiento y aplicación de recubrimientos anticorrosivos, especificaciones CFE D8500-01, CFE D8500-02 y CFE L0000-15.

- Verificación de la capacidad dieléctrica de los brazos, liner, así como del conjunto del vehículo con brazo hidráulico articulado.
- Verificación de la rigidez dieléctrica del aceite del sistema hidráulico.
- Verificación de las leyendas de:
 - identificación,
 - operación,
 - instrucción.
- Verificación de procedimientos de soldadura, calificación de soldadores.
- Informe de ensayos no destructivos en soldaduras.

Desarrollo (Procedimiento y descripción de las actividades realizadas)

Para detectar la cantidad de rechazos en la empresa se establecieron actividades para analizar estadísticamente. Para llevar a cabo la recolección de datos para el análisis estadístico en el proceso de fabricación de grúas hidráulicas se comenzó a usar las herramientas de la calidad

Para recolectar los datos necesarios primero se deberá determinar los puntos de control que se deberán analizar, para ello se comienza a realizar diagramas de flujo de cada uno de los componentes que constituyen a la grúa hidráulica que se fabrican en la planta Clavel porque permite establecer puntos de control en cada uno de los procesos y determinar dónde realizar las inspecciones y el tipo de inspecciones.

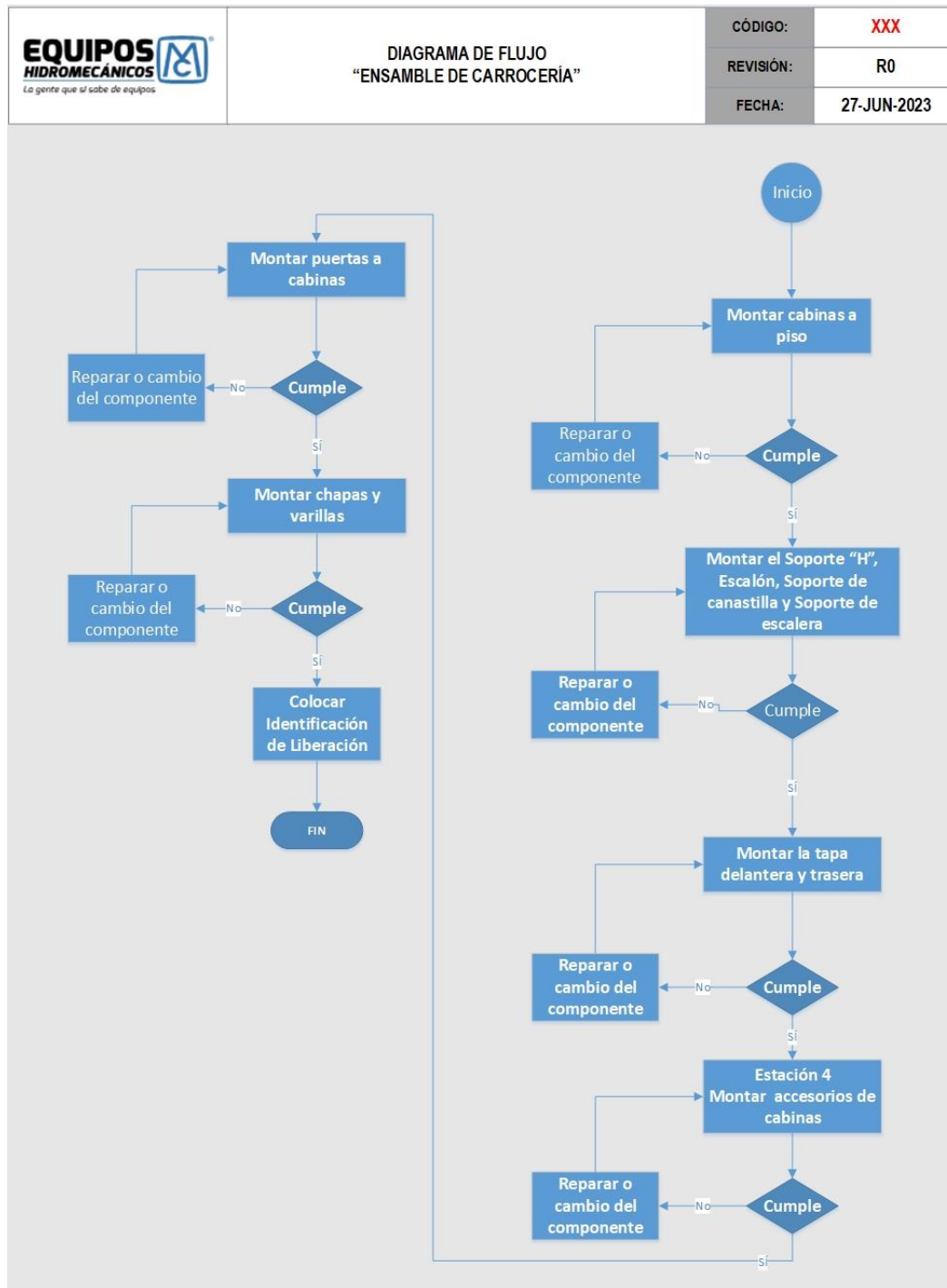
Se realizaron diagramas de flujo a los principales componentes como lo son la carrocería, brazo superior, pedestal, subestructura pedestal y tornamesa, por mencionar algunos.

El diagrama de flujo permite comprender el flujo del proceso de cada componente, lo que permite establecer los puntos críticos para inspeccionar y recopilar los datos.

A continuación, los diagramas de flujos de los componentes antes mencionados:

Figura 16

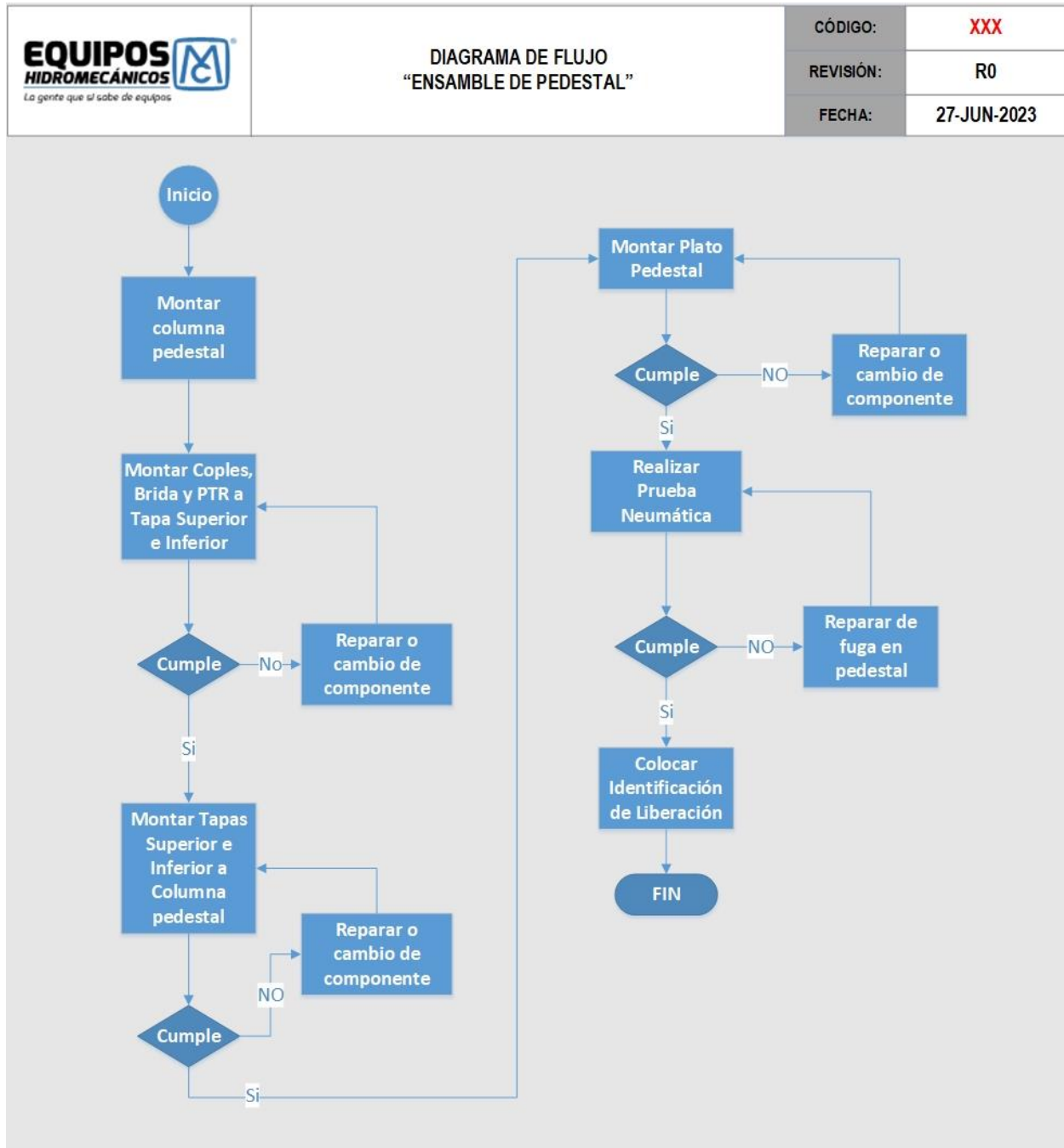
Diagrama de flujo para ensamble de carrocería .



Nota. Se muestra el diagrama de flujo para el ensamble de uno de los componentes (Carrocería) así como sus partes críticas a verificar.

Figura 17

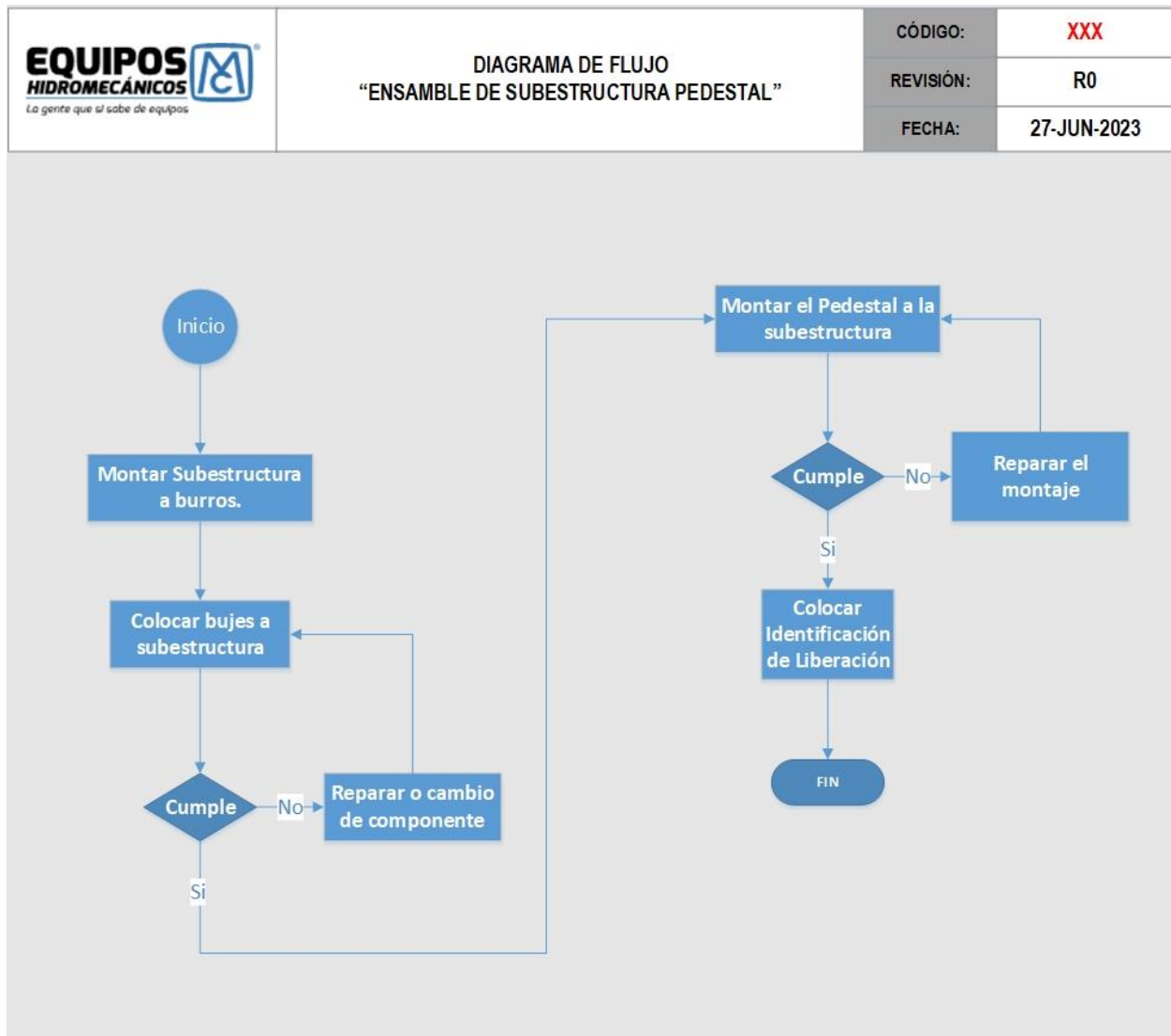
Diagrama de flujo para ensamble de pedestal.



Nota. Se muestra los diferentes componentes del pedestal a si como una prueba que se realiza para verificar si es aceptable o no.

Figura 18

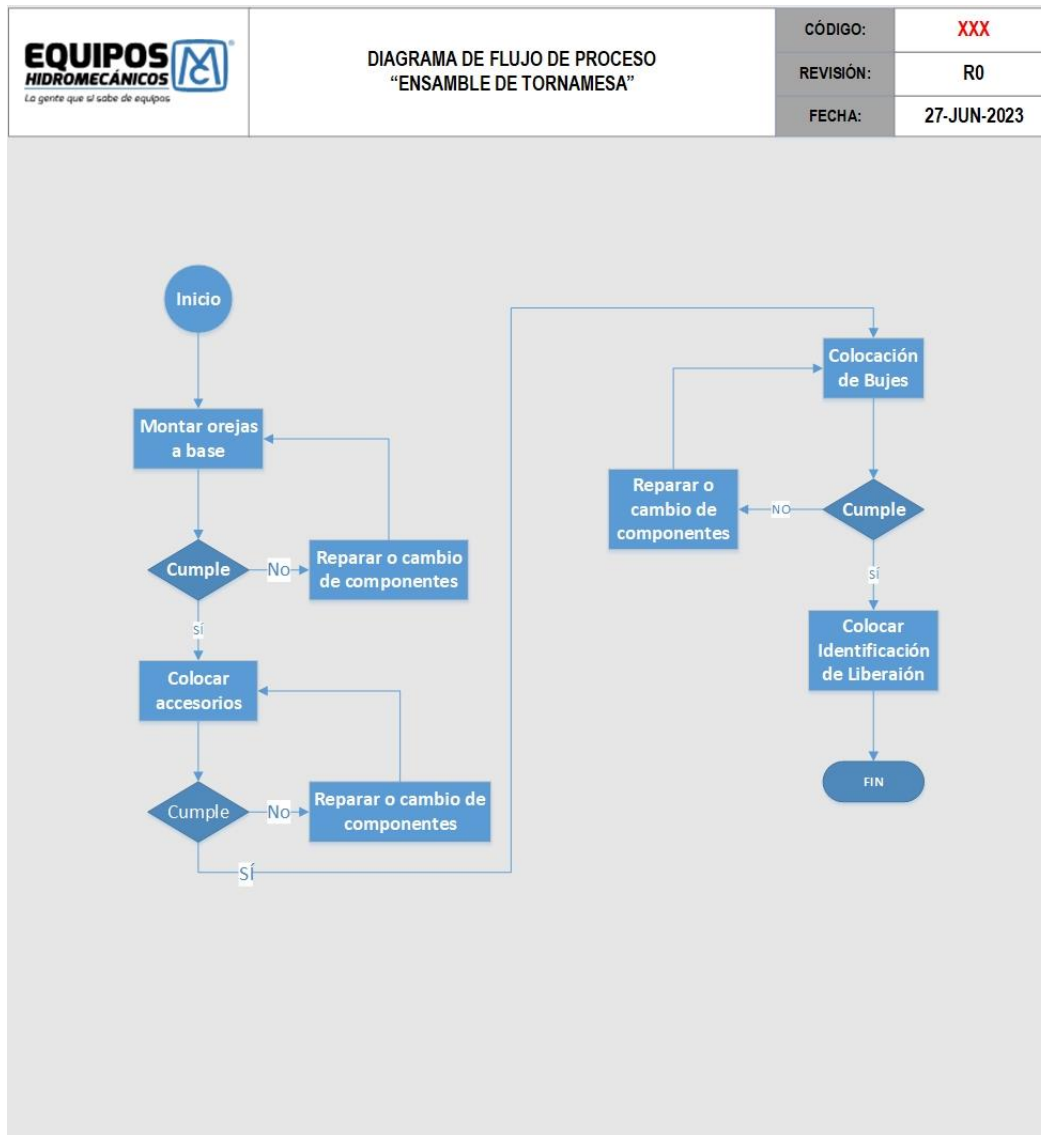
Diagrama de flujo para ensamble de subestructura a pedestal.



Nota. Se muestra el diagrama de flujo ya que el pedestal fue liberado y poder montarlo a la subestructura así como las partes críticas a verificar

Figura 19

Diagrama de flujo para ensamble de tornamesa.



Nota. Se muestra sus diferentes componentes para su ensamble, así como puntos críticos a inspeccionar.

En base a los diagramas de flujo que se elaboraron, se comenzó la elaboración de los formatos que permitan registrar las incidencias y los datos necesarios que se presenten en la planta, utilizando una las planillas de inspección para la elaboración de registros, los cuales se dividieron en 2 que son:

- Listas de rechazo.
- Reporte dimensional

Estos formatos tienen como objetivo registrar los datos correspondientes para posteriormente realizar el estadístico de los componentes que se fabrican en la planta Clavel y también ver en qué estado se encontraban los procesos en planta, debido a la cantidad de rechazos que se llegaban a presentar. Para ello, se coloca la fecha de la incidencia, el número de plano que indica el componente, la descripción del componente, la cantidad, el motivo del rechazo, el inspector que reviso la pieza, el operador que presento este rechazo y las acciones correctivas que se tomaron.

Lista de rechazos.

De igual manera, se comenzó a realizar de igual manera check list para ciertos ensambles, debido a que estos cuentan con múltiples componentes, como consecuencia, el ensamble contaba con múltiples rechazos debido a la falta de dichos componentes y este check list permitió realizar una inspección más eficiente. Aunado a esto, esta planilla de inspección permite identificar cual es la zona o área donde se presenta una mayor variación de incidencias, favoreciendo en la recolección de datos para el análisis estadístico.

Figura 20

Listado de rechazos internos.

LISTA DE RECHAZO INTERNO										Código:	FOR-CAL-34
										Fecha:	27-jun-23
										Revisión:	R: 0
No.	FECHA DE RECHAZO	Nº. PARTE	DESCRIPCIÓN DEL PLANO	CANTIDAD	PROCESO	DESCRIPCIÓN DE RECHAZO	INSPECTOR	OPERADOR	CORRECCIÓN	OBSERVACIONES	
1	25/10/2023	MC21 200637	PEDESTAL CON PERFIL C	4	PRUEBA NEUMÁTICA	SE RECHAZA POR DEFORMACIÓN EN PLATO BASE	ROQUE	OSCAR	SE REPARARON EN ESE MOMENTO	SE NOTIFICÓ ALOPERADOR	
2	25/10/2023	MC21 200358	BRAZO INFERIOR WELDING	9	LIMPIEZA	DEFECTOS DE LIMPIEZA Y MALA APLICACIÓN DE SOLDADURA EN BUEYES	ROQUE Y DAVID	EXTERNOS	-	SE NOTIFICÓ AL GRUPO	
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
La información contenida en este documento es netamente propiedad de Equipos Hidromecánicos MC®. Queda estrictamente prohibida su reproducción, envío o modificación sin previa autorización. Cada copia impresa se considera COPIA NO CONTROLADA y es responsabilidad del usuario cerciorarse que utiliza la versión vigente.											

Nota. Este listado ayudó para verificar los múltiples rechazos internos y así poder identificar qué piezas son las que cuentan con el mayor número de rechazos y quien las ensambla y así poder atacar la causa raíz.

Check List de carrocería.

Las inspecciones que se realizan en la planta Clavel se determinaron como frecuente y periódica debido a los componentes que se van a inspeccionar con el objetivo de garantizar que el producto o servicio que se esté realizando cumpla con las especificaciones dadas por el área de ingeniería, ya sea la implementación de checklist y/o reportes dimensionales, en caso de detectar alguna inconformidad ser rechazada, identificada y notificada a todos los involucrados.

La metodología cuando se presenta alguna incidencia que amerite rechazo es la siguiente:

1. Se deberá identificar la pieza o componente a inspeccionar.
2. Se solicitarán los planos actualizados correspondientes al área de ingeniería para validar la pieza contra el plano.
3. Se comenzará a tomar medidas con los instrumentos de medición correspondientes y compararlos con los planos.
4. Si la pieza o componente que se está tomando las medidas es una primera pieza, se deberá realizar un reporte dimensional, en caso de que no lo sea, solo se deberá inspeccionar y validar que cumpla con las medidas correspondientes.
5. En caso de que la pieza o componente cuente con alguna inconformidad se rechazará, se colocará una etiqueta roja, se registrará en la lista de rechazo y se le notificará a los involucrados (Ingeniería y Producción).
6. En caso de que la pieza o componente cumpla con todas las especificaciones establecidas por el plano, se le colocará una etiqueta verde y pasará al área de producto terminado.

Las inspecciones se realizan en cada estación que cuenta las líneas de producción y que sea a primera hora, garantizando que en caso de presentar rechazos sea en las primeras piezas elaboradas y no cuando tengan un número mayor de piezas elaboradas. Cuando la primera pieza que se inspecciona cumple con las especificaciones se separa del resto, se marca con algún plumón y se toma como una Se muestra maestra, de modo que se convierte en nuestra plantilla para así inspeccionar de una manera más eficiente las líneas de producción.

Los reportes dimensionales se utilizan cuando se comienza a hacer un componente o pieza nueva, de modo que desde un inicio se cuente con un registro de que efectivamente cumple con todas las especificaciones que dicta el plano. Este reporte puede ser utilizado tanto para piezas, subensambles y ensambles, permitiendo que en cada etapa del componente se garantice que cumpla con las especificaciones establecidas.

Figura 21

check list para inspección de carrocería.

CHECK LIST PARA INSPECCIÓN DE CARROCERÍA						Código:	FOR-CAL-XX
						Revisión:	R0
						Fecha:	25-jul-23
Proyecto:	ELEVADOR HIDRÁULICO	Equipo:	EH-100-10	Área:	MONTAJE DE ACCESARIOS	No. Plano:	MC21200532
Trazabilidad:		Inspector:		Fecha:			
1. Parte Delantera		Especificación	Método de Inspección	Verbo Calidad		Observaciones	
				✓	✗		
Tapate trasclón	Centrado de los módulos	Simetría de los módulos	VISUAL				
	Asestamiento contra el piso	Apeño	VISUAL				
2. Módulo derecho, lado izquierdo		Especificación	Método de Inspección	Verbo Calidad		Observaciones	
				✓	✗		
Gaveta frontal	Ornagapara plafón	Centrado en ambos ejes y labio paralelo a la puerta	VISUAL				
	Ornagapara armés	1 en parte frontal de tapay 1 en parte trasera de toldo	VISUAL				
	Chardas	Simétrica al módulo	VISUAL				
	Botagap	Del lado derecho	VISUAL				
Puerta frontal	Seguro para pasador	Con puerta abierta parte superior derecha	VISUAL				
	Seguro en pasador	Quel libre seguro en puerta	VISUAL				
	Chapa	Prueba funcional y 4 remaches	VISUAL				
Gaveta central	Ornagapara plafón	Centrado en ambos ejes y labio paralelo a la puerta	VISUAL				
	Ornagapara armés	1 en parte frontal y 1 en parte trasera de toldo, 1 en parte trasera de	VISUAL				
	Corte para plafón	Centrado y sin rebaba	VISUAL				
	Placa de seguridad	Ambos lados en parte frontal	VISUAL				
Puerta central	Botagap	Del lado derecho	VISUAL				
	Seguro para pasador	Con puerta abierta parte inferior izquierda	VISUAL				
	Seguro en pasador	Quel libre seguro en puerta	VISUAL				
Gaveta trasera	Ornagapara plafón	Centrado en ambos ejes y labio paralelo a la puerta	VISUAL				
	Ornagapara armés	1 en parte frontal y 1 en parte trasera de toldo, 1 en parte trasera de	VISUAL				
	Corte para plafón	Centrado y sin rebaba	VISUAL				
	Botagap	Del lado derecho	VISUAL				
Puerta trasera	Seguro para pasador	Con puerta abierta parte superior derecha	VISUAL				
	Seguro en pasador	Quel libre seguro en puerta	VISUAL				
	Chapa	Prueba funcional y 4 remaches	VISUAL				
Lodera	Tolva en parte interna de la pódica	Ambos lados izquierdo y derecho	VISUAL				
	Seque (triángulo)	Ambos lados izquierdo y derecho	VISUAL				
	Desarrollo correcto	Sin espacios entre toldo y desarrollo	VISUAL				

Nota. Se muestra el check list de la carrocería, así como el modo de inspección de cada uno de los componentes que la conforman para la aseguración de cada uno de ellos.

Figura 22

Reporte Dimensional.

		REPORTE DIMENSIONAL						Código		FOR-CAL-73					
								Fecha:		04/12/2023					
								Revisión:		R 0					
Proyecto:		EH-100-10				Reporte:		RIP		RIF		FAI			
Descripción:		ENSAMBLE TORNAMESA		Plano no.		MC21200343-1 REV.4		Revisión:							
La muestra inspeccionada es aceptable: SI ☐ NO ☐						Fecha:		11/12/2023		T. de Lote:					
ITEM	Loc. Plano	Tolerancia +/-		Característica	Instrumento	Resultado Pieza 1	Disp .	Resultado Pieza 2	Disp .	Resultado Pieza 3	Disp .	Resultado Pieza 4	Disp .	Resultado Pieza 5	Disp .
1	Hija 3 D7	- 0.0000	- 0.1250	8.500			0		0		0		0		0
2	Hija 3 D6	- 0.0000	- 0.1250	6.000			0		0		0		0		0
3	Hija 3 D3	- 0.0000	- 0.1875	10.000	FLEXOMETRO	9.625	0		0		0		0		0
4	Hija 3 C8	- 0.0625	- 0.0625	17.750			0		0		0		0		0
5	Hija 3 C8	- 0.0625	- 0.0625	3.250			0		0		0		0		0
6	Hija 3 C7	- 0.0625	- 0.0625	3.500	FLEXOMETRO	3.500	0		0		0		0		0
7	Hija 3 A8	- 0.0625	- 0.0625	2.250	FLEXOMETRO	2.313	0		0		0		0		0
8	Hija 3 A7	- 0.0625	- 0.0625	2.250	FLEXOMETRO	2.250	0		0		0		0		0
9	Hija 3 C5	- 0.0625	- 0.0625	40.500	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	40.750	0		0		0		0		0
10	Hija 3 B6	- 0.0625	- 0.0625	27.500	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	27.500	0		0		0		0		0
11	Hija 3 A4	- 0.0625	- 0.0625	28.000	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	28.000	0		0		0		0		0
12	Hija 3 C3	- 0.0625	- 0.0625	17.688	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	18.313	0		0		0		0		0
13	Hija 3 B1	- 0.0625	- 0.0625	25.563	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	24.875	0		0		0		0		0
14	Hija 3 B1	- 0.0625	- 0.0625	9.750	FLEXOMETRO	9.750	0		0		0		0		0
15	Hija 3 B1	- 0.0625	- 0.0625	4.750	FLEXOMETRO	4.750	0		0		0		0		0
16	Hija 3 B3	- 0.0625	- 0.0625	12.125	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	12.063	0		0		0		0		0
17	Hija 3 A3	- 0.0625	- 0.0625	11.375	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	11.375	0		0		0		0		0
18	Hija 3 A2	- 0.0625	- 0.0625		FLEXOMETRO		0		0		0		0		0
19	Hija 4 D8	- 0.0625	- 0.0625				0		0		0		0		0
20	Hija 4 D4	- 0.0625	- 0.0625	4.375	FLEXOMETRO	4.000	0		0		0		0		0
21	Hija 4 D7	- 0.0625	- 0.0625	2.000			0		0		0		0		0
22	Hija 4 D7	- 0.0625	- 0.0625	2.750			0		0		0		0		0
23	Hija 4 D6	- 0.0625	- 0.0625	0.250			0		0		0		0		0
24	Hija 4 D4	- 0.0625	- 0.0625	0.375			0		0		0		0		0
25	Hija 4 C7	- 0.0625	- 0.0625	2.000			0		0		0		0		0
26	Hija 4 C6	- 0.0625	- 0.0625	1.250			0		0		0		0		0
27	Hija 4 C6	- 0.0625	- 0.0625	3.750			0		0		0		0		0
28	Hija 4 C4	- 0.0625	- 0.0625	2.063			0		0		0		0		0
29	Hija 4 B7	- 0.0625	- 0.0625	14.938			0		0		0		0		0
30	Hija 4 B8	- 0.0625	- 0.0625	14.000			0		0		0		0		0
31	Hija 4 A4	- 0.0625	- 0.0625	17.888			0		0		0		0		0
32	Hija 4 A8	- 0.0625	- 0.0625	8.000			0		0		0		0		0
33	Hija 4 C2	- 0.0625	- 0.0625	2.938			0		0		0		0		0
34	Hija 4 C1	- 0.0625	- 0.0625	2.188			0		0		0		0		0
35	Hija 4 B3	- 0.0625	- 0.0625	2.500			0		0		0		0		0
36	Hija 4 B2	- 0.0625	- 0.0625	1.375			0		0		0		0		0
37	Hija 5 D6	- 0.0625	- 0.0625	0.250	CALIBRADOR DIGITAL	0.250	0		0		0		0		0
38	Hija 7 B6	- 0.0625	- 0.0625	1.375	PLANTILLA VALDADA	1.375	0		0		0		0		0
39	Hija 7 B3	- 0.0625	- 0.0625	3.250	FLEXOMETRO	3.250	0		0		0		0		0
40	Hija 7 B7	- 0.0625	- 0.0625	4.125	PLANTILLA VALDADA	4.063	0		0		0		0		0
41	Hija 7 B7	- 0.0625	- 0.0625	1.188	PLANTILLA VALDADA	1.188	0		0		0		0		0
42	Hija 7 B3	- 0.0625	- 0.0625	4.000	FLEXOMETRO	4.000	0		0		0		0		0
43	Hija 7 A6	- 0.0625	- 0.0625	11.625	FLEXOMETRO	11.563	0		0		0		0		0
44	Hija 7 A4	- 0.0625	- 0.0625	5.000	FLEXOMETRO Y ESCUADRA	5.063	0		0		0		0		0
45	Hija 9 B5	- 0.0625	- 0.0625	1.750	FLEXOMETRO	1.750	0		0		0		0		0
46	Hija 9 B5	- 0.0625	- 0.0625	2.500	FLEXOMETRO	2.500	0		0		0		0		0
47	Hija 9 B5	- 0.0625	- 0.0625	2.000	FLEXOMETRO	1.938	0		0		0		0		0
48	Hija 9 B6	- 0.0625	- 0.0625	0.313	CALIBRADOR DIGITAL	0.313	0		0		0		0		0
Observaciones:															
Las celdas que se encuentran en blanco es porque pertenece a las cotas que indican las dimensiones de los bujes, en el momento en que se realizó este reporte dimensional, las tornamesas no contaban con bujes soldados. Y hasta el día de hoy 20/12/2023, aun no cuentan con bujes.															

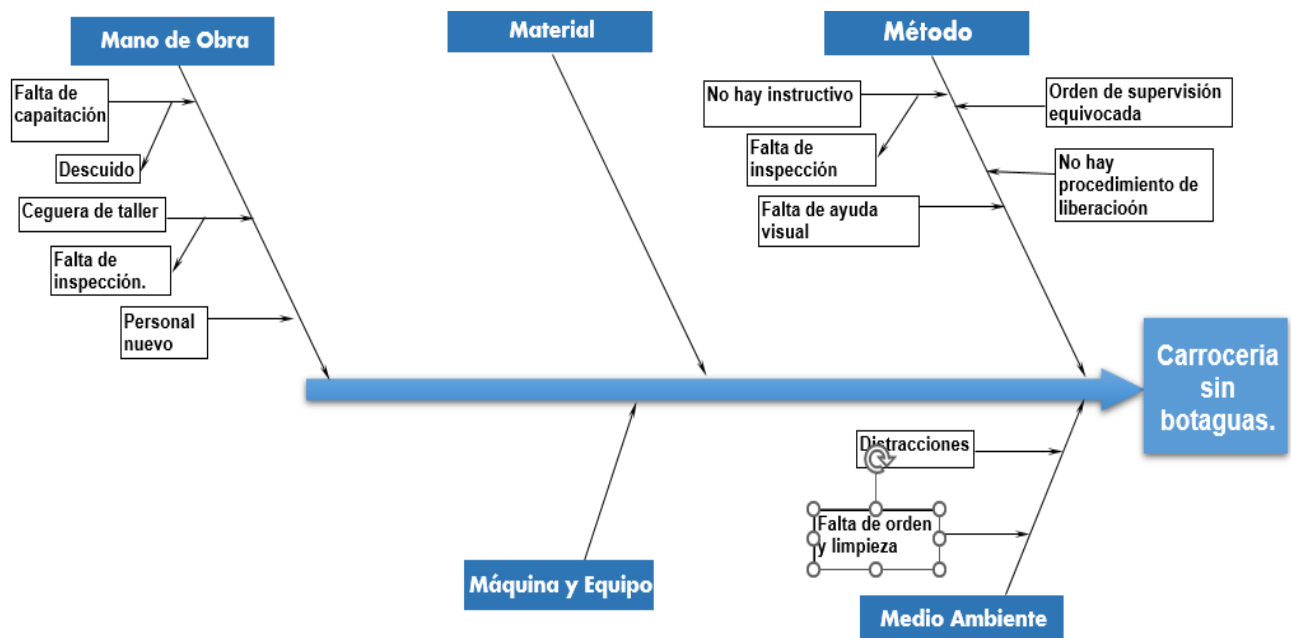
Nota. Se verifica las dimensiones del producto de acuerdo a como los planos nos lo solicite. Además del control dimensional podemos aportar otras verificaciones como por ejemplo el aspecto visual.

Cuando sucedían rechazos internos en la planta se busca dar una solución y para ello se utiliza una de las 7 herramientas de la calidad, el diagrama de Ishikawa o diagrama causa-raíz, con el propósito de identificar la raíz del problema tomando en cuenta el efecto (problema) y sus posibles causas.

La incidencia que se presentó en esta situación es que se detectaron 5 carrocerías sin botaguas ya en la planta Torres, la cual se encarga de realizar los servicios y ensambles. Para el ensamble de carrocerías tiene como función el montaje de los demás componentes en la carrocería y su correspondiente pintura para posteriormente ser inspeccionada mediante las pruebas pertinentes para su liberación para el cliente, lo que este defecto que se presentó significa un rechazo grave por parte del cliente debido a que el botagua ya no puede ser soldado después de que la carrocería sea pintada, por consecuencia, habrá retrabajos. Por lo que, la utilización del diagrama de Ishikawa nos permitió detectar y/o determinar las posibles causas del rechazo.

Figura 23

Diagrama de Ishikawa para Carrocerías sin Botaguas.



Nota. Se realizó un diagrama de ishikawa para poder detectar la causa raíz del por qué algunas de las carrocerías no contaban con el botagua y así poder corregir esa falla.

Cuando un rechazo se vuelve a presentar con frecuencia, es cuando se utiliza el diagrama de Ishikawa y los 5 Por qué's para identificar la raíz del problema, en el momento en que es identificado la causante de esta incidencia se le da una solución y se coloca un formato que es la ayuda visual, de modo que el operador no vuelva a cometer el mismo error.

Resultados

En los meses de julio - septiembre se comenzó a utilizar las hojas de inspección para la recolección de datos para determinar la cantidad de defectos presentados en la planta,

Figura 24

Lista de rechazo interno.

		LISTA DE RECHAZO INTERNO							Código:	FOR-CAL-34
									Fecha:	27-jun-23
									Revisión:	R 0
VO.	FECHA DE RECHAZO	Nº. PARTE	DESCRIPCIÓN DEL PLANO	CANTIDAD	PROCESO	DESCRIPCIÓN DE RECHAZO	INSPECTOR	OPERADOR	CORRECCIÓN	OBSERVACIONES
1	07/08/2023	MC21200339	PEDESTAL	5	PRUEBA NEUMÁTICA	PRESENTARON FUGAS EN EL MOMENTO DE LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA NEUMÁTICA	ROQUE	OSCAR	SE COLOCARON AL ÁREA DE RETRABAJO	
2	07/08/2023	MC21200343	TORNAMESA	9	INSPECCIÓN	SE DETECTÓ LA FALTA DE SOLDADURA EN EL CUADRO DE MANDO (BASE DE CONTROL)	ROQUE	N/A	-	-
3	07/08/2023	MC21200343	TORNAMESA	1	INSPECCIÓN	NO CONTABA CON LOS DOS BARRENOS DE 7/16"	ROQUE	N/A	-	-
4	07/08/2023	MC21200343	TORNAMESA	1	INSPECCIÓN	CONTABA CON DOS BARRENOS EN VERTICAL, LOS CUALES NO DEBE DE LLEVAR	ROQUE	N/A	-	-
5	07/08/2023	MC21200343	TORNAMESA	5	INSPECCIÓN	NO CONTABAN CON EL SAQUE DE 13/8"	ROQUE	N/A	-	-
6	08/08/2023	MC11301167	PLACA DE CONTROLES	40	SOLDADURA	NO CUMPLIAN CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PLANO	ROQUE	N/A	POR INDICACIONES DE DIRECCIÓN YA NO LLEVARÁ BARRENO	-
7	08/08/2023	MC21200567	BASE DE CONTROLES	45	SOLDADURA	NO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES DEL PLANO	ROQUE	N/A	SE REALIZARÁ DESVIACIÓN Y SE INFORMO AL OPERADOR COMO REALIZAR LA PIEZA CORRECTAMENTE	-

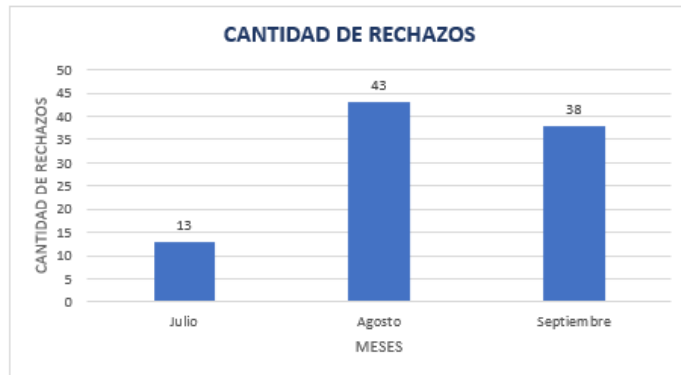
Nota. De acuerdo con el listado de rechazos interno, nos indica cuales fueron las piezas con mayor rechazo, el tipo de prueba realizadas y el responsable de realizar la inspección.

A partir del uso de la hoja de inspección (Las listas de rechazo) permite recolectar los datos necesarios para determinar la cantidad de rechazos durante esos meses. Con base a los datos obtenidos, se obtienen los siguientes datos:

Figura 25

Porcentaje de rechazos por mes.

Cantidad de rechazos al mes	
Mes	No. Rechazos
Julio	13
Agosto	43
Septiembre	38

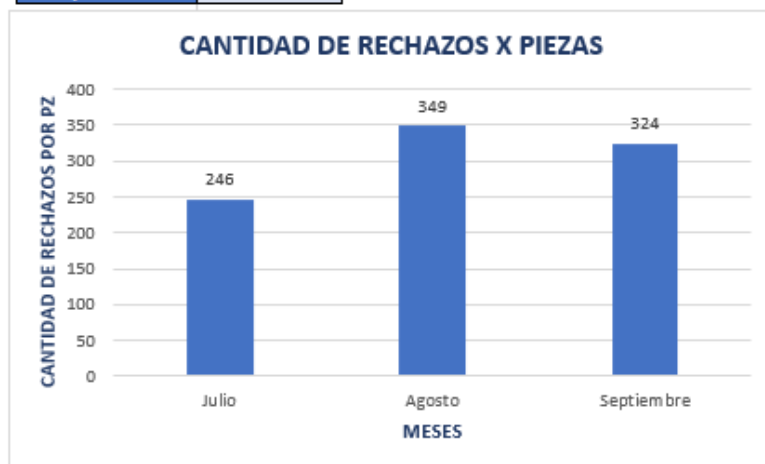


Nota. Se muestra las cantidades de piezas rechazadas durante 3 meses.

Figura 26

Cantidad de rechazos por piezas.

Cantidad/rechazos x pz al mes	
Mes	No. Rechazos
Julio	246
Agosto	349
Septiembre	324

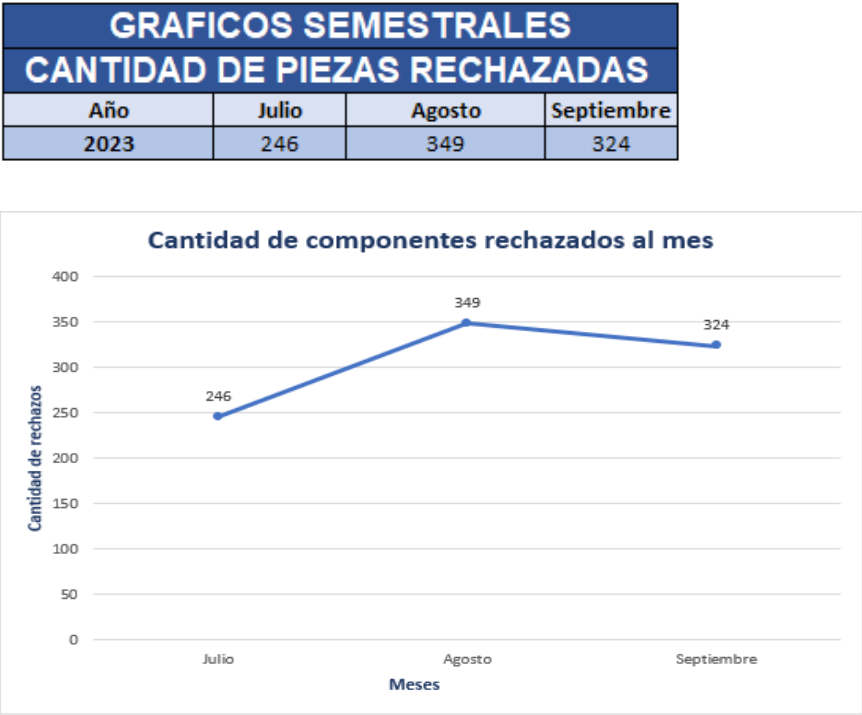


Nota. Se muestra las cantidades de piezas rechazadas durante 3 meses.

Para ilustrar de una mejor manera la cantidad de rechazos que se tuvieron en los 3 meses en base a los componentes, se realizó este gráfico de líneas. De modo que, permite identificar cuál fue el mes donde se tuvieron más rechazos.

Figura 27

Cantidad de componentes rechazados por mes



Nota. Se muestra mediante grafica de líneas la cantidad de rechazos que hubo en 3 meses.

Durante los 3 meses se pudo identificar que el mes de agosto y septiembre fueron los que presentaron una mayor cantidad de rechazos y una mayor cantidad de piezas rechazadas. Por lo tanto, se identificará cuáles componentes son los que presentaron mayor índice de rechazo.

Figura 28

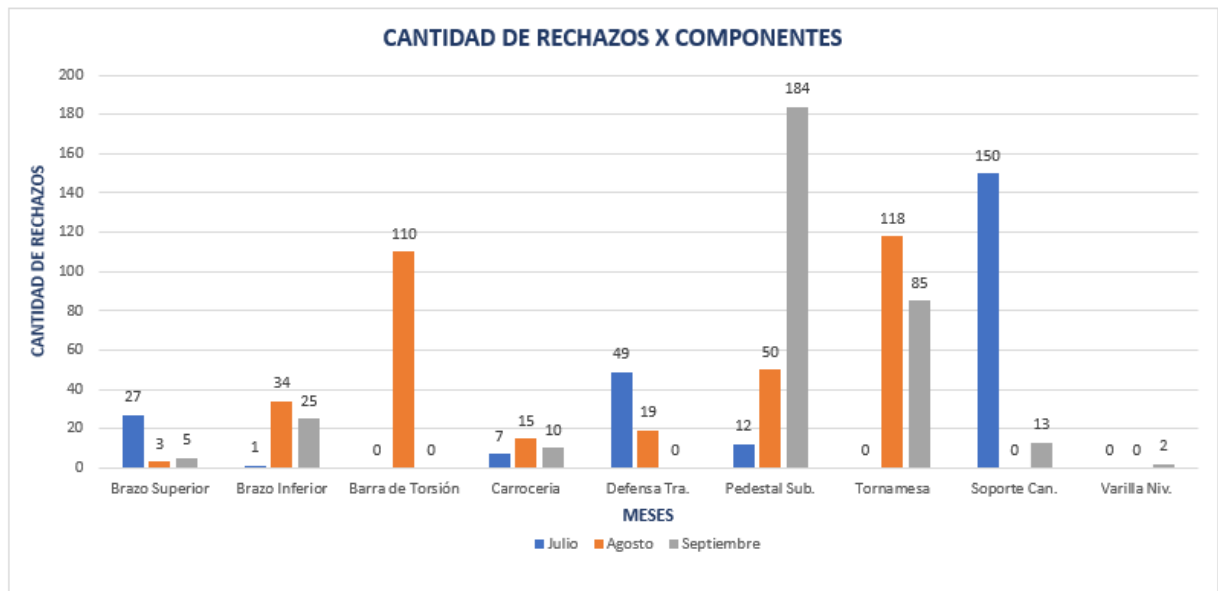
Componentes rechazados por 3 meses.

Cantidad de componentes rechazados al mes.									
Mes	Brazo Superior	Brazo Inferior	Barra de Torsión	Carrocería	Defensa Tra.	Pedestal Sub.	Tornamesa	Soporte Can.	Varilla Niv.
Julio	27	1	0	7	49	12	0	150	0
Agosto	3	34	110	15	19	50	118	0	0
Septiembre	5	25	0	10	0	184	85	13	2

Nota. Se muestra los componentes principales fabricados en la planta y su cantidad de rechazos.

Figura 29

Cantidad de rechazos por componentes.



Nota. Se muestra la cantidad de rechazos por componentes durante 3 meses.

Los componentes que presentaron un mayor índice de rechazos fueron los pedestales subestructura, tornamesa, barra de torsión y soporte de canastilla. Con base a los datos de estas tablas se recomienda usar una de las 7 herramientas de la calidad, el diagrama de Pareto.

Figura 30

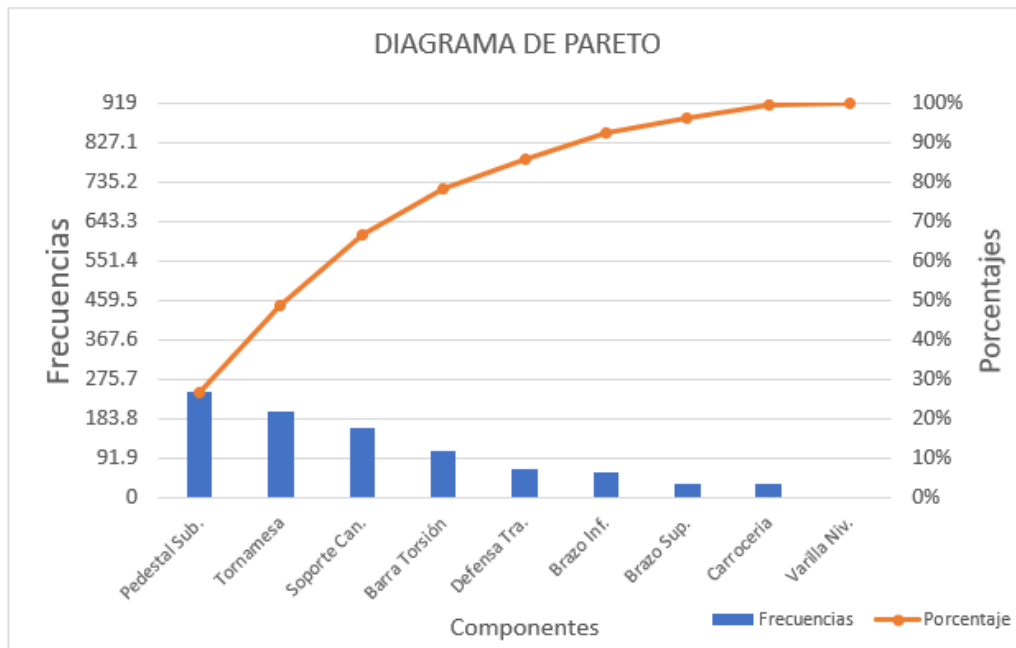
Tabla de Diagrama de Pareto.

Diagrama de Pareto				
ENSAMBLES DEFECTUOSOS				
NOMBRE	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
Pedestal Sub.	246	27%	246	27%
Tornamesa	203	22%	449	49%
Soporte Can.	163	18%	612	67%
Barra Torsión	110	12%	722	79%
Defensa Tra.	68	7%	790	86%
Brazo Inf.	60	7%	850	92%
Brazo Sup.	35	4%	885	96%
Carrocería	32	3%	917	100%
Varilla Niv.	2	0%	919	100%
Total	919	100%		

Nota. Se ilustra la frecuencia de rechazos por componentes.

Figura 31

Diagrama de Pareto.



Nota. Se muestra los componentes tienen el mayor porcentaje de defectos.

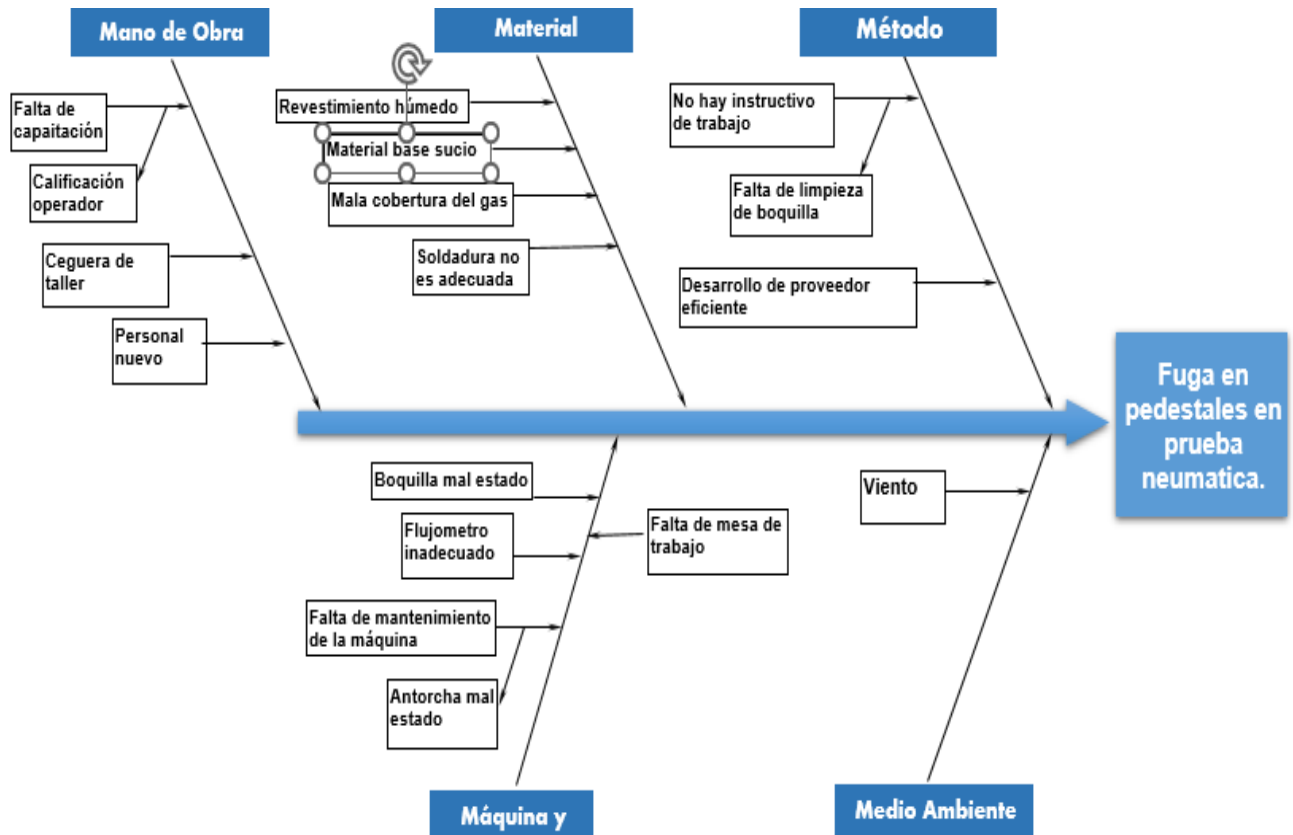
De acuerdo con el diagrama de Pareto, se ha presentado un 79% de la frecuencia de los productos defectuosos a partir del Pedestal Subestructura hasta Barra de torsión, lo que quiere decir que el 80% de los defectos se han presentado en los primeros 4 componentes, por lo que se debe de tener mayor prioridad en dichos componentes.

A continuación, se aconseja usar otra de las herramientas de calidad para identificar las causas de los defectos presentados, el diagrama de Ishikawa permitirá obtener las posibles razones del porqué se presentó dicho defecto. En este caso, se le dará prioridad el encontrar las causas al Pedestal subestructura.

En este caso, la incidencia presentada fueron las fugas en las pruebas neumáticas de los pedestales, lo que, según los datos obtenidos con los formatos de registros, se pudo determinar que esta incidencia presentaba muchos rechazos, por lo que se buscarían las causas de dicho defecto para determinar una solución.

Figura 32

Diagrama de Ishikawa de pruebas neumáticas.



Nota. Se muestra las posibles causas de defectos.

A partir de esta herramienta de la calidad se comenzó a determinar ciertas actividades para asegurar el control de calidad en los componentes que presentan una cantidad de defectos. Algunas acciones correctivas que se aconsejó realizar fueron las ayudas visuales para el área operativa, el uso de los Poka-Yokes (Pasa/No pasa), determinar el tipo de inspección para dichos componentes como también realizar pruebas no destructivas a los cordones de soldadura como lo es la prueba de líquido penetrantes tipo II ya que estos últimos indican la presencia, ubicación y, hasta cierto punto, la naturaleza y magnitud de las discontinuidades detectadas.

Figura 33

Prueba no destructiva líquidos penetrantes.



Nota. *Se evidencia como se realiza la prueba/ensayo no destructivo “líquidos penetrantes”.*

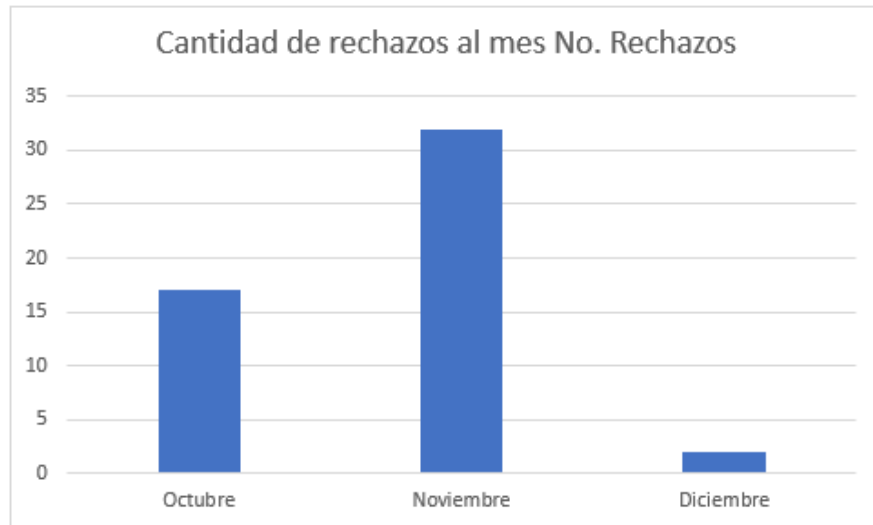
Después de que se implementaran las acciones correctivas y darle seguimiento a los rechazos que se presentaron en los 3 primeros meses, se vuelve a recopilar los datos con las hojas de inspección para que nuevamente obtengamos un análisis.

En los meses de octubre - diciembre se obtendrían la cantidad de rechazos al mes y la cantidad de piezas rechazadas por mes, para ilustrarlo de una mejor manera se tendrá una tabla junto con una gráfica de barras.

Figura 34

Cantidad de rechazos de los siguientes 3 meses.

Cantidad de rechazos al mes	
Mes	No. Rechazos
Octubre	17
Noviembre	32
Diciembre	2

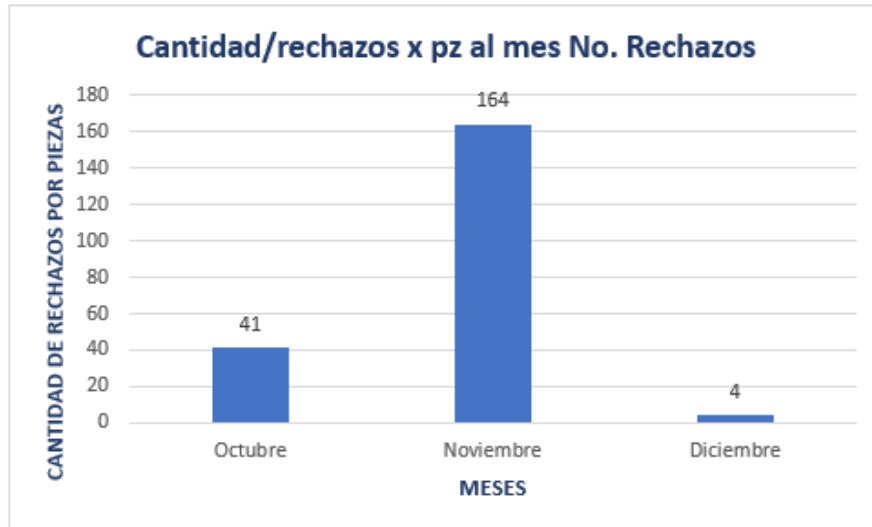


Nota. *Se muestra la cantidad de rechazos durante 3 meses.*

Figura 35

Cantidad de piezas rechazadas en 3 meses

Cantidad/rechazos x pz al mes	
Mes	No. Rechazos
Octubre	41
Noviembre	164
Diciembre	4



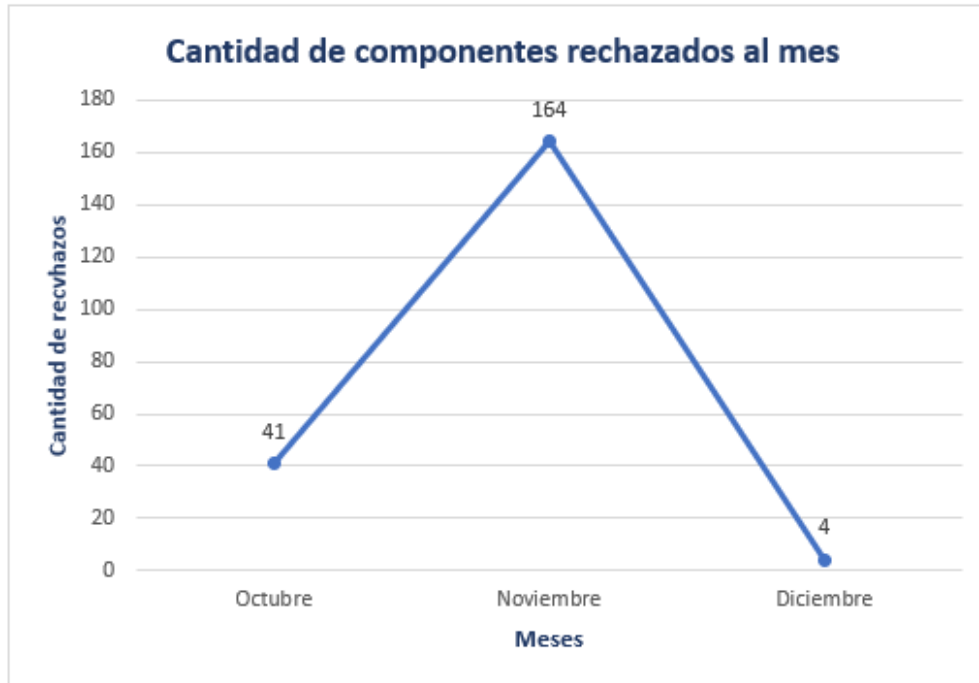
Nota. Se muestra la cantidad de rechazos en 3 meses.

Para ilustrar de una mejor manera la cantidad de rechazos que se tuvieron en los 3 meses en base a los componentes, se realizó este gráfico de líneas. De modo que, permite identificar cuál fue el mes donde se tuvieron más rechazos.

Figura 36

Grafica semestral.

GRAFICOS SEMESTRALES			
CANTIDAD DE PIEZAS RECHAZADAS			
Año	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	41	164	4



Nota. *Se muestra la cantidad de rechazos durante los meses.*

Durante los 3 meses se pudo identificar que el mes de noviembre fue el que presentó una mayor cantidad de rechazos y una mayor cantidad de piezas rechazadas. Por lo tanto, se identificará cuáles componentes son los que presentaron mayor índice de rechazo.

Figura 37

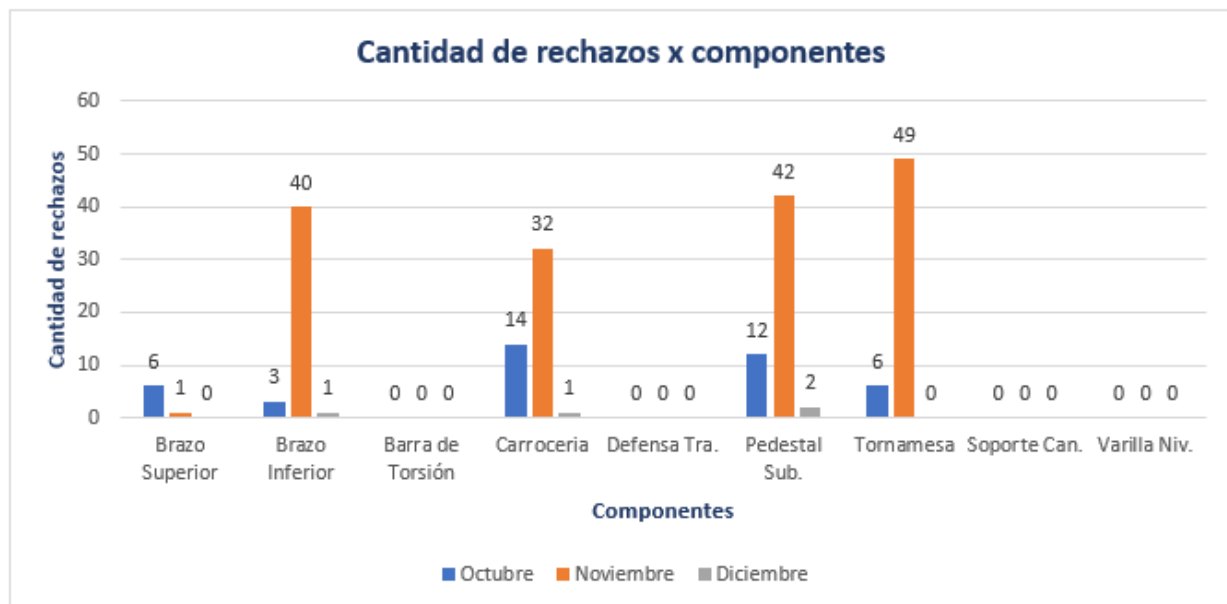
Cantidad de componentes rechazados al mes.

Cantidad de componentes rechazados al mes.									
Mes	Brazo Superior	Brazo Inferior	Barra de Torsión	Carrocería	Defensa Tra.	Pedestal Sub.	Tornamesa	Soporte Can.	Varilla Niv.
Octubre	6	3	0	14	0	12	6	0	0
Noviembre	1	40	0	32	0	42	49	0	0
Diciembre	0	1	0	1	0	2	0	0	0

Nota. Se muestra la cantidad de componentes rechazados por mes.

Figura 38

Cantidad de rechazos por componentes



Nota. Se muestra la cantidad de rechazos que se generaron por cada uno de los diferentes componentes.

Los componentes que presentaron un mayor índice de rechazos fueron los pedestales subestructura, tornamesa, brazo inferior y carrocería. Con base a los datos de estas tablas se recomienda usar una de las 7 herramientas de la calidad, el diagrama de Pareto.

Figura 39

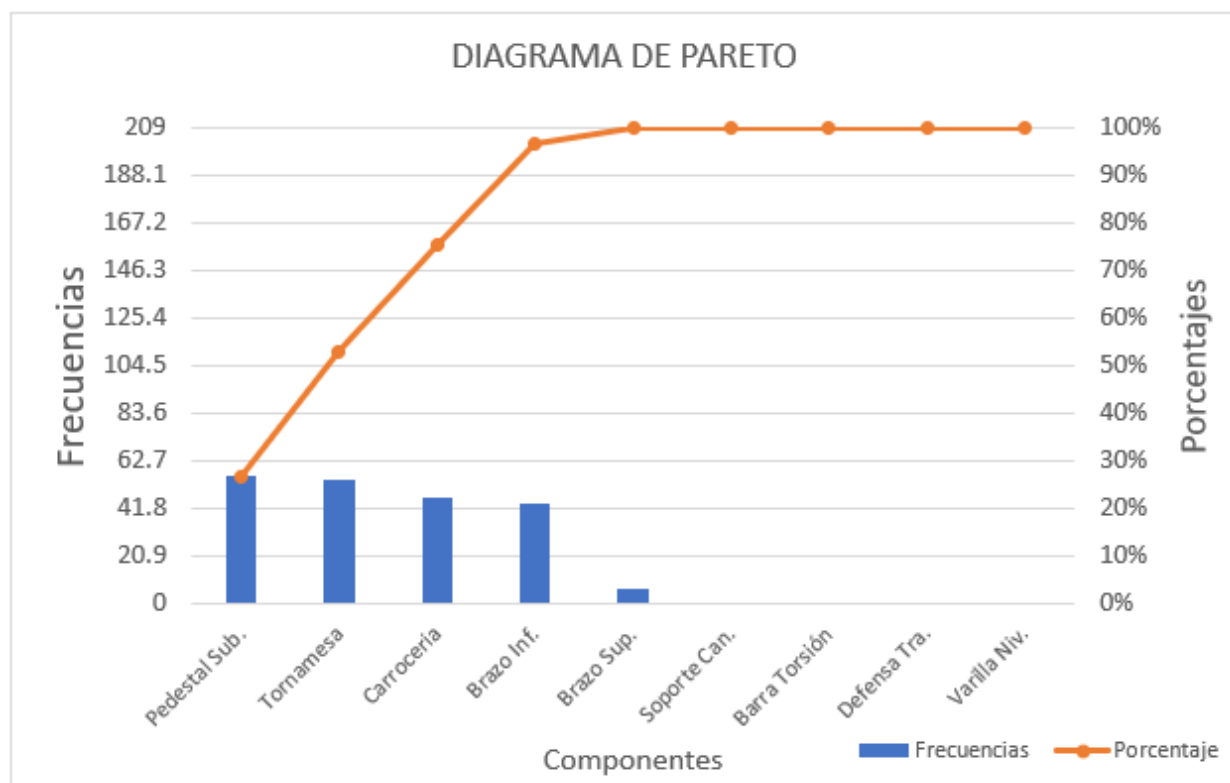
Diagrama de Pareto.

<i>Diagrama de Pareto</i>				
<i>ENSAMBLES DEFECTUOSOS</i>				
<i>NOMBRE</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>	<i>ACUMULADO</i>	<i>%ACUMULADO</i>
Pedestal Sub.	56	27%	56	27%
Tornamesa	55	26%	111	53%
Carroceria	47	22%	158	76%
Brazo Inf.	44	21%	202	97%
Brazo Sup.	7	3%	209	100%
Soporte Can.	0	0%	209	100%
Barra Torsión	0	0%	209	100%
Defensa Tra.	0	0%	209	100%
Varilla Niv.	0	0%	209	100%
Total	209	100%		

Nota. Se muestra la tabla de Diagrama de Pareto durante 3 meses siguientes.

Figura 40

Diagrama de Pareto.



Nota: Se muestra el porcentaje de rechazos de los componentes de los últimos 3 meses.

De acuerdo con el diagrama de Pareto, se ha presentado un 76% de la frecuencia de los productos defectuosos a partir del Pedestal Subestructura hasta Carrocería, lo que quiere decir que el 80% de los defectos se han presentado en los primeros 3 componentes, por lo que se debe de tener mayor prioridad en dichos componentes.

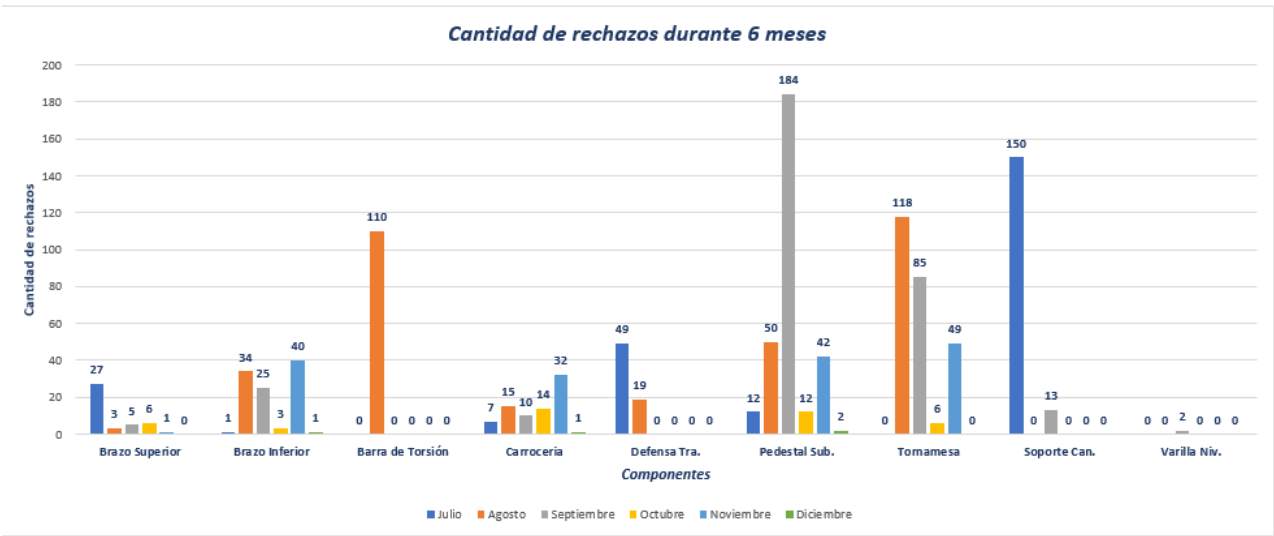
De igual manera, se puede observar que a diferencia de los meses de julio - septiembre ha disminuido el índice de rechazos, por lo tanto, se deberá de dar seguimiento a los rechazos presentados para seguir disminuyendo las cantidades de rechazo.

A continuación, se ilustrará la cantidad de rechazos que se tuvieron a lo largo de los 6 meses donde se puede observar la disminución de los defectos. Se mostrará con una gráfica de barras y una gráfica de líneas.

Figura 41

Tabla de rechazo por 6 meses.

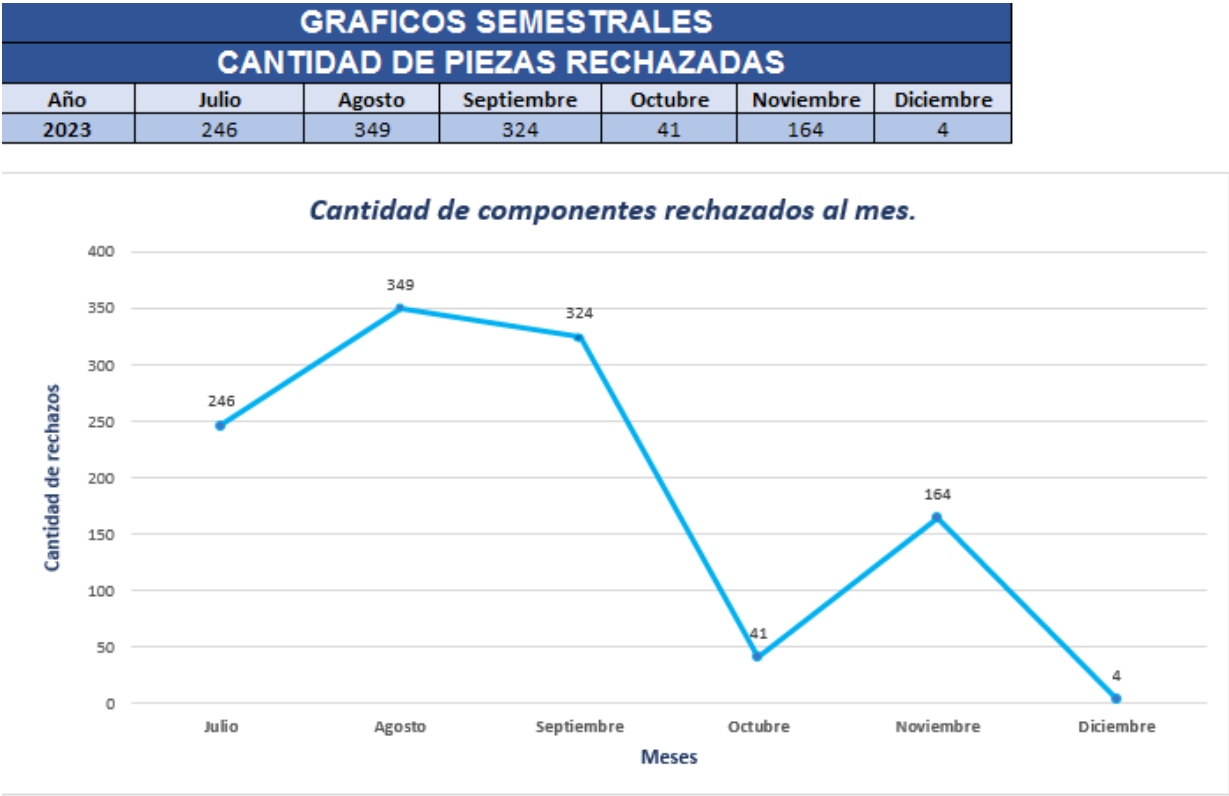
Cantidad de componentes rechazados al mes.									
Mes	Brazo Superior	Brazo Inferior	Barra de Torsión	Carrocería	Defensa Tra.	Pedestal Sub.	Tornamesa	Soporte Can.	Varilla Niv.
Julio	27	1	0	7	49	12	0	150	0
Agosto	3	34	110	15	19	50	118	0	0
Septiembre	5	25	0	10	0	184	85	13	2
Octubre	6	3	0	14	0	12	6	0	0
Noviembre	1	40	0	32	0	42	49	0	0
Diciembre	0	1	0	1	0	2	0	0	0
Total	42	104	110	79	68	302	258	163	2



Nota. Se muestra la tabla y grafica de rechazos que hubo durante 6 meses.

Figura 42

Gráficos de rechazos semestrales.



Nota. Se muestra la tabla y grafica de rechazos que se generaron durante 6 meses.

Conclusiones:

En el transcurso de este proyecto de investigación, se llevó a cabo un exhaustivo análisis estadístico de calidad en la empresa Equipos Hidromecánicos MC, que se especializa en la fabricación de grúas hidráulicas. Se identificaron desafíos significativos relacionados con la presencia de defectos en los productos, lo que significa impactos negativos en la satisfacción del cliente.

Mediante diversas herramientas de calidad, se pudo profundizar las causas y la cantidad de rechazos en los ensambles, por lo que se implementaron medidas efectivas para abordarlas. Desde las hojas de inspección hasta el diagrama de Ishikawa, cada herramienta desempeñó un papel crucial en la identificación de áreas de mejora.

Los resultados obtenidos a lo largo de los meses son alentadores porque se pudieron observar una disminución en los índices de rechazos, lo que se traduce en una mayor satisfacción del cliente y una reducción de retrabajos. Como consecuencia, fomentando una cultura de calidad dentro de la organización, el compromiso del personal, una capacitación continua y la participación en los procesos de mejora.

La mejora significativa en el índice de defectos lograda gracias a la aplicación de herramientas de calidad muestra el impacto positivo que puede tener. Sin embargo, para asegurar la calidad y los logros obtenidos, se recomienda lo siguiente:

Continuar monitoreando y analizando los datos: Es fundamental mantener un seguimiento para detectar cualquier desviación y tomar las medidas pertinentes.

Fomentar la cultura de calidad: Inculcar una mentalidad de calidad en todos los niveles de la organización es esencial para garantizar la participación y el compromiso del personal a la mejora continua de los procesos y productos.

Capacitación continua: Proporcionar capacitación regular al personal en prácticas de mejora contribuirá a mantener y fortalecer las habilidades necesarias para mantener los estándares de calidad.

Desde una perspectiva profesional, esta experiencia ha demostrado la importancia de la aplicación de metodologías de análisis estadístico y herramientas de calidad. Además, resalta la necesidad de un enfoque multidisciplinario para resolver desafíos y promover la mejora continua.

Competencias desarrolladas y aplicadas:

Durante la estancia en la empresa Equipos Hidromecánicos MC en el área de Calidad, se realizaron ciertas actividades que permitieron reforzar los conocimientos y habilidades en mi ámbito profesional.

Competencias genéricas desarrolladas:

- Liderazgo
- Proactividad
- Trabajo en equipo
- Compromiso
- Responsabilidad
- Trabajo bajo presión
- Toma de decisiones
- Uso de herramientas de medición
- Resolución de problemas

Competencias específicas desarrolladas:

- Detección de inconformidades causales de un rechazo interno de acuerdo a las especificaciones establecidas.
- Utilización de las herramientas de la calidad para recolectar datos para el análisis estadístico y para identificar la causa raíz del índice de rechazos
- Analizar el conjunto de datos debido recolectando, organizando y analizando mediante las herramientas y uso de software para identificar el componente que presenta una mayor cantidad de rechazos.

Anexos:

Figura 43



Nota: La carta anuencia del proyecto por parte de la unidad económica

Figura 44

EQUIPOS
HIDROMECÁNICOS 
La gente que sí sabe de equipos

ANUENCIA DEL PROYECTO INTEGRAL PARA TITULACION

A QUIEN CORRESPONDA
PRESENTE

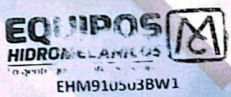
Hago de su conocimiento que el alumno **SANCHEZ VIVEROS ROQUE ALBERTO** con número de matrícula **201921232**, quien cursa la carrera de **Ingeniería Industrial**, elaboró un proyecto durante su Estancia en la Empresa, para el Área de **Calidad** de la empresa denominada: **Equipos hidromecánicos MC, Análisis estadístico de la fabricación de grúas hidráulicas**, el cual por su cumplimiento en tiempo y forma ante los requerimientos solicitados, a través de este documento se hace **CONSTAR** que dicho proyecto fue entregado y aceptado en esta empresa el día **30 de enero de 2024**, la información plasmada puede ser utilizada en el procedimiento de titulación.

Sin más por el momento y por la atención brindada al presente, quedo a sus órdenes para cualquier duda y/o aclaración al respecto.

ATENTAMENTE



LIC. KARINA ROLDAN MEZA
EQUIPOS HIDROMECANICOS MC
Tel: 5547745930



Clavel Mz. 5, Lt. 15 Área A, Oficina A-4, Col. Ampliación el Carmen, Ecatepec de Morelos, Edo. de Méx. C.P. 55000. Tel.: 4774-5930 RFC:EHM910503BW1

Nota: La carta anuencia del proyecto por parte de la unidad económica

Referencias:

- Grupo ESG Innova. (13 julio, 2021). Guía para obtener el certificado ISO 9001. Recuperado de: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2021/07/guia-para-obtener-el-certificado-en-iso-9001/>
- ISOTools. (s.f.). Norma ISO 9001. Recuperado de: <https://www.isotools.us/normas/calidad/iso-9001/#1608132521160-18c8e38d-41e91435-010d>
- NQA Organismo de Certificación Global. (2023). ISO 9001: Sistema de Gestión de Calidad (SGC). Recuperado de: <https://www.nqa.com/es-mx/certification/standards/iso-9001>
- Online Browline Platform (OBP). (2015). ISO 9001: 2015(es). Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Equipo Editorial de Indeed. (16 de marzo, 2023). Herramientas de calidad para una producción más eficiente. Recuperado de: <https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/desarrollo-profesional/herramientas-control-calidad>
- Geinfor (2023). 7 herramientas estadísticas para el control de calidad. Recuperado de: <https://geinfor.com/7-herramientas-estadisticas-para-el-control-de-calidad/>
- Fundibeq. (s.f.). Diagrama Causa – Efecto. Recuperado de: <https://www.ingenieria.unam.mx/javica1/planeacion/Planeacion/pescado.pdf>
- Humberto Gutiérrez Pulido. (2010). CALIDAD TOTAL Y SU PRODUCTIVIDAD. MCGRAW-HILL.
- Oakland John S. (2007). Administración por CALIDAD TOTAL. Grupo Editorial Patria.
- Rojas Adiaz. (2018). Las 7 Herramientas de Calidad. (#5 Planillas de inspección). Recuperado de: <https://steemit.com/spanish/@adiazrojas13/las-7-herramientas-de-calidad-5-planillas-de-inspeccion>
- Minitab. (2023). Como entender las gráficas de control. Recuperado de: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/understanding-control-charts/>