



Universidad Católica Andrés Bello
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA EMPRESA
FABRICANTE DE PASTILLAS DE FRENOS PARA VEHÍCULOS
AUTOMOTORES**

Realizado por:

Br. Diego Revilla

Br. Jorge Rodríguez

Tutor: Ing. Esmeralda Hurtado

Enero – junio de 2017

AGRADECIMIENTOS

Como estudiantes de la Universidad Católica Andrés Bello y miembros de la gran familia presente en la empresa Driff C.A. nos sentimos en la necesidad de agradecer a:

Nuestros padres quienes nos dieron la vida y que con su ejemplo de perseverancia y coraje nos convirtieron en las personas que somos hoy por hoy.

Nuestra tutora Ing. Esmeralda Hurtado, quien siempre estuvo dispuesta a colaborar para solventar los contratiempos que se presentaron, sin ella no se hubiera podido hacer este Trabajo Especial de Grado (TEG).

La empresa Driff C.A. misma que nos permitió desarrollar nuestro Trabajo Especial de Grado (TEG) en sus instalaciones y permitió acrecentar nuestros conocimientos técnicos y administrativos sobre el funcionamiento interno de las empresas.

La Coordinadora de calidad de Driff C.A. Kimberly Meza, quien nos apoyó cuanto pudo con la recolección de información y el desarrollo de los procedimientos de control de calidad.

Todos los operarios de corte mezclado e integración de Driff C.A., quienes muy amablemente compartieron sus conocimientos con los investigadores y nos apoyaron en la recolección de la información.

Queremos agradecer finalmente a todas aquellas personas que de alguna u otra manera colaboraron con los investigadores para la realización de este Trabajo Especial de Grado (TEG).

Diseño de un sistema de control de calidad en una empresa fabricante de pastillas de frenos para vehículos automotores

Autor: Br. Diego Revilla.

Br. Jorge Rodríguez.

Tutor: Ing. Esmeralda Hurtado.

Fecha: junio de 2017

RESUMEN

El presente Trabajo Especial de Grado (TEG) se llevó a cabo en una empresa manufacturera de pastillas de freno para vehículos automotores. Actualmente la empresa desea elevar el nivel de calidad en su aparato productivo y en sus productos para mantenerse competitiva dentro del mercado venezolano y hacer crecer su demanda. La presente investigación enmarcada en un proyecto factible se hizo con la finalidad de otorgarle a la empresa una propuesta de un sistema de control de calidad que se adapte a sus necesidades y que mitigue sus problemas de calidad. Este sistema está basado en la determinación de las posibles fallas o defectos que puede presentar el producto y la identificación de los procesos productivos responsables de la mayor parte del impacto en materia de calidad, para lo cual se diseñaron hojas de especificación de producto, flujogramas del proceso, se hizo un diagrama causa-efecto de fallas y análisis de modo y efecto de fallas (AMEF), se hizo un análisis de Pareto para hallar los puntos de control, se crearon los indicadores de calidad pertinentes y la documentación necesaria para manejar el sistema. La propuesta se concentra en los puntos de control con el fin de reducir el volumen promedio de producto no conforme que se suele obtener, así como elevar las probabilidades de detectar dicho producto antes de que llegue a las manos de los clientes.

Palabras claves: calidad, sistema, control, pastillas de freno, fricción, ensayos, falla, defecto, producto, proceso.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	3
1. EL PROBLEMA.....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.1.1 <i>Reseña histórica</i>	3
1.1.2 <i>Estructura organizacional</i>	3
1.1.3 <i>Productos</i>	5
1.1.4 <i>Descripción del proceso productivo</i>	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4 OBJETIVO DEL ESTUDIO	7
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	7
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	7
1.5 ALCANCE.....	8
1.6 LIMITACIONES	9
CAPÍTULO II	10
2. MARCO REFERENCIAL	10
2.1 ANTECEDENTES	10
2.2 BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1 <i>Inspección</i>	12
2.2.2 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	13
2.2.3 <i>Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)</i>	14
2.2.4 <i>Diagrama de Pareto</i>	15
2.2.5 <i>Plan de muestreo simple utilizando Military Standard</i>	17
CAPITULO III	19
3. MARCO METODOLÓGICO.....	19

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.4 UNIDAD DE ANÁLISIS	21
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	23
3.5.1 Población.....	23
3.5.2 Muestra	23
3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS	24
3.6.1 Observación directa.....	24
3.6.2 Medición	24
3.7 ANÁLISIS DE DATOS	24
3.8 ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO (EDT).	25
CAPITULO IV.....	26
4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
4.1 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	26
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	29
4.2.1 Descripción del proceso (área de corte).....	29
4.2.2 Descripción del proceso (área de integración)	31
4.3 FALLAS REALES O POTENCIALES QUE PUEDE PRESENTAR EL PRODUCTO	33
4.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL EN EL PROCESO PRODUCTIVO	38
4.5 FORMULACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD EN LOS PUNTOS DE CONTROL	41
4.6 DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS DE CONTROL DE LA CALIDAD EN CADA PUNTO DE CONTROL.....	44
4.7 DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA LOS PROCESOS DE CONTROL DE LA CALIDAD	47
4.8 DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y ECONÓMICOS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DEFINIDOS	70
CAPITULO V.....	71
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
5.1 CONCLUSIONES	71

5.2 RECOMENDACIONES.....	73
6. BIBLIOGRAFÍA	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	4
FIGURA 2: PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA.....	5
FIGURA 3: EJEMPLO DE DIAGRAMA ISHIKAWA.	13
FIGURA 4: EJEMPLO DE ANÁLISIS DE PARETO	16
FIGURA 5: MAPA DE ÁREA DE CORTE	29
FIGURA 6: MAPA DE ÁREA DE INTEGRACIÓN.....	31
FIGURA 7: DIAGRAMA CAUSA EFECTO	34

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DIAGRAMA DE PARETO	40
GRÁFICO 2: PORCENTAJE TOTAL DE NO CONFORMIDADES	49
GRÁFICO 3: NO CONFORMIDADES EN PRENSADO EN RECTIFICADO	50
GRÁFICO 4: NO CONFORMIDADES EN PRENSADO EN CALIENTE	50

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: TRABAJOS ESPECIALES DE GRADO UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	11
TABLA 2: LETRA CÓDIGO DEL TAMAÑO DE MUESTRA	18
TABLA 3: DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA, NÚMERO DE ACEPTACIÓN Y NÚMERO DE RECHAZO (MIL-STD-105 E).....	18
TABLA 4: HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO PÁGINA 1	27
TABLA 5: HOJA DE ESPECIFICACIÓN PÁGINA 2.....	28
TABLA 6: DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE CORTE	30
TABLA 7: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL ÁREA DE INTEGRACIÓN	32
TABLA 8: CALIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA FALLA	35
TABLA 9: CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE OCURRENCIA QUE PRESENTA LA FALLA.....	36
TABLA 10: CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE DETECCIÓN DISPONIBLE.....	36
TABLA 11: ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA.....	37
TABLA 12: FALLAS VS NPR	39
TABLA 13: PASOS PARA CREACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD	41
TABLA 14: INDICADORES DE CONTROL DE CALIDAD	42
TABLA 15: CONDICIONAMIENTO DE LOS INDICADORES	43
TABLA 16: INFORMACIÓN Y DATOS DE INDICADORES.....	43
TABLA 17: ANÁLISIS DE LOS INDICADORES	44
TABLA 18: PROCESOS DE CONTROL DE LA CALIDAD	45
TABLA 19: PLAN DE MUESTREO DE INSPECCIÓN EN LOS PUNTOS DE CONTROL DE CALIDAD	47
TABLA 20: TABLA DE REGISTRO DE PRODUCTO NO CONFORME.....	48
TABLA 21: CONTROL DE LA CALIDAD EN PUNTOS CRÍTICOS	51
TABLA 22: TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME	53
TABLA 23: CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	55
TABLA 24: REPORTE DE PRODUCTO NO CONFORME	56
TABLA 25: TABLA DE RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	57
TABLA 26: TABLA DE RESULTADOS ENSAYO DE DUREZA	58
TABLA 27: TABLA DE RESULTADOS ENSAYO DE FRICCIÓN	59

TABLA 28: REPORTE DE LOS INDICADORES DE CALIDAD.....	61
TABLA 29: CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME PRENSADO EN CALIENTE.....	62
TABLA 30: CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME RECTIFICADO	63
TABLA 31: INSTRUCTIVO DE ENSAYO DE FRICCIÓN	65
TABLA 32: INSTRUCTIVO DE ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA	66
TABLA 33: INSTRUCTIVO ENSAYO DE DUREZA.....	67
TABLA 34: TABLA DE RECURSOS PARA IMPLEMENTACIÓN.....	70

INTRODUCCIÓN

La empresa Driff C.A. es una empresa manufacturera de pastillas de freno para vehículos automotores, que se caracteriza por darle importancia a la calidad de cada uno de los productos que se despachan, sin embargo la empresa ha notado la aparición constante de producto no conforme que se observa en diferentes puntos del proceso productivo, hecho que repercute en sus costos operativos y significa que la empresa debe asegurar la inspección de todo el producto en proceso constantemente para cumplir con su premisa de calidad.

Actualmente la empresa no dispone de un sistema de control de calidad formal establecido, razón por la cual se aprecia que el volumen de producto no conforme generado en los procesos es relativamente elevada (de entre ocho a diez por ciento de la producción total procesado en la empresa) con respecto a los valores normalmente aceptados en empresas de esta rama (de dos a cinco por ciento del total procesado).

Se desea implementar en la empresa un sistema de control de calidad fiable que permita disminuir el volumen de producto no conforme generado y detectarlo con mayor precisión. La presente investigación pretende proponer un sistema de control de calidad que cumpla con los requisitos antes descritos adaptado a las características de la empresa.

La creación de un sistema de control de calidad requiere estudiar a detalle el producto fabricado (para conocer las especificaciones que deben cumplirse y los potenciales defectos o no conformidades que puede presentar) y los procesos involucrados (para determinar cuáles son los puntos prioritarios que deben controlarse más estrictamente a lo largo de la cadena productiva).

Con el fin de desarrollar el presente Trabajo Especial de Grado (TEG), se explican a continuación cada uno de los capítulos presentes en el documento:

Capítulo I “El problema”: este capítulo contiene la reseña histórica de la empresa, su estructura organizacional, sus productos, la descripción del proceso productivo.

Capítulo II “Marco Referencial”: en este capítulo se aprecian los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que sustentaron el estudio.

Capítulo III “Marco Metodológico”: este capítulo engloba todos los tópicos necesarios para que el lector entienda los procedimientos a seguir (el cómo) para realizar la presente investigación. Se aprecia el tipo de investigación, su enfoque, su diseño, la unidad de análisis establecida, la población y la muestra seleccionada, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el análisis de datos planteado y finalmente la Estructura Desagregada del Trabajo (EDT).

Capítulo IV “Resultados de la Investigación”: en este capítulo se encuentra englobada la información técnica obtenida y los instrumentos utilizados para analizarla. Se observa la caracterización de los productos, la caracterización de los procesos productivos, la determinación y definición de las fallas reales o potenciales que puede presentar el producto, la identificación de los puntos de control en el proceso productivo, la formulación de los indicadores de calidad en los puntos de control, la definición de los procesos de control de calidad en cada punto de control, el diseño de la documentación para llevar a cabo el control de calidad y la determinación de los recursos humanos, materiales y económicos para el desarrollo de los procesos definidos.

Capítulo V “Conclusiones y Recomendaciones”: En este capítulo se aprecian las conclusiones finales a las que llegaron los investigadores y las recomendaciones pertinentes para la empresa.

CAPITULO I

El siguiente capítulo el lector encontrará la descripción del problema que trae este trabajo, más los objetivos generales y específicos, junto con el alcance y limitaciones respectivos.

1. EL PROBLEMA

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Reseña histórica

Driff es una empresa constituida desde el año 1.974 por Carmine Riccelli junto a Miguel D'Aversa, Su objeto es la fabricación de pastillas de frenos de discos, vulcanización e integración de las mismas; matricería de troqueles para la fabricación de soportes metálicos para las pastillas de frenos, bandas de frenos y su vulcanización, así como también, cualquier actividad de lícito comercio.

En la actualidad, la empresa se encuentra ubicada en el Estado Miranda, Carretera Panamericana, Km 14, San Antonio de los Altos, Urb Las Minas, Galpones Villa Mariluci.

1.1.2 Estructura organizacional

La empresa cuenta con una estructura organizativa de tipo funcional encabezada por el presidente de la empresa, seguido de un conjunto de gerentes encargados de cada una de las áreas de operación de la organización (producción, talento humano, administrativo y mercadeo y ventas).

El siguiente organigrama (estructura organizativa), muestra la totalidad de los cargos y su interacción jerárquica en la empresa:

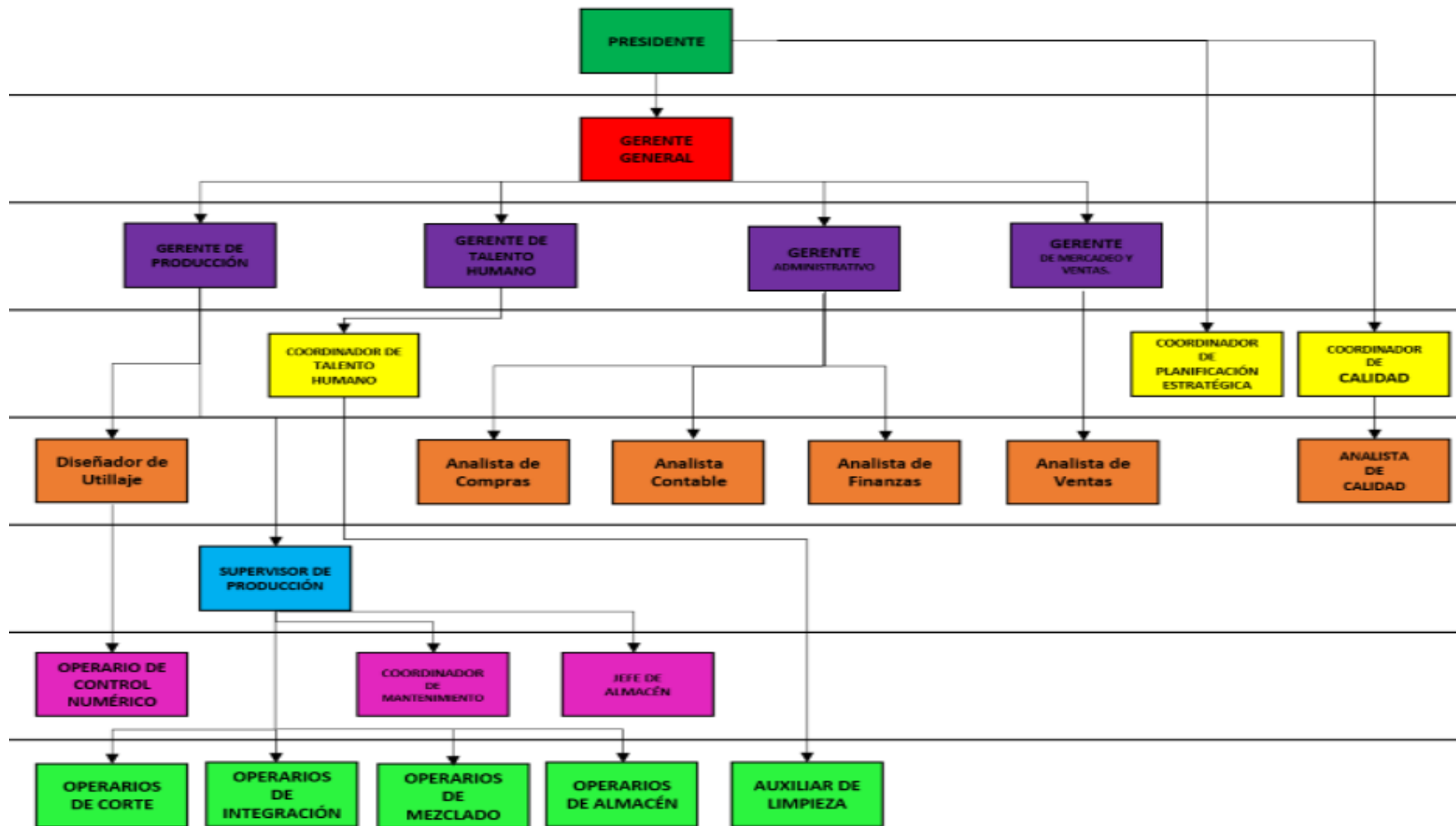


Figura 1: Organigrama de la empresa
Fuente: Driff C.A.

1.1.3 Productos

La empresa Driff C.A. se dedica a la manufactura de pastillas de frenos para vehículos automotores bajo la marca FK y actualmente se fabrica un catálogo de 93 modelos incluyendo las variantes de un mismo código, destinados tanto para vehículos particulares, utilitarios y camiones.

Las pastillas se componen de 2 piezas, el taco de material de fricción, responsable del frenado y la base metálica que se acopla al sistema de frenos del vehículo y sostiene dicho taco.

Las bases metálicas de todas las pastillas fabricadas en Driff C.A. están hechas de acero AISI 1010, por otro lado el taco está hecho de una mezcla de resina fenólica, fibras minerales y otros componentes omitidos intencionalmente, amalgamados en una proporción confidencial.

1.1.4 Descripción del proceso productivo

A continuación se muestra en la figura 2 el mapa de procesos de la empresa Driff C.A donde se resalta en rosado el área de trabajo de los investigadores:

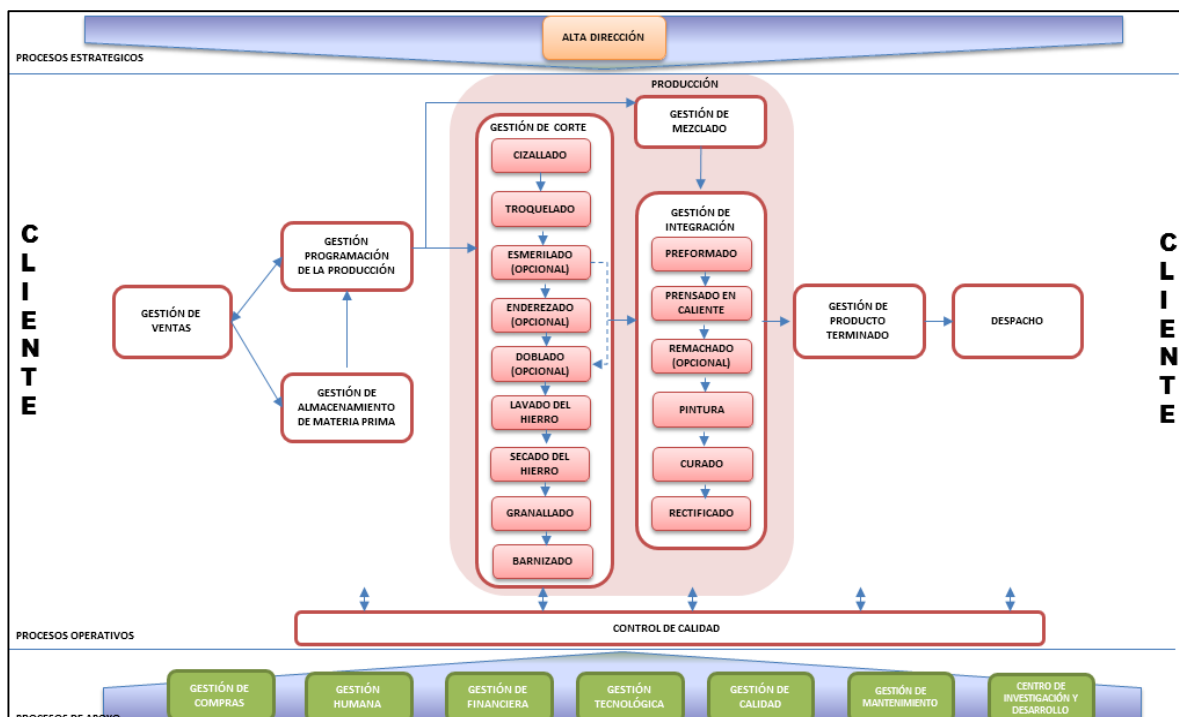


Figura 2: Proceso productivo de la empresa
Fuente: Driff C.A.

1.2 Planteamiento del problema

A lo largo de la historia venezolana, las empresas especializadas en materiales de fricción, se han visto a través de los años en la necesidad de aumentar la calidad de sus productos sistemáticamente, esto con el fin de mantenerse competitivas con respecto a los estándares de un mercado en continua evolución.

La empresa Driff C.A., se compromete a comercializar materiales de fricción con altos estándares de calidad garantizando la satisfacción y seguridad de sus clientes, trabajadores, proveedores, accionistas y comunidad en general, promoviendo la mejora continua asegurando así la evolución de la organización.

Actualmente la empresa Driff C.A. no dispone de un sistema de control de la calidad activo, de manera tal que a pesar de los esfuerzos que se toman para mitigar los defectos en los procesos productivos, estos se presentan con una frecuencia indeseada, generando desperdicios en el sistema y por lo tanto pérdidas.

La razón por la cual se desea instaurar un sistema de control de la calidad es reducir el índice de no conformidades aparecidas en el área productiva, traducidas en costos para la empresa, así como el aumento en la calidad propia del producto terminado; ambas premisas orientadas a favorecer la competitividad de la empresa.

Por todo lo antes expuesto surge la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los requisitos para establecer un sistema de control de calidad que permita a Driff C.A. mejorar el desempeño del proceso productivo de pastillas para frenos?

La respuesta a esta interrogante, constituye la razón de ser de la siguiente investigación.

1.3 Justificación de la investigación

El establecer un sistema de control de la calidad incrementará el nivel de confianza para el cliente, se obtendrá un mayor aseguramiento de la calidad, por parte de Driff C.A. ya que sus procesos estarán sometidos a vigilancia y habrá una mayor facilidad para la identificación de oportunidades de mejora. Se reducirán las pérdidas asociadas al producto no conforme (desperdicios traducidos en mayores

costos) creando mayores oportunidades para que se aumente la competitividad de la empresa.

Esta investigación permitirá a la empresa mantener registros de su desempeño en materia de calidad y anticipar cualquier salida fuera de los límites de control, haciendo seguimiento en el tiempo a los indicadores que se desarrollarán para encontrar las tendencias y anticiparse a los momentos donde se pueda perder el control.

A su vez Driff C.A. desea certificarse ante la Organización Internacional de Normalización (ISO), por lo que el presente diseño de un sistema de control de calidad pudiera servir como un requisito para tal fin.

1.4 Objetivo del estudio

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de control de calidad en el proceso productivo de la empresa Driff C.A., contribuyendo así con la implementación del sistema de gestión de calidad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el producto en términos de los atributos de calidad que deben cumplirse.
- Caracterizar los procesos y operaciones productivas, que influyen en la calidad del producto.
- Definir las fallas reales o potenciales que pueden presentar el producto.
- Identificar los puntos de control de calidad en el proceso productivo.
- Formular los indicadores de calidad en cada punto de control.
- Definir los procesos control de calidad en cada punto de control identificado.
- Diseñar la documentación que soporte los procesos de calidad definidos.
- Determinar los recursos humanos, materiales y económicos para el desarrollo de los procesos definidos.

1.5 Alcance

- Geográficos: la realización del presente Trabajo Especial de Grado (TEG) se llevará a cabo en la empresa Driff C.A. ubicada en la zona industrial de Las Palmas, San Antonio de Los Altos, Estado Miranda.
- Temporales: el desarrollo de la presente investigación abarcará el periodo establecido entre los meses de enero y junio del año 2017.
- Organizacionales: la empresa Driff C.A. cuenta con 14 operarios en el área de manufactura distribuidos en los diferentes procesos productivos, además de un gerente de planta y un encargado del mantenimiento de los equipos.
- Teóricos: se utilizarán los criterios expuestos en las normas COVENIN 767 y NTE 2185, y en la herramienta de investigación Military Standard para el diseño de la propuesta de sistema de control de calidad descrito.
- Operativos: el diseño del sistema de control de calidad se encuentra restringido al área de manufactura, iniciando en el proceso de cizallado e incluyendo los procesos subsecuentes hasta el proceso de rectificado.
- La definición de fallas se limitará a la identificación de las mismas y de los procesos de manufactura que puedan tener algún impacto en el desempeño de las pastillas de freno.
- Se realizarán las rutinas estandarizadas pertinentes según las normas correspondientes para la elaboración de ensayos técnicos a pastillas de freno en un laboratorio dentro de la empresa.
- Documentales: se utilizarán los manuales de los respectivos equipos de laboratorio para la elaboración de los procedimientos que permitan ejecutar los ensayos de laboratorio asociados a la determinación de la calidad en pastillas de frenos de vehículos automotores.

1.6 Limitaciones

- Dificultad en la adquisición de los equipos de elaboración de ensayos de laboratorio y por consiguiente se retrasa el acceso a los manuales de los mismos que se requieren para el diseño de los procedimientos de ensayos técnicos.
- Frecuentes apagones afectan las instalaciones y retrasan el trabajo a realizar tanto por parte de los operarios como las labores de investigación y desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado (TEG).
- Las normas a utilizar hacen referencia a otras normativas internacionales las cuales son sólo adquiribles al comprarlas con divisas, debido a la situación actual de Venezuela razón por la cual se dificulta la obtención de las mismas.
- La empresa no maneja registros históricos detallados donde se expresen las cantidades de producto no conforme y los motivos por los cuales resultaron de tal forma con respecto a las órdenes de fabricación

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

Con el objetivo de desarrollar el siguiente Trabajo Especial de Grado, fue requerido el siguiente número de investigaciones (trabajos de pasantías y trabajos especiales de grado) previas, con el fin de poder completar en su totalidad el desarrollo de la metodología, del cual se trata este trabajo.

Trabajos Especiales de Grado utilizados para realizar la siguiente investigación				
Título	Área de estudio, autores y profesores guía	Institución y fecha	Objetivo General	Aportes
Desarrollo de una metodología para la mejora del desempeño de proveedores nacionales cumpliendo los estándares de calidad, producción y despacho, asociados con la industria automotriz venezolana	Ingeniería Industrial Autor: Walid, Dagher Marichal Tutor: Ing. João de Gouveia	UCAB Febrero, 2010	Desarrollar una metodología del desempeño de proveedores nacionales de acuerdo a los requisitos de calidad, producción y despacho, asociados con una ensambladora de vehículos	• Marco Metodológico • Marco Referencial
Diseño de un sistema de control y aseguramiento de la calidad para los procesos "Fabricación de piezas" y "Ensamblaje de cabinas" de pasajeros de una empresa de ascensores	Ingeniería Industrial Autor: Galvis Astrid C. González, Harold J. Tutor: Ing. Emmanuel López	UCAB Mayo, 2014	Diseñar un sistema de control y aseguramiento de la calidad para los procesos "fabricación de piezas" y "ensamblaje de cabinas de pasajeros" en una empresa de fabricación de ascensores.	• AMEF • Marco Referencial

Metodología para el seguimiento y medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad de CVG EDELCA.	Ingeniería Industrial Autor: Yelitza Y. Zambrano Tutor: Ing. Jorge Oyaga	UCAB Octubre, 2017	Proponer un método para el seguimiento y la medición de los procesos del Sistema de Gestión de la Calidad del Departamento de Mantenimiento de Aplicaciones Integradas de CVG EDELCA basado en la norma COVENIN ISO 2000	• Indicadores de la calidad
--	--	-----------------------	--	-----------------------------

Tabla 1: Trabajos Especiales de Grado utilizados en la investigación
Fuente: Elaboración propia

Para definir un sistema de control de calidad se debe establecer la ejecución de los siguientes puntos:

Planificación de la realización del producto:

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad.

Requisitos generales:

- Determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces
- Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos
- Realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos

Durante la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto
- La necesidad de establecer procesos y documentos, y de proporcionar recursos específicos para el producto
- Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba específicas para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo
- Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos

El resultado de esta planificación debe presentarse de forma adecuada para la metodología de operación de la organización.

2.2 Bases Teóricas

“El control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción, comercialización, y presentación del servicio de productos y servicios con una eficacia del coste y una utilidad optimas, y que los clientes compraran con satisfacción” (Ishikawa, 1989)

Para la elaboración de la presente investigación, se requiere de la utilización de las siguientes herramientas:

2.2.1 Inspección

En una empresa industrial la inspección es el procedimiento mediante el cual se comprueban las especificaciones de las materias primas, materiales y productos terminados, además el demás el de operaciones, los parámetros del proceso, entre otros.

- Las características del producto: realizada con fines de aceptación de materias primas, productos en proceso y productos terminados (inspección de entrada, en el proceso y al final).
- La calidad del proceso: que se ejecuta con fines de regulación o control del proceso (generalmente de carácter preventivo). (Pérez, 2003)

2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Los diagramas de causa y efecto, un ejemplo de los cuales se muestra en la Figura 3, ilustran la relación entre las características (los resultados de un proceso) y aquellas causas que, por razones técnicas, se considere que ejercen un efecto sobre el proceso. Permiten que se resuman todas las relaciones entre las causas y efectos de un proceso. Cuando se utilizan junto con otras herramientas estadísticas, tales como los diagramas de Pareto, los diagramas de causa y efecto son útiles para promover la mejora del proceso según prioridades, acumular y organizar los conocimientos y la tecnología, consolidar las ideas de todos los empleados sobre las actividades relacionadas con el control, y facilitar las discusiones, la educación y otros diversos aspectos de las relaciones humanas.

También son útiles para toda clase de actividades de calidad, cantidad, plazos de entrega y control de costes durante el desarrollo de nuevos productos, investigación y desarrollo, construcción de nuevas plantas, etc.

Puesto que todo el mundo los comprende fácilmente, son una de las herramientas más importantes para la promoción y la puesta en práctica del control de calidad.

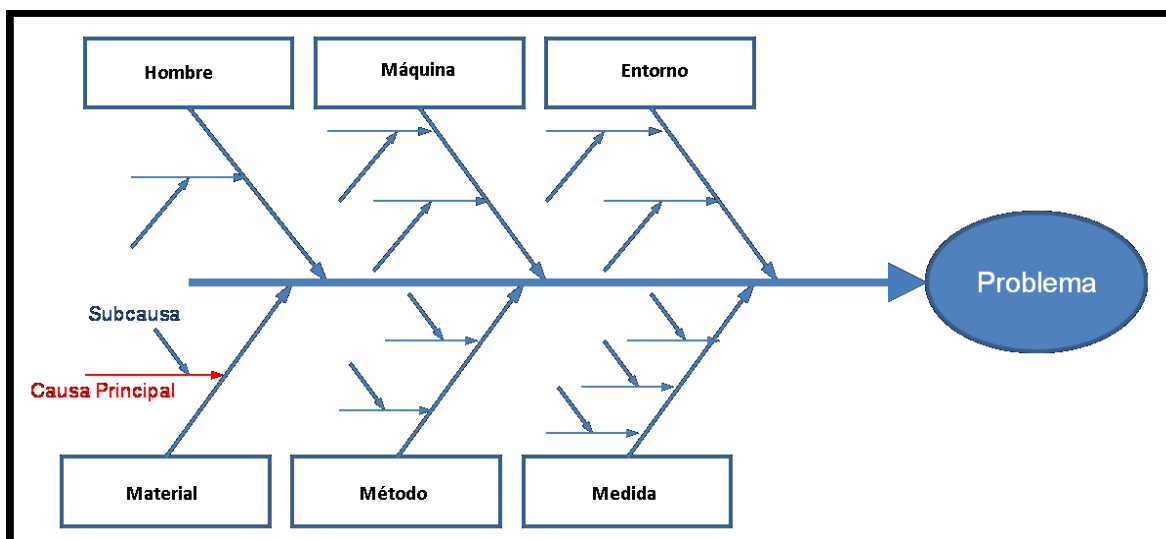


Figura 3: Ejemplo de diagrama Ishikawa.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

La determinación de los riesgos de las fallas de calidad se obtuvo mediante un análisis modal de fallas y efectos (AMEF), la cual es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto o en un proceso.

Se pueden distinguir dos tipos de AMEF según el marco de la gestión del proceso donde se inscriba: AMEF de diseño, dirigido al producto y el AMEF de proceso, dirigido al proceso de fabricación.

A continuación se indica de manera ordenada los pasos realizados para obtener la información requerida por el método AMEF:

1. Identificación de los componentes del producto, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto o del proceso que se vaya a utilizar para su fabricación, y de las funciones que desempeña cada uno de ellos.
2. Identificación del modo de fallo, dado que el estudio es sobre modos potenciales de fallo, se debe indicar todos los fallos susceptibles de producirse.

Para AMEF de diseño se reflejan los modos de fallo de los componentes (Ej: rotura, desgaste, mal funcionamiento)

Para AMEF de proceso se reflejan los modos de fallo del proceso en cada etapa del mismo (Ej: materiales erróneos, fallos de máquina, parámetros incorrectos, operarios no especializados).

3. Determinación del efecto de fallo, se determina para cada modo de fallo analizado, el o los efectos que el fallo produce en el producto para el usuario (Ej: ruidos, fugas, mal funcionamiento) y en el proceso (Ej: parada del proceso, producto defectuoso, menor eficiencia) según se esté realizando un AMEF de diseño o de proceso.
4. Identificación de las causas de fallo, se termina para cada modo de fallo analizado, las posibles causas que lo pueden ocasionar.

5. Identificación de los controles actuales, se identifican los diferentes controles existentes o previstos, con el objeto de evitar que se produzca los diversos fallos y detectarlos en el caso que aparezcan.
6. Determinación de la probabilidad de ocurrencia, es la probabilidad que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y de lugar al modo de fallo.
7. Determinación de la gravedad del fallo, determina la importancia o severidad del efecto de modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con el que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente y el coste de reparación.
8. Determinación de la facilidad de detección, indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los controles actuales existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de detectar el fallo antes de que llegue al cliente final.
9. Determinación del número de prioridad de riesgo (NPR), es el producto de los tres factores. Un NPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuese fácil de introducir y contribuyera a mejorar aspectos de calidad del producto y/o proceso. El NPR permite evaluar los diferentes niveles de riesgos y ordenarlos según sus prioridades. Estas prioridades determinaran sobre que modos de fallos es necesario tomar acciones correctivas, con objeto de reducir el correspondiente NPR. Para determinar dichos fallos potenciales se realizaron entrevistas no estructuradas con el personal de planta especializado de cada proceso.

2.2.4 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Con el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos

triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas. (Sales, 2002).

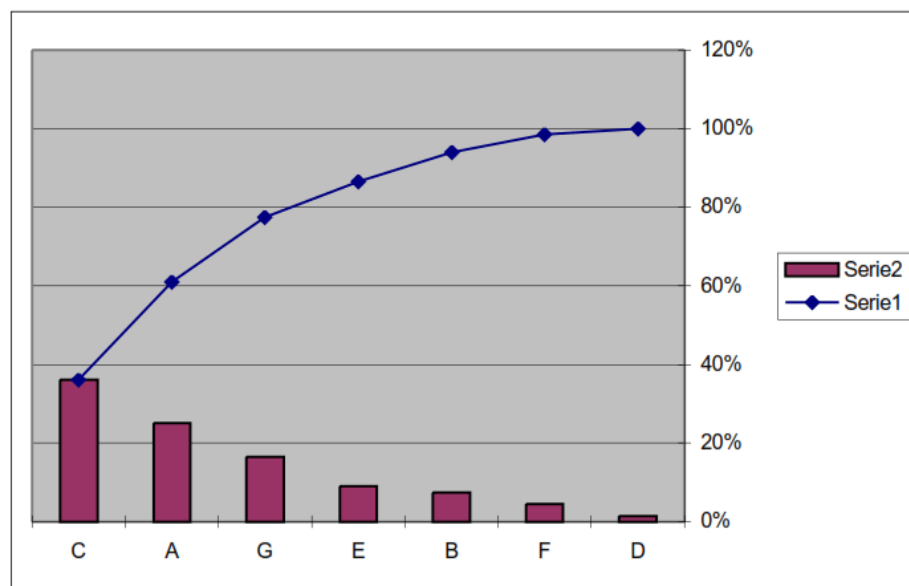


Figura 4: Ejemplo de análisis de Pareto
Fuente: <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>

2.2.5 Plan de muestreo simple utilizando Military Standard

De acuerdo a la norma COVENIN 3133-1 (2001), un plan de muestreo simple se describe como

“El número de ítems a ser inspeccionados debe ser igual al tamaño de la muestra dado por el plan correspondiente. Si el número de ítems no conformes encontrados en la muestra es igual o menor que el número de aceptación, se debe considerar el lote aceptable. Si el número de ítems no conformes es igual o superior al número de rechazo, se debe considerar el lote como no aceptable.” (p. 14).

Para la obtención de un plan de muestreo es necesario determinar previamente el Nivel de Calidad de Aceptación, “El NCA debe ser designado en el contrato o por (o de acuerdo con las reglas establecidas por) la autoridad responsable”. (COVENIN 3133-1:2001). Una vez definido el NCA, se procede a verificar en la tabla 2 el tamaño del lote para obtener la letra clave correspondiente, luego se usa dicha letra clave junto al NCA para determinar el tamaño de la muestra y los números de aceptación o rechazo para cada lote (ver tabla 3).

Tamaño de lote	Nivel de inspección especial				Nivel de inspección general		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y superior	D	E	H	K	N	Q	R

Tabla 2: Letra código del tamaño de muestra
Fuente: COVENIN 3133-1

Tamaño de muestra letra código	Tamaño de muestra	Nivel de calidad de aceptación, NCA, en porcentaje de ítems no conformes y no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																													
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000				
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re			
A	2														↕	0 1		↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31				
B	3														0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45				
C	5													0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↕				
D	8												0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↕	↕				
E	13											0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↕	↕	↕				
F	20										0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
G	32									0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
H	50								0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
J	80							0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
K	125							0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
L	200					0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
M	315					0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
N	500			0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
P	800		0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
Q	1 250	0 1	↕	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				
R	2 000	↕		1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕				

↓ = Utilizar el primer plan de muestreo bajo la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede el tamaño del lote, efectuar el 100% de la inspección.

↑ = Utilizar el primer plan de muestreo por encima de la flecha.

Tabla 3: Determinación del tamaño de muestra, número de aceptación y número de rechazo (MIL-STD-105 E)
Fuente: COVENIN 3133-1

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El capítulo a continuación explica la manera en la que se desarrolla el presente Trabajo Especial de Grado (TEG). Contemplara: el tipo de investigación que se realizará, el enfoque tomado, y por último el diseño de la misma.

Así mismo este capítulo contendrá las técnicas y herramientas para la recolección, procesamiento y análisis de datos necesarios para la elaboración del TEG.

3.1 Tipo de investigación

Se define como proyecto factible:

“Conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener una institución o grupo social en un momento determinado. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada en el medio.” (Renie Dubs de Moya, 2002)

Se define como:

De acuerdo con lo establecido por Renie Dubs de Moya la presente investigación se puede denominar como proyecto factible ya que la misma consta de un proceso de documentación, elaboración y desarrollo de una propuesta con el fin de establecer un sistema de control de calidad en el área productiva de la empresa Driff C.A.

3.2 Enfoque de la investigación

De la investigación de enfoque cuantitativa se puede decir:

Según explica (Sampieri, 1991) p. 20., “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

De una investigación de enfoque cualitativo:

Los datos no se reducen a números o a resultados estadísticos, sino a explicaciones y descripciones detalladas acerca de los fenómenos que se estudian, así como del modo en que se suscitan las interacciones entre los individuos; por lo tanto, el enfoque cualitativo “proporciona profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencia únicas” (Sampieri, 1991) p. 20.

Así mismo de una investigación de enfoque mixta:

Representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o, al menos, en la mayoría de sus etapas (...) agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques. (Hernández, 2007) p. 21. ...”

La presente investigación constará de un enfoque mixto ya que se utilizará un enfoque cuantitativo en relación a la recolección de datos y análisis de los mismos para alcanzar la solución al problema antes planteado, y además contará con un enfoque cualitativo vinculado al proceso de observación directa de la situación actual que tiene por objeto el diagnóstico de la misma.

3.3 Diseño de la investigación

Según (Hernández F. B., 2010). P121 se define un diseño experimental como:

“...un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador.”

De acuerdo con lo establecido por (Hernández F. B., 2010). P151, un diseño no experimental comprende:

“Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.”

El presente Trabajo Especial de Grado se considera como una investigación con diseño no experimental ya que los ensayos técnicos están enfocados en estudiar el comportamiento real de las pastillas de freno y para ello no alteran ninguna de las variables independientes asociadas.

Dentro del diseño no experimental se cuenta con las modalidades siguientes:

- “Diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede.” (Hernández F. B., 2010). P151.
- “...recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos por lo común se especifican de antemano.” (Hernández F. B., 2010). P158.

La investigación presente se centra la modalidad transversal puesto que la recolección de datos se realizará en un período de tiempo único y no se esperan cambios en las variables de estudio mientras la investigación se realiza

Sintetizando lo descrito con antelación, se puede afirmar que el presente Trabajo Especial de Grado (TEG) tendrá un diseño no experimental y transversal.

3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis se define como “Aquí el interés se centra en “qué o quiénes”, es decir, en los participantes, objetos, sucesos o comunidades de estudio (las unidades de análisis), lo cual depende del planteamiento de la investigación y de los alcances del estudio.” (Hernández F. B., 2010). p172.

Por lo tanto se puede determinar cómo unidad de análisis para Driff C.A.:

- Pastillas de frenos de vehículos automotores: Las mismas serán estudiadas durante un prolongado periodo de tiempo y sobre ellas

se harán pruebas técnicas de calidad que permitirán recabar datos asociados a sus cualidades y desempeño.

- Operarios de corte: Quienes realizan la labor de procesar la base metálica que será posteriormente adherida al taco de frenado para obtener un producto terminado. Los mismos proveen a los investigadores de criterios para determinar si las condiciones del proceso de integración son conformes o no conformes con los estándares.
- Operarios de integración: Quienes manejan los procesos que involucran la incorporación del taco de frenado a la base metálica que proviene de la zona de corte para crear las pastillas de freno. Estos instruyen a los investigadores permitiéndoles diferenciar una pieza metálica defectuosa de otra conforme con respecto a los estándares.
- Norma COVENIN 767-93: Norma que establece los requisitos mínimos y métodos de ensayo que deben cumplir los materiales de fricción para los sistemas de frenos usados en vehículos automotores destinados al transporte de personas, de carga y mercancías.
- Norma COVENIN 3133-1:2001: Presenta los pasos a seguir para definir un plan de muestreo utilizando los criterios de muestreo de las tablas Military Standard.
- Norma NTE INEN 125 y Norma COVENIN 646-82: Establecen el método para determinar la dureza Rockwell en productos metálicos.
- Norma NTE INEN 2484:2009: establece un procedimiento uniforme para asegurar e informar las características de fricción y desgaste de los materiales de fricción en frenos.
- Norma NTE INEN 2185: 2010: Establece los requisitos que debe cumplir y los ensayos a los cuales debe someterse el material de fricción empleado en los sistemas de frenos de los vehículos automotores.

- Procesos productivos para la fabricación de las pastillas de freno los cuales serán objeto de inspección para el control de la calidad.

3.5 Población y muestra

En el presente Trabajo Especial de Grado (TEG), resulta importante definir tanto la población como la muestra que se van a utilizar para su desarrollo.

3.5.1 Población

“La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (Tamayo, 1997). p114.

Para la elaboración de este Trabajo Especial de Grado se considerará como población a la totalidad de las pastillas de freno que se producen en la empresa Driff C.A.

3.5.2 Muestra

“...es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población” (Hernández F. B., 2010). p173.

En relación con el presente Trabajo Especial de Grado (TEG), se definen como muestras, a una fracción de la producción de pastillas de freno manufacturadas entre enero y junio de 2017.

El tamaño de dicha muestra viene dado por las normas NTE INEN 2185: 2010 (para los ensayos de laboratorio) y por los planes de muestreo pertinentes según lo establecido en las tablas Military Standard (para la inspección de producto).

Las muestras a tomar son únicas para cada tipo de ensayo, así tenemos que para cada lote de producción terminado se debe separar 3 grupos de muestras (cada uno correspondiente a uno de los 3 ensayos de laboratorio descritos anteriormente en las normas COVENIN 767-93 y NTE INEN 2185: 2010).

3.6 Recolección de datos

La recolección de los datos para la realización del presente trabajo Especial de Grado (TEG) se utilizó las modalidades de observación directa y medición.

3.6.1 Observación directa

Con el fin de generar un plan de la calidad, es necesario llevar a cabo una observación directa sobre todos los procesos medulares necesarios para la obtención de las pastillas de freno terminadas, con la finalidad de analizar la realidad de la situación actual y determinar puntos críticos de control del proceso.

Con la realización de una observación directa no estructurada se permitirá la toma de datos esenciales como lo son las características del proceso y el desarrollo de los métodos de inspección de calidad que actualmente no son utilizados.

3.6.2 Medición

Cada uno de los puestos de trabajo que representan uno de los procesos necesarios para manufacturar las pastillas de freno contará con un instrumento que permite registrar la cantidad y detalles de las no conformidades que se presenten a lo largo del periodo de estudio en dichos puestos.

De esta manera se podrá precisar cuáles serán los puntos críticos de control con base en la frecuencia de aparición y gravedad de las no conformidades.

3.7 Análisis de datos

Los datos cualitativos se obtuvieron con el fin de comprender a detalle la situación actual de la empresa y la problemática existente. Para procesar y analizar esta información se utiliza el mapa de procesos, la descripción de los procesos en las áreas de manufactura y el diagrama causa-efecto de las fallas encontradas en los procesos productivos.

En lo concerniente a los datos cuantitativos que tienen el fin de determinar las fallas en los procesos y el efecto de las mismas en el nivel de calidad de la empresa, se utilizara el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), el Análisis de Pareto y los indicadores de la calidad.

3.8 Estructura desagregada del trabajo especial de grado (EDT).

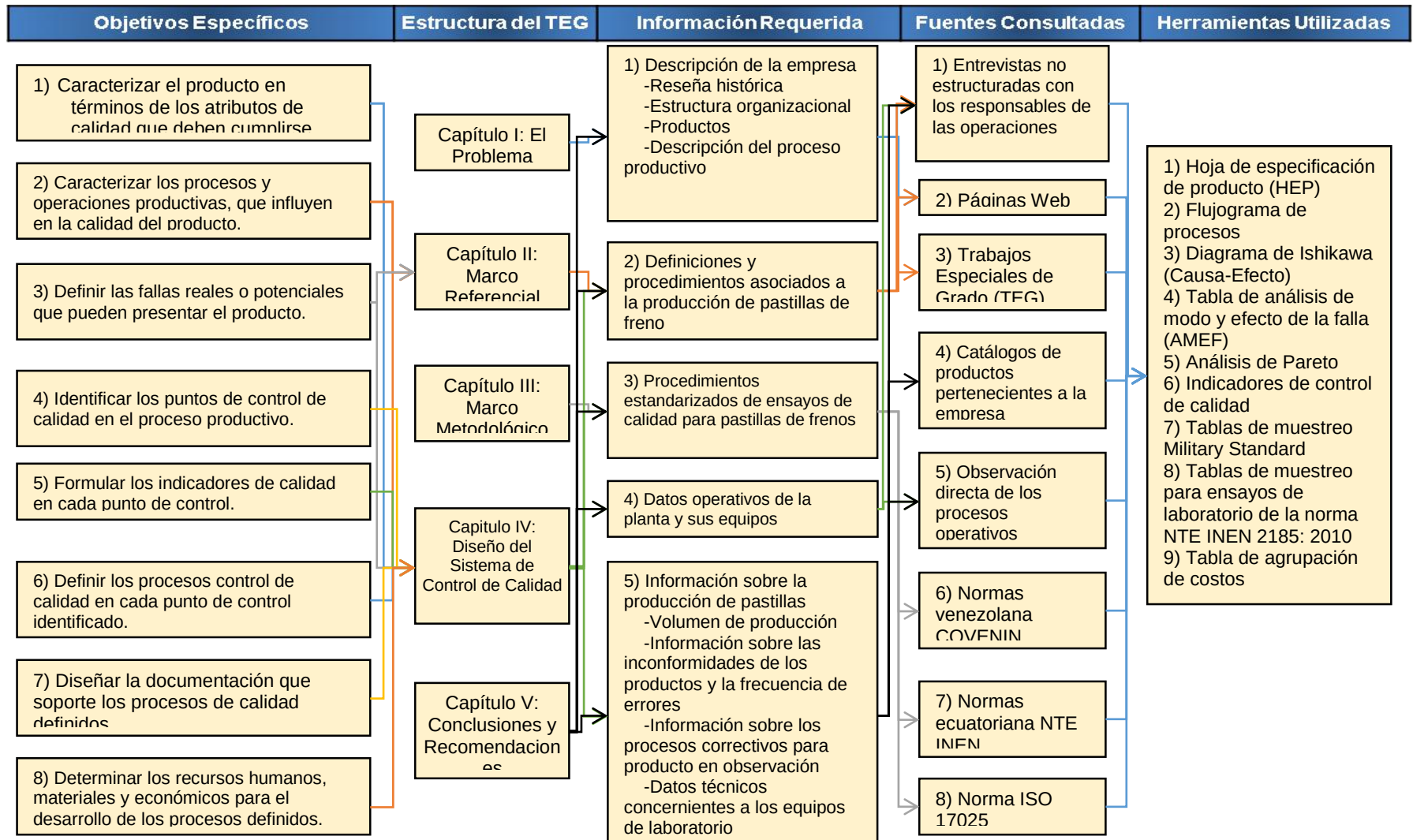


Figura N°1: Estructura Desagregada del TEG

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

4. Resultados de la investigación

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos así como los instrumentos diseñados para llevar el control de calidad a lo largo del proceso productivo restringido al área de manufactura de la empresa

4.1 Caracterización del producto

Para la caracterización del producto se utilizó la herramienta Hoja de Especificación de Producto (HEP) la cual reúne los principales criterios o estándares internacionales para la comercialización de las pastillas de freno.

Estos criterios de comercialización están establecidos en normas y el diseño de las pastillas de freno desarrollado por la empresa Driff C.A.

La hoja de Especificaciones de Producto comprende las siguientes características de las pastillas de freno:

- Especificaciones técnicas: Reúne datos de interés del producto tales como el modelo de la pastilla, componentes de fabricación, tipo de acero, dimensiones de esta y vehículo para el cual está destinada.
- Descripción general: Esta sección describe la mayoría de los datos cualitativos del producto, como la apariencia, con lo que se brinda una idea general del estado del producto y sus características.
- Criterios mínimos: Los criterios mínimos definen los estándares mínimos de calidad que el producto debe cumplir para ser comercializado.
- Criterios de descarte: Definen las principales causas por las cuales los productores no aceptan el producto.
- Tolerancia: Describe los porcentajes que se permiten en los criterios de descarte.

- Otras características: Son las características que no son posibles de agrupar en los aspectos anteriores, y que a su vez son exigidas por el comprador al momento de la compra.

A continuación se presenta un ejemplo de una Hoja de Especificaciones de Producto:

 Driff Pasión Automotriz desde 1974	HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO		Código del documento: HEP-001	
			Version: 1	Fecha de Emisión: 18/01/2017
			Página: 1 de 2	Fecha de Revisión: 17/01/2017

Especificaciones técnicas del producto	
Modelo: 7153 U	Dimensiones del taco: ver plano de pastilla 7153 U (página 2)
Componentes: AISI 1010, Mezcla confidencial	Dimensiones de la base: ver plano de pastilla 7153 U (página 2)
Tolerancia: es permitida una desviación de 0.3 mm en cada una de las dimensiones tanto del taco como de la base.	

Descripción General	
Pastilla de freno cubierta con una capa homogénea de pintura (con la excepción de la cara frenado del material de fricción), todas las superficies libres de óxido u otros agentes extraños, sin presencia de grietas y/o agujeros en el taco, acabado liso.	

Criterios mínimos				
	Dureza	Gravedad específica	Coefficiente de fricción	Acabado superficial
Material de fricción	No debe variar más allá del 12% del valor patrón (28 HRK) establecido por el fabricante.	No debe variar más allá del 5% del valor patrón (1.9) establecido por el fabricante.	Debe tener un valor contenido en el rango 0.20 y 0.70 a 350°C con una tolerancia de 14%.	Debe lucir homogéneo, plano sin agujeros ni grietas para asegurar un contacto de al menos 95% de la superficie.
Base metálica (AISI 1010)	De acuerdo con lo establecido para su proporción de carbono y tratamiento térmico no debe variar más del 10% de su valor patrón (54 HRB).	N/A	N/A	Debe ser rugoso y estar libre de óxido (para mejorar la adherencia del barniz).

Criterios de descarte y Tolerancia	
Características	Pastillas de freno para automóvil
Base metálica	La base metálica es de Acero AISI 1010, debe tener su superficie libre de óxido o cualquier otro añadido, debe que ser plana y la cara de contacto con el barniz debe ser rugosa para maximizar el área de contacto.
Material de fricción (taco)	El material de fricción debe presentar una mezcla homogénea de sus componentes, donde todas las partículas tengan aproximadamente el mismo tamaño para no formar grumos que debiliten la integridad del taco preformado. Se admite una desviación de 5% con respecto a la proporción de cada componente
Acabado	La superficie externa de toda la pastilla es lisa, no debe presentar grietas ni agujeros que generen fragilidad en el material de fricción o desmejoren su apariencia.
Ranura (slot)	La ranura debe ubicarse en una posición centrada y debe atravesar la pastilla de manera transversal, además debe tener un ancho de 2 ± 0.1 mm.
Color	Las pastillas están cubiertas por una capa uniforme de pintura negra que cubre toda la superficie excepto la cara del material de fricción que hace contacto con los discos de freno.

Tabla 4: Hoja de Especificación de Producto página 1
Fuente: Elaboración propia

 Pasión Automotriz desde 1974	HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO		Código del documento: HEP-001	
			Version: 1	Fecha de Emisión: 18/01/2017
			Página: 2 de 2	Fecha de Revisión: 17/01/2017

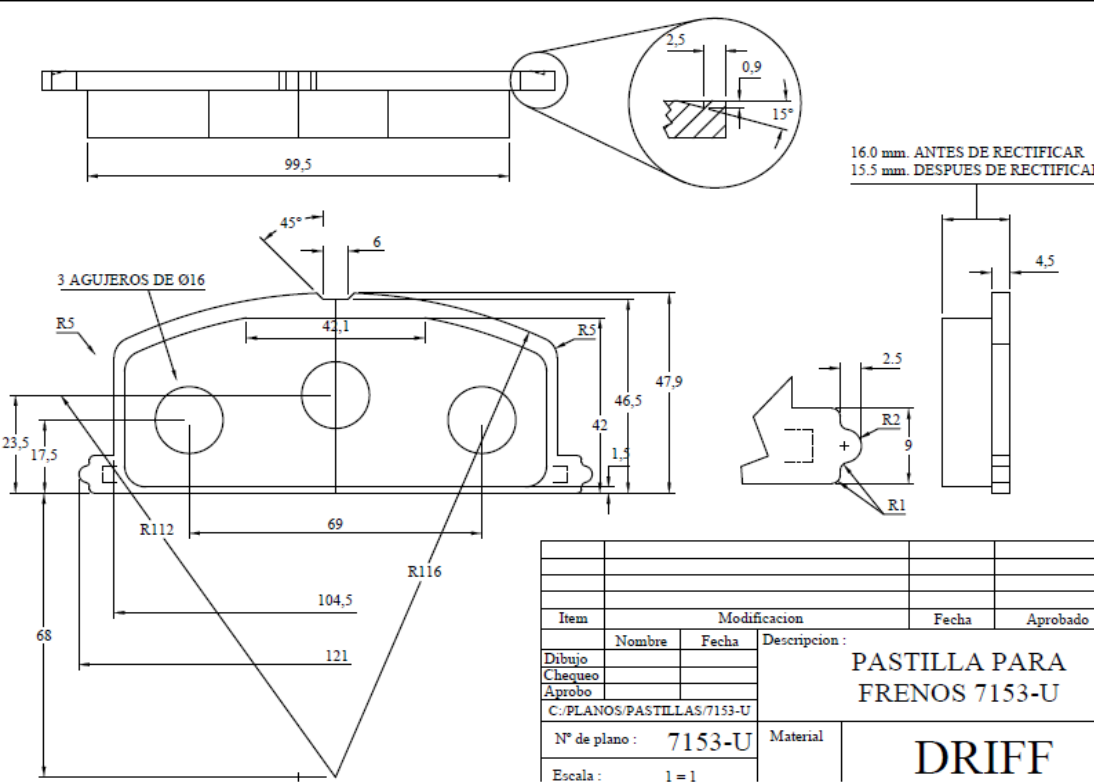
Plano de la pastilla																													
																													
<table border="1"> <tr> <th>Item</th> <th>Modificación</th> <th>Fecha</th> <th>Aprobado</th> </tr> <tr> <td>Dibujo</td> <td>Nombre</td> <td>Fecha</td> <td rowspan="3"> PASTILLA PARA FRENOS 7153-U </td> </tr> <tr> <td>Chequeo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprobo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> C:\PLANOS\PASTILLAS\7153-U </td> <td rowspan="2"> DRIFF </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Nº de plano : 7153-U </td> <td> Material </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Escala : 1 = 1 </td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>					Item	Modificación	Fecha	Aprobado	Dibujo	Nombre	Fecha	PASTILLA PARA FRENOS 7153-U	Chequeo			Aprobo			C:\PLANOS\PASTILLAS\7153-U			DRIFF	Nº de plano : 7153-U		Material	Escala : 1 = 1			
Item	Modificación	Fecha	Aprobado																										
Dibujo	Nombre	Fecha	PASTILLA PARA FRENOS 7153-U																										
Chequeo																													
Aprobo																													
C:\PLANOS\PASTILLAS\7153-U			DRIFF																										
Nº de plano : 7153-U		Material																											
Escala : 1 = 1																													
Observaciones																													
No aplica para este modelo																													

Tabla 5: Hoja de especificación página 2
Fuente: Elaboración propia

4.2 Caracterización de los procesos productivos

El espacio designado a la manufactura de pastillas de freno de vehículos automotores de la empresa está constituida por 2 áreas principales, en primer lugar está el área de corte, donde se lleva a cabo la fabricación de las bases metálicas de la pastilla únicamente; y el área de integración, donde se prepara la mezcla que se convierte en el material de fricción y donde se une dicha mezcla (convertida en el taco de frenado) a la base metálica para generar las unidades completas llamadas pastillas de frenado.

4.2.1 Descripción del proceso (área de corte)

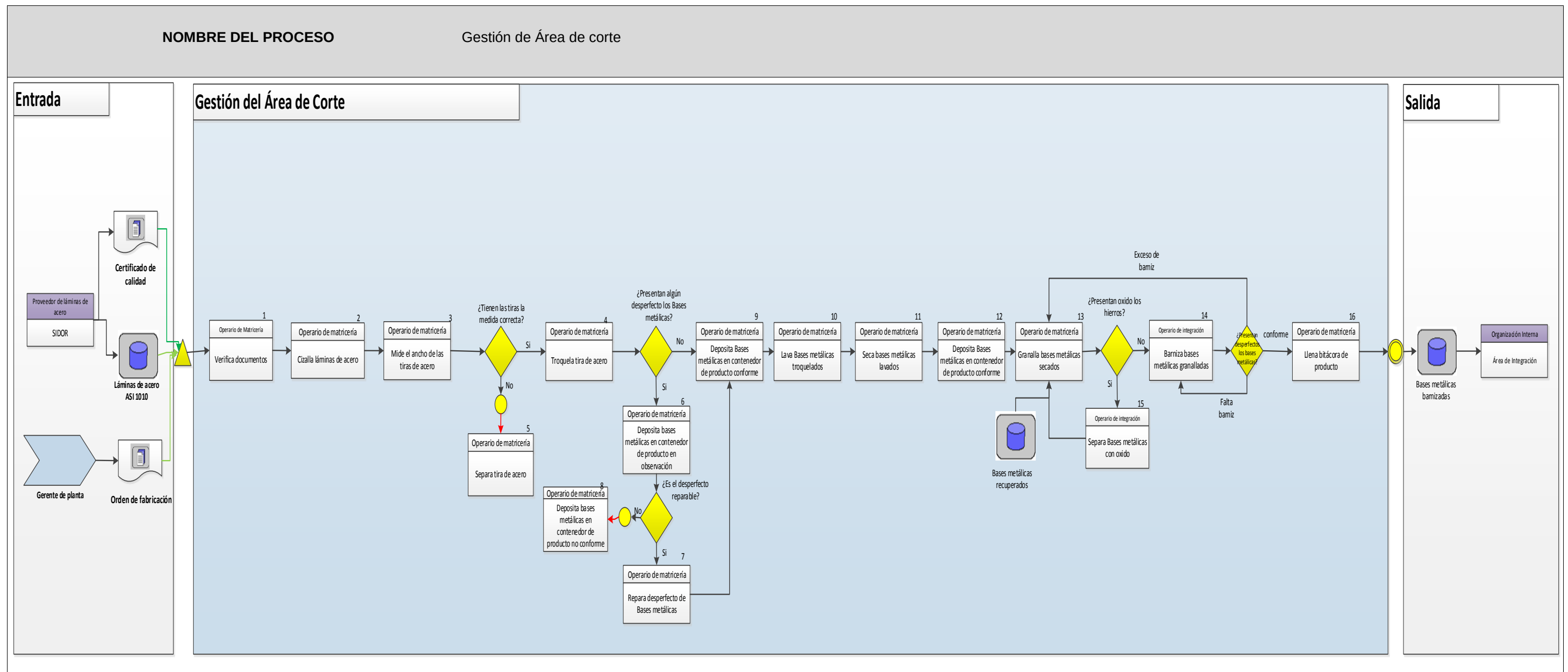


Figura 5: Mapa de área de corte
Fuente: Elaboración propia

Ordinal	Nombre	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	Responsable	Herramienta
1	Verifica documentos	El operario de corte verifica la información de la orden de fabricación para proceder a realizar el trabajo indicado.	Operario de corte	
2	Cizalla láminas de acero	El operario de corte utiliza una cizalladora para cortar las láminas de acero y convertirlas en tiras mas angostas de tamaño variable correspondiente al modelo de pastilla a fabricar según el instructivo de trabajo (Anexo 2: Instructivo de trabajo Cizallado)	Operario de corte	Cizalladora, cinta metrica
3	Mide el ancho de las tiras de acero	El operario de corte mide el ancho de las tiras de acero para verificar que el corte se haya realizado de manera satisfactoria produciendo tiras de un tamaño adecuado de acuerdo al modelo de pastilla a fabricar. Si la medida es correcta el proceso continúa en el ordinal 4, de lo contrario el proceso continúa en el ordinal 5.	Operario de corte	Vernier
4	Troquela tiras de acero	El operario de corte troquela por toda su extensión las tiras de acero cizalladas hasta obtener el número de bases metálicas individuales indicados en la orden de fabricación de acuerdo con el Instructivo de trabajo (Anexo 3: Instructivo de trabajo Troquelado) Si los bases metálicas presentan algún tipo de desperfecto las actividades continúan en el ordinal séis (6), de los contrario las actividades continúan en el ordinal nueve (9). Nota: si la tira cizallada resulta demasiado angosta (incluso para troquelar de manera típica el modelo de menor tamaño), se procede a rotar 90° la tira para realizar un troquelado en la direccion longitudinal evitando la perdida de la tira.	Operario de corte	Prensa Excéntrica, molde intercambiable
5	Separa tira de acero	El operario de corte separa la tira de acero de dimensiones incorrectas y la guarda en el espacio correspondiente para estos casos, donde permanecerá hasta ser requerida para la producción de otro modelo de pastilla a la que se adapte en tamaño.	Operario de corte	
6	Deposita bases metálicas en contenedor de producto en observación	El operario de corte deposita los bases metálicas en en contenedor de producto en observación para separarlos de los productos conformes y verificar cual es la no conformidad que presentan. Si el bases metálicas en observación posee un desperfecto reparable, el proceso continúa en el ordinal siete (7), de ocurrir lo contrario, las actividades continúan en el ordinal ocho (8).	Operario de corte	
7	Repara desperfecto de bases metálicas	El operario de corte repara los desperferctos de los bases metálicas para continuar con el proceso. Nota: la actividad de reparacion depende del tipo de defecto: a) Rebabas en los bordes, el operario esmerila dichos bordes hasta que esten al mismo nivel que la cara del bases metálicas. b) Bases metálicas dobladas o torcidas, el operario coloca las bases metálicas defectuoso en una prensa hidráulica y le aplica presión hasta que las bases metálicas queden rectas.	Operario de corte	Esmeriladora o prensa, pinza
8	Deposita bases metálicas en contenedor de producto no conforme	El Operario de corte deposita bases metálicas en contenedor de producto no conforme para ser desechados como chatarra.	Operario de corte	
9	Deposita bases metálicas en contenedor de producto conforme	El Operario de corte deposita bases metálicas en contenedor de producto conforme para continuar con el proceso.	Operario de corte	
10	Lava bases metálicas troquelados	El Operario de corte lava bases metálicas troqueladas haciedolas ajitar en una mezcla jabonosa para remover cualquier sustancia indeseada que esté adherida a su superficie.	Operario de corte	Lavadora, gancho
11	Seca bases metálicas lavadas	El operario de corte seca los bases metálicas al sol para eliminar cualquier rastro de humedad en la superficie de los mismos.	Operario de corte	
12	Deposita bases metálicas en contenedor de producto conforme	El Operario de corte deposita bases metálicas en contenedor de producto conforme para que continuen avanzando a través del proceso.	Operario de corte	
13	Granalla los bases metálicas secados	El operario integral granalla las bases metálicas para retirar cualquier capa de óxido o impureza en su superficie (dejando el metal desnudo) y al mismo tiempo generar un acabado que maximice la superficie de contacto con respecto al barniz de acuerdo con el instructivo de trabajo (Anexo 4: Instructivo de trabajo Granallado).	Operario integral	Granalladora, gancho
14	Barniza bases metálicas granallados	El operario integral barniza una de las caras de las bases metálicas con la mezcla que conforma el barniz para crear la capa de pegamento que unirá las bases metálicas al taco preformado de acuerdo con el instructivo de trabajo (Anexo 5: Instructivo de trabajo Barnizado).		Pistola de aire comprimido, mesas de barniz, mechero, olla, cucharon

Tabla 6: Descripción de los procesos en el área de corte
Fuente: Elaboración propia

En el área de corte se realizan catorce (14) procesos principales, cada uno de estos está enfocado exclusivamente en la conversión de láminas de acero AISI 1010 en bases metálicas libres de óxido y barnizadas para enviarlas al área de integración.se requieren de al menos dos (2) operarios encargados de llevar a cabo dichas actividades diariamente para satisfacer la demanda de bases metálicas procedente del área de integración.

4.2.2 Descripción del proceso (área de integración)

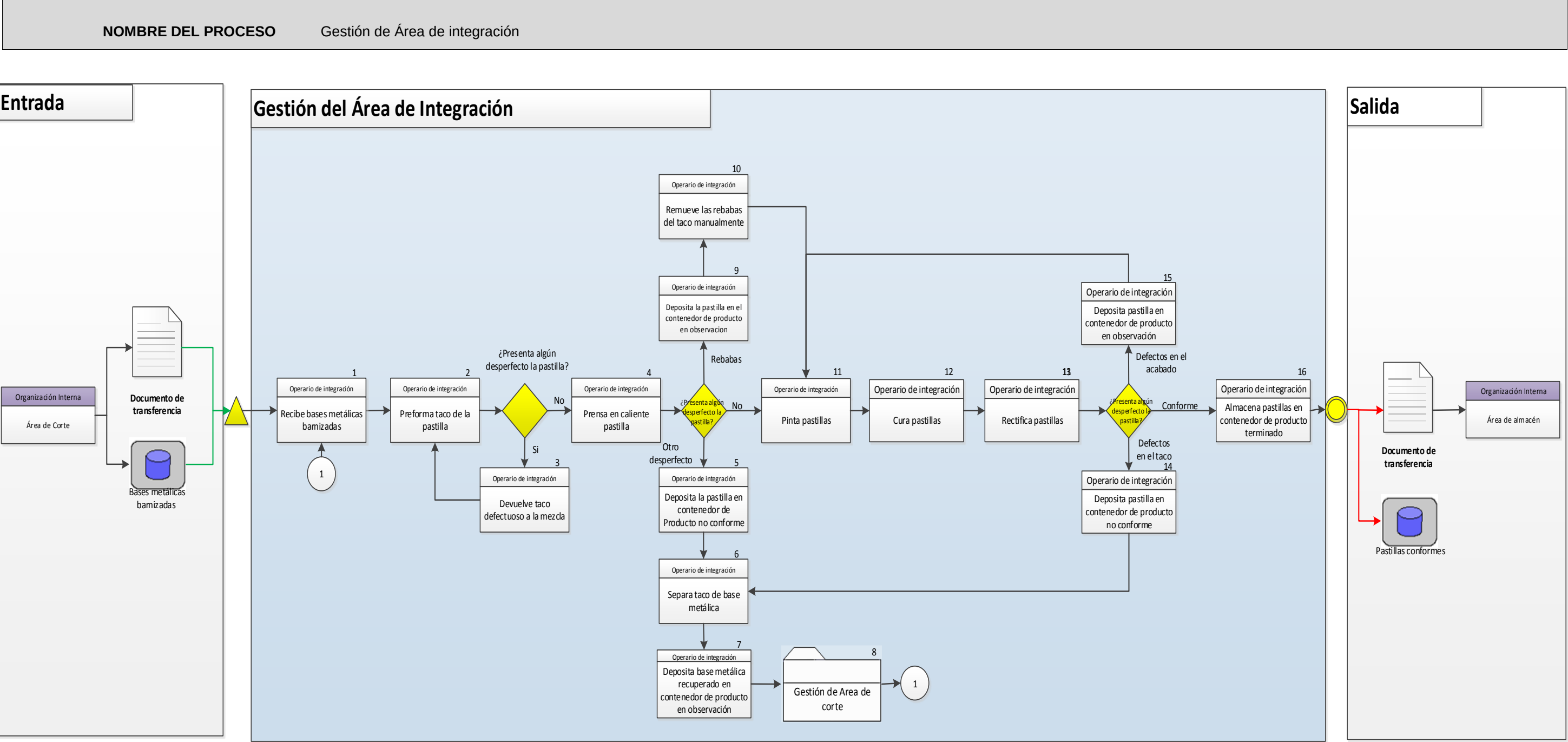


Figura 6: Mapa de área de integración
Fuente: Elaboración propia



Ordinal	Nombre	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	Responsable	Herramienta
1	Recibe bases metálicas barnizados	El operario de integración recibe contenedor con las bases metálicas barnizadas para proceder a preformarlos.	Operario de integración	Canasta de transporte
2	Preforma taco de la pastilla	El operario de integración procede a preformar la pastilla prensandola en un molde con una presion de 750Kg/cm ² según lo establecido en el instructivo de trabajo (Anexo 6: Instructivo de trabajo Preformado) Si el taco presenta alguna no conformidad, las actividades continúan en el ordinal 3. En el caso contrario, las actividades continúan en el ordinal 4.	Operario de integración	Prensa hidráulica, molde intercambiable, balanza, envase
3	Devuelve taco defectuoso a la mezcla	El operario de integración desprende el taco de las bases metálicas y lo desmenuza para devolverlo a la mezcla retenida en el contenedor, el bases metálicas se reutiliza puesto que no sufre ningun daño en este proceso.	Operario de integración	
4	Prensa en caliente la pastilla	El operario de integración recibe las pastillas preformadas y procede a prensarlas en caliente con una presion de 750Kg/cm ² y una temperatura de 170°C de acuerdo con lo establecido en el instructivo de trabajo (Anexo 7: Instructivo de trabajo Prensado en Caliente). , para moldear y endurecer el taco, además de fortalecer la unión entre el taco y las bases metálicas. Si el taco presenta Rebabas, las actividades continúan en el ordinal 9. Si el taco presenta otra clase de no conformidad, las actividades continúan en el ordinal 5. Si el taco es conforme, las actividades continúan en el ordinal 11.	Operario de integración	Prensa Hidráulica con calentador, martillo de goma, moldes de prensado, bandejas de transporte, guantes aislantes
5	Deposita pastilla en contenedor de producto no conforme	El operario coloca las pastillas no conformes en el contenedor dispuesto para ello, para ser llevado al proceso de separación.	Operario de integración	
6	Separa taco de las bases metálicas	El operario de integracióncincela el material de friccion para lograr la separacion del mismo de las bases metálicas, el material de friccion separado se desecha.	Operario de integración	Martillo, Cincel, base de apoyo
7	Deposita bases metálicas recuperado en el contenedor de producto en observación	El operario de integración coloca las bases metálicas recuperadas en el contenedor dispuesto para ello, para ser llevado al area de corte.	Operario de integración	
8	Gestión de area de corte	El operario de corte procede según el Diagrama gestion de area de corte, en el ordinal numero 13.	Operario de integración	
9	Deposita pastilla en el contenedor de producto en observacion	El operario de integración coloca las pastillas con rebabas en el contenedor dispuesto para ello, para ser llevadas a al proceso de remosion de rebaba.	Operario de integración	
10	Remueve las rebabas del taco manualmente	El operario de integraciónremueve manualmente las rebabas del taco, para corregir dicha no conformidad.	Operario de integración	Espatula, guantes gruesos
11	Pinta pastillas	El operario de integración procede a cubrir con una capa de pintura negra la totalidad de la superficie de la pastilla de acuerdo con el Instructivo de trabajo (Anexo 8: Instructivo de trabajo Pintado).	Operario de integración	Pistola de aire comprimido, mesas de pintura, envase para mezclar
12	Cura pastillas	El operario de integraciónintroduce las pastillas pintadas en racks y envia estos ultimos al interior del horno donde permaneceran durante 6 horas a una temperatura de 150 °C según los establecido por el instructivo de trabajo (Anexo 9: Instructivo de trabajo Curado).	Operario de integración	Horno, racks
13	Rectifica pastillas	El operario de integración recibe las pastillas curadas y procede según el instructivo de trabajo (Anexo 10: Instructivo de trabajo Rectificado).	Operario de integración	Rectificadora
14	Deposita pastillas en contenedor de producto no conforme	El operario de integracióncoloca las pastillas no conformes en el contenedor dispuesto para ello, para ser llevado al proceso de separación.	Operario de integración	
15	Deposita pastillas en producto en observación	El operario de integración coloca las pastillas en el contenedor dispuesto para ello, para ser llevadas al proceso de pintura nuevamente.	Operario de integración	
16	Almacena pastillas en contenedor de producto terminado	El operario de integración acomoda las pastillas en el contenedor de producto terminado para ser transportadas al almacén de la empresa.	Operario de integración	

Tabla 7: Descripción del proceso del área de integración
Fuente: Elaboración propia

Las labores del área de integración se componen de 16 procesos principales (sin contabilizar los procesos de mezclado, debido a la naturaleza confidencial a la que están asociados). Estos procesos tienen como fin la integración de la base metálica y el material de fricción en una sola unidad que es la pastilla de freno. Esta área requiere de doce (12) operarios que laboren diariamente para cumplir con las metas de producción que se impone la empresa, una cantidad notablemente mayor a la del área de corte debido a que la carga de trabajo y la meticulosidad asociada a la mayoría de los procesos de integración es mayor que la necesaria para los procesos del área de corte.

4.3 Fallas reales o potenciales que puede presentar el producto

En cada uno de los niveles de un sistema productivo existe cierta probabilidad de ocurrencia de eventos imprevistos indeseados que impacten en el desempeño normal de dicho sistema, en el caso del área de manufactura esta situación es más evidente, ya que resulta virtualmente imposible que un aparato productivo se mantenga en operación óptima a lo largo de su vida útil, sin que se presente ningún tipo de avería o no conformidad en alguno de sus procesos.

En primera instancia se identifica cuáles son los defectos o fallas potenciales que se presentan con mayor frecuencia en los productos en proceso o productos terminados pertenecientes a la empresa, luego se debe establecer las causas asociadas a dichas fallas y planear un curso de acción para atacarlas de manera que se mitigue al máximo dichos problemas.

La identificación de las fallas más frecuentes se logró conjuntamente con la observación directa de parte de los investigadores y la aplicación de entrevistas no estructuradas con los operarios de las zonas de integración, de corte y de mezclado. A continuación se muestra el diagrama de causa-efecto diseñado a partir de las fallas identificadas.

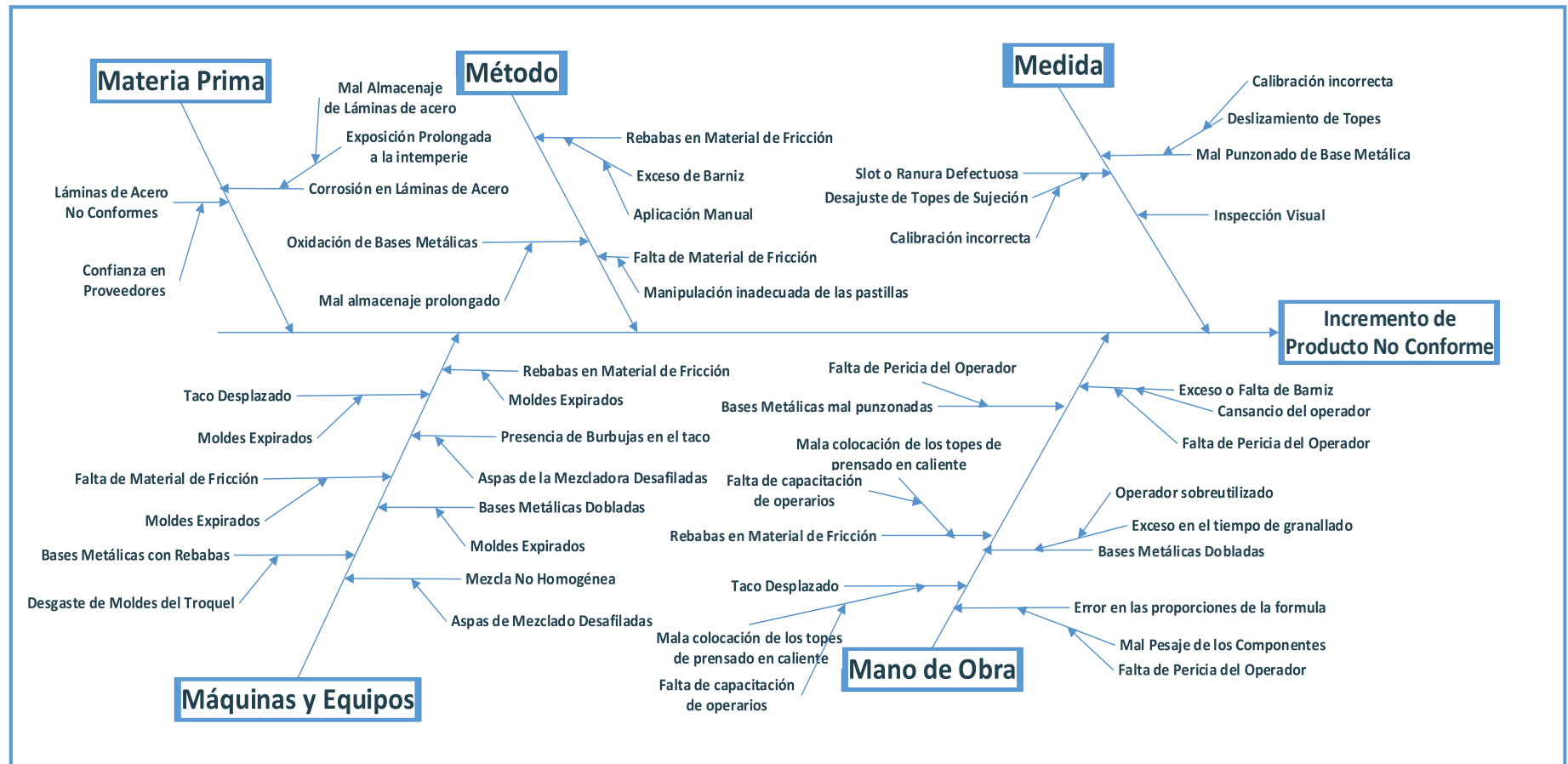


Figura 7: Diagrama causa efecto
Fuente: Elaboración propia

Con el diagrama de causa-efecto se logró identificar cada una de las fallas frecuentes que hacen que un producto se considere no conforme, entre las cuales se pueden agrupar según la parte del producto donde se aprecian los defectos: en el material de fricción, la base metálica, el barniz y la mezcla. Así mismo se detectaron las causas que inciden en la aparición de dichas fallas, aquellas más recurrentes son la falta de pericia del operador y el desgaste de algún componente de la maquinaria.

Una vez identificadas las fallas y sus causas correspondientes se procedió a cuantificar la importancia que cada una de las mismas, atendiendo la necesidad de reducir los efectos negativos para la empresa vinculados a éstas. Con este fin se utilizó la técnica el método de Análisis de Modo de Efecto y Falla (AMEF) que además facilita el desarrollo de posibles cursos de acción para mitigar dichos efectos.

En las siguientes tablas se presentan los criterios de valoración establecidos por los investigadores que se usaron en el presente Trabajo Especial de Grado:

Calificación		Criterio
Cuantitativa	Cualitativa	Efecto en el proceso
1	Ninguno	Ligero inconveniente o retraso para la operación u operador
2	Muy menor	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin pérdida de material
3	Menor	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin pérdida de material
4	Muy bajo	El producto debe ser separado y reprocesado. Sin pérdida de material
5	Bajo	El 100% del producto debe ser reprocesado. Con pérdida de material
6	Moderado	Una parte del producto debe ser desechado o reparado con un costo moderado
7	Alto	Una parte del producto debe ser desechado o reparado con un costo muy alto
8	Muy alto	El 100% del producto debe ser desechado
9-10	Peligroso	Puede exponer al peligro al operador o al equipo.

Tabla 8: Calificación de la severidad de la falla
Fuente: Elaboración propia

Calificación		Criterio
Cuantitativa	Probabilidad	frecuencia
1	Remota: Falla improbable	<1 por 10000 piezas
2	Baja: Pocas fallas.	<1 por 50000 piezas
3		<1 por 2000 piezas
4	Moderada: Fallas ocasionales	1 por 1000 piezas
5		2 por 1000 piezas
6		5 por 1000 piezas
7	Alta: Fallas frecuentes	10 por 1000 piezas
8		20 por 1000 piezas
9	Muy alta: Fallas presistentes	50 por 1000 piezas
10		>100 por 1000 piezas

Tabla 9: Calificación del nivel de ocurrencia que presenta la falla
Fuente: Elaboración propia

Calificación		Tipos de inspección		
Cuantitativa	Criterio	A	B	C
1	Controles seguros para detectar: El ítem ha pasado a prueba de errores. Es casi improbable el hecho de realizar partes no conformes	x		
2	Controles casi seguros para detectar: El ítem ha pasado por medición automática. No puede pasar la parte no conforme	x		
3	Controles con buena oportunidad de detectar: Deteccion inmediata del error en la estación o en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme	x	x	x
4	Controles con buena oportunidad de detectar: Deteccion inmediata del error en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme	x	x	x
5	Controles que pueden detectar: Mediciones "pasa" o "no pasa" realizado en el 100% de las partes despues de dejar la estación		x	
6	Controles que pueden detectar: Control en menos del 100% de las partes		x	x
7	Controles con poca oportunida de detectar: Control logrado con doble inspeccion visual			x
8	Controles con poca oportunidad de detectar: Control efectuado con uina inspeccion visual.			x
9	Controles que probablemente no detectarán: Control logrado con verificaciones indirectas o al azar.			x
10	Certerza absoluta de no detección: No se controla, no se detecta.			

A = Prueba de error.
B = Medición automatizada.
C = Inspección visual/manual

Tabla 10: Calificación del nivel de detección disponible
Fuente: Elaboración propia

El planteamiento de cada una de las tablas anteriores se llevó a cabo basada en la implementación de entrevistas no estructuradas con el personal de la fábrica (operarios de integración, operarios de corte, supervisor de producción, jefe de planta y gerente de mantenimiento), los cuales permitieron a los investigadores comprender los detalles asociados a cada modo de falla.

Componente	Función	Modo potencial de la falla	Efecto potencial de la falla	Severidad	Causa potencial de la falla	Ocurrencia	Controles actuales de detección	Detección	NPR	Responsable	Acción recomendada
Bases metálicas troqueladas y barnizadas	Base de fijación del taco	Rebabas después de troquelar	Bordes de la base capaces de lacerar	3	Falta de filo en los moldes	4	Observación directa	3	36	Operador de corte	Esmerilar pieza defectuosa Afilar o sustituir moldes desgastados
		Mal punzonado de las bases metálicas	Imposibilidad de reparación de la base	7	Falta de pericia del operador Deslizamiento de los topes	1	Observación directa	3	21	Operador de corte	Desechar piezas defectuosas
		Doblado de las bases	Imposibilidad de continuar con el proceso	2	Desgaste en moldes o exceso de tiempo en la granalladora	5	Observación directa	3	30	Operador de corte	Enderezar piezas defectuosas Afilar o sustituir moldes desgastados
		Oxidación superficial de las bases	Dificultad para fijar el taco a la base metálica	1	Bases metálicas almacenados por un período excesivo	10	Observación directa	3	30	Operador de corte	Granallar nuevamente las piezas Preservación adecuada del producto en proceso
		Exceso de barniz	Dificultad para fijar el taco a la base metálica	3	Falta de pericia del operador	4	Observación directa	3	36	Operador de corte	Granallar nuevamente las piezas
		Falta de barniz	Dificultad para fijar el taco a la base metálica	3	Falta de pericia del operador	4	Observación directa	3	36	Operador de corte	Granallar nuevamente las piezas
Mezcla (material de fricción)	Servir como material de fricción	Error en las proporciones de la formulación	Alteración en las propiedades mecánicas del taco	5	Falta de pericia del operador	1	Ensayo de gravedad específica	2	10	Operador de mezclado	Separar mezcla y añadirla en pequeñas fracciones a otras mezclas en preparación
		Mezcla no homogénea	Alteración en la integridad estructural del taco	5	Aspas de la mezcladora en mal estado	1	Observación directa	6	30	Operador de mezclado	Mezclar nuevamente Afilar las aspas con cierta frecuencia
Taco (material de fricción)	Material de fricción de las pastillas de freno	Presencia de rebabas en prensado en caliente	Problemas de acoplamiento en los vehículos	3	Exceso de barniz	10	Observación directa	6	180	Operador de integración	Remover las rebabas manualmente Lijar o sustituir moldes desgastados
			Desperfectos estéticos		Moldes desgastados					Operador de integración	
		Taco desplazado	Problemas de acoplamiento en los vehículos	8	Falta de pericia del operador	6	Observación directa	3	144	Operador de integración	Lijar o sustituir moldes desgastados Desechar piezas defectuosas
			Disminución del potencial de fricción de la pastilla		Moldes desgastados						
					Exceso de barniz						
		Falta de material de fricción	Disminución del potencial de fricción de la pastilla	8	Moldes desgastados	5	Observación directa	3	120	Operador de integración	Desechar piezas defectuosas Lijar o sustituir moldes desgastados
					Manipulación manual de producto en proceso						
		Presencia de burbujas en el material en rectificado	Integridad estructural de la pastilla debilitada	8	Desgaste de las aspas del mezclador	4	Observación directa	3	96	Operador de integración	Desechar piezas defectuosas Afilar las aspas con cierta frecuencia
			Disminución del potencial de fricción de la pastilla		Falta de pericia del operador						
		Slot o ranura defectuosa	Insatisfacción del cliente	8	Desajuste de los topes de sujeción de la rectificadora	5	Observación directa	3	120	Operador de integración	Desechar piezas defectuosas Ajustar frecuentemente los topes de sujeción

Tabla 11: Análisis de Modo y Efecto de la Falla

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el análisis AMEF que el área de la empresa que presenta un mayor número prioritario de riesgo (NPR) es el área de integración ya que en esta zona destaca un nivel de ocurrencia con un rango moderado a muy alto (de 4 a 10 puntos), también presenta una severidad mayormente alta (4 de 5 fallas tienen severidad de 8 puntos). En la zona de mezclado se aprecia un nivel de severidad moderada (ambas fallas con 5 puntos), sin embargo los niveles de ocurrencia y de detección se mantienen moderados-bajos (solo destaca el nivel de detección de “mezcla no homogénea” que alcanza un valor de 6 puntos). En la zona de corte por otro lado solo resalta el nivel de severidad de “mal punzonado de las pastillas” (con 7 puntos) y el nivel de ocurrencia de “oxidación de la superficie de las bases” (con 10 puntos), sin embargo, en cada caso esos valores elevados son suavizados por valores bajos de los otros dos niveles que componen el NPR de la falla en cuestión.

4.4 Identificación de los puntos de control en el proceso productivo

El criterio para la determinación de los puntos de control viene dado por la importancia de las fallas que se generan en todo el proceso (estimada según el método AMEF), así se prioriza el control de calidad en aquellos puntos que presenten las fallas potenciales más importantes para la empresa y que por consiguiente al reducirse el impacto de las mismas se esperaría un aumento en la calidad general de los productos, una disminución en las pérdidas asociadas a los desperdicios y una mayor satisfacción del cliente.

Se procede a ordenar en una tabla las fallas de manera decreciente según la magnitud de su respectivo NPR y se efectúa un análisis de Pareto para determinar cuáles fallas representan el 80% del efecto y a qué proceso están vinculadas. Esos procesos son los puntos de control seleccionados.

A continuación se presenta dicha tabla:

Modo potencial de la falla	NPR	Porcentaje de participación	Porcentaje acumulado
Presencia de rebabas en prensado en caliente	180	20.2%	20.2%
Taco desplazado	144	16.2%	36.4%
Falta de material de fricción	120	13.5%	49.9%
Slot o ranura defectuosa	120	13.5%	63.4%
Presencia de burbujas en el material en rectificado	96	10.8%	74.2%
Rebabas después de troquelar	36	4.0%	78.3%
Exceso de barniz	36	4.0%	82.3%
Falta de barniz	36	4.0%	86.4%
Doblado de las bases al troquelar	30	3.4%	89.8%
Oxidación superficial de las bases	30	3.4%	93.1%
Mezcla no homogénea	30	3.4%	96.5%
Mal punzonado de las bases	21	2.4%	98.9%
Error en las proporciones de la formulación	10	1.1%	100.0%

Tabla 12: Fallas vs NPR
Fuente: Elaboración propia

Se observa que la falla con mayor efecto sobre la empresa es la presencia de rebabas en el proceso de prensado en caliente, esto debido principalmente a su frecuente aparición durante la mayoría de los ciclos de prensado y debido a la cantidad de trabajo extra que involucra la recuperación de los productos afectados.

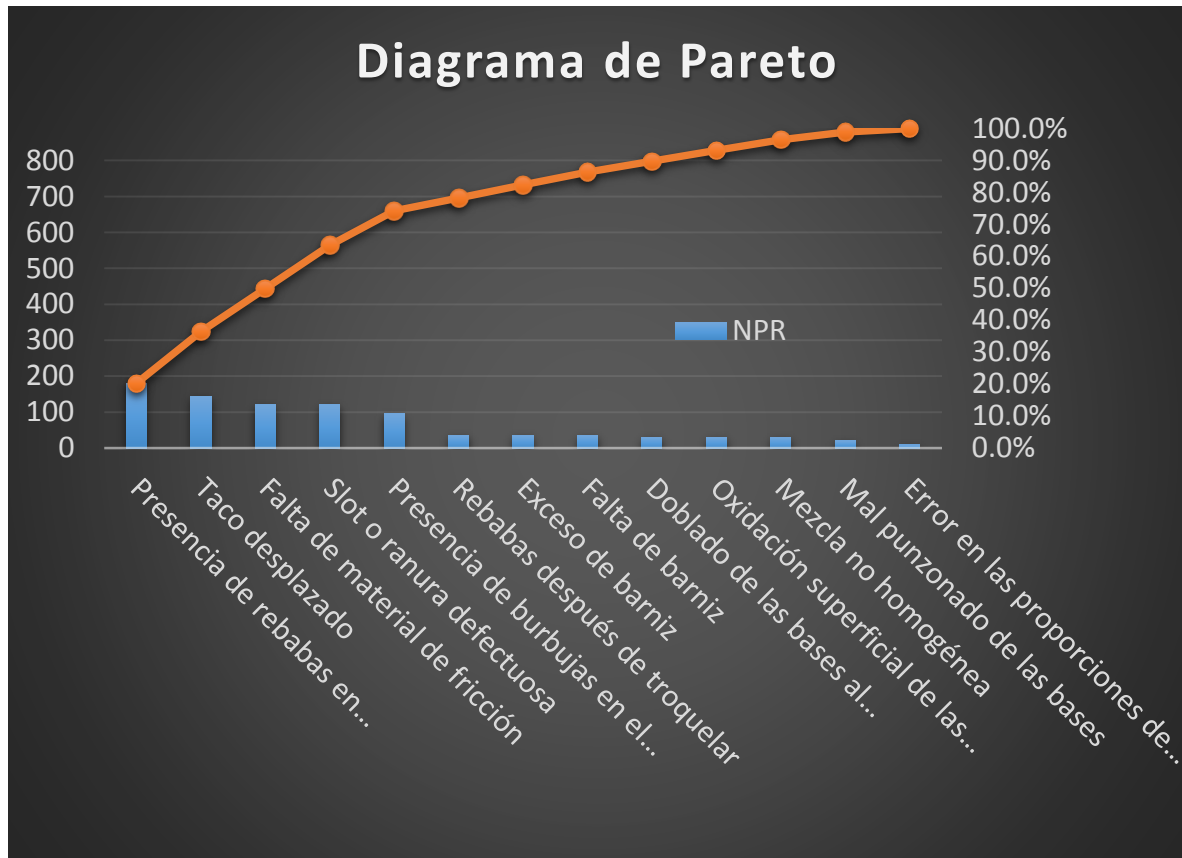


Gráfico 1: Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración propia

Al analizar los resultados que arroja el gráfico, se comprueba que aquellas fallas que representan aproximadamente un 75% del impacto en materia de desperdicios para la empresa, son las pertenecientes a los procesos de prensado en caliente y rectificado, lo cual fue detectado previamente durante la etapa de recolección de datos realizada por los autores en cada uno de los procesos involucrados debido principalmente a la notoriedad de la cantidad de producto no conforme que se genera en estos dos procesos señalados en este párrafo en comparación con el resto.

4.5 Formulación de indicadores de calidad en los puntos de control

Para la formulación de los indicadores de calidad en los puntos de control definidos anteriormente, se evaluaron cuáles son las necesidades de medición más relevantes en cada uno de los procesos claves de los puntos de control, para así describir los nombres, su fórmula de cálculo y su objetivo primordial. La normalización de estos indicadores se desarrolló de acuerdo a los pasos que se describen en la siguiente tabla:

Paso	Descripción
Definición y calculo	Identificar: Título del indicador, Expresión conceptual, Expresión matemática, Variables del indicador y Unidad de medida que se expresa en el resultado.
Objetivos	Debe responder a: ¿cuál es la finalidad del indicador?, ¿por qué se desea gerenciar?, ¿cuál es la importancia de medirlo?
Análisis del indicador	Identificar las causas o factores especiales que pueden influir en el comportamiento del indicador.
Información y Datos	Identificar la fuente de los datos, ubicación, forma de accederlos, quién los toma, cómo se procesan y en donde se archivan los registros.
Reportes	Documento con resultados globales del indicador, visualizando la situación como Semáforo que podrá tomar el color (verde, amarillo o rojo) según las consideraciones definidas.

Tabla 13: Pasos para creación de indicadores de calidad

Fuente: Elaboración propia

Se procede a desarrollar los indicadores pertinentes de acuerdo a lo establecido en el marco referencial (ver Tabla N°13: Pasos para creación de indicadores de calidad). Dejando en consideración que los datos de piezas no conformes se obtienen directamente del lote entero procesado en el puesto de trabajo a diferencia de las inspecciones que se hacen en la fracción del total de piezas procesadas determinadas como conformes por el operario. Los rangos de condición son establecidos por consenso con los operarios, jefe de planta y alta gerencia de la empresa.

INDICADORES DE CONTROL DE CALIDAD												
Nombre del Indicador	Definición	Cálculo	Unidad de medida	Frecuencia	Objetivo	Análisis del Indicador	Información y Datos	Punto de control	Reportes	Condición		
												
Proporción de piezas con taco desplazado	Mide porcentualmente la cantidad de piezas detectadas que presentan un desplazamiento del taco en cualquier dirección, con respecto al total de piezas procesadas.	$PPTD = \frac{CPTD}{CPP} * 100$	%	Revisión mensual	Proporcionar información sobre la cantidad de producto que presenta este tipo de defecto.	De acuerdo con la tabla N°17	De acuerdo con la tabla N°16	Prensado en caliente	Informe de estado de la calidad en la planta	Hasta 1 % de la producción	Entre 1% y 3% de la producción	Mas de 3% de la producción
Proporción de piezas con falta de material en el taco	Mide porcentualmente la cantidad de piezas detectadas que presentan deficiencias de material de fricción, con respecto al total de piezas procesadas.	$PPFM = \frac{CPFM}{CPP} * 100$	%									
Proporción de piezas con rebabas en el taco	Mide porcentualmente la cantidad de piezas cuyo material de fricción presenta rebabas, con respecto al total de piezas procesadas.	$PPRT = \frac{CPRT}{CPP} * 100$	%									
Proporción de piezas con slot o ranura defectuosa	Mide porcentualmente la cantidad de piezas que muestran defectos en su slot o ranura, con respecto al total de piezas procesadas.	$PPSD = \frac{CPSD}{CPP} * 100$	%					Rectificado				
Proporción de piezas con burbujas en el taco	Mide porcentualmente la cantidad de piezas cuyo material de fricción presenta burbujas, con respecto al total de piezas procesadas.	$PPBT = \frac{CPBT}{CPP} * 100$	%									
Cantidad de lotes rechazados	Mide la cantidad de lotes que se rechazan con los metodos de inspeccion y ensayos de laboratorio	$CLR = CLP - CLA$	N° de lotes		Proporcionar información sobre el nivel de calidad en la producción		De acuerdo con la tabla N°16	Prensado en caliente y Rectificado		1 lote o ninguno	2 lotes	3 lotes o mas
LEYENDA												
PPTD: Proporción de Piezas con Taco Desplazado CPP: Cantidad de Piezas Producidas CPMF: Cantidad de Piezas con Falta de Material CPRT: Cantidad de Piezas con Rebabas en el Taco CPSD: Cantidad de Piezas con Slot Defectuoso CPBT: Cantidad de Piezas con Burbujas en el Taco CLP: Cantidad de Lotes Producidos						CPTD: Cantidad de Piezas con Taco Desplazado PPFM: Proporción de Piezas con Falta de Material PPRT: Proporción de Piezas con Rebabas en el Taco PPST: Proporción de Piezas con Slot Defectuoso PPBT: Proporción de Piezas con Burbujas en el Taco CLR: Cantidad de Lotes Rechazados CLA: Cantidad de Lotes Aceptados						

Tabla 14: Indicadores de control de calidad
Fuente: Elaboración propia

El valor que registren los indicadores en un momento dado reflejará la situación actual del proceso en materia de calidad, de manera tal que si los valores de cada uno de los indicadores se mantienen en el rango perteneciente al color verde se considera que el proceso se encuentra bajo control con un nivel de calidad aceptable; en un caso donde cualquiera de los indicadores arroje valores que correspondan al rango de color amarillo, se considera que el proceso está fuera de control, se debe enviar una señal de advertencia y se considera sencillo en términos de utilización de recursos la recuperación del control; en una situación donde cualquiera de los indicadores arroje valores comprendidos en el rango correspondiente al color rojo, se considera que el proceso se encuentra fuera de control y que resulta esencial ejecutar acciones correctivas para retomarlo de manera inmediata.

Color	Condición	Significado
	Bajo Control	Los valores de este indicador se encuentran en el rango de control
	Fuera de Control No Crítico	El indicador en este rango debe arrojar una señal de advertencia
	Fuera de control Crítico	El indicador en este rango debe arrojar una señal de acción correctiva.

Tabla 15: Condicionamiento de los indicadores
Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla presenta la descripción de información y datos de los indicadores expuestos anteriormente. Se muestra la fuente de los datos, la ubicación de esa fuente, los responsables y el proceso de registro que se sigue.

Información y datos	
Fuente	Operarios utilizando las Tabla 29: Control de producto no conforme Prensado en Caliente y Tabla 30: Control de producto no conforme Rectificado
Ubicación	Puntos de control
Toma de datos	Operarios y Analista de la calidad
Procesamiento y Registro	Los datos se utilizan para completar la Tabla 20: Tabla de producto no conforme la cual genera el gráfico Estado de indicadores

Tabla 16: Información y datos de indicadores
Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla presenta los posibles factores que pueden incidir en el valor de los indicadores, de tal manera que los mismos brinden información errónea que puede llevar a una toma de decisiones incorrectas o indebidas.

Limitaciones de los indicadores	
Mano de obra	• Bajo grado de dominio del personal • Falta de motivación • Insuficiente personal para ejecutar las tareas • Deficiencia de la supervisión • Falta de seguimiento a los resultados de los indicadores • Clima organizacional deficiente
Métodos	• Deficiencia en inducción de los lineamientos de la metodología • Deficiencia en las instrucciones de trabajo
Materiales	• Estándares de mantenimiento inadecuados • Deficiencia en las especificaciones funcionales • Deficiencia presupuestaria
Máquinas	• Falta de equipos automatizados
Medio ambiente	• Condiciones inadecuadas para laborar • Lineamientos de la empresa (cambios en el entorno)

Tabla 17: Análisis de los indicadores
Fuente: Elaboración propia

4.6 Definición de los procesos de control de la calidad en cada punto de control

Para cada uno de los procesos productivos que implican puntos críticos de control de calidad se diseñan procedimientos de control incluyendo inspecciones visuales y ensayos de laboratorio, los cuales se muestran en el siguiente plan de la calidad.

PROCESO	SUB-PROCESO	RESPONSABLE	PARTE DE LA PASTILLA A CONTROLAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	RANGO DE ACEPTACIÓN (Tolerancias)	TAMAÑO DE LA MUESTRA	FRECUENCIA DE MUESTREO	DOCUMENTO DE REFERENCIA	TRATAMIENTO	RESPONSABLE DEL TRATAMIENTO	REGISTRO ASOCIADO
INTEGRACIÓN	PRENSADO EN CALIENTE	Analista de calidad	Integridad del taco	Inspección visual	Integridad del taco	0 pastillas con falta de mezcla en el taco	Tabla 19: Plan de muestreo de inspección en los puntos de control de calidad	Tabla 19: Plan de muestreo de inspección en los puntos de control de calidad	Criterios de aceptación y rechazo	Ubicación en el espacio de Producto No Conforme	Analista de Calidad	Tabla 21: Control de la calidad en puntos críticos
					Posición del taco	0 pastillas con el taco desplazado o fuera de lugar						
					Superficie homogénea	0 pastillas con apariencia en mal estado o con excesos de material						
			Cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto	Ensayo de Dureza	Dureza	Las muestras ensayadas no deben presentar una variación mayor de $\pm 12\%$ del valor de dureza para cada formulación	Norma NTE 2185	Norma NTE 2185	Rutina de Ensayo de Dureza	Identificación como Producto en observación. Nuevo muestreo para definir si se rechaza el lote	Analista de Calidad/Coordinador de calidad	Tabla 21: Control de la calidad en puntos críticos Registros de ensayo: Tabla 25 Tabla 26 Tabla 27
				Ensayo de Coeficiente de Fricción	Coeficiente de Fricción	Coeficiente de fricción normal: $> 0,35$ Coeficiente de fricción en caliente: $> 0,25$ Ningún coeficiente de fricción debe ser $< 0,15$			Rutina de Ensayo de Coeficiente de Fricción			
				Ensayo de Gravedad específica	Gravedad específica	Las muestras ensayadas no deben presentar una variación mayor de $\pm 5\%$ del valor de la gravedad específica para cada formulación			Rutina de Ensayo de Gravedad Específica			
	RECTIFICADO		Slot / Ranura	Inspección visual	Posición del Slot	0 pastillas que presenten: "Slot torcido" o "Slot descentrado"	De acuerdo con la Tabla 19	De acuerdo con la Tabla 19	Criterios de aceptación y rechazo	Ubicación en el espacio de Producto No Conforme	Analista de Calidad	Tabla 21: Control de la calidad en puntos críticos
					Grosor del Slot	0 pastillas que presenten "Slot muy grueso que no cumpla con las medidas establecidas"						
			Integridad del taco	Inspección visual	Presencia de burbujas	0 Pastillas con taco sin uniformidad	De acuerdo con la Tabla 19	De acuerdo con Tabla 19	Criterios de aceptación y rechazo	Ubicación en el espacio de Producto no Conforme	Analista de Calidad	Tabla 21: Control de la calidad en puntos críticos

Tabla 18: Procesos de control de la calidad
Fuente: Elaboración propia

Los puntos críticos se controlan con dos clases de acciones. La primera está enfocada a la aprobación o no aprobación de un lote basado en la inspección visual de una muestra de cada lote de producto en proceso (enfocada en búsqueda de defectos visibles que permitan la pronta detección y tratamiento de lotes no conformes). En segundo lugar se aplica a otra muestra de esos mismos lotes un conjunto de ensayos de laboratorio contemplados y descritos a detalle en las norma NTE 2185:2010 (ensayo de gravedad específica, ensayo de fricción y ensayo de dureza) con el fin de determinar si los productos de ese lote cumplen con las especificaciones técnicas descritas en la norma, las cuales no pueden ser verificadas en una inspección visual.

Las inspecciones visuales de una muestra de cada lote cumplen la función de determinar la no conformidad de un lote rápidamente sin la necesidad de la realización de un ensayo de laboratorio, que implicaría un costo para la empresa, ya que estos ensayos requieren de cierto tiempo, recursos y además implican la destrucción de las muestras estudiadas, todo esto traducido en desperdicios evitables. Los únicos lotes que se hacen estudiar en el laboratorio son aquellos que han aprobado una inspección previamente, porque de lo contrario pierde sentido analizar otros atributos de conformidad cuando ya se ha declarado no conforme ese lote.

Basados en el procedimiento de selección de tamaño de muestra que establecen las tablas Military Standard, que dependen del tamaño de lote a inspeccionar y del nivel de inspección pertinente (en este caso se utiliza el nivel II de inspección general, que es el nivel recomendado cuando no se cuenta con estudios previos en este ámbito) y un NCA de 2.5. Se puede observar en la siguiente tabla el plan de muestreo que incluye los tamaños de lote que la empresa maneja actualmente (no más de 10000 piezas) y con miras al futuro crecimiento de la empresa también contiene tamaños de lotes sustancialmente mayores, de hasta 35000 piezas.

Tamaño del Lote	Letra Código	Tamaño de muestra	Cant. De Aceptacion	Cant. De Rechazo
281- 500	H	50	3	4
501 - 1200	J	80	5	6
1201 - 3200	K	125	7	8
3201 - 10000	L	200	10	11
10001 - 35000	M	315	14	15

Tabla 19: Plan de muestreo de inspección en los puntos de control de calidad
Fuentes: Elaboración propia

4.7 Diseño de la documentación para los procesos de control de la calidad

Se hicieron entrevistas no estructuradas con los operarios, el jefe de planta y el personal administrativo de la empresa para establecer los documentos que abordan los tópicos de registros de producto no conformes, inspección visual de lotes y ensayos de laboratorio, el levantamiento de informes, definición de las no conformidades, establecimiento de criterios de conformidad e instructivos de elaboración de los ensayos.

 Pasión Automotriz desde 1974											
						Prensado en Caliente			Rectificado		OTROS
Fecha	ORDEN DE FABRICACIÓN	CODIGO DE PRODUCTO	TOTAL DE PIEZAS ACEPTADAS	TOTAL DE PIEZAS RECHAZADAS	TOTAL PIEZAS PROCESADAS	Falta de Material	Presencia de Rebabas	Material Desplazado	Ranura defectuosa	Presencia de Burbujas	
Mayo	05Q-505	505	251	34	285	15	1	9	8	1	2
Mayo	05Q-350	350	1,000	93	1,093	10	41	23	10	9	0
Mayo	05Q-7058	7058	520	10	530	0	2	4	1	3	1
Mayo	05Q-7053	7053	410	39	449	2	32	0	2	3	0
Mayo	05Q-550	550	380	35	415	3	3	4	23	2	1
Mayo	05Q-7172	7172	670	19	689	4	0	5	5	5	3
Mayo	05Q-7070	7070	905	95	1,000	23	23	32	3	14	1
Mayo	05Q-380	380	1,473	27	1,500	5	8	4	7	3	2
Ir a Graficos		PORCENTAJE DE NO CONFORMIDAD			5.91%	62	110	81	59	40	10
						1.04%	1.85%	1.36%	0.99%	0.67%	0.17%
		TOTAL DE PIEZAS PROCESADAS		5,961.00	TOTAL DE NO CONFORMIDADES POR PROCESO:	4.24%			1.66%		0.00%

Tabla 20: Tabla de registro de producto no conforme
Fuente: Elaboración propia

En este documento se agrupan todas las órdenes de fabricación con su modelo de pastilla correspondiente y se cargan (para cada modelo) la cantidad de unidades procesadas, la cantidad de unidades aceptadas, la cantidad de unidades rechazadas y la cantidad de defectos o modo de fallas correspondientes al total de piezas rechazadas y agrupadas por tipo. Además se muestra porcentualmente cuál es la fracción del total de producto procesado que resulta no conforme y de esa fracción se muestra la participación de cada uno de los modos de falla presentes (para efectos de la demostración se utilizan datos ficticios ya que los valores reales son confidenciales para la empresa).

A partir de la tabla anterior se obtienen los siguientes gráficos circulares, que muestran la proporción de pastillas no conformes basada en el total de producción por mes (distinguiendo los tipos de defectos).

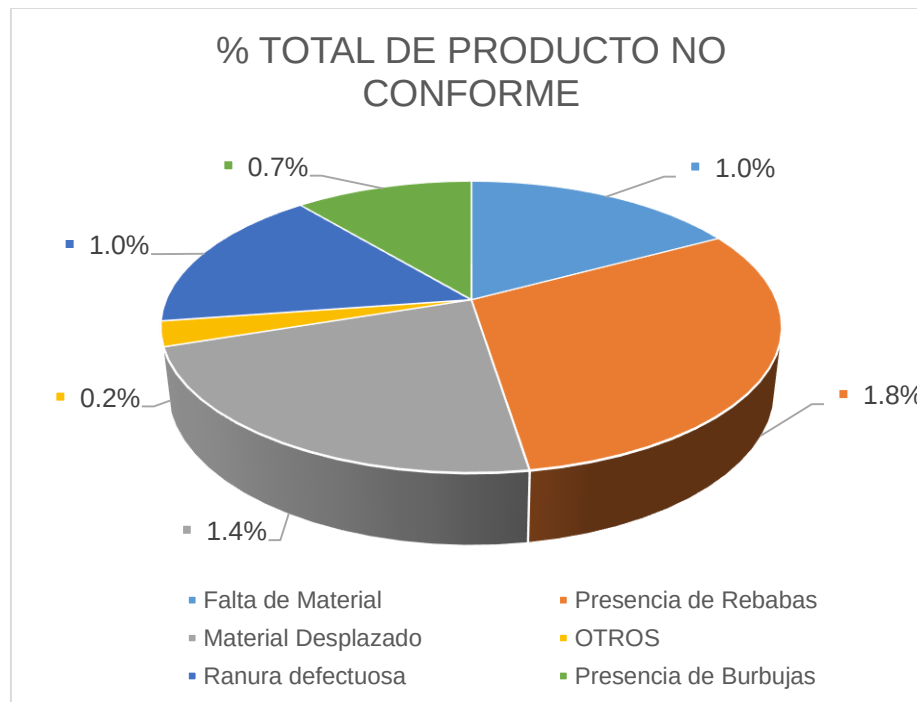


Gráfico 2: Porcentaje total de no conformidades
Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se aprecia un ejemplo del porcentaje de participación (basado en la frecuencia de aparición) de cada uno de los modos de falla señalados en la tabla de no conformidades.

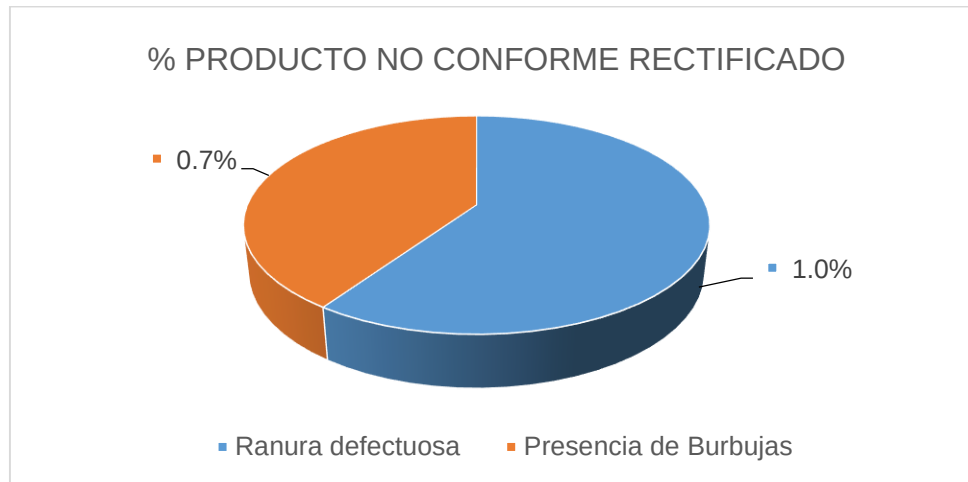


Gráfico 3: No conformidades en prensado en rectificado
Fuente: Elaboración propia

Este gráfico muestra un ejemplo de la diferencia entre el modo de falla denominado “ranura defectuosa” y el denominado “presencia de burbujas en el material de fricción” (en términos de la frecuencia de ocurrencia existente).

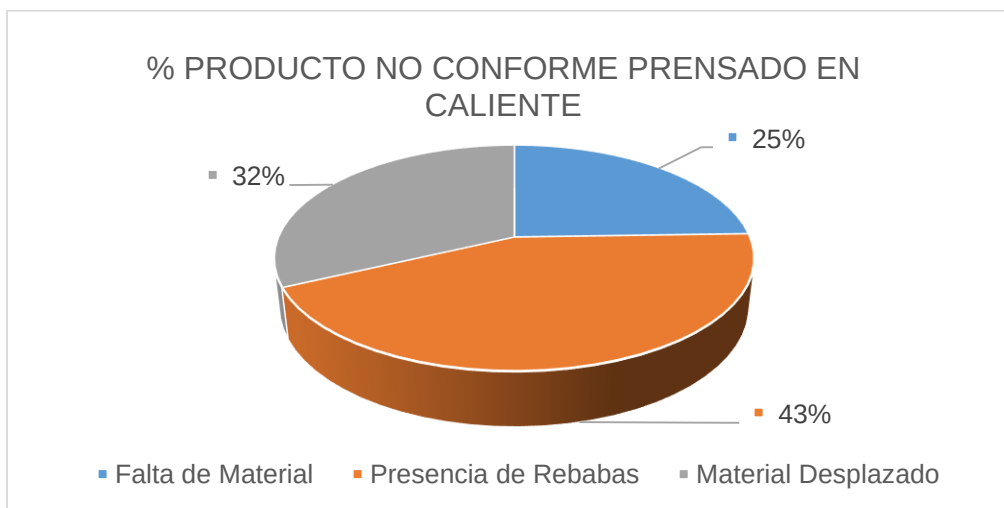


Gráfico 4: No conformidades en prensado en caliente
Fuente: Elaboración propia

Este gráfico muestra un ejemplo de la comparación entre la frecuencia de aparición de los modos de falla denominados “Falta de material”, “presencia de rebabas”, material desplazado”. Todos ellos presentes en el proceso de prensado en caliente.

Driff Pasión Automotriz desde 1974		TABLA DE CONTROL DE CALIDAD EN PUNTOS CRÍTICOS						Código del documento:	
								Version:	Fecha de Emisión:
			Fecha de Revisión:						
FECHA DE INSPECCIÓN		RESPONSABLE DE INSPECCIÓN		CANTIDAD	1000	# DE LOTE	04Q-7024		

PROCESO	SUB- PROCESO	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	ESPECIFICACIÓN	MUESTRA	ACEPTACIÓN	RECHAZO	RESULTADO DE LA INSPECCIÓN	CONCLUSIÓN	AUTORIZACIÓN DE LA APROBACIÓN
INTEGRACION	PRENSADO EN CALIENTE	INTEGRIDAD DEL TACO	0 pastillas con falta de mezcla en el taco	80	5	6			
		POSICIÓN DEL TACO	0 pastillas con el taco desplazado o fuera de lugar	80	5	6			
		SUPERFICIE HOMOGENEA	0 pastillas con apariencia en mal estado o con excesos de material	80	5	6			
		COEFICIENTE DE FRICCION	Coefficiente de fricción normal: > 0,35 Coefficiente de fricción en caliente: > 0,25 Ningún coeficiente de fricción debe ser < 0,15	5	0	1			
		DUREZA	Las muestras ensayadas no deben presentar una variación mayor de ± 12% del valor de dureza para cada formulación	5	0	1			
		GRAVEDAD ESPECIFICA	Las muestras ensayadas no deben presentar una variación mayor de ± 5% del valor de la gravedad específica para cada formulación	5	0	1			
	RECTIFICADO	POSICIÓN DEL SLOT	0 pastillas que presenten: "Slot torcido" o "Slot descentrado"	80	5	6			
		GROSOR DEL SLOT	0 pastillas que presenten "Slot muy grueso que no cumpla con las medidas establecidas"	80	5	6			
		PRESENCIA DE BURBUJAS	0 Pastillas con el taco sin uniformidad	80	5	6			

Tabla 21: Control de la calidad en puntos críticos
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla de Control de Calidad de Puntos Críticos se contabilizan las muestras seleccionadas de los lotes en cada punto de control de calidad, de acuerdo con el tipo de defecto o falla que se pretende verificar en el proceso de inspección, también se contemplan los ensayos de laboratorio que se van a implementar y para cada uno de esos tópicos existe un apartado donde se describe la situación observada, seguido de otro apartado donde se clasifica al lote como aceptado o rechazado y el último apartado contiene la autorización del inspector de calidad.

 Pasión Automotriz desde 1974		TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME				
PROCESO	SUB-PROCESO	PRODUCTO NO CONFORME	IDENTIFICACIÓN	TRATAMIENTO	CAUSA	ACCIÓN CORRECTIVA
INTEGRACION	PRENSADO EN CALIENTE	Rebabas de material de fricción		Remover el exceso de material de la pastilla manualmente	Desgaste en el molde de prensado en caliente	Lijar contorno interno del molde o sustituirlo
		Taco partido		Rechazar y descartar el producto.	Desgaste en el molde de prensado en caliente	Lijar contorno interno del molde o sustituirlo
		Taco desplazado		Rechazar y descartar el producto.	Desgaste en el molde de preformado	Lijar contorno interno del molde o sustituirlo
		Base metálica defectuosa		Rechazar y descartar el producto.	Almacenaje inadecuado de ciertas láminas de acero antes de cizallarlas	Evitar la exposición prolongada de las láminas de acero a las condiciones ambientales
		Falla de presión		Rechazar y descartar el producto.	Falta de pericia del operario en la selección del modo de operación de la prensa	Incentivar la cuidadosa ejecución del procedimiento de trabajo
	RECTIFICADO	Exceso de material		Se remueve el exceso de material de la pastilla, se pinta, se cura y se vuelve a rectificar	Falta de pericia del operario de prensado en caliente en la colocación del tope	Incentivar la cuidadosa ejecución del procedimiento de trabajo
		Taco desplazado		Rechazar y descartar el producto.	Moldes de Preformado desgastados	Lijar contorno interno del molde o sustituirlo
		Base metálica defectuosa			Almacenaje inadecuado de ciertas láminas de acero antes de cizallarlas	Evitar la exposición prolongada de las láminas de acero a las condiciones ambientales
		Falta de material			Desgaste en el molde de prensado en caliente Manipulación brusca de la pastilla	Lijar contorno interno del molde o sustituirlo Concientizar con respecto a la manipulación del producto
		Presencia de burbujas en la superficie del material			Presencia de partículas de material desproporcionado (muy grande)	revisión de la mezcla durante el preformado
		Slot torcido, descentrado o muy grueso			Desajuste del disco o Taco desplazado	Realización de ajustes y/o calibraciones de máquina en la frecuencia establecida

Tabla 22: Tabla de producto no conforme
Fuente: Elaboración propia

En la tabla de Producto no conforme se muestran los defectos más comunes que puede presentar el producto en cada uno de los procesos individuales de fabricación, le asigna una coloración roja a aquellos defectos que no pueden enmendarse y que por tal motivo hacen al producto no conforme; asigna una coloración amarilla a aquellos defectos que pueden repararse (con una sola actividad extra y que involucre un costo bajo para la empresa) para devolver al producto a la zona de producto conforme. Por otro lado explica cuáles son las causas para esos defectos en cada puesto de trabajo y cuáles son las acciones correctivas a tomar. Por ultimo indica cual es el documento al que debe dirigirse el operador o el inspector de calidad para registrar la aparición de dicho defecto.

A continuación se presenta la tabla de criterios de aceptación y rechazo de producto no conforme, la cual reúne un compendio de todos los modos de falla o defectos que se identificaron en el desarrollo de la investigación y los muestra de manera amigable con el uso de imágenes para que cualquier operario de la empresa se encuentre en la capacidad de detectar o reconocer un producto no conforme.

Driff Pasión Automotriz desde 1974		CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		Código del documento: Version: Fecha de Emisión: Fecha de Revisión:	
ÁREA DE INTEGRACIÓN					
Prensado en caliente					
FALLA	ACEPTADO	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	DESCRIPCIÓN	
TACO DESPLAZADO		El taco está centrado en la base metálica		El taco se encuentra desviado con respecto a la posición centrada sobre la base metálica	
FALTA DE MATERIAL		La superficie del taco es uniforme y recta a todo lo largo del mismo		Existen deficiencias de material en el taco, que se aprecian como trozos faltantes	
PRESENCIA DE REBABAS		Los bordes laterales del taco jamás deben sobresalir mas allá del borde de la base metálica		El taco se desborda mas allá de los bordes de la base metálica	
Rectificado					
RANURA DEFECTUOSA (DESCENTRADA)		El eslot está colocado sobre el centro de la pastilla		El slot se encuentra desplazado a la derecha o a la izquierda con respecto al centro de la pastilla	
RANURA DEFECTUOSA (SLOT MUY GRUESO)		El slot tiene el grosor definido en las especificaciones de diseño de la pastilla		El slot presenta un ancho visiblemente mayor al establecido por las especificaciones de diseño de la pastillas	
RANURA DEFECTUOSA (TORCIDA)		El slot se encuentra alineado con el eje transversal de la pastilla		El slot tiene cierto grado de inclinación con respecto al eje transversal de la pastilla	
PRESENCIA DE BURBUJAS		La cara de contacto del taco es uniforme y lisa en toda su superficie		La cara de contacto del taco presenta cavidades luego o agujeros	

Tabla 23: Criterios de aceptación y rechazo
Fuente: Elaboración propia

 Driff Pasión Automotriz desde 1974		REPORTE DE SALIDAS NO CONFORMES	
IDENTIFICACIÓN SALIDAS NO CONFORME			
DESCRIPCIÓN DE LA SALIDA NO CONFORME			
PROCESO / ÁREA DONDE SE DETECTÓ		FECHA DE LA DETECCIÓN	
RESPONSABLE DE LA DETECCIÓN	NOMBRE COMPLETO:	CARGO:	FIRMA:
IDENTIFICACIÓN DE LA SALIDA NO CONFORME			
ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE SALIDAS NO CONFORME			
TRATAMIENTO A APLICAR			
FECHA DE APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO			
RESPONSABLE DEL TRATAMIENTO	NOMBRE COMPLETO:	CARGO:	FIRMA:
CAUSA DE LA SALIDA NO CONFORME			
ACCIÓN CORRECTIVA A APLICAR			
AUTORIDAD RESPONSABLE DE LA LIBERACIÓN	NOMBRE COMPLETO:	CARGO:	FIRMA:
FECHA DE LA LIBERACIÓN			

Tabla 24: Reporte de producto no conforme

Fuente: Elaboración propia

Environ Biol Fish (2015) 98:1031–1041

Fuente: Elaboración propia

Permite llevar los registros de los resultados de los ensayos de dureza realizados a las muestras. Reúne la información del lote de procedencia, el código de la muestra de pastillas y cada una de las tres medidas de dureza que deben tomarse para dar validez al ensayo, además presenta el valor medio de las mismas que será considerado como la medida real, también la desviación que muestra la medida con respecto al valor patrón dado por la empresa y la conclusión de aceptación o rechazo.

 Pasión Automotriz desde 1974	TABLA DE RESULTADOS: ENSAYO DE FRICCIÓN		Código del documento:	
			Version:	Fecha de Emisión:
			Fecha de Revisión:	

DATOS DEL ENSAYO										
Equipo:					Coeficiente de fricción Optimo:					
Modelo					Ejecutado por:					
Serial:					Revisado por:					

FECHA	CODIGO	NUMERO DE LOTE	Tipo de prueba	Coeficiente (100°C)	Coeficiente (150°C)	Coeficiente (200°C)	Coeficiente (250°C)	Coeficiente (300°C)	Coeficiente (350°C)	Conclusión
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							
			Regular							
			Recover							

Observaciones:

Tabla 27: Tabla de resultados ensayo de fricción
Fuente: Elaboración propia

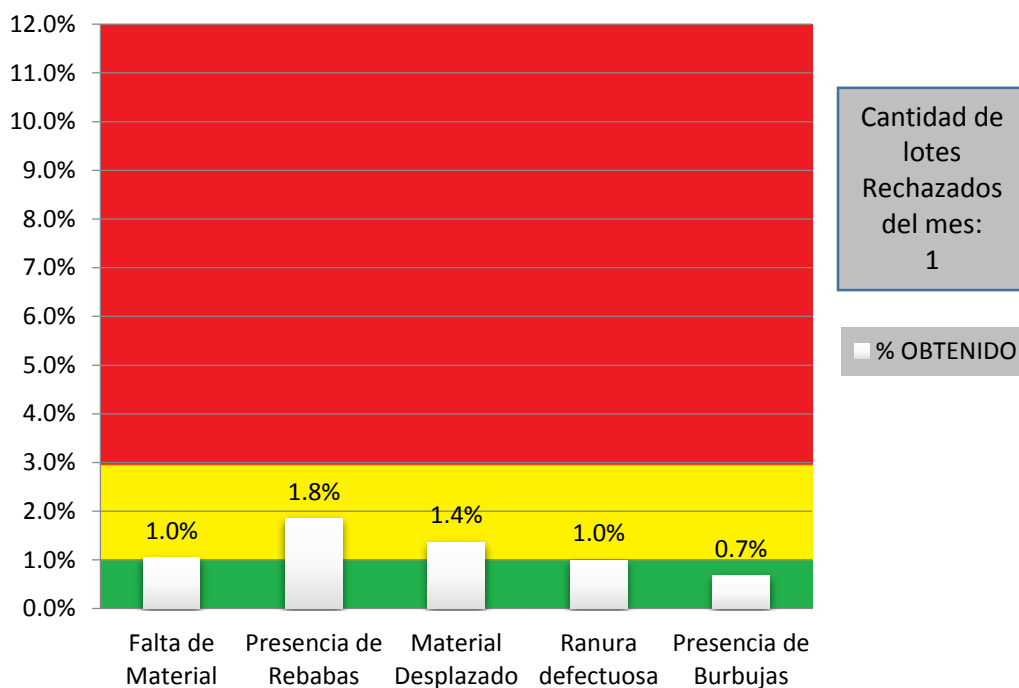
En la tabla de resultados de ensayo de fricción se registra la información de seguimiento y los datos referentes al ensayo de fricción para las diferentes muestras de cada lote. Se muestra el número de lote, el código de la pastilla, la etapa del ensayo (desgaste o recuperación), cada uno de los coeficientes medidos a las temperaturas preestablecidas y la conclusión de aceptación o rechazo del lote basado en los resultados.

A continuación se muestra el reporte de indicadores, donde se expone el estado de los puntos de control establecidos en materia de calidad, se muestran los valores reflejados por cada uno de los indicadores para el mes transcurrido y se señala el nivel de control en el que se encuentra cada uno basado en los rangos delimitados por los colores; también se indica el proceso asociado al indicador o los indicadores que se encuentren fuera de control (si llegara a aplicar), los datos del responsable del documento y el registro de la acción correctiva propuesta para llevar el proceso de vuelta a un estado aceptable (si llegara a aplicar).



REPORTE DE INDICADORES

Estado de Indicadores



INDICADORES POR FALLA FUERA EN CONTROL	Falta de material		Presencia de rebabas		Material desplazado		Ranura defectuosa		Presencia de burbujas	
INDICADORES POR LOTE RECHAZADO	Cant Lote rechazado ≥ 3 ☐ Cant. Lote rechazado = 2 ☐ Cant. Lote rechazado ≤ 1 ☐									
PROCESO / ÁREA DONDE SE PRESENTAN	Prensado en caliente ☐ Rectificado ☐					FECHA DE LA EMISIÓN				
RESPONSABLE DE LA EMISIÓN	NOMBRE COMPLETO:				CARGO:			FIRMA:		
ACCION A TOMAR										

Tabla 28: Reporte de los indicadores de calidad
Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

Fuente: Elaboración propia

El control de producto no conforme prensado en caliente refleja los detalles referentes al producto no conforme detectado por el operador en el proceso de prensado en caliente. Se registra la fecha de registro, el número de lote, el código del producto, el operador encargado y la cantidad de producto no conforme encontrado en el proceso (disgregada por tipo de defecto o modo de falla).

 Driff Pasión Automotriz desde 1974	CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME RECTIFICADO	Código del documento:	
		Version:	Fecha de Emisión: Fecha de Revisión:

[illegible]

Comentarios:

Tabla 30: Control de producto no conforme Rectificado
Fuente: Elaboración propia

El control de producto no conforme rectificado agrupa la información referente al producto no conforme detectado por el operador en el proceso de rectificado. Se debe apuntar la fecha de registro, el número de lote, el código del producto, el operador encargado y la cantidad de producto no conforme encontrado en el proceso (disgregada por tipo de defecto o modo de falla).

Los diagramas de flujo presentados a continuación, sirven como instructivos de ensayo y describen el conjunto de actividades que deben llevarse a cabo para realizar correctamente cada uno de los tres (3) tipos de ensayo de laboratorio que deben aprobar las muestras pertenecientes a los lotes estudiados, según lo establecido en las normas COVENIN 767-93 y NTE INEN 2185: 2010. Además ofrecen información sobre el tipo de actividad que se ejecuta (operación, inspección, transporte, retraso o almacenaje) y el tiempo promedio que tarda en llevarse a cabo esa actividad y el ensayo completo; esto con el fin de facilitar cualquier revisión o iniciativa de mejora continua a estos procedimientos.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO N°3
Trabajo: Ensayo de Fricción Fast
Fecha: 09/01/2017
Descripción de la Actividad: ENSAYO DE FRICCIÓN A PASTILLAS DE FRENO.
AUTORES: Diego Revilla, Jorge Rodríguez
Tiempo aproximado en minutos: 220.49

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	Nº ACTIVIDADES REALIZADAS	TIEMPO (Sg)
OPERACIÓN		27	13223.12
INSPECCIÓN		1	6.80
TRANSPORTE		0	
RETRASO		0	
ALMACENAJE		0	

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO DEL EVENTO	T(s)	OBSERVACIONES DEL ENSAYO
1	Encender el equipo		112.00	
2	Posicionar probetas en los moldes de fijación		40.21	
3	Acoplar los moldes en sus respectivas ranuras		22.80	
4	Iniciar la puesta a punto de las probetas		868.38	Seleccionando "Wear in" en el software, hasta que cumplan 5000 revoluciones.
5	Desacoplar los moldes de fijación de las ranuras		16.53	
6	Verificar las probetas		6.80	El área de contacto debe ser mayor o igual a 95%, sino lo es, repetir esta etapa
7	Extraer las probetas de los moldes de fijación		14.92	
8	Pesar las dos probetas en una balanza		17.28	
9	Medir el espesor de las probetas		182.88	En cada una de sus esquinas y en el centro de la misma
10	Registrar el peso y los espesores en el software		81.45	Opción del software: "Input Original Data"
11	Posicionar las dos probetas en los moldes de fijación		40.21	
12	Acoplar los dos moldes en sus respectivas ranuras		22.80	
13	Iniciar el ciclo de 5000 rev. a 100°C		895.37	Seleccionando la temperatura correspondiente en el software
14	Imprimir informe y gráfico de dicho ciclo		184.31	
15	Desacoplar los moldes de fijación de las ranuras		16.53	
16	Extraer las probetas de los moldes de fijación		14.92	
17	Pesar las dos probetas en una balanza		17.28	
18	Medir el espesor de cada probeta		182.88	En cada una de sus esquinas y en el centro de la misma
19	Registrar el peso y los espesores en el software		81.45	Opción del software: "Input Every Data"
20	Posicionar las dos probetas en los moldes de fijación		40.21	
21	Acoplar los dos moldes en sus respectivas ranuras		22.80	
22	Repetir el procedimiento desde el punto 13		7593.80	Seleccionando las temperaturas de 150°C, 200°C, 250°C, 300°C y 350°C
23	Iniciar la prueba de recuperación "Recover test" en el software		258.76	Inicia con 1500 rev a 50°C menos que la temperatura mas alta de la etapa 22
24	Imprimir informe y gráfico de dicho ciclo		184.31	
25	Repetir el procedimiento desde la etapa 23		2215.35	Cada vez que la temperatura disminuya 50°C hasta llegar a 100°C
26	Desacoplar los moldes de fijación de las ranuras		16.53	
27	Extraer las probetas de los moldes de fijación		14.92	
28	Apagar equipo		64.24	

NOTA1: La tolerancia en la temperatura del ensayo debe ser de $\pm 10^\circ\text{C}$.

NOTA2: La velocidad del deslizamiento de la superficie de fricción del disco debe oscilar entre 6 m/s y 8 m/s.

NOTA3: La presión sobre la muestra en ensayo debe ser de $1,00 \pm 0,02$ Mpa

NOTA4: La dirección de la fricción durante el ensayo debe ser la misma que se le aplique al material de fricción durante su funcionamiento normal en el vehículo.

Coeficiente de fricción		
Temperatura de ensayo (°C)	Coeficiente de fricción	Tolerancia
100	0,25 - 0,65	$\pm 0,08$
150	0,25 - 0,70	$\pm 0,10$
200	0,25 - 0,70	$\pm 0,12$
250	0,25 - 0,70	$\pm 0,12$
300	0,25 - 0,70	$\pm 0,14$
350	0,20 - 0,70	$\pm 0,14$

Tabla 31: Instructivo de ensayo de fricción
Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO N°1 Trabajo: Ensayo de Gravedad Específica Fecha: 09/01/2017 Descripción de la Actividad: Ensayo para determinar la consistencia de la formulación. AUTORES: Diego Revilla, Jorge Rodríguez Tiempo aproximado: 4 minutos					<table><tr><th>ACTIVIDAD</th><th>SÍMBOLO</th><th>Nº ACTIVIDADES REALIZADAS</th><th>TIEMPO (Sg)</th></tr><tr><td>OPERACIÓN</td><td></td><td>16</td><td>190.35</td></tr><tr><td>INSPECCIÓN</td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>TRANSPORTE</td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>RETRASO</td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>ALMACENAJE</td><td></td><td>0</td><td></td></tr></table>	ACTIVIDAD	SÍMBOLO	Nº ACTIVIDADES REALIZADAS	TIEMPO (Sg)	OPERACIÓN		16	190.35	INSPECCIÓN		0		TRANSPORTE		0		RETRASO		0		ALMACENAJE		0	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	Nº ACTIVIDADES REALIZADAS	TIEMPO (Sg)																										
OPERACIÓN		16	190.35																										
INSPECCIÓN		0																											
TRANSPORTE		0																											
RETRASO		0																											
ALMACENAJE		0																											

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO DEL EVENTO	T(s)	OBSERVACIONES DEL ENSAYO
1	Preparar muestra a ensayar		60.00	
2	Enchufar y encender la balanza eléctrica		6.36	
3	Levantar la tapa protectora de la balanza		1.50	
4	Posicionar el armazon de alambre sobre la bandeja de la balanza		3.54	Colocada de manera tal que los tres alambres correspondan a las 9:00, 1:00 y 5:00 del tablero de un reloj analógico
5	Llenar el beaker con agua		24.86	Con un nivel de 100ml
6	Posicionar el beaker en el soporte universal		4.64	
7	Ubicar el soporte universal por debajo de la balanza		5.10	De manera tal que el centro del beaker sea concéntrico con el centro de la bandeja de la balanza
8	Acoplar la bandeja sumergible al armazón de alambre		8.22	Dentro del beaker
9	Oprimir el botón "Re-Zero"		1.99	Para colocar el valor de la balanza en cero (0).
10	Pesar la muestra en la bandeja de la balanza		10.27	Evitar el contacto con el armazón de alambre y beaker
11	Registrar medida como valor A		5.54	
12	Pesar la muestra en la bandeja sumergida		9.38	Evitar el contacto con el armazón de alambre y beaker
13	Registrar medida como valor B		5.61	
14	Desarmar el conjunto de herramientas		38.93	
15	Aplicar la ecuación de gravedad específica		0.00	Ver ecuación N°1: Gravedad Específica
16	Apagar y desenchufar la balanza electrónica		4.14	

NOTA: Realizar la medición bajo el agua tan rápido como sea posible en un tiempo no mayor a 15s, para evitar que el material a ensayar absorba alguna cantidad de fluido

NOTA2: Los tiempos mostrados fueron determinados para el estudio de una sola probeta.

Ecuación N°1: Gravedad Específica

Gravedad específica = $\frac{A}{(A - B)}$

Tabla 32: Instructivo de Ensayo de Gravedad Específica
Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO Nº2
Trabajo: Ensayo de dureza Rockwell
Fecha: 09/01/2017
Descripción de la Actividad: ENSAYO DE DUREZA A PASTILLAS DE FRENO.
AUTORES: Diego Revilla, Jorge Rodríguez
Total tiempo aproximado: 13 minutos

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	Nº ACTIVIDADES REALIZADAS	TIEMPO (Sg)
OPERACIÓN		8	719.49
INSPECCIÓN		4	25.37
TRANSPORTE		2	34.53
RETRASO		0	
ALMACENAJE		0	

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO DEL EVENTO	T(s)	OBSERVACIONES DEL ENSAYO
1	Extraer una pieza de la muestra		12.35	
2	Inspeccionar pieza		8.41	Se asegura que la pieza tenga la superficie completamente plana
3	Llevar la pieza a desbaste (opcional)		15.06	Realizar este paso solo si la superficie de la pieza no es plana
4	Desbastar la pieza (opcional)		295.65	
5	Inspeccionar la pieza (opcional)		8.32	Se asegura que la pieza tenga la superficie completamente plana
6	Llevar pieza al durómetro		19.47	
7	Apoyar penetrador		26.02	Se apoya el penetrador ligeramente sobre la muestra
8	Seleccionar carga		4.88	Se selecciona la carga dependiendo del material a examinar
9	Girar el volante de presión		7.69	Hasta que la aguja del tablero de tres (3) vueltas
10	Aplicar carga durante 15 s		18.48	Se aplica en función de la escala correspondiente (ver tabla Nº 1: Escalas de Rockwell)
11	Liberar la carga		1.57	Se libera la carga con el uso de la palanca de descarga
12	Comprobar medida		3.76	Revisar si el valor de dureza de (10) entra en el área de apreciación del durómetro
13	Ajustar la escala		351.12	De manera ascendente hasta que el valor de dureza esté dentro del rango de apreciación del instrumento. Solo realizar este paso si la operación anterior (11) no se cumple
14	Registrar medida		6.61	Leer directamente del Tablero del durómetro el valor de la dureza

OBSERVACIONES:

- Repetir este procedimiento desde la etapa cuatro (4) por lo menos tres (3) veces en diferentes zonas al azar de la pieza y promediar los valores obtenidos.
- Sólo se realiza las Etapas once (11) y doce (12) cuando se desconoce el valor de dureza óptimo del material a examinar.
- La etapa trece (13) se realiza únicamente cuando el valor de la dureza obtenida en la etapa doce (12) esta fuera del rango de apreciación del durómetro.

Limitaciones:

- Dejar una distancia de al menos tres huellas entre el punto de contacto inicial y los bordes de la pieza y esta misma distancia debe respetarse entre cada uno de los tres puntos de contacto.

Escalas de Rockwell (pastillas de freno)		
Escala	Diámetro del penetrador (mm)	Carga (Kgf)
R	12,68	60
L	6,35	60
M	6,35	100
P	6,35	150
K	3,18	150
S	12,68	100
V	12,68	150

Tabla 33: Instructivo ensayo de Dureza
Fuente: Elaboración propia

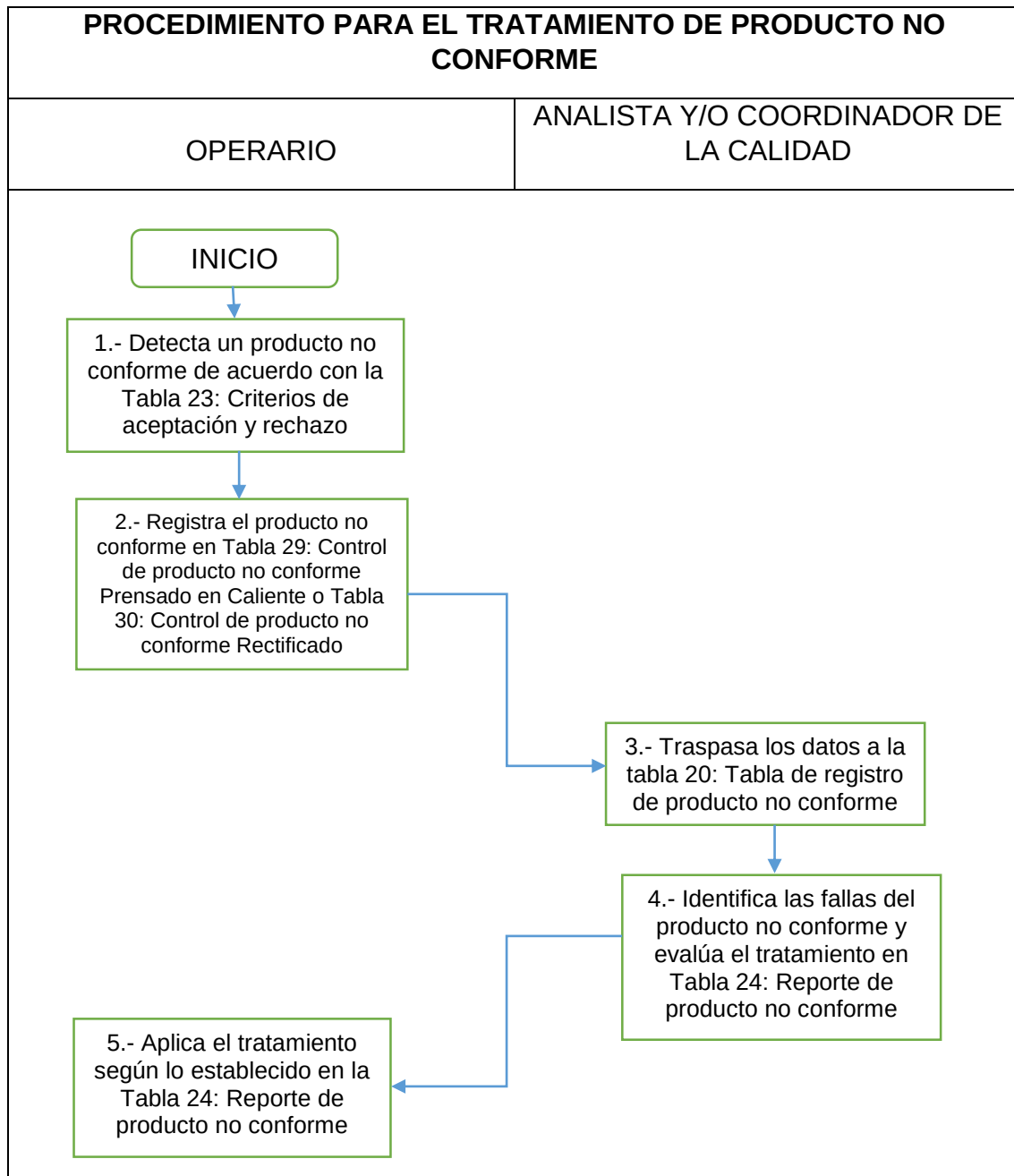


Gráfico 5: Procedimiento para el tratamiento de producto no conforme

Fuente: Elaboración propia

En este documento se muestran las acciones que se siguen en el área de manufactura desde el momento en que se detecta un producto no conforme. Se señalan los pasos de registro, seguidos de la aplicación de tratamientos (en caso de aplicar) y por último el proceso de evaluación y autorización para liberar el producto (en caso de aplicar).

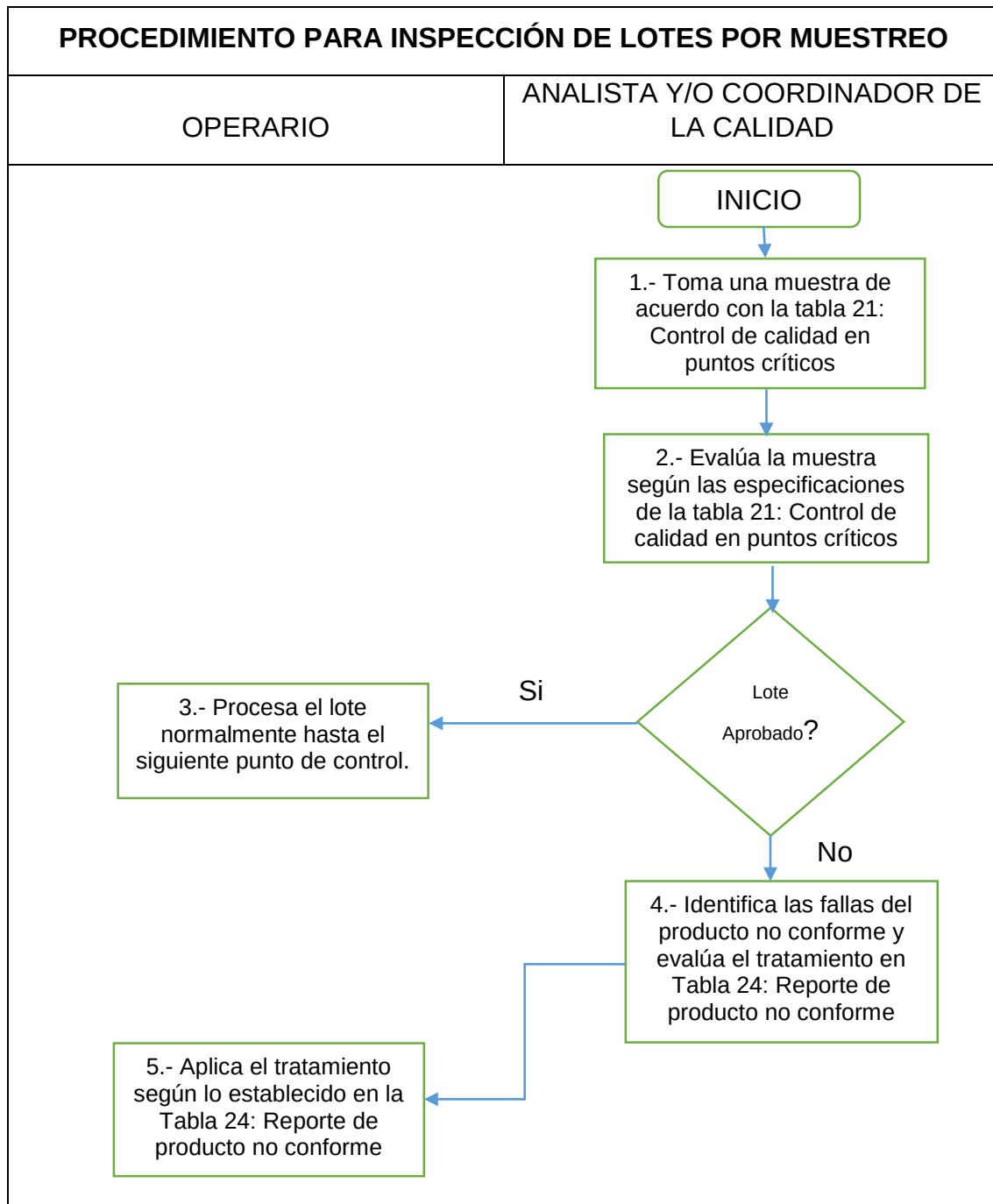


Gráfico 6: Procedimiento para inspección de lotes por muestreo

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se describe que acciones se van seguir para proceder con la inspección de lotes y señala que decisiones deben tomarse al momento de identificar un lote en calidad de rechazado o en calidad de aceptado.

4.8 Determinación de los recursos humanos, materiales y económicos para el desarrollo de los procesos definidos

A continuación se presentan los costos asociados a la potencial implementación de esta propuesta en las instalaciones de la empresa Driff C.A. en caso de hacerse una inversión inicial que cubra todo el costo para el mes de junio de 2017.

Propuestas de mejora	Costo unitario (Bs.)	Cantidad	Unidad de medida	Sub-total
Balanza de precisión 0.001g	1,944,577.20	1	Unidad	1,944,577.20
Durómetro universal	26,157,440	1	Unidad	26,157,440
Tester de material de fricción a velocidad constante	71,080,000	1	Unidad	71,080,000
Soporte universal	720,800	1	Unidad	720,800
Pinzas de laboratorio	71,380	1	Unidad	71,080
Vernier	150,000	2	Unidades	300,000
Contratar Analista de la calidad	95,970	2	Trabajadores	191,940
Contratar Coordinador de la calidad	137,100	1	Trabajadores	137,100
Equipo de computación	1,140,000	1	Unidad	1,140,000
Silla del laboratorio	462,020	2	Unidades	924,040
Señalizaciones	17,600	20	Unidades	352,000
Mesón de laboratorio	2,500,000	1	Unidad	2,500,000
Micrómetro	220,348	1	Unidad	220,348
Total:				105,739,325.20

Tabla 34: Tabla de recursos para implementación
Fuente: Elaboración propia

Se observa que la inversión inicial es sustancial, sin embargo se espera que en el mediano plazo este sistema de control de calidad permita a la empresa aumentar el valor agregado en sus productos y reducir sus costos operativos (asociados a las pérdidas relacionadas a los desperdicios) lo suficiente como para recuperar dicha inversión y a partir de ese punto aumentar los beneficios.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El estudio realizado para diseñar un sistema de control de calidad en la empresa Driff C.A. suministro información que, complementada con el sustento teórico y los análisis correspondientes, permitieron el logro de los objetivos y establecer las siguientes conclusiones:

Se facilitó el acceso a la descripción general y los atributos técnicos en materia de calidad de la totalidad de modelos de pastillas de freno que se fabrican en la empresa con el diseño de una de Especificación de Producto (HEP). La existencia y el cumplimiento de las especificaciones contenidas en dicho documento son requisitos cruciales para poder comercializarlos de acuerdo con lo establecido en las normas COVENIN 767-93 y NTE INEN 2185: 2010.

Se caracterizaron los procesos y operaciones productivas que influyen en la calidad del producto dividiendo el proceso de fabricación de las pastillas de freno en dos sub-procesos medulares: Gestión de Corte y Gestión de integración, lo cual facilitará la identificación de los procedimientos utilizados por la empresa que pudiesen estar propensos a producir fallas o desperfectos en el producto.

Se obtuvo que los cinco potenciales modos de fallas más importantes son la presencia de rebabas, el desplazamiento del taco, la falta de material de fricción, la presencia de burbujas en el material de fricción y los defectos asociados a la ranura o slot de la pastilla, cada una de ellas presentan un NPR de magnitud apreciablemente mayor al resto (de casi el triple de magnitud que la siguiente en orden descendiente). Para cada uno de los modos de falla se describe en que gestión del proceso se generan y cuáles son aquellos que destacan por generar los mayores impactos en el desempeño de la empresa.

La determinación de los puntos críticos de control se realizó utilizando como criterio la importancia de las fallas que pueden presentarse cada uno de los procesos de la empresa, así se obtuvo que los puntos críticos de control que tienen

prioridad para la empresa son el proceso de prensado en caliente y el proceso de rectificado, puesto que en estos dos (2) procesos es donde se encuentran ubicados los 5 principales modos de fallas potenciales que fueron descritos en el punto anterior y que representan esos cinco (5) por si solos, una participación de casi el 75% del impacto en el sistema por concepto de fallas de acuerdo a lo establecido en el análisis conjunto de AMEF y de Pareto.

Se desarrollaron 6 indicadores en total, 5 indicadores de fallas y 1 indicador de no conformidad los cuales ayudarán a identificar cual o cuales de las fallas son más recurrentes que se estarán presentando de manera mensual y en qué punto de control se ubican, esto aportará agilidad en la toma de decisiones y por consiguiente ayudará en la resolución pronta del problema.

Se aseguró una mayor probabilidad de detectar y segregar productos que no cumplan con las especificaciones (no conforme) gracias al desarrollo del plan de la calidad donde se describe de manera breve las actividades, documentos de referencia, controles, responsables, las inspecciones y sus respectivos tamaños de muestra y frecuencia de muestreo. Esto permitirá que el proceso de manufactura siga su curso de manera más eficaz y eficiente, además aumentará el nivel de calidad percibido por el cliente, ya que en el corto plazo, el número de piezas no conformes que llegan al mismo se reducirá.

Se creó la documentación pertinente para los procesos de control de la calidad la cual servirá como base de sustento para el personal asignado al momento de asegurar el cumplimiento de los lineamientos en materia de calidad y registro de estos mismos.

La implementación de la propuesta presentada por este TEG tiene un costo aproximado de Bs. 105 739 325.2. Lo cual a pesar de lucir relativamente costoso, según los estándares de calidad, ese dinero de inversión tiende a retornar en el mediano plazo y a partir de ese punto solo aporta mayores ganancias.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar planes de muestreo basados en los cálculos estrictos de los tamaños de muestra que propone Douglas C. Montgomery en el libro “Control Estadístico de la Calidad”. Estos cálculos pueden resultar complicados de obtener debido a la dificultad matemática asociada al despeje de incógnitas contenidas en operaciones combinatorias, sin embargo ofrecen mayor precisión que el método utilizado en esta investigación.

Es necesario implementar un plan de mantenimiento que permita tener a disposición y en las mejores condiciones cada uno de los recursos, especialmente es prioritario aplicar un plan de mantenimiento preventivo de los moldes de prensado en caliente que son los responsables de la mayoría de fallas presentes en el proceso de prensado en caliente.

Se recomienda complementar esta investigación haciendo un estudio de costos a la empresa Driff C.A. para verificar que verdaderamente el plan de la calidad tenga un impacto positivo en el objetivo esencial de toda empresa, obtener y aumentar las ganancias monetarias. Se sabe que el seguimiento de cualquier nuevo sistema aplicado en una empresa es necesario para asegurar que se estén consiguiendo buenos resultados como consecuencia de ese cambio.

Se recomienda la automatización total o parcial del proceso de prensado en caliente ya que se observa que la colocación de las pastillas en los moldes de prensado por la vía manual resulta engorrosa y es probable con el paso del tiempo, se siga detectando los modos de falla de rebabas en el taco y taco desplazado, incluso si esa actividad es realizada por operarios debidamente capacitados.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Barragán, L., & De Gouveia, J. (julio 2014). *Factibilidad Técnico Funcional Del Rediseño De Una Exoprótesis Mono-Céntrica De Rodilla Bajo Un Enfoque Que Integre La Ingeniería De Diseño Y De Manufactura Del Prototipo*. Ciudad Guayana: Trabajo Especial de Grado-UCAB.
- Dzul Escamilla, M. (s.f.). *Los enfoques en la investigación científica*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de Sistema de Universidad Virtual- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf
- Hernández, F. B. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández, F. y. (2007). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw - Hill.
- Ishikawa, K. (1989). *Introducción al control de la calidad*. Diaz de Santos.
- Pérez, R. (26 de Noviembre de 2003). *Gestiopolis*. Obtenido de Sistemas de inspección para el control de la calidad: <https://www.gestiopolis.com/sistemas-de-inspeccion-para-el-control-de-la-calidad/>
- Renie Dubs de Moya, U. P. (2002). *El Proyecto Factible: Una modalidad de investigación*. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=41030203>
- Sales, M. (28 de Julio de 2002). *Diagrama de Pareto*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto>
- Sampieri, H. (1991). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw - Hill.
- Tamayo, T. (1997). *EL proceso de la investigación científica*. Mexico: Limusa.

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA EMPRESA
FABRICANTE DE PASTILLAS DE FRENOS PARA VEHÍCULOS
AUTOMOTORES**

Br. Diego Revilla

Br. Jorge Rodríguez

Tutor: Ing. Esmeralda Hurtado

Enero – junio de 2017

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Pesaje de material de fricción por pastilla	3
Anexo N° 2: Instructivo de trabajo Cizallado	4
Anexo N° 3: Instructivo de trabajo Troquelado	5
Anexo N° 4: Instructivo de trabajo Granallado.....	6
Anexo N° 5: Instructivo de trabajo Barnizado	7
Anexo N° 6: Instructivo de trabajo Preformado	8
Anexo N° 7: Instructivo de trabajo Prensado en Caliente	9
Anexo N° 8: Instructivo de trabajo Pintado	10
Anexo N° 9: Instructivo de trabajo Curado	11
Anexo N° 10: Instructivo de trabajo Rectificado	12
Anexo N° 11: Registro de control de calidad en puntos críticos	13

1. ANEXOS

1.1 Pesaje de material de fricción en cada modelo de pastilla

 Pasión Automotriz desde 1974	TABLA DE PESOS POR MODELO
---	----------------------------------

CODIGO	VOLUMEN TOTAL	DENSIDAD	PESO
309-U	38.6247167	2.10(gr/cm3)	81.1 (gr)
318-U	38.6247167	2.10(gr/cm3)	81.1 (gr)
326-U	38.6247167	2.10(gr/cm3)	81.1 (gr)
347-U	33.8557167	2.10(gr/cm3)	71.1 (gr)
512	112.912703	2.10(gr/cm3)	237.1 (gr)
519	38.8014313	2.10(gr/cm3)	81.5 (gr)
581-E	42.2634292	2.10(gr/cm3)	88.8 (gr)
581-I	44.7963383	2.10(gr/cm3)	94.1 (gr)
728-E	66.1324894	2.10(gr/cm3)	138.9 (gr)
728-I	76.1160173	2.10(gr/cm3)	159.8 (gr)
734-U	1.60849544	2.10(gr/cm3)	3.4 (gr)
736-U	28.4149954	2.10(gr/cm3)	59.7 (gr)
755-U	1.23150432	2.10(gr/cm3)	2.6 (gr)
771-U	114.439571	2.10(gr/cm3)	240.3 (gr)
774-U	86.2779286	2.10(gr/cm3)	181.2 (gr)
788-E	62.3576458	2.10(gr/cm3)	131.0 (gr)
788-I	70.014245	2.10(gr/cm3)	147.0 (gr)
7001=305	42.6208043	2.10(gr/cm3)	89.5 (gr)
7017-E	61.6185086	2.10(gr/cm3)	129.4 (gr)
7017-I	67.225855	2.10(gr/cm3)	141.2 (gr)
7019-E	62.3576458	2.10(gr/cm3)	131.0 (gr)
7019-I	82.2238866	2.10(gr/cm3)	172.7 (gr)
7024-E	100.453741	2.10(gr/cm3)	211.0 (gr)
7024-I	87.6215234	2.10(gr/cm3)	184.0 (gr)
7027-E	61.6185086	2.10(gr/cm3)	129.4 (gr)
7027-I	58.4573086	2.10(gr/cm3)	122.8 (gr)
7054-AS-D	109.038834	2.10(gr/cm3)	229.0 (gr)
7054-AS-IZ	109.038834	2.10(gr/cm3)	229.0 (gr)
7069-U	47.690852	2.10(gr/cm3)	100.2 (gr)
7070-E	54.8385926	2.10(gr/cm3)	115.2 (gr)
7070-I	58.4007134	2.10(gr/cm3)	122.6 (gr)
7072-E-D-I	60.2599662	2.10(gr/cm3)	126.5 (gr)

7072-I	65.2691854	2.10(gr/cm3)	137.1 (gr)
7072-C E	60.0602787	2.10(gr/cm3)	126.1 (gr)
7072-C I	65.2691854	2.10(gr/cm3)	137.1 (gr)
7079=316	38.6247167	2.10(gr/cm3)	81.1 (gr)
7082 E-D	61.6845596	2.10(gr/cm3)	129.5 (gr)
7082-I	69.5430061	2.10(gr/cm3)	146.0 (gr)
7123-E	46.9825867	2.10(gr/cm3)	98.7 (gr)
7136-E	61.4512858	2.10(gr/cm3)	129.0 (gr)
7136-I	60.1027158	2.10(gr/cm3)	126.2 (gr)
7153-U	43.642552	2.10(gr/cm3)	91.6 (gr)
7194	37.9839353	2.10(gr/cm3)	79.8 (gr)
7201=327 sp	59.2199303	2.10(gr/cm3)	124.4 (gr)
7201=327cp	59.2199303	2.10(gr/cm3)	124.4 (gr)
7259-E	61.0215888	2.10(gr/cm3)	128.1 (gr)
7259-I	61.9730934	2.10(gr/cm3)	130.1 (gr)
7267-U	34.0584954	2.10(gr/cm3)	71.5 (gr)
7298-410-E	55.2731972	2.10(gr/cm3)	116.1 (gr)
7298-410-I	55.2731972	2.10(gr/cm3)	116.1 (gr)
7298-436-E	55.2731972	2.10(gr/cm3)	116.1 (gr)
7298-436-I	55.2731972	2.10(gr/cm3)	116.1 (gr)
7331-U	38.5012954	2.10(gr/cm3)	80.9 (gr)
7376	43.0389583	2.10(gr/cm3)	90.4 (gr)
7389	37.7949043	2.10(gr/cm3)	79.4 (gr)
7417	49.2132354	2.10(gr/cm3)	103.3 (gr)
7529=321 sp	48.7180743	2.10(gr/cm3)	102.3 (gr)
7529=321 cp	48.7180743	2.10(gr/cm3)	102.3 (gr)
7532 XX	59.4242206	2.10(gr/cm3)	124.8 (gr)
7558	69.8929009	2.10(gr/cm3)	146.8 (gr)
7559	40.8744218	2.10(gr/cm3)	85.8 (gr)
7563=513sp	44.5332254	2.10(gr/cm3)	93.5 (gr)
7563=513cp	44.5332254	2.10(gr/cm3)	93.5 (gr)
7625	114.540844	2.10(gr/cm3)	240.5 (gr)
7667**	49.8993132	2.10(gr/cm3)	104.8 (gr)
7688	28.9417167	2.10(gr/cm3)	60.8 (gr)
7706 XX	59.4242206	2.10(gr/cm3)	124.8 (gr)
7739	73.664	2.10(gr/cm3)	154.7 (gr)
7779**	49.8993132	2.10(gr/cm3)	104.8 (gr)
7877	69.8337272	2.10(gr/cm3)	146.7 (gr)
7915	89.3783209	2.10(gr/cm3)	187.7 (gr)
7935	0	2.10(gr/cm3)	0.0 (gr)
7936	57.3705689	2.10(gr/cm3)	120.5 (gr)

7939	28.7595043	2.10(gr/cm3)	60.4 (gr)
7939-A	28.7595043	2.10(gr/cm3)	60.4 (gr)
7985	89.3783209	2.10(gr/cm3)	187.7 (gr)
7997-E	84.5235325	2.10(gr/cm3)	177.5 (gr)
7997-I	84.5235325	2.10(gr/cm3)	177.5 (gr)
8263=315	68.8759909	2.10(gr/cm3)	144.6 (gr)
8277=6352	59.4179408	2.10(gr/cm3)	124.8 (gr)
8381=9662	75.3622272	2.10(gr/cm3)	158.3 (gr)
8385	49.6611945	2.10(gr/cm3)	104.3 (gr)
8389	70.2379795	2.10(gr/cm3)	147.5 (gr)
8391	38.0648313	2.10(gr/cm3)	79.9 (gr)
8422=509	41.9672344	2.10(gr/cm3)	88.1 (gr)
8433=582	49.960068	2.10(gr/cm3)	104.9 (gr)
8443 SEDONA	88.6714626	2.10(gr/cm3)	186.2 (gr)
8456 TIIDA	1.60849544	2.10(gr/cm3)	3.4 (gr)
8505=3328	58.4868092	2.10(gr/cm3)	122.8 (gr)
8729=3132	73.7442272	2.10(gr/cm3)	154.9 (gr)
8732=7925	75.3622272	2.10(gr/cm3)	158.3 (gr)
8784=8139	69.7259313	2.10(gr/cm3)	146.4 (gr)
8815=533	43.2152954	2.10(gr/cm3)	90.8 (gr)

Anexo N° 1: Pesaje de material de fricción por pastilla
Fuente: Driff C.A.

1.2 Instructivo de trabajo del proceso de Cizallado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO CIZALLADORA		Código: DF-GCT-IT-005 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 19/10/2016		
Objeto: CORTAR LAMINAS DE ACERO			Tiempo Referencial: 83.3 min / 23.5 tiras			
Documento de Referencia: DF-GMN-DG-005 FICHA TÉCNICA CIZALLADORA DF-AC-CI-001			Tipo de operador: Operario de cizalladora y Troqueladora		Puesto de Trabajo: CIZALLADORA	
ITEMS	Actividades	☐	☐	☐	☐	RESPONSABLE
PUESTA A PUNTO						
1	Medir con vernier el ancho del troquel que se utilizara para producir un tipo determinado de pastilla de frenos.	X				OPERADOR
2	Ajustar la perilla reguladora de la cizalladora, de acuerdo a la medida tomada con el vernier	X				OPERADOR
OPERACIÓN						
1	Recibir lote de laminas de acero (2,40 mts de largo X 1,20 mts de Ancho)	X			X	OPERADOR
2	Descarga laminas de acero sobre burro	X	X			OPERADOR
3	Encender panel de alimentación electrica de la cizalladora	X				OPERADOR
4	Encender motor de la cizalladora	X				OPERADOR
5	Trasladar la lamina de acero a los parales de apoyo de la cizalladora	X	X			OPERADOR
6	Introducir la lamina de acero en la cizalladora hasta llegar al tope	X				OPERADOR
7	Presiona el pedal de la cizalladora hasta realizar el corte de la lamina	X				OPERADOR
8	Introducir la lamina de acero restante para realizar los cortes correspondientes hasta que se termine la lamina de acero	X				OPERADOR
9	Apagar el motor de la cizalladora	X				OPERADOR
10	Recoger y agrupar laminas de acero cortadas	X				
11	Trasladar en lotes las laminas de acero cortadas al area de troquelado	X	X			OPERADOR
12	Almacenar los restos de las laminas de acero que se pueden utilizar para la producción de determinados tipos de pastillas en un zona de almacenamiento temporal, las cuales se discriminan de acuerdo a las medidas de las laminas	X		X		OPERADOR
13	Almacenar los restos de las laminas de acero no utilizables en un contenedor para su disposición final (Venta)	X		X		OPERADOR
14	Limpiar el area de trabajo	X				OPERADOR
RESUMEN						
EVENTO					NUMERO	
Operaciones					16	
Inspecciones					0	
Transportes					3	
Almacenamientos					2	
Retrasos					1	
MATERIALES			HERRAMIENTAS			
LAMINAS DE ACERO			VERNIER			
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO		
LUIS ORTUÑO (FDO)	ROBERTO RICCELLI (FDO)	ROBERTO RICCELLI (FDO)		NO APLICA		

Anexo N° 2: Instructivo de trabajo Cizallado
Fuente: Driff C.A.

1.3 Instructivo de trabajo del proceso de Troquelado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PRENSA EXCÉNTRICA 160 TONELADAS		Código: DF-GCT-IT-001 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 20/10/2016	
Objeto: REALIZAR TROQUELADO A LAS LAMINAS DE ACERO			Tiempo Referencial: 165 min / 400 pzas		
Documento de Referencia: DF-GMN-DG-004 FICHA TÉCNICA PRENSA 120 TON DF-AC-PR-001			Tipo de operador: Operario de Troqueladora		Puesto de Trabajo: PRENSA EXCÉNTRICA 160
ITEMS	Actividades				
PUESTA A PUNTO					
1	Cambiar troquel de la prensa excéntrica, dependiendo del tipo de pastilla a producir.	X			OPERADOR
2	Desmontar el troquel instalado en la prensa excéntrica	X			OPERADOR
3	Limpiar el troquel desinstalado y la prensa excéntrica.	X			OPERADOR
4	Lubricar la bocina y engranajes de la prensa excéntrica (Cada 15 Días)	X			OPERADOR
5	Guardar el troquel desinstalado	X			OPERADOR
6	Limpiar el troquel a instalar	X			OPERADOR
7	Armar el troquel que sera instalado en la prensa excéntrica	X			OPERADOR
8	Instalar el troquel en la prensa excéntrica	X			OPERADOR
9	Ajustar la altura de corte de la prensa excéntrica a través del tornillo regulador	X			OPERADOR
10	Realizar prueba manual del ajuste de corte de la prensa excéntrica	X			X
11	Ajustar las tuercas del tornillo regulador	X			OPERADOR
12	Encender los motores de la prensa excéntrica y se debe esperar 30 segundos para iniciar su operación	X		X	OPERADOR
OPERACIÓN					
1	Recibir lote de laminas de acero cortadas del proceso de cizallado	X			OPERADOR
2	Colocar la lamina de acero cortada en el troquel instalado en la prensa excéntrica	X			OPERADOR
3	Colocar lubricante sobre toda la lamina de acero cortada	X			OPERADOR
4	Ajustar el tope de corte para realizar el primer corte a la lamina de acero (abrir agujeros)	X			OPERADOR
5	Presionar el pedal de la prensa excéntrica para realizar el primer corte	X			OPERADOR
6	Deslizar la lamina de acero cortada hasta llegar al segundo tope	X			OPERADOR
7	Presionar el pedal de la prensa excéntrica para realizar los cortes sucesivos de toda la lamina de acero. A partir de la primera pieza se ha de hacer uso del segundo tope.	X			OPERADOR
8	Chequear la planitud de las piezas para ver si existe la necesidad de realizar otra operación de enderezado.				X
9	Retirar el contenedor de la prensa excéntrica cuando se encuentre cubierto por las piezas de acero de las pastillas de frenos	X			OPERADOR
10	Trasladar con gato hidráulico el contenedor de las piezas de acero de las pastillas de frenos al contenedor de las piezas de acero de las pastillas de frenos troqueladas	X	X		OPERADOR
11	Trasladar las piezas de acero troqueladas a la maquina lavadora ó a prensa excéntrica (dependiendo del tipo de pastilla de freno a producir)	X	X		OPERADOR
12	Trasladar material de desecho en carretilla a sitio designado para su disposición	X		X	OPERADOR
13	Limpiar el area de trabajo	X			OPERADOR
RESUMEN					
Inspecciones					24
Transportes					2
Almacenamientos					1
Retrasos					1
MATERIALES			HERRAMIENTAS		
LAMINAS DE ACERO CORTADAS, LUBRICANTE			GATO HIDRÁULICO, CEPILLO DE BARRER, CARRETILLA		
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	MOTIVO DE CAMBIO		
LUIS CASTAÑO (FDO)	ROBERTO RICCELLI (FDO)	ROBERTO RICCELLI (FDO)	NO APLICA		

Anexo Nº 3: Instructivo de trabajo Troquelado

Fuente: Driff C.A.

1.4 Instructivo de trabajo del proceso de Granallado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO GRANALLADO				Código: DF-GCT-IT-009 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 13/03/2017	
Objeto: Retirar el óxido de los hierros		Tiempo Referencial: 180 min / 400 pzas					
Documento de Referencia: DF-GMN-DG-008_FICHA_TÉCNICA_GRANALLADORA		Tipo de operador: OPERADOR DE GRANALLADO			Puesto de Trabajo: Granalladora		
ITEMS	Actividades						RESPONSABLE
1	Transportar hierros del área de secado al área de granallado		x				OPERADOR
2	Cargar los hierros en la granalladora	x					OPERADOR
3	Cargar las granallas en la granalladora	x					OPERADOR
4	Cerrar la compuerta	x					OPERADOR
5	Encender extractor de partículas	x					OPERADOR
6	Encender breaker de la granalladora	x					OPERADOR
7	Conectar la manguera de aire comprimido a la granalladora	x					OPERADOR
8	Iniciar movimiento del molino (cinta rotativa), oprimiendo el botón "Mill FWD"	x					OPERADOR
9	Iniciar movimiento del elevador de granallas, oprimiendo el botón "Elev. START"	x					OPERADOR
10	Iniciar movimiento de rueda aceleradora de granallas, oprimiendo el botón "Wheel START"	x					OPERADOR
11	Abrir acceso a la torva de granallas, oprimiendo el botón "ABR. START"	x					OPERADOR
12	Granallar durante un periodo determinado que corresponda al modelo del hierro	x					OPERADOR
13	Detener el molino, oprimiendo el botón "Mill STOP".	x					OPERADOR
14	Detener el elevador de granallas, oprimiendo el botón "Elev. STOP"	x					OPERADOR
15	Detener el movimiento de rueda aceleradora de granallas, oprimiendo el botón "Wheel STOP"	x					OPERADOR
16	Cerrar la torva de granallas, oprimiendo el botón "ABR. STOP"	x					OPERADOR
17	Abrir la compuerta	x					OPERADOR
18	Descargar granalladora iniciando el movimiento inverso del molino, oprimiendo el botón "Mill Rev"	x					OPERADOR
19	Verificar el acabado de los hierros granallados					x	OPERADOR
20	Detener el molino, oprimiendo el botón "Mill STOP".	x					OPERADOR
21	Cerrar la compuerta	x					OPERADOR
22	Apagar el breaker de la granalladora	x					OPERADOR
23	Desconectar la manguera de aire comprimido	x					OPERADOR
24	Apagar el extractor de partículas	x					OPERADOR
25	Trasladar los hierros granallados al área de barnizado		x				OPERADOR
RESUMEN							
EVENTO						NUMERO	
Operaciones						22	
Inspecciones						1	
Transportes						2	
Almacenamientos						0	
Retrasos						0	
MATERIALES				HERRAMIENTAS			
Granallas				Granalladora			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO	
LUIS CASTAÑO		ROBERTO RICCELLI		ROBERTO RICCELLI		NO APLICA	

Anexo N° 4: Instructivo de trabajo Granallado
Fuente: Driff C.A.

1.5 Instructivo de trabajo del proceso de Barnizado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO BARNIZADO				Código: DF-GCT-IT-008 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 13/03/2017	
Objeto: Aplicar barniz a los hierros			Tiempo Referencial: 67.3 min / 400 pzas				
Documento de Referencia: N/A			Tipo de operador: OPERADOR DE BARNIZADO			Puesto de Trabajo: Barnizado	
TEMS	Actividades	☐	☐	☐	☐	☐	RESPONSABLE
1	Recibir el material para mezclar (metanol y resina)	x					OPERADOR
2	Mezclar los componentes en una olla	x					OPERADOR
3	Cocinar la mezcla sobre un mechero durante una hora y media	x					OPERADOR
4	Verificar que la mezcla tenga la viscosidad adecuada					x	OPERADOR
5	Amar la pistola de aire comprimido	x					OPERADOR
6	Llevar pistola de aire comprimido a la cámara de pintura		x				OPERADOR
7	Conectar la pistola a la manguera de aire comprimido	x					OPERADOR
8	Posicionar hierros granallados sobre las mesas de barnizado	x					OPERADOR
9	Trasladar mesa a la cámara de pintura		x				OPERADOR
10	Aplicar la capa de barniz (evitando exceder la cantidad máxima correspondiente)	x					OPERADOR
11	Colocar la pistola de aire comprimido en su emplazamiento para la siguiente aplicación	x					OPERADOR
12	Trasladar mesa a la zona de secado		x				OPERADOR
13	Dejar secar en un espacio de 30-45 minutos	x					OPERADOR
14	Verificar que el barniz ha secado completamente					x	OPERADOR
15	Desmontar los hierros barnizados de la mesa	x					OPERADOR
16	Colocar los hierros barnizados en los contenedores correspondientes del área de preformado	x					OPERADOR
RESUMEN							
EVENTO						NUMERO	
Operaciones						11	
Inspecciones						2	
Transportes						3	
Almacenamientos						0	
Retrasos						0	
MATERIALES				HERRAMIENTAS			
Metanol, resina				Pistola de aire comprimido, mesas de barniz, mechero, olla, cucharón			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO	
LUIS CASTAÑO		ROBERTO RICCELLI		ROBERTO RICCELLI		NO APLICA	

Anexo N° 5: Instructivo de trabajo Barnizado
Fuente: Driff C.A.

1.6 Instructivo de trabajo del proceso de Preformado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PREFORMADO				Código: DF-GIN-IT-008 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 22/02/2017
Objeto: Preformar pastillas de frenos			Tiempo Referencial: 82 minutos / 400 pastillas			
Documento de Referencia: DF-GMN-DG-014 FICHA TÉCNICA PRENSA TECNOMAIC			Tipo de operador: OPERARIO DE PREFORMADO		Puesto de Trabajo: Prensa de preformado	
ITEMS	Actividades	☐	☐	☐	☐	RESPONSABLE
1	Recibir hierros previamente barnizados	x				OPERADOR
2	Recibir carro contenedor de mezcla para el taco	x				OPERADOR
3	Encender el interruptor eléctrico de la prensa	x				OPERADOR
4	Encender el compresor de la prensa	x				OPERADOR
5	Revisar la presión del compresor				x	OPERADOR
6	Encender balanza digital (obviar este item si la balanza es analógica)	x				OPERADOR
7	Llenar recipiente plastico (bowl) con mezcla proveniente del carro	x				OPERADOR
8	Pesar un vaso sin contenido (vacío)	x				OPERADOR
9	Extraer el vaso mezcla proveniente del bowl	x				OPERADOR
10	Revisar el peso del vaso lleno				x	OPERADOR
11	Adecuar el peso de la mezcla según las especificaciones dadas	x				OPERADOR
12	Verter mezcla pesada previamente en el molde de la prensa	x				OPERADOR
13	Posicionar hierro sobre el molde	x				OPERADOR
14	Presionar de manera simultánea los botones de arranque de la prensa	x				OPERADOR
15	Extraer pastillas preformadas una vez que la prensa complete el ciclo	x				OPERADOR
16	Colocar pastillas preformadas en bandejas de transporte	x				OPERADOR
RESUMEN						
EVENTO						NUMERO
Operaciones						14
Inspecciones						2
Transportes						0
Almacenamientos						0
Retrasos						0
MATERIALES			HERRAMIENTAS			
Hierros barnizados, mezcla para taco, molde			Balanza, bowl de plastico, vaso de plastico			
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	MOTIVO DE CAMBIO			
LUIS CASTAÑO	ROBERTO RICCELLI	ROBERTO RICCELLI	NO APLICA			

Anexo N° 6: Instructivo de trabajo Preformado
Fuente: Driff C.A.

1.7 Instructivo de trabajo Prensado en Caliente

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PRENSA EN MOLDE CALIENTE					Código: DF-GIN-IT-004 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 20/10/2016
Objeto: Vulcanizar pastillas de frenos		Tiempo Referencial: 275 minutos / 400 pastillas					
Documento de Referencia: DF-GMN-DG-009 FICHA TÉCNICA PRENSA MAPELLI		Tipo de operador: OPERADORARIO DE PRENSADO EN CALIENTE				Puesto de Trabajo: PRENSA MAPELLI	
ITEMS	Actividades						RESPONSABLE
1	Retira las piezas (pastillas de frenos sin vulcanizar) del area de prensado en frio (preformado) que seran vulcanizadas.	X	X				OPERADOR
2	Desactiva la prensa pasandola a manual (previamente prendida automáticamente a las 5:30am para garantizar que la prensa en caliente tenga la temperatura requerida para el proceso)	X					OPERADOR
3	Enciende la bomba y procede a abrir el equipo (prensa mapelli).	X					OPERADOR
4	Retira los moldes y pisadores del equipo (prensa mapelli).	X					OPERADOR
5	Desmonta las piezas (pastillas de frenos vulcanizadas) del día anterior, dandole golpes con un matillo de goma.	X					OPERADOR
6	Coloca los moldes en el equipo (prensa).	X					OPERADOR
7	Aplica agua jabonosa (vizcosa) a los moldes a en cada una de sus cabidades del molde.	X					OPERADOR
8	Coloca las pastillas preformadas en cada una de las cabidades del molde.	X					OPERADOR
9	Utiliza la pistola de aire para retirar los excesos del polvillo del taco de fricción.	X					OPERADOR
10	Coloca los pisadores sobre los moldes ubicados en la prensa.	X					OPERADOR
11	Enciende la bomba de presión de aceite.	X					OPERADOR
12	Presiona de manera simultanea los botones de arranque de la prensa. Primer boton para que se introduzca la plancha y el segundo botón para que la plancha suba hasta el tope. Los botones deben permanecer presionados hasta que la plancha del equipo suba hasta el tope.	X					OPERADOR
13	Espera los ciclos de vulcanizado que es de aproximadamente de 8 a 9 minutos; y automaticamente la prensa se detiene y se abre.				X		OPERADOR
14	Retira los moldes y pisadores del equipo (prensa mapelli).	X					OPERADOR
15	Desmonta las piezas, volteando el molde en caliente para poder retirar las pastillas del mismo dandole golpes con un matillo de goma.	X					OPERADOR
16	Inspecciona las pastillas de frenos vulcanizadas					X	OPERADOR
17	Limpia los excesos de las pastillas de frenos vulcanizadas utilizando una espátula.	X					OPERADOR
18	Coloca en un contenedor y son enviados al area de pintura.		X	X			OPERADOR
19	Registra cada bandeja de pastillas de frenos vulcanizadas en el formato "Control de Producción: Modelo en Caliente"	X					OPERADOR
RESUMEN							
EVENTO						NUMERO	
Operaciones						16	
Inspecciones						1	
Transportes						2	
Almacenamientos						1	
Retrasos						1	
MATERIALES				HERRAMIENTAS			
Pastilla de frenos sin vulcanizar, moldes, pisadores, mezcla de jabon azul y agua.				Martillo de Goma, Espátula.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO	
LUIS CASTAÑO (FDO)		ROBERTO RICCELLI (FDO)		ROBERTO RICCELLI (FDO)		NO APLICA	

Anexo N° 7: Instructivo de trabajo Prensado en Caliente
Fuente: Driff C.A.

1.8 Instructivo de trabajo del proceso de Pintado

		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO CAMARA DE PINTURA		Código: DF-GIN-IT-001 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 20/10/2016		
Objeto: REALIZAR EL PINTADO DE LAS PASTILLAS DE FRENOS A FIN QUE TENGAN UN ACABADO FINAL Y APARIENCIA UNIFORME. Documento de Referencia: FICHA TÉCNICA DE LA CAMARA DE PINTURA DF-GIN-FI-002		Tiempo Referencial: 67.3 minutos / 400 pastillas				
		Tipo de operador: OPERARIO DE PINTURA		Puesto de Trabajo: CAMARA DE PINTURA		
ITEMS	Actividades					RESPONSABLE
PUESTA A PUNTO (REVISIÓN DE CAMARA)						
1	Verificar el funcionamiento de las luces de la cámara encendiéndolas.				X	OPERADOR
2	Verificar el funcionamiento del extractor de la cámara encendiéndolo.				X	OPERADOR
3	Colocar una hoja de papel a nivel del extractor para verificar que sea agitado por el aire del mismo.				X	OPERADOR
4	Verificar la operatividad de la pistola de aplicación (paso de aire)				X	OPERADOR
PUESTA A PUNTO (PREPARACIÓN DE PINTURA)						
1	Verter en el tanque de almacenamiento de pintura preparada la Pintura Esmalte con el solvente en una relación 2:1 en el siguiente orden: 2 cuñete de pintura y luego 1 cuñete de solvente.	X				OPERADOR
2	Agitar con una paleta de madera hasta que tengan una consistencia líquida, de manera que la pintura ya está lista para su uso.	X				OPERADOR
3	Llenar la pistola utilizando la llave de paso del tanque de almacenamiento de pintura preparada.	X				OPERADOR
OPERACIÓN						
1	Recibir las pastillas provenientes del proceso de Vulcanización en caliente (Mapelli) Debidamente limpias.				X	OPERADOR
2	Colocar las pastillas sobre la mesa de pintura, dejando hacia arriba la cara de fricción de la pastilla. NOTA: La cantidad de pastillas que soporta la mesa depende del modelo de pastilla, puede contener entre 500 a 1000 pastillas de acuerdo al modelo.				X	OPERADOR
3	Transportar la mesa de pintura al interior de la cámara de pintado.		X			OPERADOR
4	Encender las luces de la cámara.	X				OPERADOR
5	Encender el extractor.	X				OPERADOR
6	Aplicar la pintura de manera uniforme con la pistola realizando un movimiento de lado a lado (de forma pendular).	X				OPERADOR
7	Una vez terminada la pintura, se voltean las pastillas a fin de prepararlas para pintar la cara opuesta (el hierro). NOTA: 1. No hay que esperar que se seque la cara de la pastilla que está pintada. 2. Esto se realiza dentro de la cámara de pintura.				X	OPERADOR
8	Esparcir con una brocha sobre el hierro los residuos de pintura que quedaron de la primera aplicación.	X				OPERADOR
9	Aplicar la pintura sobre el hierro de manera uniforme con la pistola realizando un movimiento de lado a lado (de forma pendular).	X				OPERADOR
10	Trasladar las pastillas pintadas al Horno de Pintura.		X			OPERADOR
11	Apagar las luces de la cámara.	X				OPERADOR
12	Apagar el extractor.	X				OPERADOR
RESUMEN						
EVENTO					NUMERO	
Operaciones					10	
Inspecciones					4	
Transportes					2	
Almacenamientos					0	
Retrasos					3	
MATERIALES				HERRAMIENTAS		
PREPARACIÓN DE LA PINTURA: Pintura Esmalte Horneable (Negro brillante) PF-890 Solvente Industrial Cod 00-077 Guantes de goma NOTA: El operador debe mantener cerrado tanto el tanque de almacenamiento de pintura preparada, así como también los cuñetes en uso y los tambores de solvente. PINTADO: Mascarilla Pintura preparada Guantes quirúrgicos				PREPARACIÓN DE LA PINTURA: Tanque almacenamiento de pintura preparada Paleta para mezclado Cuñetes plásticos PINTADO: Pistola de aplicación Brocha Mesa para pintura		
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO
LUIS CASTAÑO (FDO)		ROBERTO RICCELLI (FDO)		ROBERTO RICCELLI (FDO)		NO APLICA

Anexo N° 8: Instructivo de trabajo Pintado
Fuente: Driff C.A.

1.9 Instructivo de trabajo del proceso de Curado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO CURADO		Código: DF-GIN-IT-002 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 20/10/2016		
Objeto: REALIZAR EL CURADO DE LA PINTURA EN LAS PASTILLAS DE FRENOS A FIN QUE SE FUE LA PINTURA EN LAS MISMAS.			Tiempo Referencial: 8.80 horas / 400 pastillas			
Documento de Referencia: DF-GMN-DG-003 FICHA TÉCNICA DE EQUIPO HORNOMUNDIAL DF-AH-HM-001			Tipo de operador: OPERARIO		Puesto de Trabajo: HORNO DE PINTURA	
ITEMS	Actividades	☐	☐	☐	☐	RESPONSABLE
	PUESTA A PUNTO (NIVEL DE GAS E INGRESO DE PASTILLA AL HORNO)					
1	Revisar el volumen que marca el manómetro de la bombona principal cada 15 días.				X	OPERADOR
2	Recibir las pastillas del proceso de pintado			X		OPERADOR
3	Se desplazan las mesas con las pastillas pintadas hasta la entrada del horno.	X	X			OPERADOR
4	Colocar cada una de las bandejas en cada uno de los tramos de los carros del horno (Realizar la misma operación con los 9 carros restantes)	X				OPERADOR
5	Ingresar el carro en el horno, siguiendo los rieles que están en el suelo.	X				
6	Llenar el horno NOTA: 1. Una vez lleno el horno se enciende el mismo durante 4 a 5 horas a una temperatura de 150 °C 2. No es limitativo que el horno esté totalmente lleno para encenderlo. De acuerdo a la planificación de la producción, puede encenderse con menos carros. 3. La capacidad del horno es de 10 carros de 12 bandejas por carro.				X	OPERADOR
	OPERACIÓN (ENCENDIDO DEL HORNO) (El encendido del horno se realiza en la parte posterior del mismo).					
1	Abrir la perilla de paso de gas de la bombona (está en la pared).	X				OPERADOR
2	Abrir perilla de paso de gas al horno (ubicada abajo del tablero de encendido).	X				OPERADOR
3	Abrir perilla de regulación del gas (ubicada atrás del tablero de encendido).	X				OPERADOR
4	Encender el horno con los interruptores del tablero de encendido, los cuales son: Ventilador horno, Succionador principal, 1er Quemador, 2do Quemador, Piloto	X				OPERADOR
5	Pulsar el boton de encendido (Piloto) NOTA: 1. Es un boton verde 2. Con el yesquero encender el cañón	X				OPERADOR
6	Hornear las pastillas durante 5 horas	X				OPERADOR
7	Se verifica 3 veces la temperatura del horno (150°C) en la pantalla del panel de control.				X	OPERADOR
	OPERACIÓN (APAGADO DEL HORNO) (El apagado del horno se realiza en la parte posterior del mismo).					
1	Pulsar el boton de encendido (Piloto) NOTA: Es un boton verde	X				OPERADOR
2	Cerrar la perilla de paso de gas de la bombona (está en la pared).	X				OPERADOR
3	Cerrar perilla de paso de gas al horno (ubicada abajo del tablero de encendido).	X				OPERADOR
4	Apagar el horno con los interruptores del tablero de encendido, los cuales son: Ventilador horno, Succionador principal, 1er Quemador, 2do Quemador, Piloto	X				OPERADOR
5	Cerrar perilla de regulación del gas (ubicada atrás del tablero de encendido).	X				OPERADOR
	SALIDA DE PASTILLAS DEL HORNO (Actividad realizada al terminar el horneado)					OPERADOR
1	Se dejan las pastillas durante 9 horas de enfriamiento	X				OPERADOR
2	Para descargar el horno se utiliza una mesa donde se disponen todas las bandejas de los carros	X				OPERADOR
3	Trasladar las pastillas al área de rectificado		X			OPERADOR
RESUMEN						
EVENTO					NUMERO	
Operaciones					16	
Inspecciones					2	
Transportes					2	
Almacenamientos					0	
Retrasos					2	
MATERIALES					HERRAMIENTAS	
Gas					Bandejas para horneado. Carro de horneado. Mesa transportadora. Yesquero.	
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO
LUIS CASTAÑO (FDO)		ROBERTO RICCELLI (FDO)		ROBERTO RICCELLI (FDO)		NO APLICA

Anexo N° 9: Instructivo de trabajo Curado
Fuente: Driff C.A.

1.10 Instructivo de trabajo del proceso de Rectificado

 Pasión Automotriz desde 1974		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO RECTIFICADORA		Código: DF-GIN-IT-007 Versión: 1 Fecha de Aprobación: 20/10/2016		
Objeto: RECTIFICAR PASTILLAS DE FRENOS			Tiempo Referencial: 25.5 minutos / 400 pastillas			
Documento de Referencia: FICHA TÉCNICA DE RECTIFICADORA DF-GRT-FI-002			Tipo de operador: OPERADORARIO		Puesto de Trabajo: RECTIFICADORA	
ITEMS	Actividades	☐	☐	☐	☐	RESPONSABLE
PUESTA A PUNTO						
1	Recibir un lote de pastillas de frenos	X				OPERADOR
2	Hacer uso de los implementos de seguridad personal (Tapa oídos y Tapa bocas)			X		OPERADOR
3	Verificar que modelo de pastillas de frenos se va a rectificar (De acuerdo a lo establecido en el Catalogo de Pastillas de Freno DF-GCC-N-001				X	OPERADOR
4	Seleccionar un carrito del conveyor de la banda transportadora.	X				OPERADOR
5	Ajustar la altura de las piedras y del disco ranurador según la Tabla de ajustes de la rectificadora DF-GRT-T-001	X				OPERADOR
6	Graduar la velocidad de la cadena transportadora de acuerdo a la Tabla de ajustes de la rectificadora DF-GRT-T-001	X				OPERADOR
7	Ajustar las revoluciones por minuto del equipo de acuerdo a la Tabla de ajustes de la rectificadora DF-GRT-T-001	X				OPERADOR
OPERACIÓN						
1	Encender el extractor de polvo del equipo para succionar el polvo que emite el mismo.	X				OPERADOR
2	Encender los motores de la piedra de rectificar y ranurar.	X				OPERADOR
3	Encender el motor de la cadena transportadora.	X				OPERADOR
4	Realizar prueba de calibración con una pastilla de frenos que se va a rectificar.				X	OPERADOR
5	Centrar la primera pieza que se va a rectificar, tomando en cuenta lo topes laterales del carrito y rectificar una como prueba.				X	OPERADOR
6	Verificar con un calibrador el centrado de la ranura y si existe una diferencia dividirla por dos y ese valor desplazarlo en el tope izquierdo de la mesa.				X	OPERADOR
7	Volver a rectificar otra pieza hasta que la ranura quede centrada.				X	OPERADOR
8	Proceder a ajustar los topes izquierdos de los otros 10 carros con la misma medida que se calibró el primer carrito.	X				OPERADOR
9	Golpear con un martillo de goma las bandejas donde se pintaron las pastillas para que estas se despeguen.	X				OPERADOR
10	Colocar en cada carrito las pastillas que se van a rectificar.	X				OPERADOR
11	Realizar inspección visual de la pastilla de frenos ya rectificada, y se segrega de acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo del producto obtenido en el rectificado			X	X	OPERADOR (INSPECTOR)
12	Colocar en contenedor las pastillas de frenos que cumplen con las especificaciones.			X	X	OPERADOR (INSPECTOR) / MONTACARGUISTA
13	Trasladar las pastillas al almacen de productos terminado.		X			OPERADOR
14	Limpiar el area	X				OPERADOR
RESUMEN						
EVENTO					NUMERO	
Operaciones					12	
Inspecciones					7	
Transportes					1	
Almacenamientos					2	
Retrasos					1	
MATERIALES				HERRAMIENTAS		
PASTILLAS DE FRENOS SIN RECTIFICAR				VERNIER, MARTILLO DE GOMA		
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:		MOTIVO DE CAMBIO		
LUIS CASTAÑO (FDO)	ROBERTO RICCELLI (FDO)	ROBERTO RICCELLI (FDO)		NO APLICA		

Anexo N° 10: Instructivo de trabajo Rectificado
Fuente: Driff C.A.

1.11 Registro de control de calidad en puntos críticos

 Driff Pasión Automotriz desde 1974												TABLA DE REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD EN PUNTOS CRÍTICOS										Código del documento:	
												Version:		Fecha de Emisión:									
														Fecha de Revisión:									
PRODUCCIÓN EL MES			MUESTRA			PUNTO CRÍTICO DE CONTROL	PRENSADO EN CALIENTE			ENSAYOS			RECTIFICADO			CONCLUSIÓN							
FECHA	#DE LOTE	CANTIDAD A PRODUCIR	P D O C A L	E N S A Y O	R E C T O	ESPECIFICACIÓN	INTEGRIDAD DEL TACO	SUPERFICIE HOMOGÉNEA	SUPERFICIE UNIFORME	DUREZA	COEFICIENTE DE FRICCIÓN	GRAVEDAD ESPECÍFICA	POSICIÓN DEL SLOT	GROSOR DEL SLOT	ESPESOR DE LA PASTILLA								
1-Jun	06Q-347	1200	6	5	8	RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES	0 pastillas con falta de mezcla, exceso de material	0 pastillas en mal estado, manchadas o con exceso de material	0 pastillas mal compactadas o que se aprecie un exceso o déficit del mismo	Las muestras ensayadas no deben presentar una variación mayor a 12% del valor de dureza óptimo	Coeficiente de fricción normal: > 0,35 Coeficiente de fricción en caliente: > 0,25 Ningún coeficiente de fricción debe ser < 0,15	Las muestras ensayadas no deben presentar una variación mayor de ± 5% del valor de la gravedad específica para cada formulación	0 pastillas que presenten: "Slot torcido" o "Slot descentrado"	0 pastillas que presenten "Slot muy grueso que no cumpla con las medidas establecidas"	0 Pastillas con dimensiones diferentes a las establecidas para cada modelo de pastilla								
2-Jun	06Q-788 E	2000	10	9	14																		
3-Jun	06Q-788 I	2000	10	9	14																		
4-Jun	06Q-305	1200	6	5	8																		
5-Jun	06Q-7017 E	600	3	3	4																		
6-Jun	06Q-7017 I	600	3	3	4																		
7-Jun	06Q-7054 E	1400	7	6	10																		
8-Jun	06Q-7054 I	1400	7	6	10																		
9-Jun	06Q-7070 E	4000	20	17	27																		
10-Jun	06Q-7070 I	4000	20	17	27																		
11-Jun	06Q-7024 E	1200	6	5	8																		
12-Jun	06Q-7024 I	1200	6	5	8																		
13-Jun	06Q-7072 E	1000	5	5	7																		
14-Jun	06Q-7072 I	1000	5	5	7																		
15-Jun	06Q-7259 E	1200	6	5	8																		
16-Jun	06Q-7259 I	1200	6	5	8																		
17-Jun	06Q-7529 E	2000	10	9	14																		
18-Jun	06Q-7529 I	2000	10	9	14																		

Anexo N° 11: Registro de control de calidad en puntos críticos
Fuente: Elaboración propia