



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL SEGUIMIENTO DE DEFECTOS EN LOS
PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CUERPOS DE CILINDROS Y CANDADOS,
EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA SITUADA EN EL ESTADO
MIRANDA**

Tomo I

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR Bracho González, María Victoria
Meneses Manuitt, Mariel De La Paz

PROFESOR GUÍA Ing. José Guevara

FECHA Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor Ingeniero José Antonio Guevara por su apoyo incondicional y por concedernos el tiempo para atendernos y orientarnos en todo lo referente a esta investigación.

Al Ingeniero Joao De Gouveia quien nos guió en la elaboración de esta investigación, aconsejándonos y aportando su experiencia para la culminación exitosa de nuestro trabajo de grado.

Al Ingeniero Julián Aragort por brindarnos la oportunidad de desarrollar ésta investigación y por su atención incondicional en cada momento del TEG, tendiéndonos su mano amiga.

Al Ingeniero Adelmo Fernández por orientarnos, una vez más en el área de análisis estadístico.

Al Ingeniero Iber López por asesorarnos y aportar sus conocimientos que nos sirvieron de gran ayuda en la búsqueda de soluciones.

A todo el personal de CISA, en especial al departamento de Plantas I, Plantas II y el departamento Técnico, por darnos su apoyo en sus áreas de conocimiento de la empresa.

También queremos agradecer a Luis A. D'Freitas y Lulio Vivas por su ayuda incondicional y por estar presente en toda la elaboración de este estudio.

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos vivir, iluminarnos, colmarnos de salud y fortaleza.

A nuestras madres Milagros Meneses y Yolmar Bracho, por ser nuestros pilares e inculcarnos valores y principios, formándonos como personas de bien y excelentes profesionales.

A nuestros tíos, primos, amigos y compañeros por su gran apoyo a lo largo de toda la carrera.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORAS PARA EL SEGUIMIENTO DE DEFECTOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CUERPOS DE CILINDROS Y CANDADOS, EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA SITUADA EN EL ESTADO MIRANDA.”

Realizado por: Bracho G., María V. y Meneses M., Mariel.

Tutor: Ing. José Guevara.

Fecha: Septiembre de 2012

SIPNOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado (TEG) se desarrolló en una empresa manufacturera de cilindros y candados (CISA de Venezuela) ubicada en los Teques estado Miranda, cuyo objetivo principal es el proceso de fabricación, ensamblaje, y venta de cilindros, candados, cerraduras, entre otros. En estos momentos CISA de Venezuela se ve en la necesidad de disminuir los defectos presentados en los productos Candados Normales y Cilindros Barra 7, provenientes del proceso de perforación. Por tal motivo, se realizó la presente investigación, que se caracteriza por ser un diseño de campo, de modalidad proyecto factible, que tuvo como resultado, el desarrollo de un método para mejorar el control de estos defectos. Se caracterizaron los procesos de perforación para los productos candados normales y cilindros barra 7, y se determinó mediante la data suministrada por la empresa y la realización de diagramas Pareto, que entre los productos que generan mayor costo por reproceso y desechos, por defectos, se encuentran el candado 60, el candado 50 y el cilindro barra 7 y que el defecto que ocurre con mayor frecuencia en ellos es el de perforación. Además de esto, realizando entrevistas no estructuradas, se realizó la documentación de los tipos de defectos por perforación, cómo y con qué instrumentos se detectan y las posibles causas que los ocasionan, cuya información no se encontraba registrada formalmente en la empresa. Posteriormente, se analizó mediante un muestreo las proporciones de defectuosos producidas en las máquinas para ciertos productos en particular, del cual se pudo concluir que los defectos que se presentan con mayor frecuencia en cilindros son los de posición de agujeros y altura de collar, y en los candados encontramos con mayor ocurrencia defectos por posición de agujeros y tope de arco. Para la obtención del método propuesto, fue necesario comprender el funcionamiento de aquellos procesos de producción que generan mayor cantidad de costos de reprocesos y desechos.

Palabras claves: manufacturera, candados, cilindros, proceso de fabricación, defectos, procesos de perforación, tipos de defectos, instrumentos, máquinas, reprocesos y desechos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. Planteamiento del problema	2
1.1 Descripción de la organización	2
1.1.1 Reseña histórica	2
1.1.2 Misión de la organización	2
1.1.3 Visión de la organización	3
1.1.5 Descripción de productos	3
1.1.4 Estructura organizativa de la empresa	4
1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Alcance.....	6
1.5 Limitaciones	6
1.6 Justificación	7
CAPÍTULO II	8
2. Marco teórico	8
2.1 Antecedentes	8
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1 Control de calidad de proceso	8
2.2.2 Máquinas de transferencia	9
2.2.3 Control estadístico de procesos	9
2.2.4 Inspección por atributos	9
2.2.5 Conceptos estadísticos elementales	10
Muestreo aleatorio simple	10
Nivel de confianza	10
Tamaño de muestra de la proporción	11
Estándares	12
Especificaciones	12

2.2.6 Técnicas para el análisis de las Causas Raíz	13
Diagrama de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa).....	13
Diagramas por qué- por qué	13
2.3 Glosario de términos	14
CAPÍTULO III	16
3. Marco metodológico.....	16
3.1 Diseño de la investigación	16
3.2. Tipo de investigación.....	16
3.3. Población y Muestra	17
3.4 Técnicas de Recolección de datos	17
3.5 Técnicas de Procesamiento de Información	18
Herramientas	18
3.6 Métodos para la toma de muestras de los productos	19
3.7- Estructura desagregada de trabajo	21
CAPÍTULO IV	22
4. Situación actual	22
4.1 Proceso productivo de Candados	22
4.2. Proceso productivo de Cilindros Barra 7	25
4.3. Manejo actual de los defectos en cuerpos de candados y cilindros.....	27
4.4. Descripción de proceso de perforación	30
4.4.1 Máquinas involucradas en el proceso de perforación	30
4.4.2 Tipos de defectos por perforación	34
4.4.3. Causas de defectos por perforación	41
4.5. Procedimiento de Calibración de Piezas.	42
4.6. Determinación de proporción de defectuosos por máquina de perforación.....	45
CAPÍTULO V	55
5. <i>Propuestas de mejora</i>	55
5.1 Registrar en las hojas de verificación los datos necesarios para analizar las posibles causas.	58
5.2 Solución de defectos.....	63
5.3 Prueba piloto de la metodología.....	66
5.3.1 Resumen de la prueba piloto.	66

CAPÍTULO VI.....	68
6. Conclusiones y recomendaciones.....	68
6.1 Conclusiones.....	68
6.2 Recomendaciones.....	70
BIBLIOGRAFÍA	71

Figura.- 1 Estructura Organizativa General	4
Figura.- 2 Diagrama de Operaciones de candados	22
Figura.- 3 Fotografía de Máquina cortadora de Candados.	23
Figura.- 4 Máquina esmeriladora de candados.	24
Figura.- 5 Diagrama de procesos básicos realizados a los cuerpos de candados.	25
Figura.- 6 Máquina cortadora de cilindros.	26
Figura.- 7 Ciclo de operación de la Máquina 264	31
Figura.- 8 Ciclo de operación de la Máquina 404	32
Figura.- 9 Ciclo de operación de la Máquina 550	33
Figura.- 10 Porcentajes de Piezas buenas y malas encontradas en cada una de las muestras tomadas de la máquina 550.	45
Figura.- 11 Porcentajes promedios de piezas buenas y defectuosas contenidas en las muestras tomadas de la máquina 550.....	46
Figura.- 12 Gráfico de medidas tomadas para longitudes de altura de collar en la muestra del 7-08-2012.	46
Figura.- 13 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre en la muestra del 7-08-2012.....	47
Figura.- 14 Gráfico de control para medidas tomadas de longitudes de posición de agujeros en la muestra del 7-08-2012.....	47
Figura.- 15 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por posición de agujeros encontrados por el calibre de la muestra del 7-08-2012.....	48
Figura.- 16 N° de defectuosos por tipo de defecto en la muestra del 7-08-2012	48
Figura.- 17 Gráfico de control para medidas tomadas para longitudes de altura de collar dela muestra del 8-08-2012	49
Figura.- 18 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre de la muestra del 8-08-2012.....	49
Figura.- 19 Gráfico de control para medidas tomadas para longitudes de altura de collar dela muestra del 9-08-2012	50
Figura.- 20 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre de la muestra del 9-08-2012.....	50
Figura.- 21 Gráfico de control para medidas tomadas para longitudes de altura de collar en la muestra del 10-08-2012.	51
Figura.- 22 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre en la muestra del 10-08-2012.....	51

Figura.- 23 Gráfico de control para medidas tomadas de longitudes de posición de agujeros en la muestra del 10-08-2012.	52
Figura.- 24 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por posición de agujeros encontrados por el calibre de la muestra del 10-08-2012.	52
Figura.- 25 N° de defectuosos por tipo de defecto.	53
Figura.- 26 Paso a Paso de Calibración de altura de collar.	57
Figura.- 27 Resultados obtenidos del Registro de paradas.	58
Figura.- 28 Resultados obtenidos del Registro de calibraciones.	60
Figura.- 29 Resultados obtenidos del Registro de cambio de utensilios.	62
Figura.- 30 Resultados obtenidos del Registro del Análisis de Causa - Raíz.	65

Tabla 1 Descripción de productos	4
Tabla 2 Costo total de piezas recuperadas y desechadas anualmente.	7
Tabla 3 Antecedentes de la Investigación.	8
Tabla 4 Descripción de población y muestra	17
Tabla 5 Herramientas utilizadas en el desarrollo de la investigación.	18
Tabla 6 Métodos utilizados para la toma de muestras de cilindro Barra 7.	19
Tabla 7 Métodos utilizados para la toma de muestras de candados Normales 30, 40, 50 y 60.	20
Tabla 8 Estructura desagregada de trabajo.	21
Tabla 9 Operación 10 realizada a Candados.	24
Tabla 10 Operación 20 realizada a Candados.	24
Tabla 11 Operación 30 realizada a Candados.	25
Tabla 12 Operación 10 realizada a Cilindros	27
Tabla 13 Operación 10 realizada a Cilindros	27
Tabla 14 Cantidad de Piezas por tipo de defectos. Para conocer mayor detalle de los diversos tipos y códigos de defectos, ver en el tomo de anexos la Tabla 3	29
Tabla 15 Máquinas destinadas a perforaciones de cada particular.	30
Tabla 16 Descripción de estaciones de la máquina IMAS 264	30
Tabla 17 Descripción de estaciones de la máquina IMAS 404.	31
Tabla 18 Operaciones de la máquina IMAS 550.	32
Tabla 19 Defectos en Candados Normales	38
Tabla 20 Defectos en Cilindros Barra 7.	40
Tabla 21 Tipos de Calibres.	44
Tabla 22 Resultado de proporción de Máquina 550, según resultados obtenidos por calibres.	45
Tabla 23 Resultado de proporción de Máquina 550, según resultados luego de medir con los instrumentos.	53
Tabla 24 Tamaños de muestra afinados, luego de la disminución por mediciones.	53
Tabla 25 Elementos que contemplan el método	55
Tabla 26 Campos contenidos en el registro de paradas	58
Tabla 27 Campos contenidos en el registro de calibraciones	59
Tabla 28 Campos contenidos en el registro de cambio de utensilios.	61

Tabla 29 Pasos para la solución de desperfectos.	63
Tabla 30 Campos contenidos en el registro de cambio de utensilios.....	64
Tabla 31 Antes y después de pieza defectuosa de muestra piloto.	67

INTRODUCCIÓN

Cisa de Venezuela, hoy conocida como Inversora Lockey es una empresa manufacturera de candados y cilindros ubicada en los Teques, estado Miranda, la cual se caracteriza por poseer candados y cilindros bien estimados por el cliente. Sin embargo, en los últimos años se les ha presentado la necesidad de disminuir el número de cilindros y candados defectuosos, pues los costos de reproceso y de desechos se les han incrementado considerablemente.

Por lo mencionado, en este Trabajo Especial de Grado tiene como finalidad plantear mejoras en el seguimiento de defectos en los procesos de producción de cuerpos de candados y cilindros, para así lograr controlar de los defectos, y disminuir la cantidad de piezas a reprocesar y a desechar.

El método a desarrollar para el control de los defectos, que contemplará el uso de diversos formatos, entre los cuales, destaca uno para el análisis de las causas raíces, donde se hace uso de la técnica de los "cinco ¿por qué?". Además de este formato, se presentan otros que facilitan el registro de las paradas de las máquinas, de las calibraciones que realicen los supervisores a las piezas y el cambio de utensilio. También realizarán unos instructivos de calibración.

Con el objetivo desarrollar el TEG, el presente documento posee seis capítulos y a continuación se da una breve descripción:

Capítulo 1 "El problema": este capítulo contiene la descripción de la empresa, la misión y visión de la organización, la estructura organizacional, la descripción de productos, el planteamiento del problema, la justificación de la investigación, y por último los objetivos del estudio.

Capítulo 2 "Marco teórico": este capítulo contiene los antecedentes de la investigación, y todas las bases teóricas que respaldan el estudio.

Capítulo 3 "Marco metodológico": este capítulo comprende los aspectos necesarios para establecer el "cómo" se realizará el estudio. Contiene el tipo de investigación, el enfoque y el diseño de la misma; así como también las técnicas e instrumentos para la recolección, procesamiento y análisis de datos de investigación.

Capítulo 4 "Situación actual": este capítulo contiene el proceso productivo de los cilindros y candados, el manejo actual de los defectos en cuerpos de candados y cilindros, la descripción del proceso productivo más relevante para este estudio, las máquinas involucradas en este proceso, los tipos de defectos del proceso más relevante del estudio, la determinación de proporción de defectuosos por máquina

Capítulo 5 "Propuestas de mejora": este capítulo contiene el desarrollo de un instructivo adecuado de calibración de piezas, en función de las condiciones reales de utilización de los instrumentos actuales. Registro en hojas de verificación, los datos necesarios para analizar las posibles causas. Prueba piloto de la metodología

Capítulo 6 "Conclusiones y recomendaciones": este capítulo contiene las conclusiones finales del estudio y las recomendaciones para la empresa.

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la organización

1.1.1 Reseña histórica

La empresa fue fundada en 1969 y ubicada en el Cementerio (Caracas). Desde su fundación, CISA DE VENEZUELA, filial de CISA, transnacional italiana, se ha caracterizado por mantener altos niveles de excelencia en sus procesos, productos y recursos humanos, a través de la innovación y mejoramiento continuo, conjugando esfuerzos para fortalecerse, aprovechando potenciales oportunidades de crecimiento y desarrollo dentro del mercado venezolano, que se han traducido en mayor productividad y mejor capacidad competitiva.

El grupo de empresas Lockey, nace en 1.975 con la fusión de Cisa de Venezuela y Fábrica de Artefactos Metálicos C.A., manufactureras en Venezuela de cerraduras marca CISA y SCHLAGE., forman parte integral de este Grupo Industrial, empresas como Tratamaq (fabricante de piezas, herramientas y utillaje de alta precisión), Inversora Lockey Ltda de Colombia y Lockey Corp. USA, comercializadora de productos del grupo en Colombia y Estados Unidos de Norteamérica, respectivamente.

CISA forma parte del grupo CISA SpA de Italia y de la compañía Ingersoll-Rand; esta empresa establecida en 1871 y siendo la octava compañía más grande sobre la NYSE (bolsa de valores de New York), hoy en día IR (Ingersoll-Rand), es una innovación global y es proveedora de soluciones con el respaldo de marcas fuertes y con puestos líderes dentro de sus mercados. Ingersoll-Rand cuenta con 10.000 millones de dólares en ingreso anual y más de 50.000 empleados a nivel mundial.

Para el año 1982 la administradora de estas compañías decide crear una nueva filial, que comenzará sus actividades con el nombre de MOCERCA C.A. y cuya ubicación es la ciudad de los Teques.

1.1.2 Misión de la organización

El Objetivo principal de esta compañía es el montaje de las cerraduras, candados, cilindros y artículos similares dentro de las condiciones de excelencia, satisfaciendo todos los requisitos del mercado y garantizando al cliente una óptima calidad.

Para lograr su objetivo INCETA junto con FAMCA y MOCERCA, desarrolla todo un proceso de integración vertical y descentralizada de las actividades productivas, siguiendo cuatro estrategias de inversión:

- Inversión en contra ciclo, es decir, cuando la actividad económica se deprime.
- Adaptación de la tecnología necesaria para los procesos productivos, maquinaria y de los métodos que garantizan la calidad y productividad en las condiciones particulares de Venezuela.
- Políticas de repartición de dividendos muy conservadoras.
- División de las actividades productivas.

1.1.3 Visión de la organización

La Visión de la empresa es: "Ser una organización humana, ejemplar, creativa y rentable.

Producto de sus compromisos con:

- **Los Empleados:** Proveer un trabajo estable en un sano ambiente laboral que permite su desarrollo como persona, mientras agrega valor a la organización.

- **La Sociedad:** Contribuir al desarrollo social, económico y ambiental de nuestra comunidad para lograr una mejor calidad de vida.

- **Los Clientes:** Ofrecer la mejor opción precio-valor, en productos de seguridad basada en calidad, variedad y servicio al cliente.

- **Los Accionistas:** Generar rentabilidad sostenida en el tiempo, lograda a través de un crecimiento en las ventas y eficiencia en sus operaciones."

1.1.5 Descripción de productos

Los productos en los cuales se basará el estudio, serán descritos a continuación (Tabla 1)

Particular	Descripción	Funcionamiento	Imagen
Candado normal 30, 40, 50, y 60 mm	Candado de forma cuadrada, cuerpo y cilindrito de latón macizo esmerilado (Color amarillo), con arco de acero endurecido (carbonitrurado) niquelado. Trancador doble de latón, con doble cierre para el bloqueo del arco y plaquita antiganzúa de latón. Cilindro perfil Universal (Llave de latón niquelado).	Es un dispositivo de seguridad que se utiliza como cerradura portátil cuando la puerta donde se ubica no permite colocar una cerradura normal. El arco se libera por accionamiento de la llave.	

Particular	Descripción	Funcionamiento	Imagen
Cilindro Barra 7	Cilindro tipo pera con llave perfil Universal, Cuerpo, cilindrito y contrapernos en latón. Pernos y resortes en bronce. Internamente posee 10 pernos inferiores de alta precisión. Contraperno de dos cabezas y último liso antiganzúa, ingenio desplazado.	Estos cilindros son colocados en los estuches de las cerraduras de embutir y sobreponer para su instalación en su lugar final, por medio del movimiento de su ingenio ocurre el movimiento del mecanismo interno de dichas cerraduras.	

Tabla 1. Descripción de productos
Fuente: Página web de la empresa

1.1.4 Estructura organizativa de la empresa

La constitución general de la organización de la planta se encuentra representada en la figura 1 en un organigrama vertical, en forma de pirámide jerárquica, donde la unidades se distribuyen según su cargo de arriba hacia abajo, facilitando al personal el conocimiento de su ubicación y de sus relaciones de rango y subordinación dentro de la estructura orgánica.

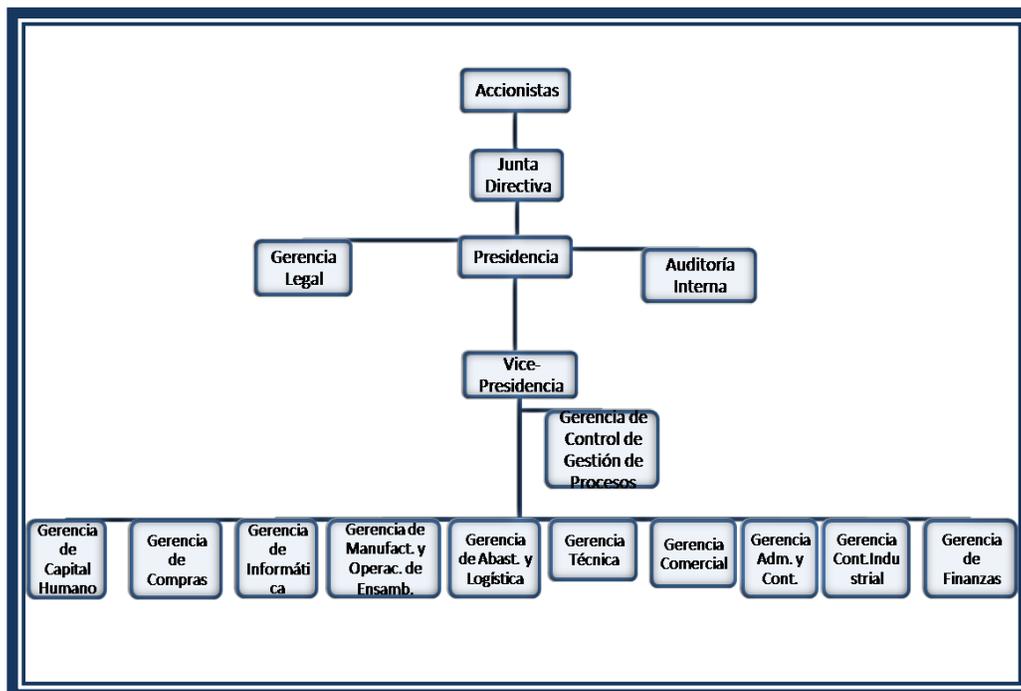


Figura.- 1 Estructura Organizativa General
Fuente: Departamento de Organización y Métodos.

1.2 Planteamiento del problema

En la empresa manufacturera, se encargan del proceso de producción de todos los cuerpos de cerraduras, candados y cilindros y los componentes que los conforman. Desde el procesamiento de la materia prima hasta la obtención del producto y componentes respectivos listos para ser ensamblados.

En los productos de candados, cilindros y cerraduras, se han presentado varias clases de defectos, cuyas frecuencias de ocurrencia pueden estar trayendo como consecuencia un alto incremento en los costos de producción, debido que las piezas que presentan estos defectos son desechadas o reprocesadas.

En el mes de julio se presentó una gran cantidad de piezas defectuosas que tuvieron que reprocesar y algunas desechar ocasionando un aumento en los costos de producción, lo cual se traduce en una pérdida significativa de dinero para la empresa. También en los meses de mayo y junio se observan grandes pérdidas.

En la actualidad ésta empresa manufacturera tuvo una pérdida en el último año por piezas defectuosas reprocesadas y desechadas de 304058,35 Bs, lo cual no se puede incluir en el precio de venta de los productos, pues el aumento del precio disminuiría las ventas y alejaría a algunos clientes, por consiguiente se convierte en una amenaza inminente para la organización.

Por esta razón surge la necesidad de estudiar los aspectos que permiten la disminución de los defectos con mayor incidencia en los costos.

La Gerencia de Logística de Producción considera necesario identificar y resolver las causas de la problemática existente en algunos factores propios de la operación, que conlleven al rediseño de prácticas que permitan alcanzar mejoras en los procesos.

Del planteamiento del problema descrito anteriormente se pueden formular las siguientes interrogantes que sirven de partida para el planteamiento del siguiente estudio:

- ✓ ¿Qué tipos de defectos y con qué frecuencia se generan en las máquinas?
- ✓ ¿Cuáles son las características y cantidades de los defectos producidos?
- ✓ ¿Cuáles las características de las máquinas empleadas en la manufactura de cilindros y candados?
- ✓ ¿Cuáles son las especificaciones de los productos de los procesos de producción que se elaboran en las máquinas?

- ✓ ¿Existen pruebas para controlar la calidad en los procesos de manufactura de cilindros y candados?
- ✓ ¿Cuáles son los costos generados por los desperdicios producidos por las máquinas a estudiar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer mejoras para el seguimiento de defectos en los procesos de producción de cuerpos de cilindros y candados, en una empresa manufacturera situada en el Estado Miranda.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1.3.2.1 Caracterizar los procesos de producción de los cuerpos de candados y cilindros.
- 1.3.2.2 Determinar las principales causas que generan piezas no conformes en los procesos de producción de cuerpos de candados y cilindros.
- 1.3.2.3 Analizar las causas de los problemas que están ocurriendo en los procesos de producción de cuerpos de candados y cilindros.
- 1.3.2.4 Formular soluciones para las causas de los problemas analizados.

1.4 Alcance

La sede principal del lugar donde se realizará el estudio, es en la Planta Manufacturera (INCETA), se encuentra en la Calle Los Pinos, Sector Los Mangos - El Tambor. Los Teques, Estado Miranda-Venezuela

Entre los productos esperados están los diagramas causa – efecto para el análisis de los problemas encontrados, la documentación de los procesos, procedimientos e instrucciones de trabajo concernientes a la manufactura de candados normales y cilindros barra 7 y una metodología que permita encontrar las causas raíces de los desperfectos.

1.5 Limitaciones

- Insuficientes registros de información, de cantidades y características de los defectos.
- Debido a que el estudio se realizó en la planta manufacturera, el cuerpo del candado, luego de ser procesado, se transportan a otra planta para su ensamblaje interno, seguidamente se

envía a otra planta de ensamblaje, que es la encargada del producto terminado y el tiempo promedio en que tarda en llegar a armarse por completo es de aproximadamente tres semanas, por esta razón se dificulta el seguimiento del proceso completo.

- Disponibilidad limitada o restringida de información requeridas para el análisis de los procesos y de los problemas a estudiar
- Restricción de acceso a ciertas fuentes de información en el área de trabajo.
- Obtención de permisos para acceder a información confidencial, que pudiera ser necesaria para el análisis del problema y de las soluciones propuestas.
- Constantes interrupciones de la maquinaria por fallas en las mismas.
- De las máquinas a estudiar, dos de ellas procesan más de un tipo de candado, lo cual incurre en un cambio de las unidades de las máquinas por tipo de particular, cuya duración se encuentra entre uno y dos días, pudiendo retrasar o limitar el desarrollo del estudio.
- Ausencia eventual de personal involucrado en los procesos estudiados.
- Los calibres y patrones de medidas, no permiten asegurar un criterio de conformidad o no conformidad de las piezas.

1.6 Justificación

Los resultados de este estudio pueden contribuir a disminuir los defectos que se han presentado en las piezas elaboradas y en consecuencia se reduciría la cantidad de desechos y sus costos asociados; todo esto con la finalidad de asegurar la calidad en todos los procesos y productos.

En la siguiente tabla, se muestran los costos por recuperación y rechazos, asociados a cada tipo de producto procesado en la planta, desde abril de 2011 hasta abril de 2012:

PRODUCTO	Costo total de piezas recuperadas y desechadas (BSF)
Candado 30	51017,60
Candado 40	46025,82
Candado 50	48231,17
Candado 60	62824,68
Cilindro/ 7	95959,06

Tabla 2 Costo total de piezas recuperadas y desechadas anualmente.

En la tabla 1, correspondiente al tomo de anexos se muestra el detalle de estos costos.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

En el presente capítulo se procederá al desarrollo del marco teórico con el objeto de esclarecer y dar a conocer los conceptos y fundamentos básicos que sustentan esta investigación.

2.1 Antecedentes

Titulo	<i>"Desarrollo de una metodología para mejorar el desempeño de proveedores nacionales de acuerdo a los requisitos de calidad, producción y despacho, asociados con una ensambladora de vehículos"</i>
Área de Estudio, Tutores y Profesores Guías	Área de estudio: Ingeniería Industrial. Autor: Walid Dagher Marichal. Profesor guía: Joao B. De Gouveia
Institución y Fecha	UCAB, febrero 2010
Objetivo General	Desarrollar una metodología para la mejora del desempeño de proveedores nacionales de acuerdo a los requisitos de calidad, producción y despacho, asociados con una ensambladora de vehículos.
Aportes	- Técnicas y formatos para el análisis de las causas raíces de los problemas que son objeto de estudio.

Tabla 3 Antecedentes de la Investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Control de calidad de proceso

Acuña, J. (2003) define este concepto como: "el proceso de control de las características de calidad de productos manufacturados y materias primas a fin de prevenir defectos o inconsistencias que no permitan llenar las expectativas del cliente. Su aporte a la confiabilidad se relaciona con la prevención de defectos que puedan originar esencialmente durante la manufactura de producto y que se conviertan en fallas durante la puesta en uso o durante la vida útil del producto". (p.18).

2.2.2 Máquinas de transferencia

La máquina de transferencia según DeGarmo E., Black J. y Kohser R (1988): "es un dispositivo utilizado para mover la pieza que se está trabajando desde una máquina herramienta especializada hasta otra, colocándola de forma adecuada para la siguiente operación de maquinado. Los robots industriales, diseñados en un principio para realizar tareas sencillas en entornos peligrosos para los trabajadores, son hoy extremadamente hábiles y se utilizan para trasladar, manipular y situar piezas ligeras y pesadas, realizando así todas las funciones de una máquina de transferencia. En realidad, se trata de varias máquinas separadas que están integradas en lo que a simple vista podría considerarse una sola.

Cuando en una sola unidad de producción se reúne un gran número de operaciones, adquiere una gran importancia el tema del desgaste y sustitución de herramientas. Para máquinas tan costosas como éstas, de capacidades de producción tan elevadas, es esencial, que se mantengan funcionando el mayor tiempo posible. A la vez hay que reemplazar las herramientas antes de que se desgasten y produzcan piezas defectuosas." (p.1157)

2.2.3 Control estadístico de procesos

Definido por Gutiérrez, H. (2009) como "la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente. Se describe como una metodología que permite detectar a tiempo posibles fallas de un producto, haciendo uso de los métodos estadísticos. Lo que busca el control estadístico de procesos, es comparar la calidad de diseño del producto con la calidad de concordancia. En el Control Estadístico de Procesos, las herramientas conocidas como gráficas de control, se usan principalmente para detectar la elaboración de productos o servicios, o bien, para indicar que el proceso de producción se ha modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño, a menos que se tomen medidas para corregir esa situación. También pueden usarse con el propósito de informar a la gerencia sobre los cambios introducidos en los procesos que hayan repercutido favorablemente en la producción resultante de dichos procesos."

2.2.4 Inspección por atributos

Según Norman Gaither y Greg Frazier (2000), "la inspección por atributos se puede considerar aquel tipo de inspección de muestras aleatorias de "n" unidades en el que cada artículo o producto es clasificado de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuosa, es decir,

consiste en averiguar si el material en consideración cumple o no cumple con lo especificado, sin interesar la medida de la característica". (p. 667)

2.2.5 Conceptos estadísticos elementales

Muestreo aleatorio simple

Para Vivanco, M. (2005), "es un procedimiento de selección basado en la libre actuación al azar. Es el procedimiento de muestreo más elemental y es referencia de los demás tipos de diseño. Muestreo elemental porque como procedimiento de selección es intuitivo y sus fórmulas son sencillas" (p.69).

Según Gutiérrez, H. (2009), el muestreo aleatorio simple sin reemplazo, "supone la homogeneidad en los valores poblacionales de las características de interés. Partiendo de esta asunción, este diseño provee probabilidades de selección idénticas para cada una de las muestras" (p.66)

El tipo de diseño utilizado durante la toma de muestra fue de tipo secuencial, puesto que se tomaron las piezas cada cierto número de unidades, donde dicho número es igual al cociente de un porcentaje del total de elementos contenidos en la muestra, entre el total de piezas de la población producidas en un intervalo de tiempo.

Nivel de confianza

El tamaño de la muestra está condicionado por dos valores que son definidos por el muestrista. En consecuencia, el valor dependerá del punto de vista utilizado en la toma de decisiones. En efecto, es necesario establecer el valor del máximo error dispuesto a admitir y definir el nivel de confianza que se asumirá en la inferencia.

El nivel de confianza es elegido por el muestrista en función de la precisión que exige la inferencia al parámetro poblacional.

El nivel de confianza teóricamente se sustenta en la distribución normal.

Estimador

Según Vivanco, M. (2005), "los estadísticos muestrales son valores que nos permiten estimar los parámetros poblacionales. Se trata de valores calculados en la muestra que operan como referencia empírica del valor desconocido correspondiente a la población. En virtud de la función que cumplen, los estadísticos muestrales son conocidos como estimadores. Un estimador es insesgado

cuando la esperanza matemática del estimador coincide con el valor del parámetro poblacional.”
(p.31)

La estimación de los parámetros en el muestreo aleatorio simple se realiza según los cánones de la inferencia estadística clásica. En particular, de la teoría de la estimación y los diseños de muestras probabilísticos que regulan la selección aleatoria de elementos. Las fórmulas de estos diseños son variaciones del muestreo aleatorio simple.

Estimación de la proporción

Para Vivanco, M. (2005), “la proporción es expresión de un promedio en una variable dicotómica. El parámetro poblacional se estima usando como estimador la proporción muestral. La proporción muestral es un estimador insesgado, eficiente y consistente.” (p.76)

Queremos construir un intervalo de confianza para la proporción de elementos, p , de una población que poseen determinada característica de interés, a partir de la información obtenida en una muestra aleatoria simple de elementos de la población.

Para cada elemento de la muestra anotaremos un uno si posee la característica y un cero si carece de ella, por lo cual dispondremos de una muestra aleatoria simple (X_1, X_2, \dots, X_n) tal que,

$$X_i = \begin{cases} 1 & \text{si posee la característica (éxito)} & i = 1, 2, \dots, n \\ 0 & \text{si no posee la característica (fracaso)} \end{cases}$$

Definimos la v.a. $X = X_1 + X_2 + \dots + X_n$

Sabemos que X es una variable aleatoria con distribución $B(n, p)$, es decir que X representa el número de éxitos en n repeticiones independientes de un ensayo de Bernoulli.

Un estimador puntual de la proporción p en un experimento binomial está dado por el estadístico,

$$\hat{P} = \frac{X}{n} = \frac{N^\circ \text{ de éxitos en } n \text{ pruebas}}{N^\circ \text{ total de pruebas}}$$

Tamaño de muestra de la proporción

Durante el muestreo la primera etapa es calcular cuántos elementos de la población va a componer la muestra.

Es definido por Krajewski, Larry, L., Ritzman, L. (2000) como: “una cantidad determinada de observaciones de los productos del proceso, seleccionadas al azar; el intervalo de tiempo que

deberá transcurrir entre dos muestras sucesivas, y las reglas de decisión que determinan cuándo será necesario entrar en acción".(p.252)

Según Vivanco M. (2005), "La fórmula se obtiene fijando el error máximo admisible y el nivel de confianza asociado a la estimación

Procedimiento para determinar el tamaño de muestra:

Despejando la ecuación respecto a n

$$\frac{e^2}{z_{\alpha/2}^2} = \frac{N-n}{N-1} * \frac{pq}{n} = \left[\frac{N}{N-1} - \frac{n}{N-1} \right] * \frac{pq}{n}$$

$$\frac{e^2}{z_{\alpha/2}^2} = \left[\frac{N}{N-1} * \frac{pq}{n} \right] - \left[\frac{n}{N-1} * \frac{pq}{n} \right] = \left[\frac{N}{N-1} * \frac{pq}{n} \right] - \left[\frac{pq}{N-1} \right]$$

$$\frac{e^2}{z_{\alpha/2}^2} + \frac{pq}{N-1} = \frac{N}{N-1} * \frac{pq}{n}$$

Despejando n:

$$n = \frac{\frac{N}{N-1} pq}{\frac{e^2}{z_{\alpha/2}^2} + \frac{pq}{N-1}}$$

Donde:

N= Tamaño de la población; pq= Varianza de la muestra; e²= error máximo permisible;

z_(α/2)²= Nivel de confianza" (p.78)

Estándares

Según Niebel, B. (1996), "los estándares son el resultado final del estudio de tiempos o la medición de trabajo. Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de fatiga y retrasos personales e inevitables". (p.22)

Especificaciones

Para Chua, R.; DeFeo, J.y Gryna, F. (2007): " Se refiere a los valores, tolerancias y/o estándares cuantitativos o cualitativos, que se usan como referencia para verificar el cumplimiento de las características a controlar, así como también los documentos por los cuales se rigen las variables controladas del proceso." (p.650).

2.2.6 Técnicas para el análisis de las Causas Raíz

Según Donna Summers (2006): "Las herramientas y técnicas de resolución de problemas son esenciales para lograr mejoras de procesos efectivas porque ayudan a los equipos descubrir las causas raíz de los problemas y a desarrollar soluciones para eliminarlos. Para resolver problemas de manera eficaz y por lo tanto realizar mejoras orientadas al valor, la gente necesita recibir capacitación en los procedimientos adecuados de la resolución de problemas. Los proyectos de resolución de problemas deben ser objetivos y enfocarse en buscar las causas raíz." (p. 238).

Hoja de verificación

Donna Summers (2006) la define como, "un recurso para registrar datos y en esencia se trata de una lista de categorías. Conforme ocurren eventos de estas categorías, se coloca una marca en la categoría correspondiente de la hoja de verificación." (p.242)

Análisis de Pareto

Según Donna Summers (2006): "es una herramienta gráfica para clasificar las causas de un problema desde la más significativa hasta la menos significativa." (p.244)

Diagrama de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa)

Para Donna Summers (2006), "un diagrama de este tipo puede ayudar a identificar las causas de no conformidad o productos o servicios defectuosos. Los diagramas de causa y efecto se pueden utilizar junto con diagramas de flujo y diagramas de Pareto para identificar las causas de un problema.

Este diagrama es útil en una sesión de lluvia de ideas porque permite organizar las ideas que surgen." (p. 251)

Diagramas por qué- por qué

Los diagramas por qué- porqué, según Donna Summers (2006), "organizan la forma de pensar de un grupo de resolución de problemas e ilustran una cadena de síntomas que conducen a la verdadera causa de un problema. Al preguntar "¿Por qué?" cinco veces, los solucionadores de problemas sacan a la luz los síntomas que rodean a un problema y se acercan a su verdadera causa." (p.253)

2.3 Glosario de términos

Acabado: Presentación del producto u objeto, aspecto, calidad y características.

Accesorios: Partes o piezas anexas que son necesarias para la instalación de un producto o para brindar más funciones del mismo.

Aleación: Combinación de dos o más metales, con algunos elementos no metálicos para obtener un compuesto con características específicas. Tenemos como ejemplo de aleaciones, el latón (cobre y zinc), el bronce (cobre y estaño) y el zamak (zinc y aluminio).

Calibre (Pasa- No Pasa): Se diseñan para controlar específicamente una pieza o familia de piezas que tienen las mismas características que se quiere controlar. También son denominados galga, patrón o útil de control.

Candado: Dispositivo de seguridad que se utiliza como cerradura portátil cuando las puertas donde se ubica no permiten colocar una cerradura normal. Es adecuado para puertas metálicas que se cierran con cadenas de acero. Para bloquear ese cierre, se pone el candado y se introduce el gancho o arco por los eslabones de la cadena bloqueando de esta manera la puerta.

Cerradura: Mecanismo de metal que se incorpora a puertas para impedir que se puedan abrir y así proteger su contenido. Este mecanismo se puede accionar mediante llaves de metal.

Cerradura de Embutir: Cerraduras que se introducen o se empotran en la puerta.

Cerradura de Sobreponer: Cerraduras que se instalan sobre la cara interior de la puerta.

Cerrojo: Barras o cilindros móviles de la cerradura que al salir de ella, entran en el marco de la puerta y la trancan.

Cifrado: Codificación de la llave que permite crear las diferentes combinaciones para el funcionamiento de los cilindros de las cerraduras y candados.

Cilindro de cerradura (Cilindrito): Componente de la cerradura o candado que es accionado mediante el uso de la llave

Cilindro Doble: Cilindro de cerradura que tiene doble mecanismo para permitir la apertura o cierre por ambos lados del mismo.

Contrapernos: Piezas cilíndricas que van en la parte interna de los cilindros que en conjunto con los pines, permiten el funcionamiento del cilindro.

Esmerilado: Acabado superficial que se logra con lijadoras.

Ganzúa: Gancho de alambre fuerte para abrir las cerraduras sin llave

Niquelado: Acabado. Recubrimiento de níquel que protege el metal de la corrosión.

Perfil: Forma de cortes de una llave.

Perno: Piezas cilíndricas que van en la parte interna de los cilindros que en conjunto con los pines y resortes, permiten el funcionamiento del cilindro.

Piezas no Conformes: Piezas que no cumplen con su funcionalidad luego de ser ensambladas.

CAPÍTULO III

3. Marco metodológico

El presente capítulo tiene como finalidad explicar el tipo de la investigación, el diseño de la misma, las herramientas y técnicas utilizadas para así desarrollar el proyecto.

3.1 Diseño de la investigación

La investigación de campo “es aquella que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio” (Grajales, 1993). También se puede añadir una frase que expresó (Grajales, 1997) donde señala que la investigación de campo se apoya en informaciones que provienen de entrevistas, cuestionario, encuestas y observaciones.

Según Tamayo (2003) este diseño de investigación “se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular” (pág.47)

Estos conceptos planteados, se puede afirmar que el presente estudio es una investigación es de campo, ya que se realizó “in-situ”, el estudio se realizó a una variable común (piezas defectuosas). Para este trabajo se empleó dicho diseño, ya que los datos que se necesitan para la mejora de los procesos de producción de la empresa manufacturera de candados y cilindros

3.2. Tipo de investigación

Una investigación de tipo Proyectiva es definida por Hurtado, J. (2010) como un “Tipo de investigación que intenta proponer soluciones a una situación determinada a partir de un proceso previo de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta. Dentro de ésta entran los proyectos factibles.”(p. 100).

Según Hurtado, J. (2010): “El proyecto factible está definido como, la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales. La investigación realizada pertenece a este tipo, pues partió con una etapa de exploración donde se observó la situación

actual, luego se siguió a una fase de toma de muestras y por último se plantearon propuestas donde se evaluó la alternativa de cambio con respecto a la situación existente." (p.120).

3.3. Población y Muestra

POBLACIÓN	TAMAÑO DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	JUSTIFICACIÓN DEL TIPO DE MUESTRA
Máquinas	Tres Máquinas: - IMAS 404 - IMAS 550 - IMAS 264	Muestra intencional	Se enfocó el estudio para estas máquinas porque el número de defectos que se encontró con mayor frecuencia en los productos reprocessados y desechados, se deben a operaciones realizadas con éstas máquinas. Además, el 80% de las pérdidas económicas por recuperación y desechos se atribuye a fallas relacionadas con los procesos
Procesos de Fabricación en los candados y cilindros B/7	Procesos de perforación de: - Cilindros Barra 7 - Candado Normal 50 - Candado Normal 60		
Operaciones realizadas en las máquinas perforadoras	- Perforado - Fresado - Escariado		
Productos en proceso:	Cuerpos de productos por perforar: - Cilindros Barra 7 - Candado Normal 50 - Candado Normal 60	Muestra aleatoria	Cilindros B/7 y candados 30, 40,50, 60. Se eligieron dichos productos, ya que son los de mayor salida, mayor valor económico, por tanto mayor valor comercial

Tabla 4 Descripción de población y muestra

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Técnicas de Recolección de datos

En una investigación es sumamente importante aplicar técnicas e instrumentos de recolección de datos de manera planificada y estructurada, con el fin de obtener resultados confiables que permitan alcanzar los objetivos planteados de manera sistemática y ordenada, donde se facilite la interpretación y análisis de los datos.

Las técnicas de recolección de datos principales fueron la observación y una serie de entrevistas no estructuradas.

Carlos Sabino las define de la siguiente manera:

- “La observación puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación. Dicho de otro modo, observar científicamente es percibir activamente la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como el interés para la investigación” (pág. 146 - 147).
- La entrevista “es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportar datos de interés, estableciendo un diálogo peculiar,

asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es esa fuente de informaciones (pág.153 – 154).

Con estas técnicas se busca recolectar los datos suficientes para realizar la investigación.

3.5 Técnicas de Procesamiento de Información

Herramientas

En este trabajo se utilizaron una serie de herramientas que ayudaron al desarrollo de la descripción esquemática de los procesos además de ayudar a cumplir los objetivos del trabajo de grado. Estas se muestran en la Tabla 5.

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Filmaciones	Mediante el uso de una cámara de video, se filman todas las operaciones realizadas por las máquinas para así observar con mayor detalle el proceso de perforación.
Fotografías	Usando una cámara fotográfica, se obtienen imágenes de las diferentes máquinas, productos y etapas del proceso de producción, para tener una visión más real de cada actividad.
Diagrama Causa – Efecto	Es una forma de presentar las diferentes causas de un problema. Con este diagrama se pueden señalar las causas principales y su vez, las que originan estas. <ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a considerar todas las causas posibles del problema. • Identifica las áreas en las que son necesarias realizar estudio adicional. • Ayuda a la participación grupal ya que, utiliza el conocimiento del proceso que posee cada individuo.
Planos digitales	Gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de éstas mediante una interfaz gráfica de usuario o en Inglés GUI (graphic User Interface), que automatiza el proceso. Como todos los programas y de CAD, procesa imágenes de tipo vectorial, aunque admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, donde se dibujan figuras básicas o primitivas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.), y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos. El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos seriados se gestiona mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.
Diagrama de Pareto	El diagrama de Pareto es una gráfica para organizar datos, de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, asignar un orden de prioridades. El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos factores dentro de las industrias o empresas comerciales de las cuales se basa el presente trabajo especial de grado. Se tendrá en cuenta que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.
Flujogramas de procesos	Es una representación grafica que tiene como objetivo mostrar una secuencia de pasos con el fin de llegar a un resultado final. Éste facilita la comprensión por separado de cada proceso, también permite la comprensión global de un proceso y permite la demostración en físico de cada uno de los pasos de una operación.

Tabla 5 Herramientas utilizadas en el desarrollo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Métodos para la toma de muestras de los productos

Los métodos utilizados para la toma de muestras de cilindro Barra 7 se pueden observar en la siguiente tabla:

Método inicial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizó un seguimiento de las máquinas, se observaba el momento en que el supervisor se dirigía a la máquina, cuando éste determinaba si las piezas estaban presentado algún problema, se les entrevistaba para saber cuál era el defecto observado, si el supervisor no encontraba ningún defecto, se consideraban como buenas todas las piezas del lote. 2. Al finalizar la entrevista con el supervisor se procedía a calibrar las piezas restantes del lote, por el calibre estipulado para dicho defecto. 3. Al terminar la actividad anterior se contaban las piezas buenas y las defectuosas.
Segundo método utilizado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se tomaron las piezas individual y directamente de la máquina en un período de tiempo de dos horas 2. Se limpiaron cada una de las piezas tomadas con aire comprimido 3. Se colocaron en orden y se enumeraron todas las piezas . 4. El número tomado de la máquina es igual al cociente de un porcentaje del total de elementos contenidos en la muestra, entre el total de piezas de la población producidas en el intervalo de tiempo estipulado. 5. Las piezas seleccionadas se evaluaron por cuatro tipos de calibres, uno de ellos permitía observar si la altura del collar era la adecuada, el siguiente la posición de agujeros, luego el diámetro de sede cilindrito y por último el diámetro de sede perno. 6. Luego se contaban todos los cilindros defectuosos y los buenos, no se realizaba ninguna distinción por defecto.
Método final	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se tomaron las piezas individual y directamente de la máquina en un período de tiempo de dos horas. 2. Se limpiaron cada una de las piezas tomadas con aire comprimido 3. Se colocaron en orden y se enumeraron todas las piezas . 4. El número tomado de la máquina es igual al cociente de un porcentaje del total de elementos contenidos en la muestra, entre el total de piezas de la población producidas en el intervalo de tiempo estipulado. 5. Las piezas seleccionadas se evaluaron por cuatro tipos de calibres, uno de ellos permitía observar si la altura del collar era la adecuada, el siguiente la posición de agujeros, luego el diámetro de sede cilindrito y por último el diámetro de sede perno. 6. Aquellos cilindros que se determinaron como defectuosos mediante el calibre de altura de collar, se procedió a medirlos con la ayuda de un vernier, cabe destacar que en ninguna muestra se consiguió ningún defecto por diámetro de sede cilindrito, ni por diámetro de sede perno. 7. Los que presentaron problemas con la posición de agujeros se midieron con unos patrones denominados "Johnson". 8. Aquellas piezas que la altura de collar estuviera por debajo o por encima de las medidas estándar se designaron como defectuosos, lo mismo se hizo con posición de agujeros.

Tabla 6 Métodos utilizados para la toma de muestras de cilindro Barra 7

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos utilizados para las muestras de Candados se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Método inicial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizó un seguimiento de las máquinas, se observaba el momento en que el supervisor se dirigía a la máquina, cuando éste determinaba si las piezas estaban presentado algún problema, se les entrevistaba para saber cuál era el defecto observado, si el supervisor no encontraba ningún defecto, se consideraban como buenas todas las piezas del lote. 2. Al entrevistar al supervisor se determinaba el defecto y se procedía a calibrar las piezas por el calibre estipulado para dicho defecto. 3. Al terminar con la actividad anterior se contaban las piezas buenas y las defectuosas.
Segundo método utilizado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se tomaron las piezas individual y directamente de la máquina en un período de tiempo de dos horas 2. Se limpiaron cada una de las piezas tomadas con aire comprimido 3. Se colocaron en orden y se enumeraron todas las piezas. 4. El número tomado de la máquina es igual al cociente de un porcentaje del total de elementos contenidos en la muestra, entre el total de piezas de la población producidas en el intervalo de tiempo estipulado. 5. Las piezas seleccionadas se evaluaron por nueve tipos de calibres, posición de agujeros, tope cilindrito, tope arco largo, diámetro de agujeros sede arco, profundidad de agujeros se arco, diámetro de agujeros sede pernos, diámetro de agujeros sede trancadores, posición de los agujeros sede trancadores, diámetro de los agujeros sede cilindrito, y por último diámetro de sede pernos

	<p>6. Luego se contaban todos los candados defectuosos y los buenos, no se realizaba ninguna distinción por defecto.</p>
<p>Método final</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se tomaron las piezas individual y directamente de la máquina en un período de tiempo de dos horas 2. Se limpiaron cada una de las piezas tomadas con aire comprimido 3. Se colocaron en orden y se enumeraron todas las pieza. 4. El número tomado de la máquina es igual al cociente de un porcentaje del total de elementos contenidos en la muestra, entre el total de piezas de la población producidas en el intervalo de tiempo estipulado. 5. Las piezas seleccionadas se evaluaron por nueve tipos de calibres, uno de ellos permitía observar la posición de agujeros, el otro el tope cilindrito, el siguiente tope arco largo, luego el diámetro de agujeros sede arco, profundidad de los agujeros sede arco, el diámetro de los agujeros sede perno, diámetro de los agujeros sede trancadores, posición de los agujeros sede trancadores, diámetro de los agujeros sede cilindrito luego el diámetro de sede cilindrito y por último el diámetro de sede perno. 6. Aquellos candados que se determinaron como defectuosos mediante el calibre posición de agujeros se midieron con unos patrones denominados Johnson, los candados que presentaron problemas con el calibre tope de arco se midieron con unos patrones de cilíndricos, también se debe señalar que en ninguna muestra se consiguió ningún defecto por ninguno de los otros siete calibres. 7. Luego de medirse las piezas con los Johnson y con los patrones cilíndricos aquellos candados cotas que estuvieran por debajo o por encima de las medidas estándar se designaron como defectuosos.

Tabla 7 Métodos utilizados para la toma de muestras de candados Normales 30,40, 50 y 60.

Fuente: Elaboración propia

3.7- Estructura desagregada de trabajo

ESTRUCTURA DEL INFORME DE TEG	DISTRIBUCIÓN DEL CONTENIDO	RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HERRAMIENTAS UTILIZADAS
INTRODUCCIÓN	Descripción de la empresa Descripción del problema Formulación de objetivos general y específicos Establecimiento de alcance y limitaciones Justificación del estudio		
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Control de Calidad Control Estadístico de procesos Glosario de términos Diseño y tipo de la investigación. Población y muestra de estudio Herramientas para la toma y el procesamiento de datos	Caracterizar los procesos de producción de los cuerpos de candados y cilindros	<u>Para la recolección de datos:</u> Entrevistas no estructuradas Filmaciones Fotografías Consultas al Sistema Informático SIMA Muestreos Aleatorios
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	Descripción de los procesos productivos Manejo actual de los defectos Máquinas involucradas en los procesos Tipos de defectos Causas de los defectos Procedimiento de calibración de piezas Determinación de la proporción de defectuosos	Determinar las principales causas que generan piezas no conformes en los procesos de producción de cuerpos de candados y cilindros	
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.	Método de control de calidad para el proceso de perforación de piezas para los productos Candados Normales Cilindros Barra 7	Analizar las causas de los problemas que están ocurriendo en los procesos de producción de cuerpos de candados y cilindros	<u>Para el procesamiento de datos:</u> Diagramas de Ishikawa Flujogramas de procesos Diagramas de Pareto Diagramas de barra Gráficos de control de medidas Planos digitales
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	Resumen de tipos de defectos Descripción de unidades y utensilios de las máquinas Tablas de mediciones relacionadas con calibraciones hechas a piezas Formato para el análisis de las causas raíces Formato para el registro de paradas de máquina, de calibraciones de piezas y de cambios de utensilio.	Formular soluciones para las causas de los problemas analizados	
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA			
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			
BIBLIOGRAFÍA			
ANEXOS			

Tabla 8 Estructura desagregada de trabajo
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

4. Situación actual

Para caracterizar la situación actual de la empresa se realizaron una serie de entrevistas no estructuradas con el departamento de producción, plantas, calidad y el departamento técnico, con el fin de indagar los tipos de defectos producidos en las piezas, los más frecuentes y críticos, las causas de sus ocurrencias y la incidencia que tienen sobre los costos de reproceso y desecho de la empresa.

4.1 Proceso productivo de Candados

Las operaciones realizadas a los candados en la planta manufacturera consisten básicamente en los descritos a continuación (fig. 2)

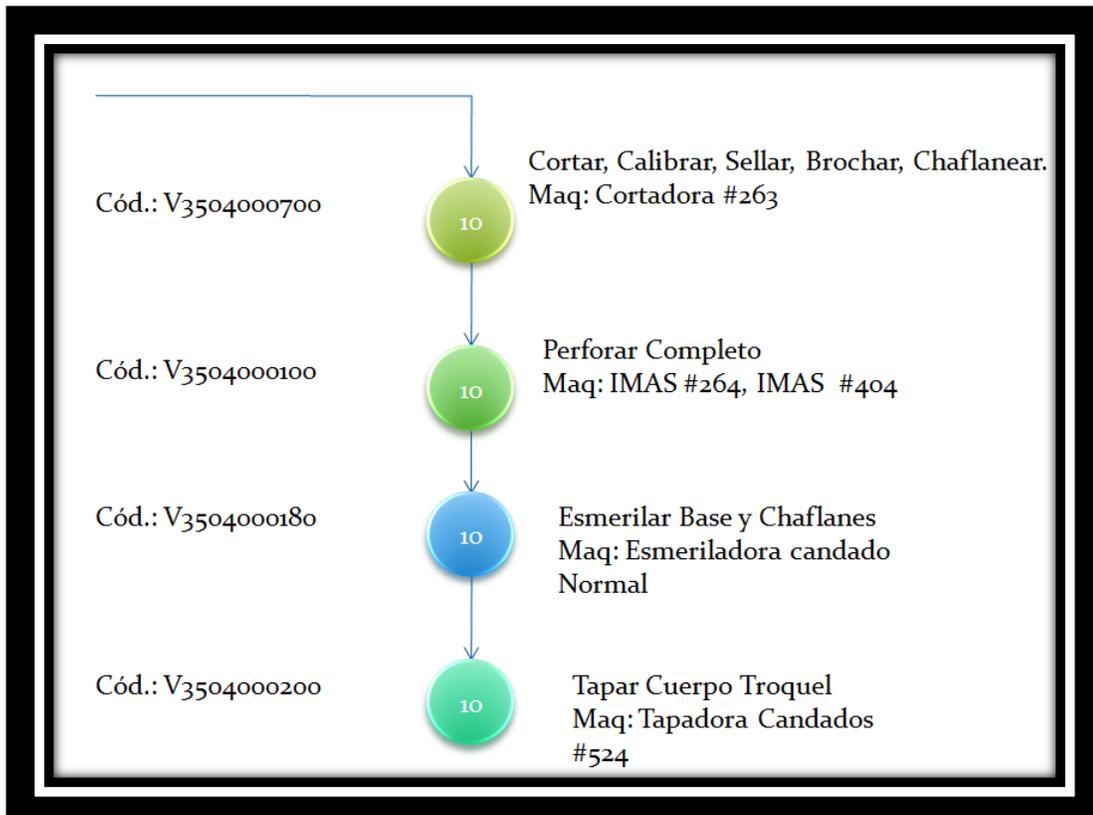


Figura.- 2 Diagrama de Operaciones de candados
Fuente: Elaboración propia.

OP 10: Cortar, sellar, brochar, chaflanear



Figura.- 3 Fotografía de Máquina cortadora de Candados.

Op 10: Cortado, brochado, sellado, chaflaneado.

Operación	Descripción	Antes	Después
Cortar	Consiste en cortar los lingotes de materia prima de acuerdo a la longitud del ancho que tendrá el candado según establezca el diseño.		
Brochar	Rectifica la superficie del cuerpo candado		
Sellar	Imprime el sello en el latón cortado		

Operación	Descripción	Antes	Después
Chaflear	Se realiza el chaflán de los lados del candado		

Tabla 9 Operación 10 realizada a Candados
Fuente: Elaboración propia.

OP 20: perforado

Operación	Descripción	Antes	Después
Perforado	Se realizan los distintos agujeros que permiten la funcionalidad del candado		

Tabla 10 Operación 20 realizada a Candados
Fuente: Elaboración propia.

OP 30: Esmerilar



Figura.- 4 Máquina esmeriladora de candados.

Operación	Descripción	Antes	Después
Esmerilado	Se esmerilan los lados en donde se realizaron las perforaciones		

Tabla 11 Operación 30 realizada a Candados
Fuente: Elaboración propia.

4.2. Proceso productivo de Cilindros Barra 7

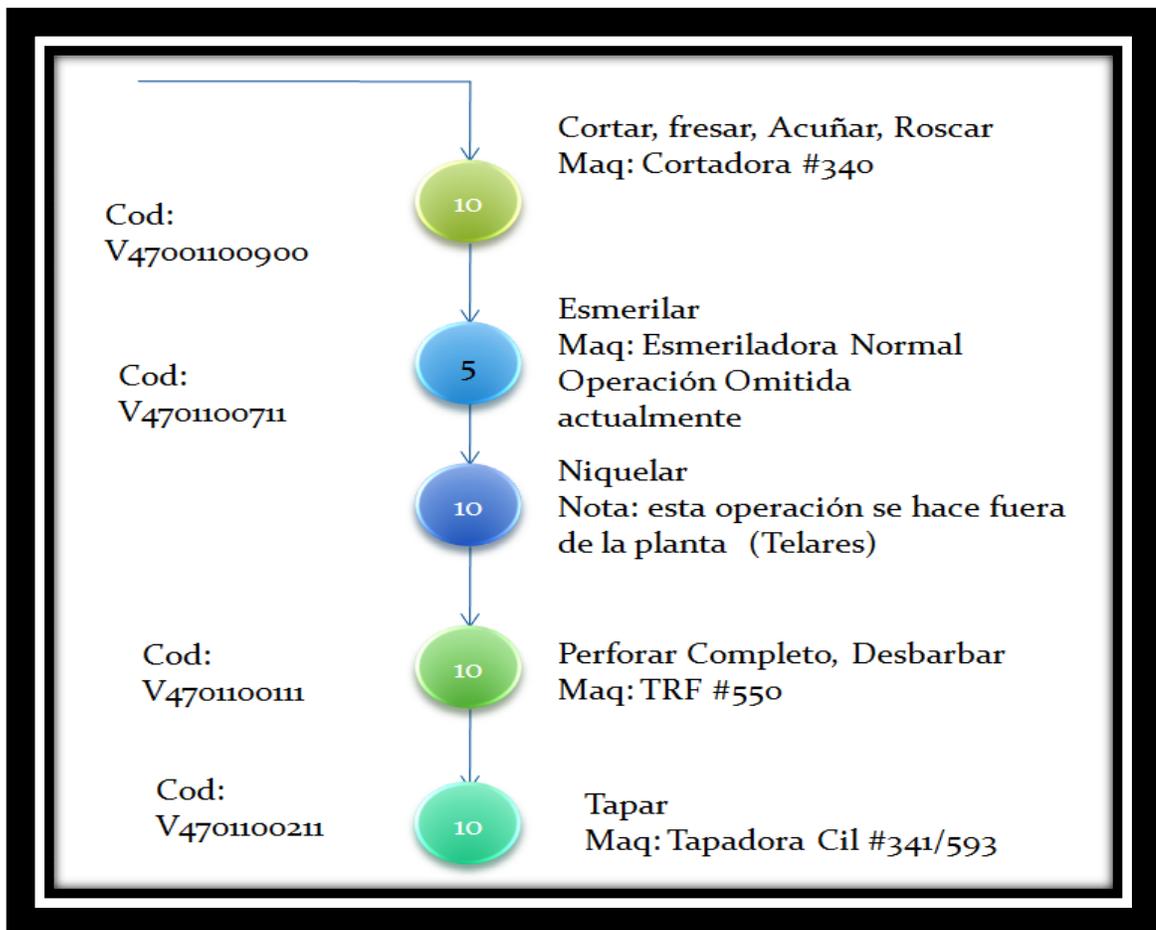


Figura.- 5 Diagrama de procesos básicos realizados a los cuerpos de candados.
Fuente: Elaboración propia

OP 10: Cortado, fresado, acuñaado, roscado



Figura.- 6 Máquina cortadora de cilindros.

Operación	Descripción	Antes	Después
Cortar y fresar	Consiste en cortar los lingotes de materia prima de acuerdo a la longitud del ancho que tendrá el cilindro según establezca el diseño.		
Acuñaado	Se imprime el sello		

Operación	Descripción	Antes	Después
Roscado	Se realiza la rosca que sirve para atornillar a las puertas		

Tabla 12 Operación 10 realizada a Cilindros

Fuente: Elaboración propia.

Operación	Descripción	Antes	Después
Perforado	Se realizan todos los agujeros necesarios para la funcionalidad del cilindro		

Tabla 13 Operación 10 realizada a Cilindros

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Manejo actual de los defectos en cuerpos de candados y cilindros

Para determinar qué particulares tienen mayor grado de incidencia en los costos por reproceso y por desecho de la fábrica, se utilizó el sistema informático SIMA¹, para obtener los datos de los costos por reproceso y desecho para cada particular desde abril 2011 hasta abril 2012 (Ver tabla 2 en anexos). Estos datos sirvieron para determinar cuál de los particulares incrementa los costos en reproceso y desecho, mediante el siguiente diagrama de Pareto (fig. 7).

¹ El sistema informático SIMA fue desarrollado por la empresa para manejar toda la información registrada y concerniente a los procesos productivos.

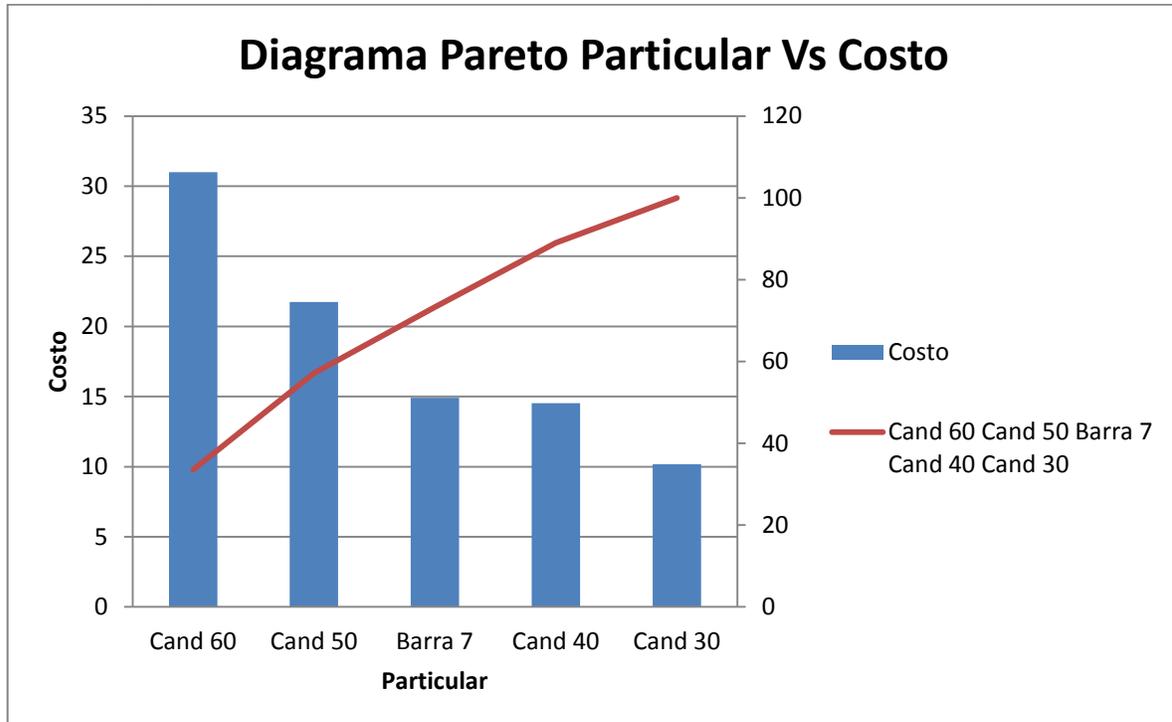


Diagrama.- 1 Diagrama de Pareto para los Costos por Reprocesos y Desechos Vs. Particulares asociados

Fuente: Elaboración propia.

Los productos finales que presentan mayor cantidad de pérdidas son en primer lugar el candado 60, en segundo lugar el candado 50 y en tercer lugar el cilindro Barra 7, constituyendo el 73,26% del total de las pérdidas registradas.

Sin embargo es preciso conocer cuáles son los tipos de defectos que tienen mayor frecuencia de aparición en los productos señalados. Para esto también se utilizó el sistema informático SIMA, de donde se pudieron extraer estos datos, comprendidos desde el 01/01/2011 hasta el 31/07/2012.

Luego de procesados estos datos, se obtuvo que el defecto que ocurre con mayor frecuencia en los cuerpos de los productos es el mal perforado, tal como se aprecia en el siguiente diagrama de Pareto:

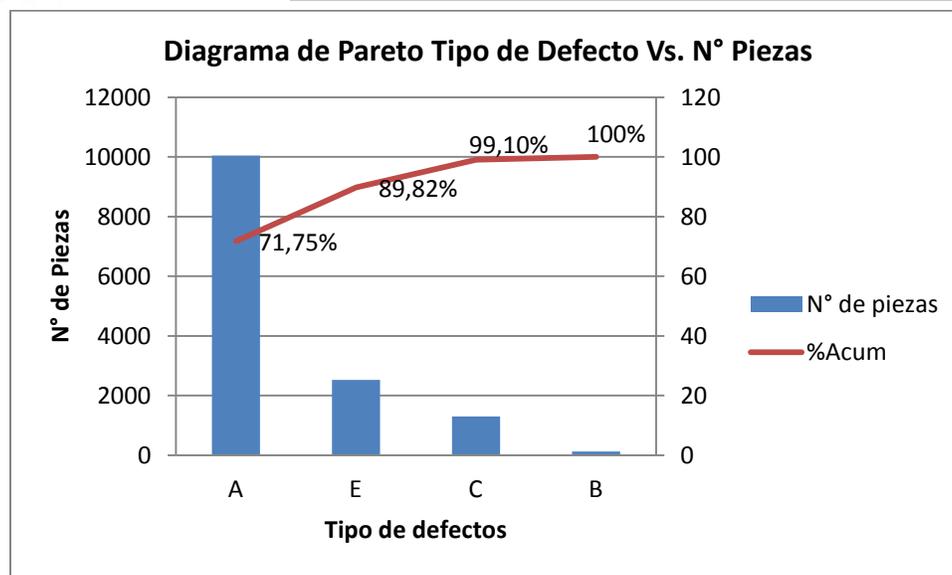


Diagrama.- 2 Diagrama de Pareto N° de Piezas Vs. Tipo de defecto.
Fuente: Elaboración Propia.

Las letras mostradas en la figura, representan los tipos de defectos registrados en SIMA, cuya descripción se muestra en la siguiente tabla:

TIPO DE DEFECTO	LETRA ASIGNADA	CANTIDAD DE PIEZAS/ DEFECTO
Defecto 33 (Mal perforado)	A	10049
Defecto 16 (Mal troquelado)	B	126
Defecto 66 (Material no en uso)	C	1300
El defecto 29 (Mal escariado)	D	16
El defecto 15 (Mal cortado)	E	2530

Tabla 14 Cantidad de Piezas por tipo de defectos. Para conocer mayor detalle de los diversos tipos y códigos de defectos, ver en el tomo de anexos la Tabla 3

Fuente: Departamento de Plantas I

Al determinarse que el defecto que genera más costos es el de mal perforado, se decidió enfocar el estudio hacia los procesos de perforación de los cuerpos de candados 50, 60, y de los cuerpos de cilindros Barra 7.

Actualmente en el proceso productivo de candados y cilindros, existen tres máquinas que se encargan de realizar las diferentes perforaciones que requieren los mismos. Se trata de máquinas de transferencia, que poseen una serie de unidades con diferentes utensilios en cada una, que permiten la realización de varias operaciones a un producto en proceso, dentro de una misma estación.

Dos de estas máquinas se encargan del proceso de perforación de candados y una sola es destinada a realizar las distintas perforaciones. A la máquina encargada de realizar las operaciones de los candados de 30 mm y 50 mm se denomina IMAS 264, la máquina conocida en la empresa

como IMAS 404, es destinada a la perforación de candados de 40 y 60 mm y la máquina donde sólo se realizan las perforaciones del cuerpo de cilindro Barra 7 se denomina IMAS 550.

Producto	Máquina perforadora
Candados (30 y 50) mm	IMAS 264
Candados (40 y 60) mm	IMAS 404
Cilindros Barra 7	IMAS 550

Tabla 15 Máquinas destinadas a perforaciones de cada particular.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Descripción de proceso de perforación

4.4.1 Máquinas involucradas en el proceso de perforación

IMAS 264

Tiene capacidad de producir candados 30, 40, 50 y 60. Sin embargo, en la actualidad sólo se utiliza para procesar candados 30 y 50. La misma posee 10 estaciones donde se realizan distintas operaciones a cada producto:

Estación 1:	Se realiza la carga automática de los productos a procesar.
Estación 2:	Estación de espera.
Estación 3:	Se perfora el Tope de Arco, utilizando la unidad 1.
Estación 4:	Se perfora el Tope de Cilindrito, empleando la unidad 2.
Estación 5:	Estación de espera.
Estación 6:	Se perfora la sede del Trancador, utilizando la unidad 5.
Estación 7:	Mediante la unidad 6, que consiste en un cabezal múltiple con dos (2) brocas, se encarga de perforar el Arco-Largo y el Arco-corto. <ul style="list-style-type: none"> • La perforación Arco largo: se encarga de abrir el agujero para la parte fija del Arco del candado. • La perforación Arco corto: se encarga de abrir el agujero donde se introduce la parte móvil del Arco del candado. La unidad 7: se encarga de perforar el agujero de la sede del cilindrito (Parte inferior del cando por donde se introduce la llave).
Estación 8:	<ul style="list-style-type: none"> • Empleando la unidad 11, se perforan los agujeros para pernos, contrapernos y resortes. • Utilizando la unidad OUP, se perfora el agujero denominado Aliviadero de agua.
Estación 9:	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando la unidad 8, se realiza el fresado sólo para candados 30. • Empleando la unidad 9, se realiza el escariado de la sede del cilindrito.
Estación 10:	<ul style="list-style-type: none"> • Empleando la unidad 1°, se ejecuta el escariado de la sede trancador. • Se realiza la descarga del producto.

Tabla 16 Descripción de estaciones de la máquina IMAS 264

Fuente: Elaboración propia

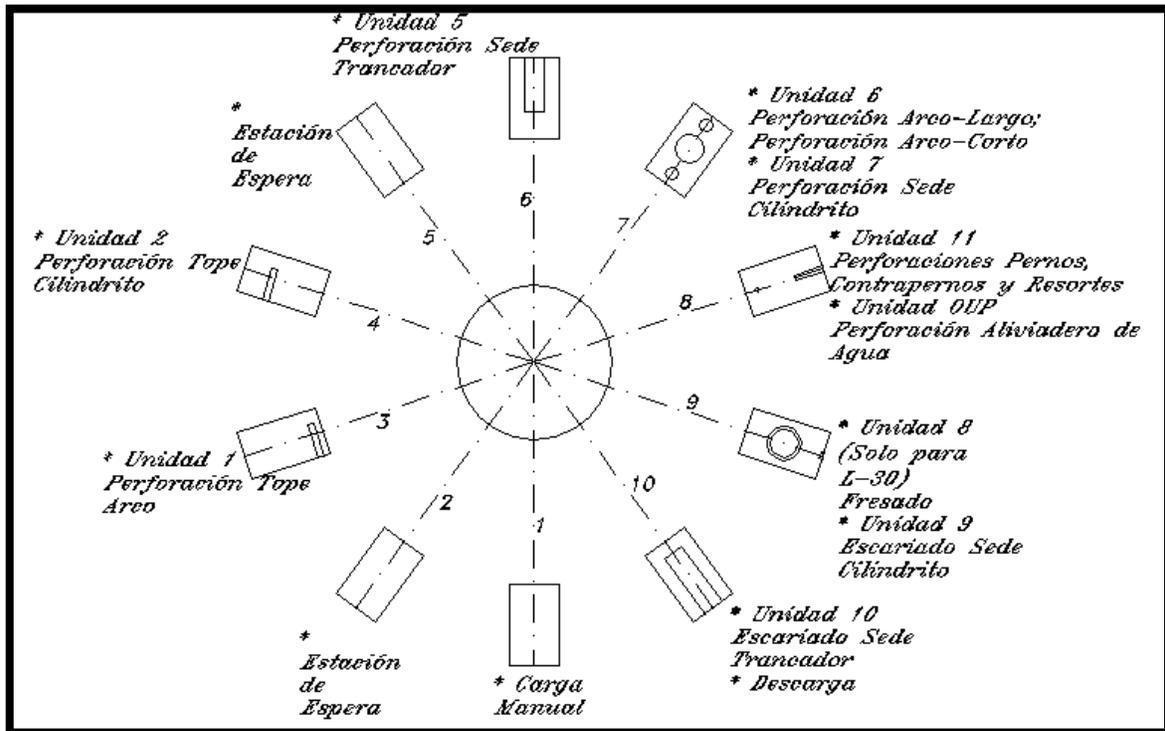


Figura.- 7 Ciclo de operación de la Máquina 264
Fuente: Departamento Técnico

IMAS 404

Tiene capacidad de producir candados 30, 40, 50 y 60. Sin embargo, en la actualidad sólo se utiliza para procesar candados 40 y 60.

Posee 5 estaciones donde se realizan distintas operaciones a cada producto:

Estación 1:	Se realiza la carga automática de los productos a procesar.
Estación 2:	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizando la unidad 3 se perfora el tope de arco para candado 60 - En la unidad 5 se perfora tope de arco para candado 40 y el tope cilíndrico para candado 60 - La unidad 4 perfora la sede trancador.
Estación 3:	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación sede cilíndrico, utilizando la unidad 1. - La perforación sede arco-corto y sede arco-largo, se realizan en la unidad 10 - La perforación tope cilíndrico para candado 40, se ejecuta en la unidad 11.
Estación 4:	Las perforaciones para pernos, contrapernos y resortes, se realizan en la unidad 12.
Estación 5:	<ul style="list-style-type: none"> - Escariado sede cilíndrico, utilizando la unidad 6 - Escariado sede trancador, utilizando la unidad 7 - Perforación aliviadero de agua, utilizando la unidad 9

Tabla 17 Descripción de estaciones de la máquina IMAS 404.

Fuente: elaboración propia

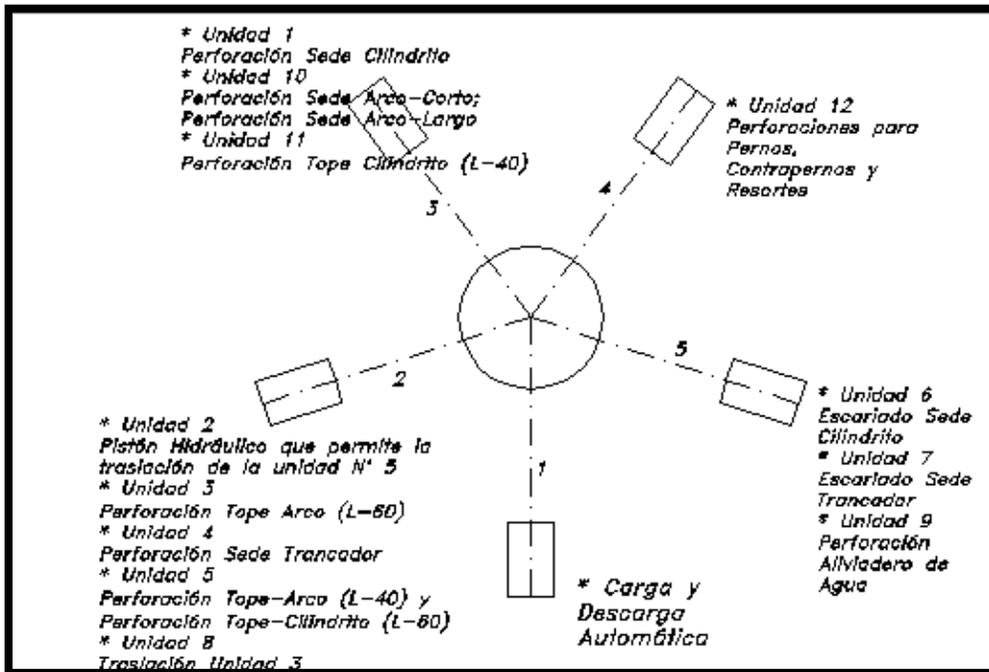


Figura.- 8 Ciclo de operación de la Máquina 404
Fuente: Departamento Técnico

IMAS 550

Esta máquina tiene capacidad de producir cilindros 83/5/7/13/1518. Sin embargo en la actualidad sólo se utiliza para procesar cilindros 83/7. Posee 8 estaciones donde se realizan distintas operaciones a cada producto:

Estación 1:	Se realiza la carga automática de los productos a procesar.
Estación 2:	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación superior sede cilíndrico, en la unidad 1. - Perforación inferior sede cilíndrico, en la unidad 2
Estación 3:	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación de los agujeros superiores, utilizando la UM3. - Se verifica la perforación inferior del cilindro con la unidad de control 4 - Se controla los agujeros perforados por la UM3, con la unidad de control 14
Estación 4:	Se realiza el escariado y el chaflán de la parte superior del cilindro.
Estación 5:	<ul style="list-style-type: none"> - Escariado y chaflán de la parte inferior del cilindro, en la unidad 6 - Perforación de agujero de la parte inferior, en la UM7 - Se controla los agujeros perforados por la UM7, en la unidad de control 15
Estación 6:	<ul style="list-style-type: none"> - Diámetro inferior del cilindro en la unidad 8 - En la unidad de control 9 se verifican los orificios superiores
Estación 7:	<ul style="list-style-type: none"> - En la Unidad de control 10 se verifica que los orificios superiores e inferiores no posean rebaba. - La unidad 11 perfora el agujero del cilindro
Estación 8:	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad 12 toma el producto de la parte inferior - Unidad 13 descarga el producto.

Tabla 18 Operaciones de la máquina IMAS 550.

Fuente: elaboración propia

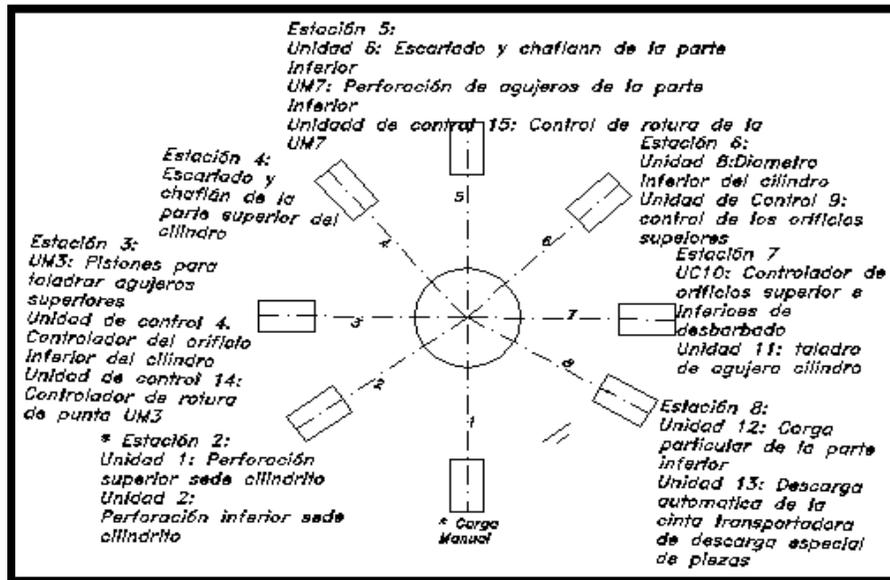
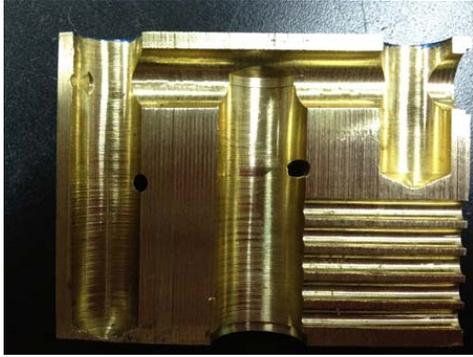
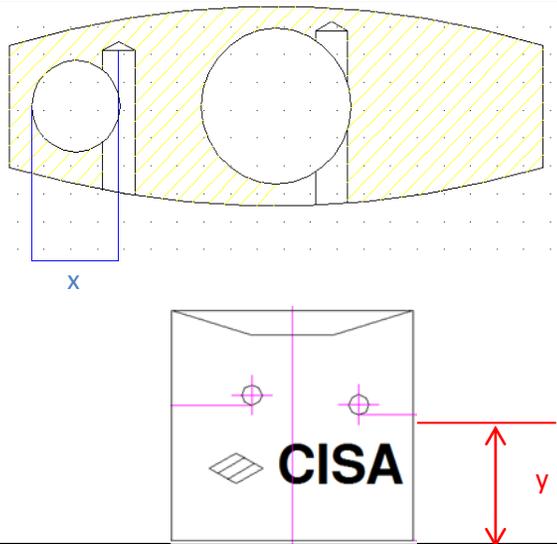
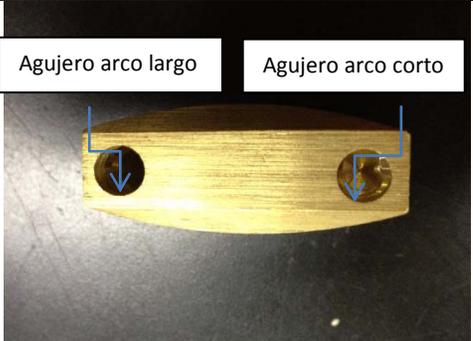
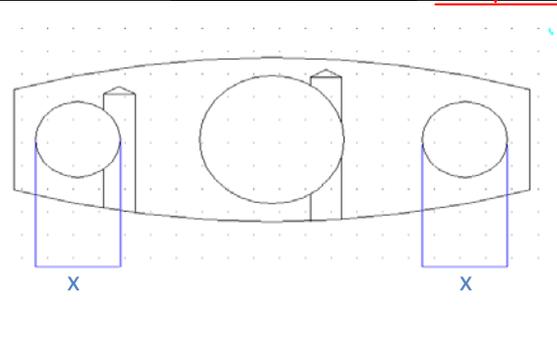


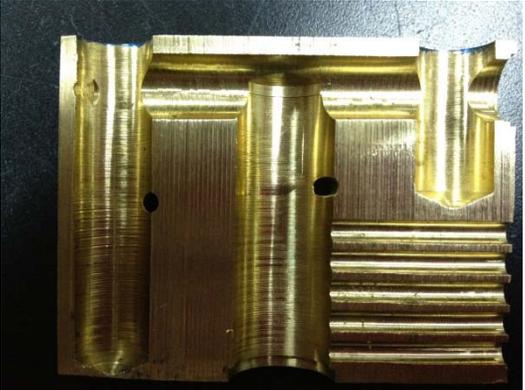
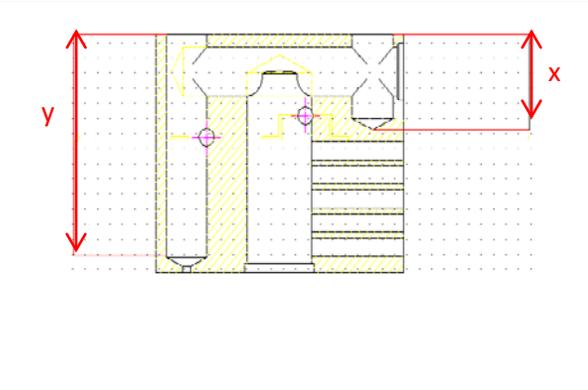
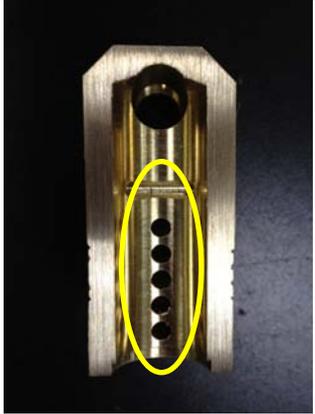
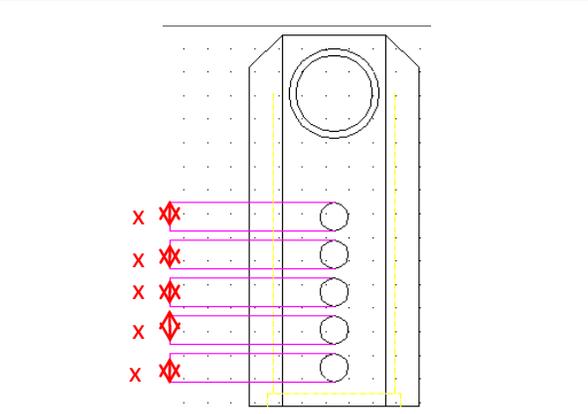
Figura.- 9 Ciclo de operación de la Máquina 550
Fuente: Elaboración propia

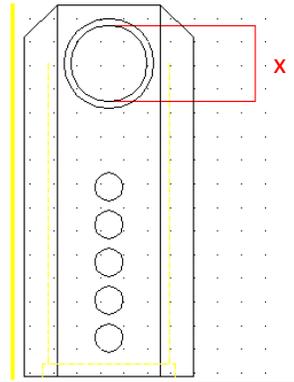
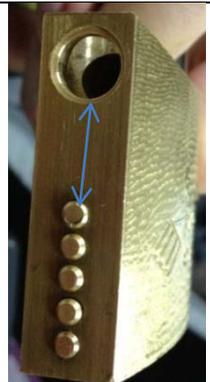
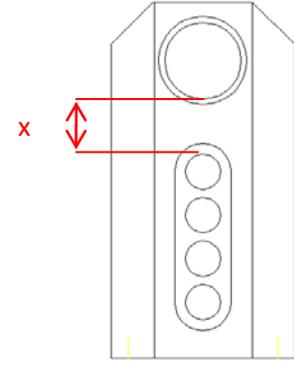
4.4.2 Tipos de defectos por perforación

Entre los principales defectos por perforación que se presentan con mayor frecuencia, según una entrevista no estructurada realizada al jefe del departamento de plantas, clasificados de acuerdo al grado de incidencia en los costos por desperdicios de la empresa, podemos mencionar los siguientes:

Defectos de Candados 30, 40, 50 y 60				
Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
Posición de agujeros	Medida desde el collar hasta el centro de cada uno de los agujeros	<ul style="list-style-type: none"> -Pérdida de filo de la Broca -Desgaste de la Bocina por fricción - Desgaste en las puntas de la leva que ocasionan variaciones entre los centros de los agujeros. - Daños en el rodamiento que eleva la unidad, a medida que la levanta, la leva ubica en donde se localizarán las perforaciones. 		
Posición de agujero Tope-cilindrito	Medida desde el centro del agujero sede pasador tope cilindrito hasta el plano tangencial del diámetro del cilindrito	<ul style="list-style-type: none"> - Broca defectuosa. -Desgaste en las Bocinas de las mordazas 		

Defectos de Candados 30, 40, 50 y 60				
Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
<p>Tope arco largo</p>	<p>Medida desde el centro del agujero sede pasador tope arco hasta el plano tangencial del diámetro donde se aloja el arco. Variación en la posición del agujero sede tope de arco, si varía impide el cierre correcto del arco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de la broca - Desgaste de la Bocina 		
<p>Diámetro de agujeros sede arco</p>	<p>Variación en el diámetro del agujero sede tope de arco, si varía impide el movimiento del arco</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de la broca - Desgaste de la Bocina - Generación de rebaba 		

Defectos de Candados 30, 40, 50 y 60				
Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
Profundidad de los agujeros sede Arco	Variación en la profundidad del agujero sede tope de arco, si varía impide el movimiento del arco	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de la broca - Desgaste de la Bocina - Generación de rebaba 		
Diámetro de agujeros, sede pernos	Se utiliza una broca de widia que no flexiona y tiene mayor vida útil	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de la broca 		

Defectos de Candados 30, 40, 50 y 60				
Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
Diámetro de agujeros, sede trancadores	Si el diámetro es muy cerrado impide el movimiento de los trancadores	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de broca - Desgaste de escariador (el escariador además se encarga de rectificar la parte interna, realiza el "collar" donde posteriormente se coloca la tapa) 		
Posición de agujero sede trancadores	Impide giro de la llave, si la medida está muy baja porque la plaquita de seguridad del cilindrito choca con los trancadores	- Desajuste de la Bocina, guía de Broca por carencia de pasadores		

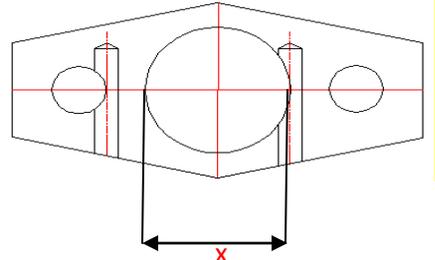
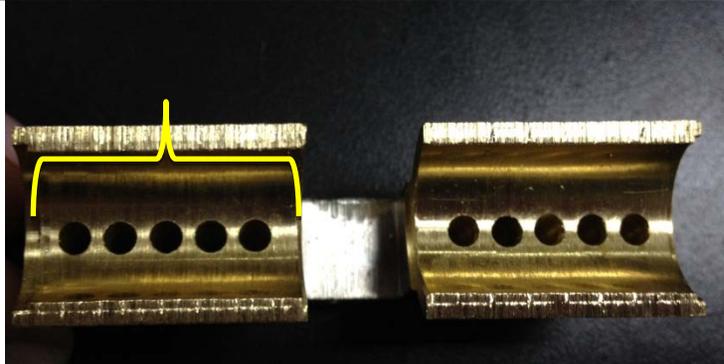
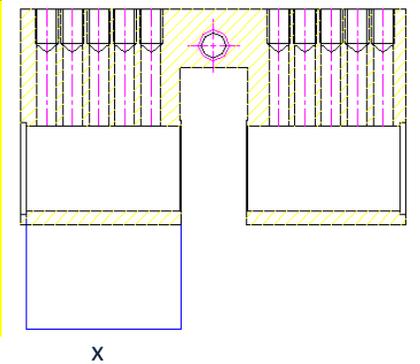
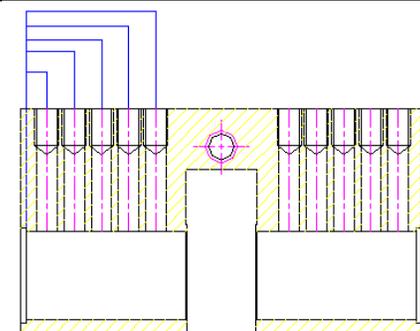
Defectos de Candados 30, 40, 50 y 60				
Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
Diámetro de agujero sede cilindrito	Puede ocasionar roce	- Desgaste de broca - Desgaste de escariador		

Tabla 19 Defectos en Candados Normales
Fuente: Elaboración propia.

Defectos de Cilindros Barra 7

Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
Altura de Collar	Distancia de la altura interna donde se apoya el cilindrito, hasta donde se apoya el zuncho. Si los centros de los agujeros sede pernos no coinciden con los centros del cilindrito la pieza es inservible.	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de filo de alesador - Fallas en el rodamiento - Desajuste en la parte interna del cabezal - Desgaste del escariador - Desgaste de la Broca, produce sobre esfuerzos en el escariador. 		 <p style="text-align: center;">X</p>
Posición de agujeros	Distancia de donde se apoya el cilindrito al centro de cada agujero. Los agujeros son realizados por una leva, cuando las puntas de la leva se desgastan, la distancia entre los centros varía. La leva se desplaza sobre un rodamiento que va elevando a la unidad, a medida que la va levantando realiza los agujeros	<ul style="list-style-type: none"> - Desgastes en la leva - Fallas de rodamiento - Desgaste en la broca que perfora - Desgaste del escariador 		 <p style="text-align: center;">X</p>

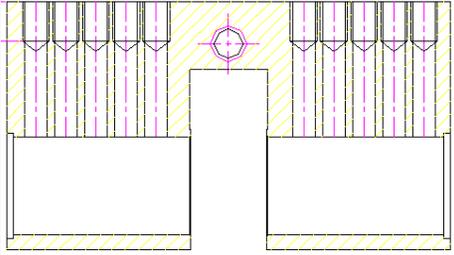
Defectos de Cilindros Barra 7				
Defecto	Descripción	Causas	Imagen	Plano
Diámetro de sede Cilindrito	Variación en el diámetro de la sede cilindrito, puede generar roce en el ensamblaje	- Desgaste de broca - Desgaste de escañador		
Diámetro de agujeros sede pernos	Variación de los diámetros de los agujeros de las sedes pernos	- Desgaste de la broca de Widia		

Tabla 20 Defectos en Cilindros Barra 7.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Causas de defectos por perforación

De igual manera se indagó acerca de las causas que podrían estar ocasionando los defectos, con el objetivo de comprender mejor el problema general, presentando a continuación un diagrama causa efecto (diagrama 3) donde se muestra de manera esquemática y reducida las posibles causas.

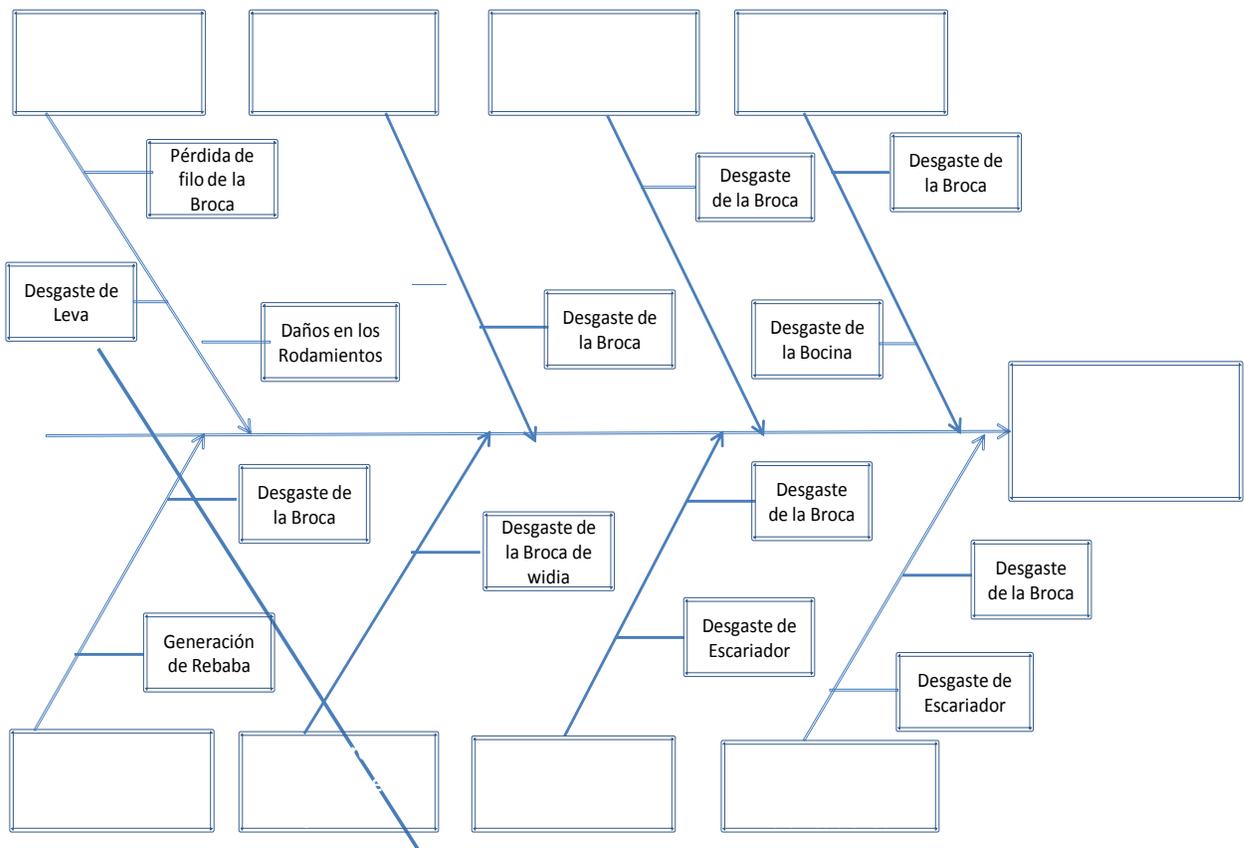


Diagrama.- 3 Diagrama Causa- Efecto de Causas de Defectos de candados.
Fuente: Elaboración propia.

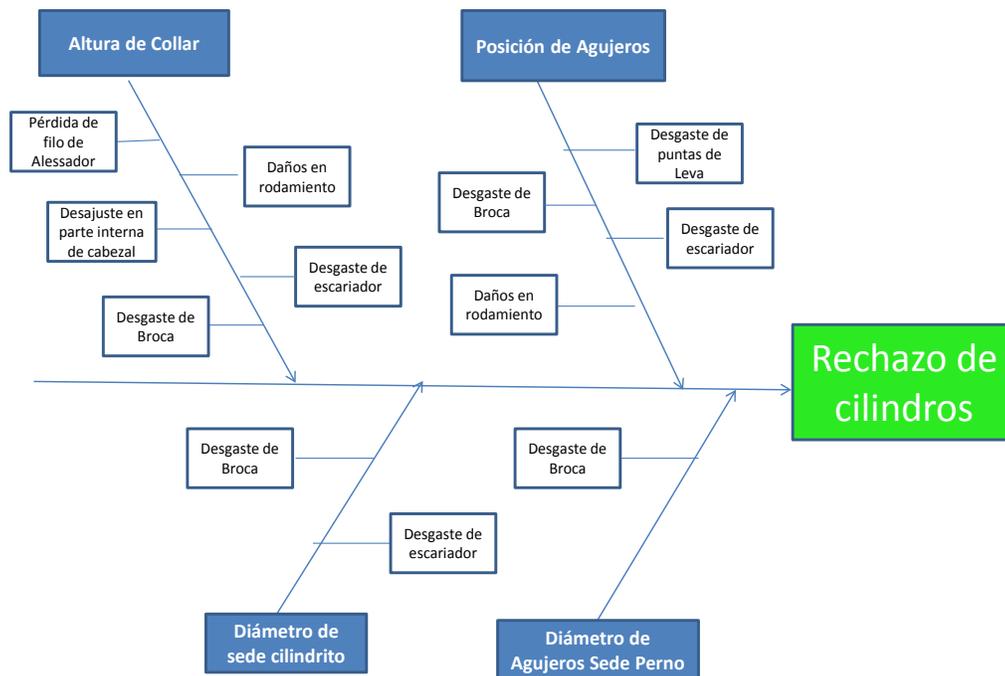


Diagrama.- 4 Diagrama Causa- Efecto de Causas de Defectos de candados.
Fuente: Elaboración propia.

4.5. Procedimiento de Calibración de Piezas.

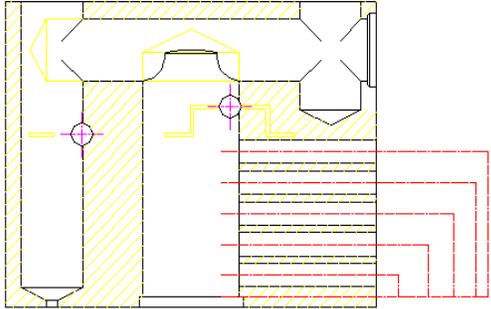
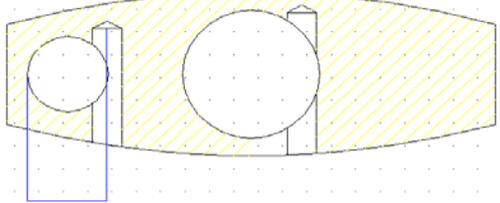
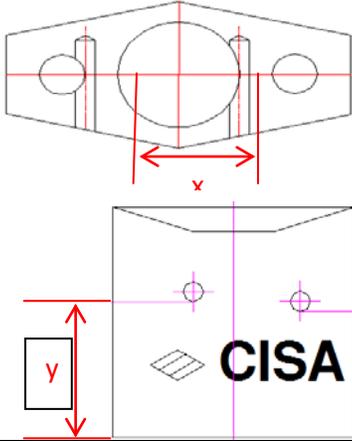
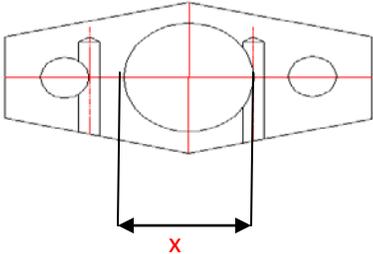
Mediante la realización de entrevistas no estructuradas, y de la observación directa, para indagar acerca del procedimiento que emplean para detectar las piezas defectuosas, se realizó un muestreo, con el fin de detectar la proporción de defectuosos que se generan en cada máquina.

Para el procedimiento de detección de piezas defectuosas, se utilizan instrumentos denominados calibres (patrones pasa- no pasa), mediante los cuales se controlan las cotas o medidas de las perforaciones realizadas.

Dependiendo de la pieza que sale de una determinada máquina, se consulta el plano del producto, para identificar cuáles deberían ser las medidas de las cotas que se controlan según el defecto (Ver Tablas de defectos 19 y 20) y luego con los ciclos de producción que se encuentran en las máquinas para cada particular, se verifica el código del calibre a utilizar.

Seguidamente, se introduce el calibre por ambos extremos de la pieza, donde el lado del calibrador que verifica el “pasa”, efectivamente debería pasar, y el otro lado del calibrador que verifica el “no pasa”, no debería pasar, para poder concluir que la pieza no presenta defectos.

Los calibres utilizados para los defectos de perforación en cilindros Barra 7 y Candados Normales, son los que se muestran a continuación en la tabla 21.

Calibres para Candados Normales 30,40,50 y60		
Calibre	Función	Cota De Control
	Controlar cotas de posición de agujeros de candados	
	Controlar cota de posición de tope de arco largo	
	Controlar cota de posición de tope de cilindrito	
	Controlar cota de diámetro de agujero sede cilindrito	

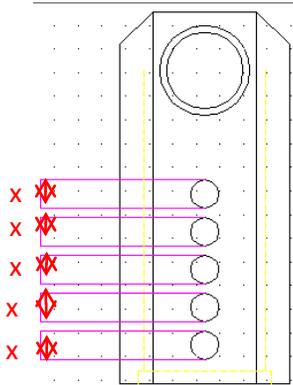
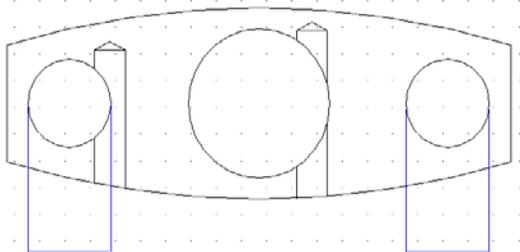
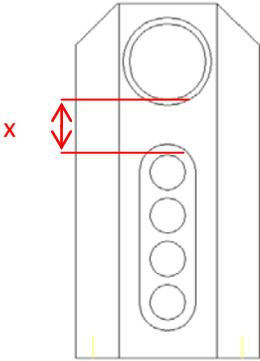
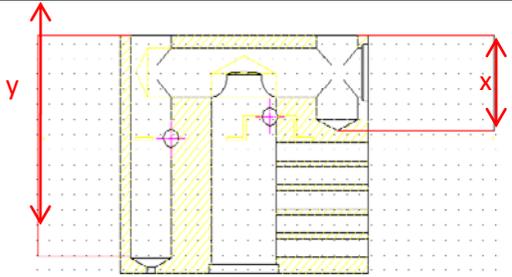
Calibres para Candados Normales 30,40,50 y60		
Calibre	Función	Cota De Control
	Controlar cotas de diámetros de agujeros sedes pernos	
	Controlar cota de diámetros de agujeros sedes de arcos	
	Controlar cota de posición de agujero de trancadores	
	Controlar Cota de profundidad de sedes de arco	

Tabla 21 Tipos de Calibres
Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla permite observar directamente cuál calibre debe utilizarse y cuál es la cota que debe buscarse en el plano, para saber qué código le pertenece al calibre en el ciclo de producción, según el tipo de producto revisado.

Es importante señalar que para los candados, las estructuras de los calibres son las mismas, sin embargo las medidas de control sí cambian, por lo que es necesario asegurar que el código del calibre que se está empleando sea el correcto.

4.6. Determinación de proporción de defectuosos por máquina de perforación

Seguido de esto se buscó en base a la muestra piloto, estimar la proporción: $\hat{\pi} \cong p$, tomando al azar las piezas en un mismo lote, sin remplazo y de tipo secuencial, de tal modo que todas tuvieran igual probabilidad de ser escogidas.

Los resultados de la proporción de defectuosos obtenidos en la máquina perforadora de cilindros Barra 7, se presentan en la siguiente tabla (tabla 22).

IMAS 550 (CILINDROS BARRA 7)					
Fecha	Tamaño muestr	Buenas	Malas	%buena	% malas
07-ago	178	85	93	47,752809	52,24719101
08-ago	190	117	73	61,4978903	38,5021097
09-ago	178	86	92	48,372615	51,62738496
10-ago	177	97	80	54,8022599	45,19774011
Promedios	181	96	85	53	47

Tabla 22 Resultado de proporción de Máquina 550, según resultados obtenidos por calibres.
Fuente: Elaboración propia.

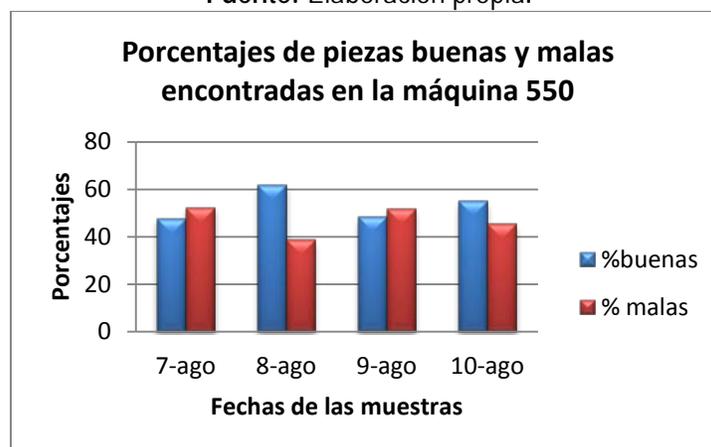


Figura.- 10 Porcentajes de Piezas buenas y malas encontradas en cada una de las muestras tomadas de la máquina 550.

Fuente: Elaboración Propia.

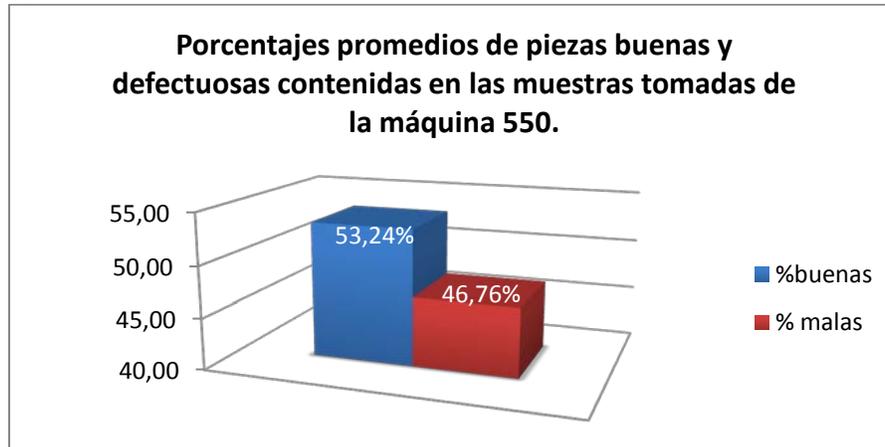


Figura.- 11 Porcentajes promedios de piezas buenas y defectuosas contenidas en las muestras tomadas de la máquina 550.

Fuente: Elaboración Propia.

Durante la calibración de los cilindros, los únicos defectos encontrados fueron por altura de collar y por posición de agujeros.

Luego de esto se procedió a tomar medidas de las cotas controladas por los calibres, para cada una de las piezas defectuosas, según los calibres, cuyas especificaciones de diseño se encuentran en los planos del particular.

Para medir la altura de collar, que tiene una especificación de (23,52-23,62) mm, se utilizó un vernier para determinar dicha longitud

En el siguiente gráfico de control (fig 12) se evidencia que la mayoría de las medidas se encontraban dentro de las especificaciones. Los datos que alimentan a este gráfico, pueden consultarse en la (tabla 9) del tomo de anexos.

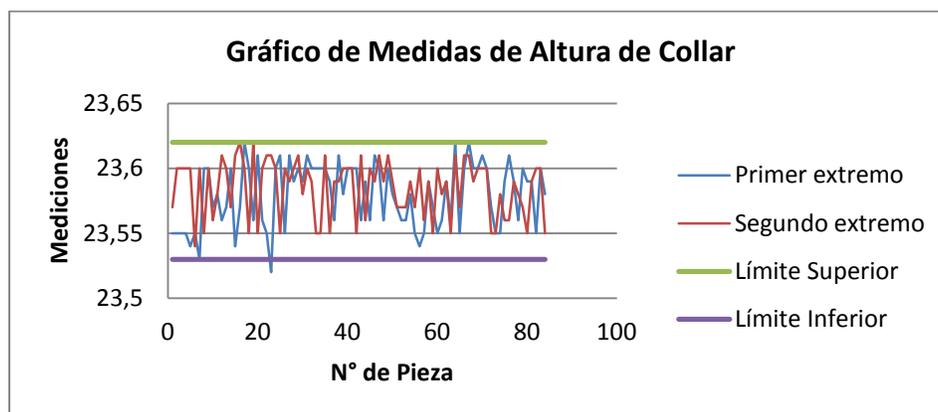


Figura.- 12 Gráfico de medidas tomadas para longitudes de altura de collar en la muestra del 7-08-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

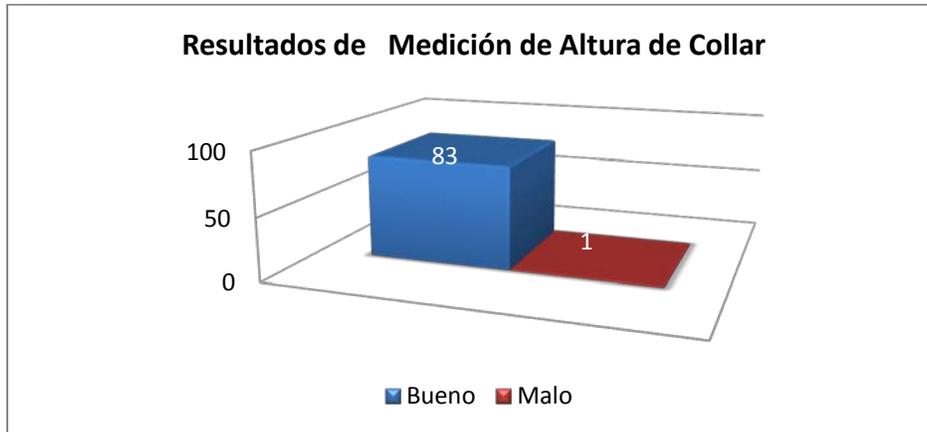


Figura.- 13 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre en la muestra del 7-08-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

Para medir la cota controlada por el calibre de posición de agujeros, de especificación (4,9-5,0)mm, se utilizaron laminillas de metal como patrones de medida.

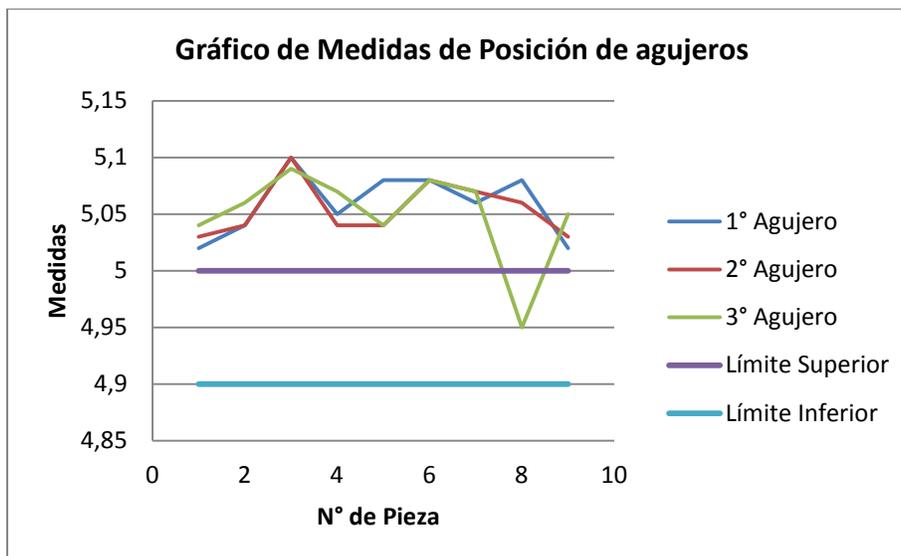


Figura.- 14 Gráfico de control para medidas tomadas de longitudes de posición de agujeros en la muestra del 7-08-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico anterior (fig 15) se puede observar que una sola de las medidas se encontraba dentro de los límites de especificación.



Figura.- 15 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por posición de agujeros encontrados por el calibre de la muestra del 7-08-2012.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura.- 16 N° de defectuosos por tipo de defecto en la muestra del 7-08-2012
Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se evidencia que luego de medir el defecto que prevalece es el de posición de agujeros

En el siguiente gráfico de control (fig17) se evidencia que la mayoría de las medidas se encontraban dentro de las especificaciones.

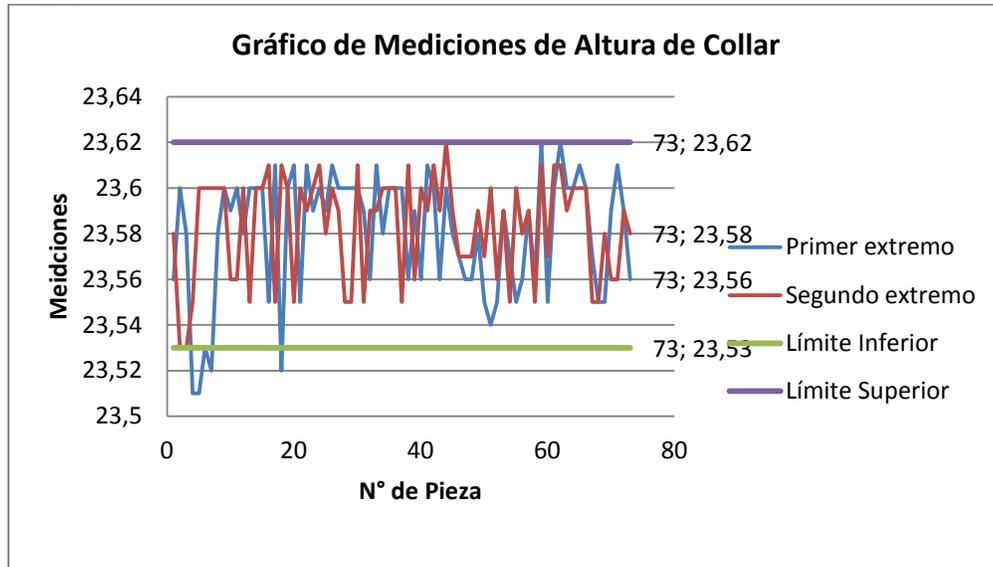


Figura.- 17 Gráfico de control para medidas tomadas para longitudes de altura de collar de la muestra del 8-08-2012 .
Fuente: Elaboración Propia.

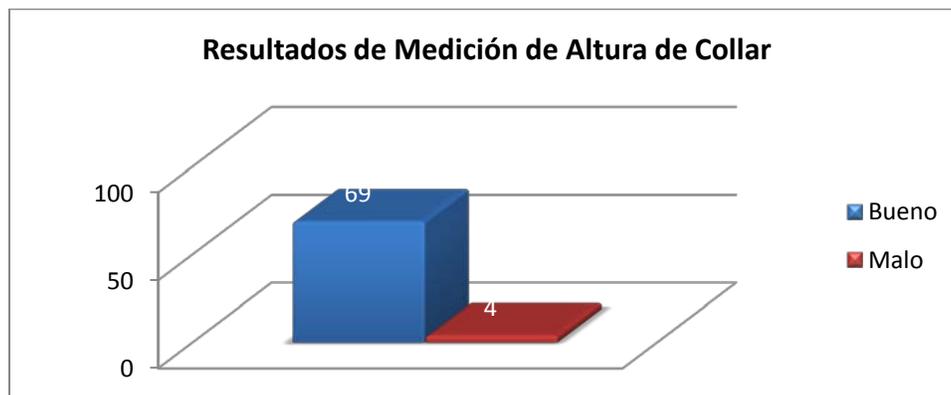


Figura.- 18 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre de la muestra del 8-08-2012.
Fuente: Elaboración Propia.

En la muestra tomada el 8-08-2012, sólo se encontraron piezas defectuosas por altura de collar. En el siguiente gráfico de control (fig 19) se evidencia que la mayoría de las medidas se encontraban dentro de las especificaciones.

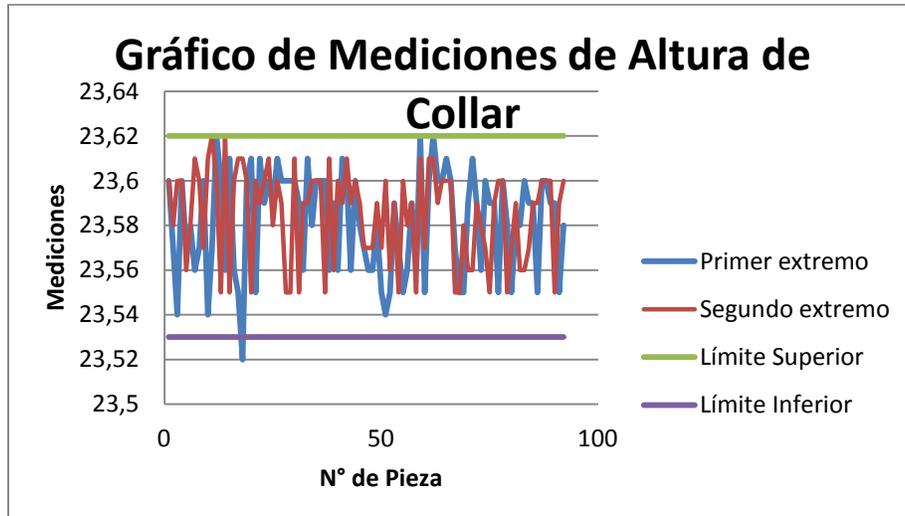


Figura.- 19 Gráfico de control para medidas tomadas para longitudes de altura de collar de la muestra del 9-08-2012 .
Fuente: Elaboración Propia.

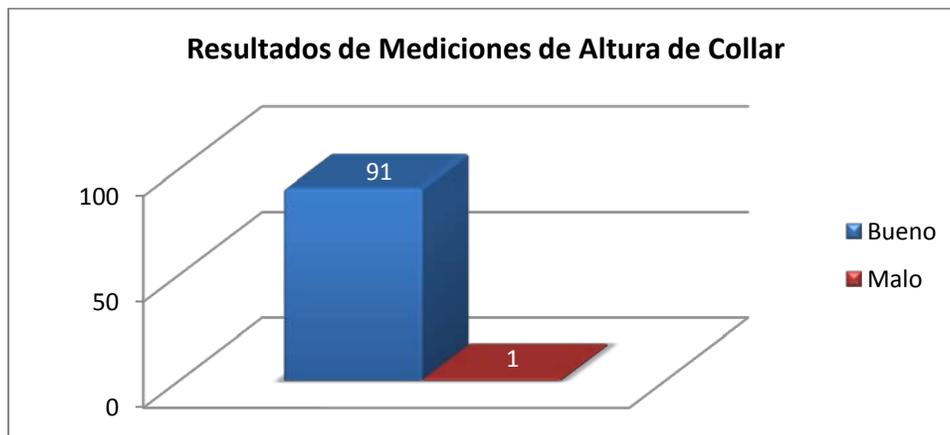


Figura.- 20 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre de la muestra del 9-08-2012.
Fuente: Elaboración Propia.

En la muestra tomada el 09-08-2012, sólo se encontraron piezas defectuosas por altura de collar. En el siguiente gráfico de control (fig 21) se evidencia que la mayoría de las medidas el 10-08-2012, se encontraban dentro de las especificaciones.

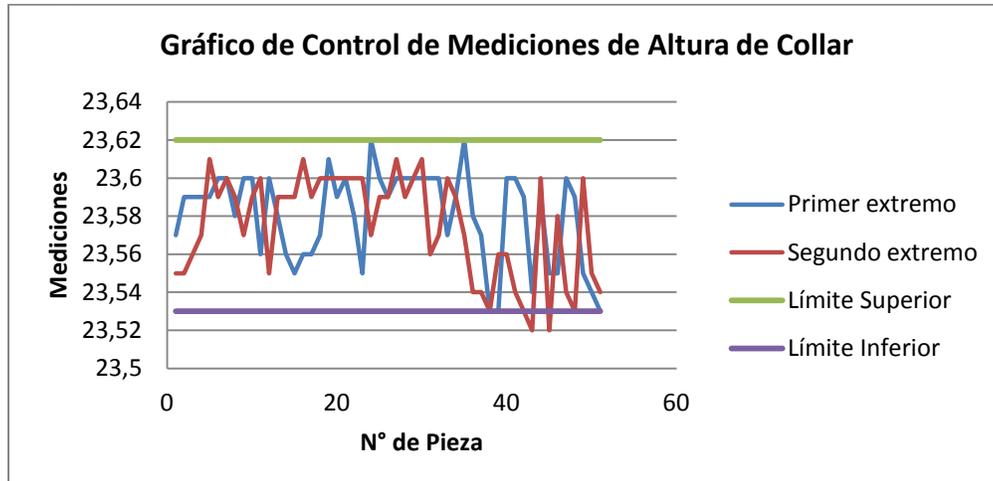


Figura.- 21 Gráfico de control para medidas tomadas para longitudes de altura de collar en la muestra del 10-08-2012.
Fuente: Elaboración Propia.

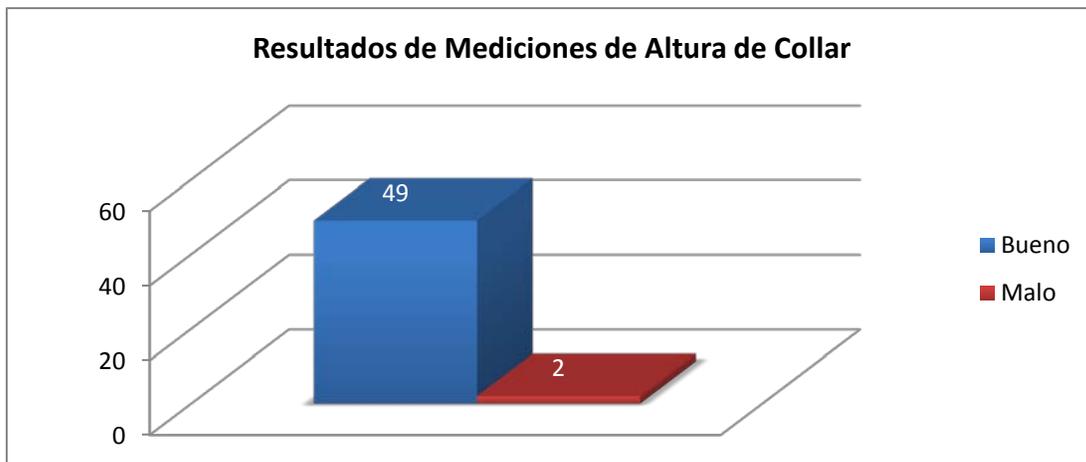


Figura.- 22 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por altura de collar encontrados por el calibre en la muestra del 10-08-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente gráfico (fig.23), se observa que los cilindros medidos por posición de agujeros el día 10-08-2012, se encontraban en su mayoría fuera de las especificaciones, es decir defectuosos.

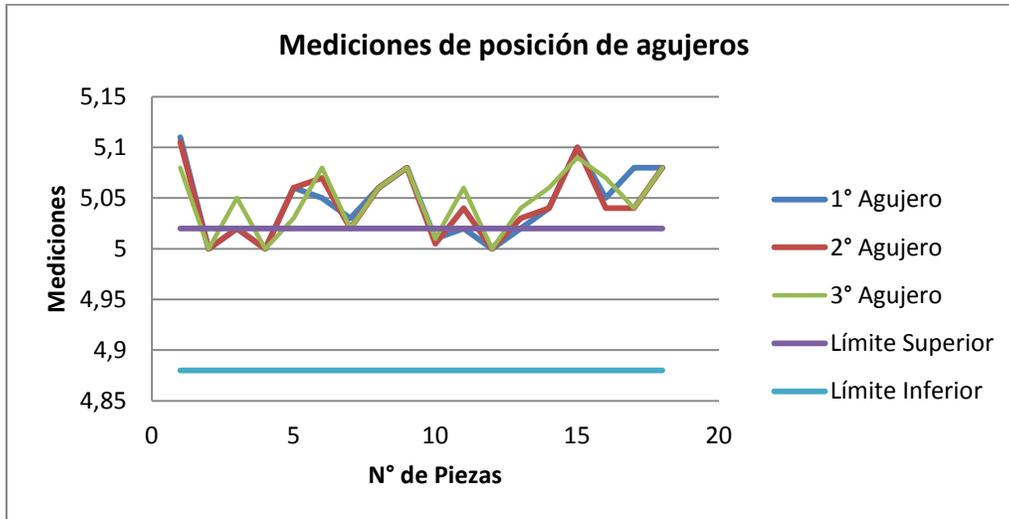


Figura.- 23 Gráfico de control para medidas tomadas de longitudes de posición de agujeros en la muestra del 10-08-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico anterior (fig. 23) se puede observar que una sola de las medidas se encontraba dentro de los límites de especificación.

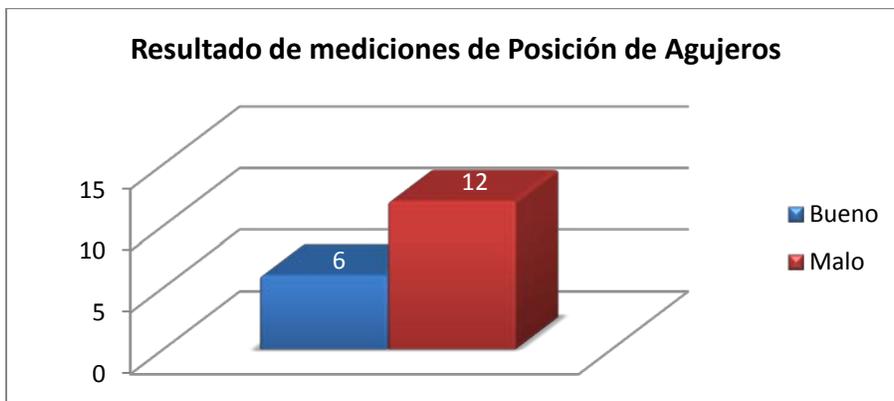


Figura.- 24 Total de piezas buenas y malas contenidas en los defectuosos por posición de agujeros encontrados por el calibre de la muestra del 10-08-2012.

Fuente: Elaboración Propia.

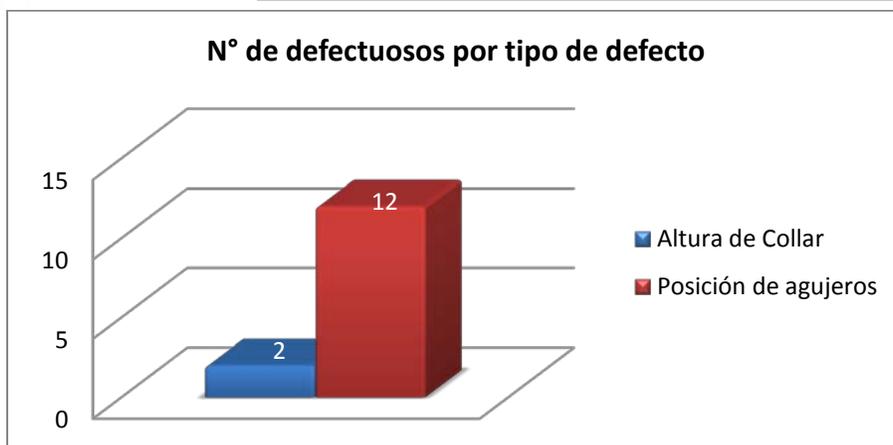


Figura.- 25 N° de defectuosos por tipo de defecto.
Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se procedió a reducir el número de defectuosos, a los valores reales que se encuentran fuera de las especificaciones, que no se pudo determinar mediante el uso de los calibres.

Fecha	Tamaño muestr	Buenas	Malas	%buena	% malas
07-ago	178	169	9	0,95	0,05
08-ago	190	181	9	0,95	0,05
09-ago	178	177	1	0,99	0,01
10-ago	200	198	2	0,99	0,01
Promedios	186	181	5	0,97	0,03

Tabla 23 Resultado de proporción de Máquina 550, según resultados luego de medir con los instrumentos.

Fuente: Elaboración propia.

El tamaño de muestra afinado para la proporción real de defectuosos obtenidos finalmente, se calculó mediante la fórmula de tamaño de muestra de la proporción, deducida en capítulos anteriores, con un nivel de confianza del 95% y un error del 3%.

Y los valores obtenidos para este tamaño de muestra se representan en la siguiente tabla (tabla 24).

IMAS 550 (CILINDROS BARRA 7)						
Fecha	Tamaño muestr	Buenas	Malas	%buena	% malas	Tamaño de muestra afinado
07-ago	178	169	9	0,95	0,05	167
08-ago	190	181	9	0,95	0,05	160
09-ago	178	177	1	0,99	0,01	23
10-ago	200	198	2	0,99	0,01	41
Promedios	186	181	5	0,97	0,03	104

Tabla 24 Tamaños de muestra afinados, luego de la disminución por mediciones.

Fuente: Elaboración propia.

Donde se puede observar que el tamaño de muestra promedio tomado, está por debajo del tamaño de muestra promedio afinado.

Es importante señalar que los defectuosos más críticos fueron enviados al área de ensamblaje y una vez armados, resultó que todos los particulares que poseían algún defecto por perforación, no presentaban problemas funcionales. Sin embargo, según observaciones de los supervisores del área, si algún componente del particular se encuentra en su medida máxima o mínima, podría traer problemas para ensamblar estos productos y habría necesidad de realizar reparaciones.

Recientemente se ha venido implementando en la empresa un departamento de calidad, compuesto por dos personas encargadas de tomar dos muestras compuestas de 10 piezas, una en la mañana y otra en la tarde, para realizarles pruebas de montaje. Sin embargo no utilizan criterios de calidad para saber si el tamaño de muestra convenido es el adecuado.

CAPÍTULO V

5. Propuestas de mejora

El presente capítulo tiene la finalidad de presentar el diseño y desarrollo de un método para la realización de inspecciones en el proceso de perforación de los cuerpos de cilindros Barra 7 y de Candados normales, que contemple las variables a ser controladas, para asegurar la calidad del producto terminado y disminuir los actuales índices de rechazo.

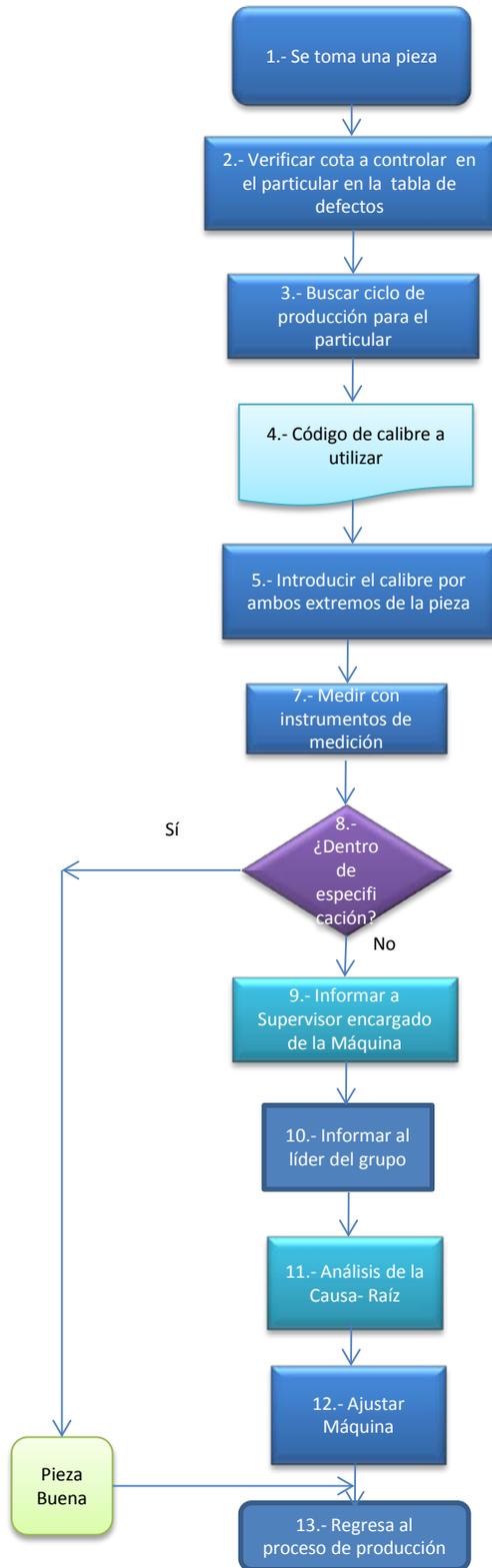
Este método contempla los siguientes elementos:

Elementos	Descripción	Documentos
Alcance	Procesos de perforación para cuerpos de candados y cilindros Barra 7	N/A
Objetivos del plan	Disminuir el número de piezas defectuosas que se producen en los productos	N/A
Recursos	Calibres Instrumentos de medición Operario	Registro de calibración
Especificación del calibre	Magnitud de las cotas	Planos Ciclos de Producción
Procedimientos	Abarca desde la detección de una pieza hasta la identificación de la pieza como defectuosa	Tabla de solución de defectuosos
Identificación y Trazabilidad	Una vez identificado una pieza como defectuosa mediante un calibre, luego se procede a medir la pieza, esta cota se verifica en el plano, si ésta no se encuentra dentro de las especificaciones, se considera como defectuosa y se procede a anotar en la etiqueta los datos requeridos y por último se coloca la pieza con la etiqueta en una bolsa. Luego este cuerpo cilindro o candado según sea el caso, pasará por todos los procesos restantes, cuando ya ésta llegue a la etapa de ensamblaje se verificará su funcionalidad y así se podrá determinar ajustar el rango de medidas para el cual se aceptaría el producto.	Etiqueta para el registro de piezas defectuosas
Manipulación y Almacén	Bolsita plástica	N/A

Tabla 25 Elementos que contemplan el método

Fuente: Elaboración Propia

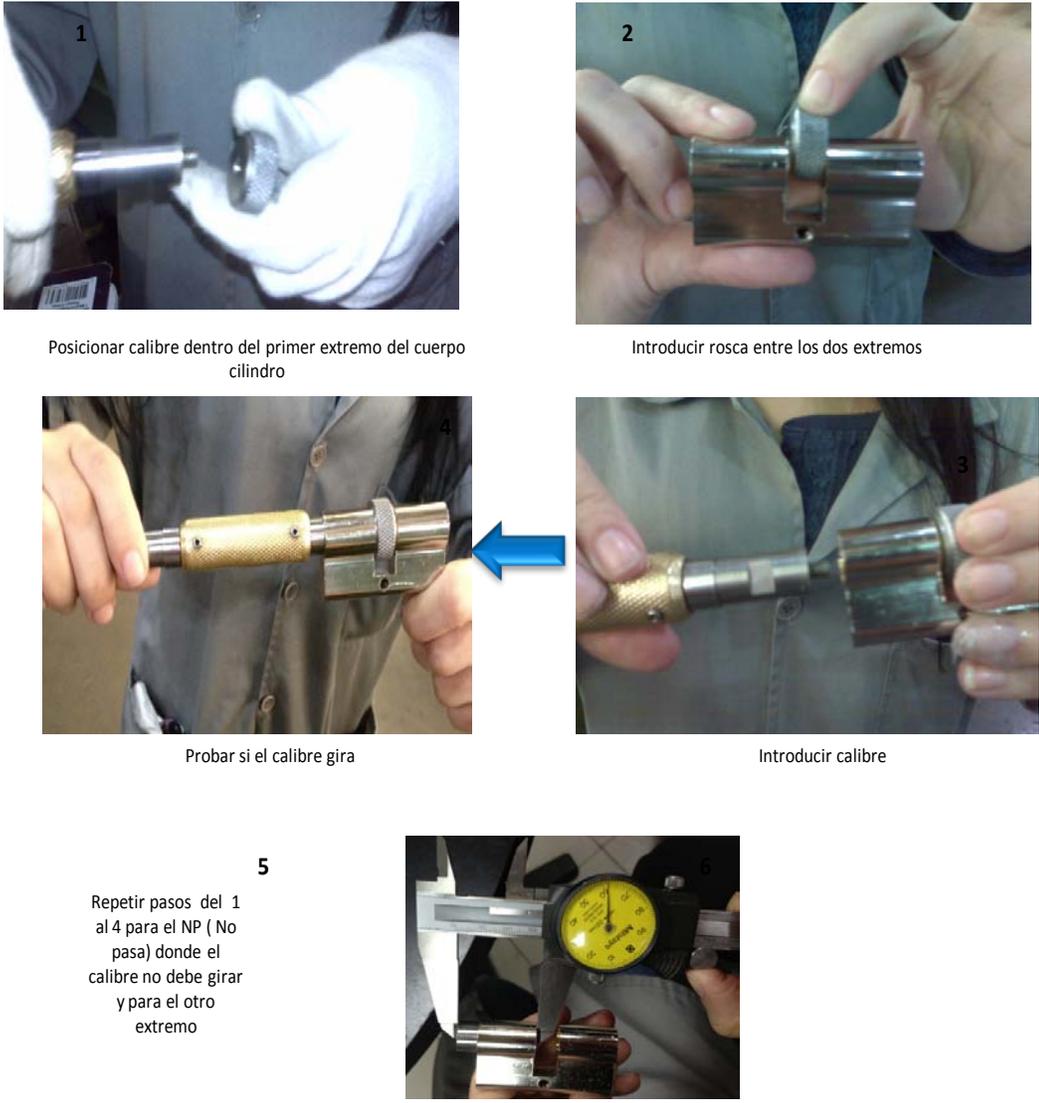
A continuación (Fig. 30) se muestra un ejemplo de una ayuda visual de cómo deben calibrarse las piezas de cilindros Barra 7 en conjunto con un Flujograma. El objetivo a futuro de éste método, será permitir a la empresa determinar el rango de conformidad de los productos, de tal forma, que una vez detectada la pieza defectuosa, se identificará, entre qué rangos de medidas el producto funciona, tomando en cuenta el diseño de todos los componentes, es decir estudiar la trazabilidad de los cuerpos candados y cilindros, para así diseñar calibradores que permitan decidir inmediatamente si el producto estará defectuoso.



N°	Observaciones
1	El operador marca una pieza de las cargadas en la cinta transportadora y la toma una vez que termina de procesarse
2	Ver tabla de calibres y buscar la medida de la cota en el plano de diseño del producto.
5	El calibrador posee un lado identificado como pasa, que efectivamente debe pasar y el lado del no pasa, no debería pasar
7	Entre los instrumentos de medición se encuentra el vernier y los patrones de medición.
11	Ver Tabla 35 de Anexos

Diagrama.- 5 Flujoograma de procedimiento de calibración.
Fuente: Elaboración Propia.

PASOS PARA CALIBRAR LA ALTURA DE COLLAR EN UN CILINDRO BARRA 7



1
Posicionar calibre dentro del primer extremo del cuerpo cilindro

2
Introducir rosca entre los dos extremos

3
Introducir calibre

4
Probar si el calibre gira

5
Repetir pasos del 1 al 4 para el NP (No pasa) donde el calibre no debe girar y para el otro extremo

6
Medir con la ayuda del vernier y el distancial la altura del collar

*El paso 6 se aplica en caso que en alguno de los extremos el pasa no pase o el no pasa pase

Figura.- 26 Paso a Paso de Calibración de altura de collar.
Fuente: Elaboración propia.

5.1 Registrar en las hojas de verificación los datos necesarios para analizar las posibles causas.

En primer lugar, los supervisores registrarán las paradas que tuvo la máquina en todo el día y su duración, con el fin de detallar las variables que afectaron a dichas paradas. Este registro se encontrará en cada máquina y el supervisor responsable de la máquina será el encargado de llenarlo.

Los campos correspondientes al registro de paradas (ver Tabla 32 de Anexos) se llenan de la siguiente manera:

Registro de Paradas	
Fecha	Día, mes y año, en que se levantó el proceso.
Supervisor	Encargado de llenar este registro, verificar el funcionamiento de la máquina y solucionar los problemas que estén a su alcance.
Departamento	En este campo se especifica cuál departamento es responsable del proceso que se está registrando. Puede tratarse del Departamento de Candados o de Cilindros, según aplique el caso.
Máquina	Equipo que realiza las operaciones al producto o particular
Hora de inicio	Hora en que inició la parada
Hora fin	Hora en que finalizó la parada
Descripción	Causas por que ocurrió la parada
Operario	Persona encargada de operar la máquina

Tabla 26 Campos contenidos en el registro de paradas
Fuente: Elaboración propia.

Y los resultados que se pueden obtener de él se representan en la siguiente figura (fig 27):



Figura.- 27 Resultados obtenidos del Registro de paradas.
Fuente: Elaboración propia.

El proceso de detección de los defectuosos, se recomienda que lo realice el operario encargado de la máquina, ya que su labor sólo consiste en alimentar la máquina, la cual es automática y posee una cinta transportadora con capacidad de aproximadamente 20 piezas, que permitirá que el operador marque cada cierto rango algunas de las piezas y apenas termine de procesarse el lote cargado, utilizar los calibradores y los instrumentos como se indica en el flujograma (fig. 30), para verificar si las piezas tienen desperfectos, de no detectarse defectuosos se recomienda aumentar el rango entre piezas tomadas, o en caso contrario disminuirlo.

Luego, el operario registrará las calibraciones que realizó durante el día a las piezas, respetando el procedimiento descrito anteriormente, y señalando todos los datos, lo cual permitirá determinar la frecuencia con que aparecen los defectos, si las unidades ajustadas son las correctas y si los calibres funcionan como instrumentos para detectar si una pieza está defectuosa o no.

Los campos contenidos en el registro de calibraciones (Ver Tabla 33 de Anexos) deben llenarse de la siguiente manera:

Registro de Calibraciones	
Fecha	Día, mes y año, en que se levantó el proceso.
Operario	Persona encargada de realizar las calibraciones y de llenar este registro.
Supervisor	Responsable de verificar el funcionamiento de la máquina y solucionar los problemas que estén a su alcance.
Departamento	En este campo se especifica cuál departamento es responsable del proceso que se está registrando. Puede tratarse del Departamento de Candados o de Cilindros, según aplique el caso.
Máquina	Equipo que realiza las operaciones al producto o particular
N° de cesta	N° de identificación de la cesta correspondiente
Hora de inicio	Hora en que inició la calibración
Hora fin	Hora en que finalizó la calibración
N° de piezas producidas	N° de piezas que marque el contador en el momento de la toma de la pieza a verificar
Defecto encontrado	Defecto detectado mediante el uso de los calibradores
P (Pasa)	Si el extremo del calibrador que dice pasa , efectivamente pasa colocar una "P", en caso contrario, es decir que el extremo del "Pasa", no pase, colocar "NP".
NP (No Pasa)	Si el extremo del calibrador que dice no pasa , efectivamente no pasa ,colocar "NP", en caso contrario, es decir que el extremo del "No Pasa", pase, colocar "P".
Medidas por instrumento (mm)	Si los calibradores detectan piezas defectuosas se recomienda medirlas con un vernier o con patrones de medidas y registrar en este campo las medidas obtenidas
N° de piezas defectuosas	Registrar el número de piezas cuyas medidas se encuentran fuera del rango de especificación
Parte de unidad ajustada	En caso de haber realizado algún utensilio o parte de la máquina encargado de realizar la operación, registrar cuál fue en este campo.
Unidad que se ajustó	Unidad a la que pertenece el utensilio o parte de la máquina mencionado anteriormente

Tabla 27 Campos contenidos en el registro de calibraciones

Fuente: Elaboración propia.

Y los resultados obtenidos de éste registro se observan en la siguiente figura (fig. 28):

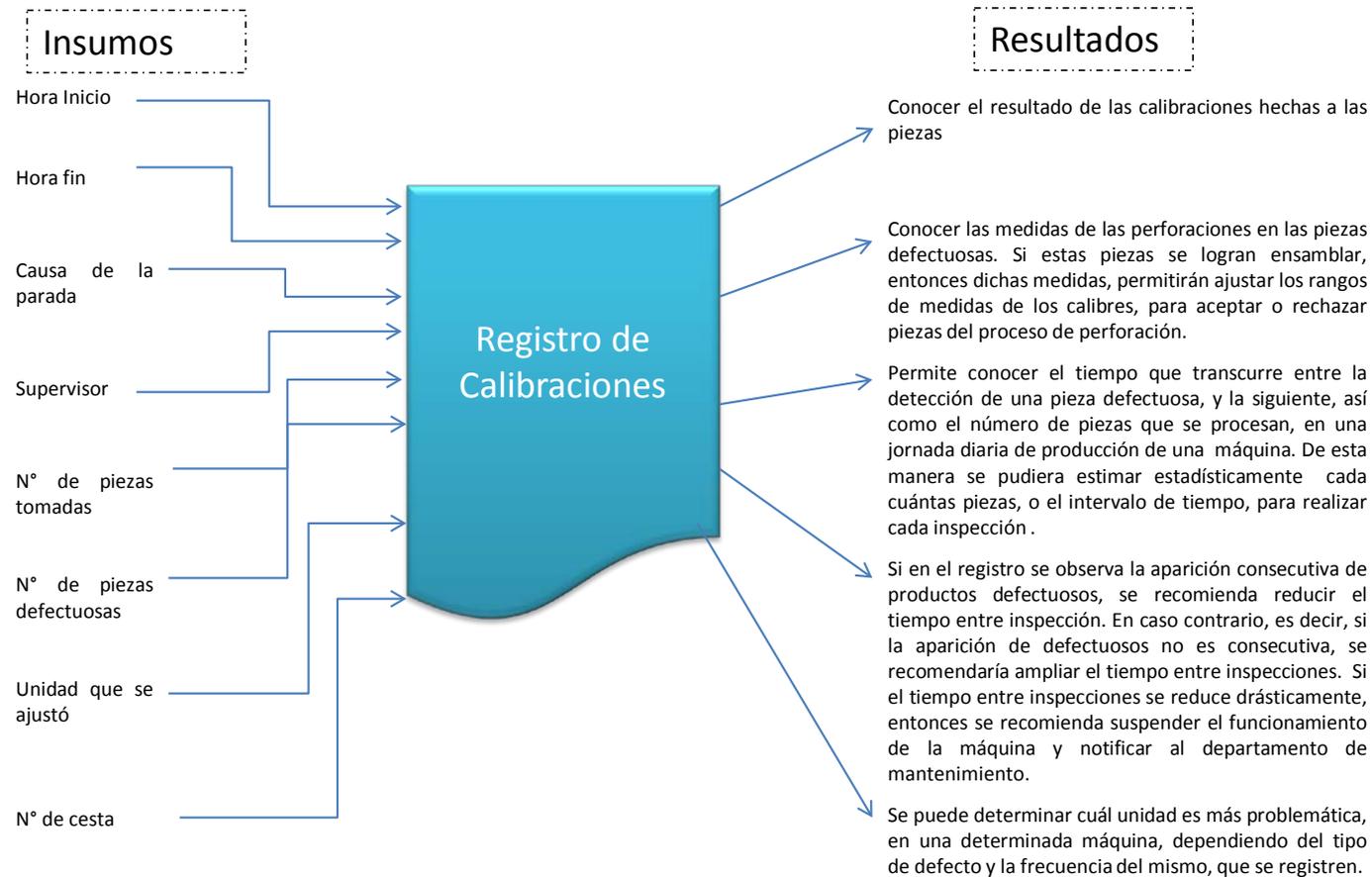


Figura.- 28 Resultados obtenidos del Registro de calibraciones.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, con el registro de cambios o reparaciones de utensilios (ver tabla 34 Anexo) se podrá predecir cada cuántas piezas o cada cuánto tiempo se podrá realizar el cambio de dichos utensilios. En la siguiente tabla (tabla 28) se puede observar cómo deben llenarse los campos de dicho registro:

Registro de Cambio de utensilios	
Fecha	Día, mes y año, en que se levantó el proceso.
Operario	Persona encargada de la carga y descarga de la máquina y de las verificaciones de las piezas.
Supervisor	Responsable de llenar este registro, verificar el funcionamiento de la máquina y solucionar los problemas que estén a su alcance.
Departamento	En este campo se especifica cuál departamento es responsable del proceso que se está registrando. Puede tratarse del Departamento de Candados o de Cilindros, según aplique el caso.
Máquina	Equipo que realiza las operaciones al producto o particular
Hora de inicio	Hora en que inició el cambio, el ajuste o la reparación del utensilio.
Hora fin	Hora en que terminó el cambio, el ajuste o la reparación del utensilio.
N° de piezas producidas	N° de piezas que marque el contador en el momento del cambio del utensilio
Utensilio	Utensilio al que se le realizó el cambio, el ajuste o la reparación
Unidad	Unidad a la que pertenece el utensilio.
Deterioro Irreversible	Marcar con una "X", si al utensilio le ocurrió un daño irreversible como una ruptura por ejemplo
Deterioro Reversible	Marcar con una "X", si al utensilio le ocurrió un daño reversible como desgaste.
Desajuste	Marcar con una "X", si simplemente era que el utensilio se encontraba desajustado.
Otros	Especifique si se le realizó otra acción correctiva al utensilio
Correctivos	Especifique cuál fue la acción correctiva ejecutada.

Tabla 28 Campos contenidos en el registro de cambio de utensilios.

Fuente: Elaboración propia.

Y los resultados del análisis de este registro se representan en la siguiente figura (figura 29):



Figura.- 29 Resultados obtenidos del Registro de cambio de utensilios.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Solución de defectos.

Con el objetivo de localizar el lugar operativo exacto en donde se puede presentar un desperfecto a lo largo del proceso, y cómo prevenir que ocurra, se usará como herramienta de análisis una combinación entre las distintas herramientas de análisis de Causa- Raíz de los defectos

Solución de desperfectos				
Paso N-	Encargado.	Reportar a:	Pasos a seguir.	Documentos necesarios
I	Operario	Supervisor	Al presentarse un defecto, inmediatamente avisar al líder del grupo.	Flujograma (diagrama 5)
II	Supervisor y Operario.	Líder del grupo.	Luego de la presencia del problema, se define el mismo.	- Registro de Paradas - Registro de calibraciones - Registro cambio de utensilios
III	Líder de grupo y supervisor	Miembros de Dpto de Calidad.	En conjunto con el coordinador de calidad, se define el problema sin omitir ningún aspecto.	- Registro de Paradas - Registro de calibraciones - Registro cambio de utensilios
IV	Líder de grupo, supervisor y miembros de Dpto de Calidad	Jefe de Planta	Con la ayuda de las hojas de registro, se detecta en que operación se pudo presentar el desperfecto, para posteriormente atacarlo.	- Registro de Paradas - Registro de calibraciones - Registro cambio de utensilios
V	Líder de grupo, supervisor, miembros de Dpto de Calidad y Jefe de Planta	Dpto de Mantenimiento	Con la ayuda de un diagrama Causa-Efecto, se busca las razones que pudieron generar el desperfecto.	- Formato de Análisis de Causa- Raíz
VI	Líder de grupo, supervisor, miembros de Dpto de Calidad, Jefe de Planta y Dpto de Mantenimiento		Se analiza mediante los 5 ¿por qué? La causa raíz que generó el problema, con el objetivo de atacar y solucionar el verdadero generador de desperfectos.	- Formato de Análisis de Causa- Raíz
VII	Supervisor y Dpto de Mantenimiento.		Habiendo descubierto la causa raíz que generó el desperfecto se soluciona, y de no poder ser solucionado inmediatamente, se establece una medida para solucionarlo en la brevedad posible.	
VIII	Supervisor y Dpto de Mantenimiento.		Se verifica que se esté implementando la medida para la solución de la causa raíz del desperfecto, así como los avances para la solución final del motivo que ocasionó el desperfecto.	

Tabla 29 Pasos para la solución de desperfectos.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Modo de uso.

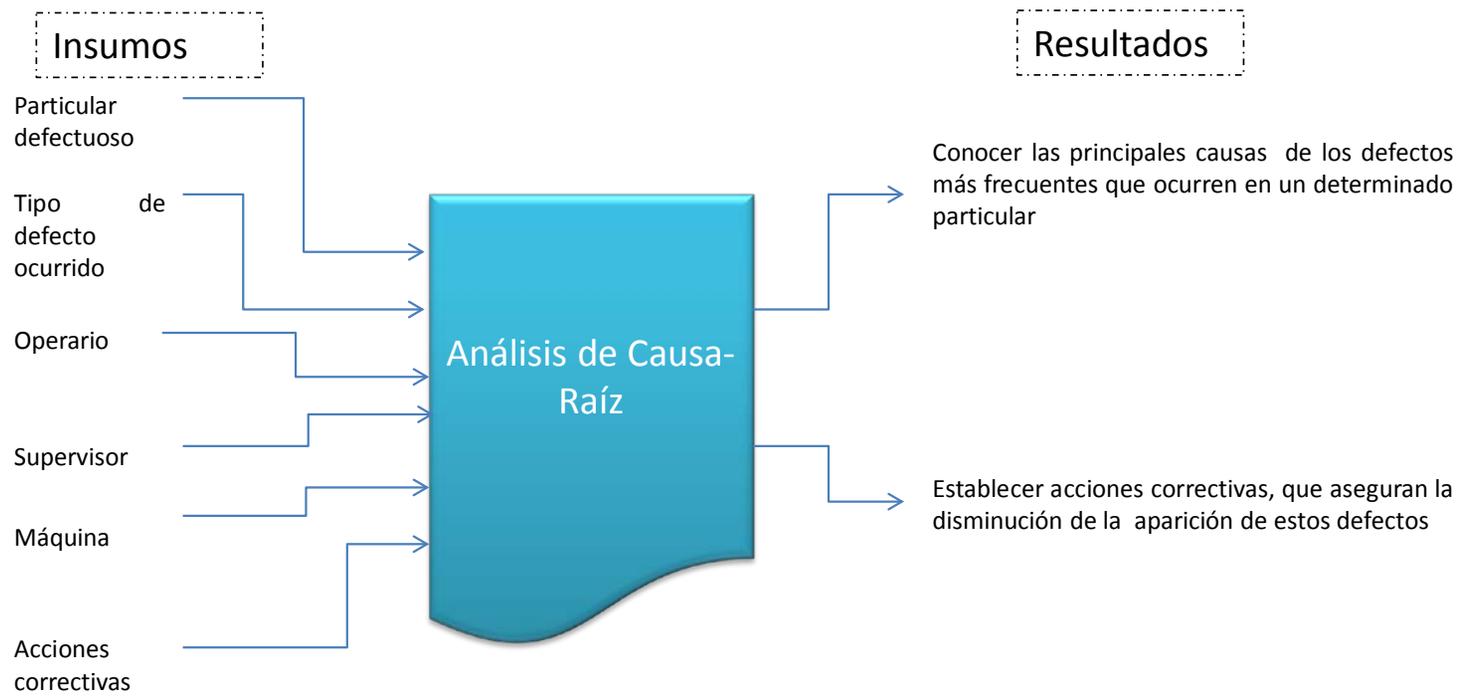
El relleno del Análisis de las Causas (Ver Anexo Tabla 35) determinará las posibles causas de los desperfectos que pueden surgir en cada uno de los procesos operativos.

Los campos que se encuentran en este formato se llenan de la siguiente forma:

Reporte N°	Numeración que se coloque al reporte
Máquina	Máquina en donde se presentó el desperfecto
Fecha	Día, mes y año, en que se levantó el proceso.
Turno	En qué turno se produjo el defecto
Definición del problema	Cuál fue el defecto que ocurrió
¿Dónde se encontró el defecto?	En qué producto se produjo el defecto
Consecuencia	Qué consecuencia traería no resolver el problema
Causa inicial que generó el desperfecto.	Cuál es la causa que se cree que generó el defecto
Análisis Causa Raíz (conteste cada uno de los Por Qué del diagrama de pescado)	Preguntar por qué ocurrió la causa inicial y continuar preguntando hasta encontrar la causa raíz
Contención (Contramedida Corto Plazo)	Qué medida inmediata se realizó al momento de presentarse el defecto
Quién	Quién realizó la medida inmediata
Fecha	En qué fecha se realizó la medida inmediata
Seguimiento	Hasta cuándo se le hizo seguimiento a esa medida
Análisis de Causa Directa:	Esquematizar las posibles causas de las causas raíces obtenidas del análisis por qué- porqué
Medida final para la solución del generador del desperfecto.	Medida a largo plazo para la solución del problema
Avance de la medida.	Cambios que se han presentado luego de implementar dicha medida
Observaciones	Qué otras observaciones se pueden señalar

Tabla 30 Campos contenidos en el registro de cambio de utensilios.

Fuente: Elaboración propia.



Premisa: Este formato se utilizará para analizar problemas que se consideren graves, tales como por ejemplo:

- 1.- Cuando ocurre una perforación incompleta.
- 2.- Cuando ocurre una perforación muy desviada de su cota establecida
- 3.- Que el defecto haya sido muy concurrente.

Figura.- 30 Resultados obtenidos del Registro del Análisis de Causa - Raíz.
Fuente: Elaboración propia.

5.3 Prueba piloto de la metodología

Con el objetivo de comprobar el funcionamiento de la metodología en cuanto a la solución de desperfectos en piezas de producción, se tomó una pieza defectuosa encontrada en la máquina 550 el lunes 10 de septiembre de 2012. Fue encontrada luego de haberse producido 220 piezas de las cuales 7 presentaban el defecto actual. Tras detectar el defecto, el supervisor procedió a realizar ajustes en el cabezal del alesador que se encarga de realizar el collar pero al calibrar la pieza con el calibre de altura de collar, continuaban saliendo piezas defectuosas, por lo que decidió consultarlo con el líder del grupo y el jefe de plantas, quienes luego de llenar el formato de análisis de causa-raíz, concluyeron que el ajuste que están haciendo para la altura del collar está mal, para lo que recomendamos como solución inmediata adiestrar a los supervisores al respecto y a largo plazo diseñar una guía que permita verificar cuántos grados exactos debe girarse el cabezal para que la pieza esté dentro de las especificaciones.

5.3.1 Resumen de la prueba piloto.

Con el objetivo de realizar una simulación de la metodología para la solución de piezas defectuosas. Se seleccionó una pieza de cilindros Barra 7, que estaba fuera de los estándares preestablecidos por los planos de diseño del producto de la empresa, debido a que no poseía el collar que permite que el cilindrito no se deslice ; para ello se busco una solución inmediata del problema que consistió indicarle al supervisor cómo debe girar el cabezal que ajusta él , y una solución a largo plazo que comprendía la capacitación del operario para detectar los defectos a tiempo, y la colocación de ayudas visuales como una guía que permita saber cuántos son los grados que debe girar el supervisor según sean los centímetros que quiere disminuir o aumentar para que la medida se encuentre dentro de las especificaciones.

Antes	Después
	

Tabla 31 Antes y después de pieza defectuosa de muestra piloto.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones y recomendaciones

Una vez desarrollado el presente trabajo especial de grado, se procede a la elaboración de las conclusiones de los objetivos planteados y el planteamiento de posibles recomendaciones para mejorar el control de los defectos y de la metodología presentada.

6.1 Conclusiones.

Mediante la utilización de los calibradores (patrones pasa- no pasa) para determinar si los cilindros Barra 7 se encontraban defectuosos, se encontró que el número de desperfectos disminuía significativamente de 47% a 3%, cuando se medía la cota controlada por el calibre, utilizando instrumentos de medición, verificando su medida en el plano de diseño del producto, se encontró que la mayoría de las medidas se encontraban dentro de las especificaciones. Lo que indica que los calibradores de cilindros Barra 7, no permiten establecer si el producto se encuentra defectuoso.

Para la máquina perforadora de candados 60 (IMAS 404), se obtuvo un porcentaje inicial de defectuosos 37% y se redujo a un 26%, luego de ser medidos con los patrones de medición. Lo que nos lleva a concluir que los calibradores de candados 60 también presentan variaciones al detectar algún defectuoso.

En la máquina IMAS 264, perforadora de candados 50, se obtuvo solamente con el uso de calibradores (pasa- no pasa) una proporción de defectuosos del 32% y luego de ser medidas las cotas con los patrones de medición se redujo a un 17%, evidenciando también la variabilidad presente en los calibradores al detectar defectuosos por perforación.

Se realizó un instructivo paso a paso, para indicar cómo deben calibrarse las piezas, con los calibres actuales, para determinar si verdaderamente están defectuosas. Además de la creación de hojas de verificación que permitan registrar, la ocurrencia y a qué se deben las paradas de las máquinas, la aparición de los defectos y los cambios de utensilios o componentes de las máquinas.

Debido a las continuas paradas de las máquinas descritas y reportadas según registros obtenidos de la empresa, se determinó que para poder disminuir los defectos, se requiere realizar un análisis profundo de las verdaderas causas raíces que están ocasionando dichos desperfectos. Para ello se realizó un formato que facilite el análisis, según técnicas para determinar la causa- raíz de los problemas.

Además como complemento a la metodología se desarrolló un reporte de solución práctica de desperfectos, que permite de una manera clara y precisa la solución de piezas defectuosas, así como la toma de acciones inmediatas, y de largo plazo para evitar que el desperfecto vuelva a ocurrir.

Como resultado de la aplicación de este método de control de defectos, se persigue lograr la mejora en los procesos de producción, ya que al determinar la causa raíz de un determinado defecto, se podrá atacar de manera eficaz el problema; los formatos a su vez permitirán organizar los datos concernientes a estos problemas, ya que al tener el registro del cambio de utensilios cuando ya se tenga una data suficiente podrán predecir un estimado del tiempo que dura un utensilio y así cambiarlo a tiempo, asimismo los registros de las calibraciones informaran al supervisor cuando fue la última vez que se hizo la calibración y así no calibrar piezas tan seguido y poderse dedicar a otras máquinas que presenten fallas, entre otros beneficios. En cuanto al instructivo se espera que tenga como funcionalidad educar a nuevos supervisores u operarios para que entiendan como realizar la calibración de una pieza.

6.2 Recomendaciones

- Implementación de las tablas de defectos y de los calibres, realizadas para facilitar la visualización de los defectos e identificar el calibre correcto que debe usarse.
- Adecuar los puestos de trabajo de tal forma que los operarios identifique cuando estén saliendo piezas defectuosas a tiempo e informen a los supervisores para que tomen las medidas pertinentes.
- Utilizar los instructivos de cómo deben calibrarse las piezas para que se realice el procedimiento de forma adecuada, con la utilización de los calibres actuales.
- Adecuar el diseño de los calibres de Cilindros Barra 7, de tal forma que permitan detectar si una pieza se encuentra defectuosa.
- Realizar marcas a los productos que se encuentren como defectuosos con el fin de seguir, de tal forma de seguir la trazabilidad hasta la planta de montaje y establecer un parámetro real de la conformidad de las piezas.
- Colocar una guía en el cabezal de ajuste de altura de collar, que permita visualizar los grados exactos que deben girarse para que las medidas de las piezas se encuentren dentro de los límites de especificación.
- Exigir la realización de las hojas de registro de paradas, calibraciones y cambio de utensilios.
- Si es posible, implementar un plan de mantenimiento preventivo para el cambio de utensilios y componentes de la máquina, que ocasionan los desperfectos.
- Implementar la metodología que permita determinar cuáles son las causas raíces que están produciendo los defectos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J. (2003) *Ingeniería de Confiabilidad*. Editorial Tecnológica de Costa Rica
- Gutiérrez, H. (2009). *Estrategias de muestreo. Diseño de encuestas y estimación de parámetro*. Bogotá, D.C.
- Bertrand L. Hansen, Prabhakar M. Ghare (1989) . *Control de Calidad: Teoría y Aplicaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Krajewski, Larry, L., Ritzman, L. (2000) *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*. México D.F: Editorial Pearson Educación.
- Frazier G. y Gaither N. (2000) *Administración de Producción Y Operaciones*. México D.F: Cengage Learning Editores.
- DeGarmo E., Black J. y Kohser R (1988). *Materiales y Procesos de Fabricación*. Barcelona: Editorial Reverté
- R. Chua, J. DeFeo y F. Gryna (2007). *Método Juran: Análisis y planeación de la calidad*. México D.F.: Editorial McGraw Hill.
- Douglas C. Montgomery (2006). *Control Estadístico de la calidad*. Editorial Limusa Wiley.
- Donna C, Summers (2006). *Administración de la calidad*. México: Editorial Pearson Educación.
- Tamayo (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Editorial Limusa.
- Sabino (2003). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Ediciones ECOE