



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ.

**SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE
MEZCLADORA BANBURY DE LA
EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS
DE VENEZUELA**

Autor: Mendoza P. Fredy A

C.I: 27.061.398

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA MECÁNICA**

**SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MEZCLADORA BANBURY DE LA
EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA**

Trabajo de grado presentado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor: Mendoza P. Fredy A

Tutor: Ing. Fredy Barragan

San Diego, junio del 2022.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERIA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MEZCLADORA BANBURY DE LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA.

Realizado por el (la) Br. FREDDY ALEJANDRO MENDOZA

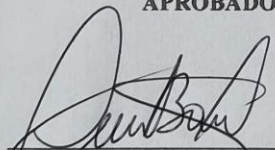
C.I. N° 27.061.398 cursante de la carrera de MECANICA

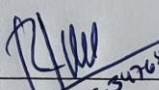
hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: FREDDY BERNAL
C.I.: 11.176.730


Jurado
Nombre: L. ORTEGA
C.I.: CI: 3476901

Jurado
Nombre:
C.I.:

Fecha: 01/06/2022






REPLÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Fredy Barragán Suescún, portador de la cédula de identidad N° 11.151.678 hace constar que he leído el proyecto de trabajo de grado, presentado por el ciudadano Fredy Alejandro Mendoza Perez, portador de la cédula de identidad N° 27.061.398, titulado **SISTEMA DE ALIMENTACION DE MEZCLADORA BANBURY DE LA EMPRESA ALICE NEUMATICOS DE VENEZUELA**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO MECÁNICO**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe

En San Diego, a los 13 días del mes de mayo del año dos mil veintidós.


Ing. Fredy Barragán Suescún
C.I.: 11.151.678



Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
MENDOZA PEREZ, FREDY ALEJANDRO
27.061.398

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2022 de fecha 15/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Sistema de alimentación de mezcladora Banbury de la empresa ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Fredy Barragán Suescún, titular de la cédula de identidad V-11.151.678



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla,
Decano de Ingeniería

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMEN INFORMATIVO.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1 Descripción de la Empresa.....	3
1.1.1 Ubicación de la Empresa.....	3
1.1.2 Razón Social.....	3
1.1.3 Reseña histórica.....	3
1.1.4 Estructura Organizativa.....	4
1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa.....	6
1.2.1 Misión.....	6
1.2.2 Visión.....	6
1.2.3 Objetivos.....	7
1.2.4 Valores.....	7
1.3 Descripción del Departamento donde se desarrolla la Pasantía.....	7
1.3.1 Proceso de Producción.....	7
1.3.2 Estructura Organizativa del Departamento de Producción.....	8
II EL PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del Problema.....	18
2.2 Formulación del Problema.....	21
2.3 Objetivos de la Investigación.....	22
2.3.1 Objetivo General.....	22
2.3.2 Objetivos Específicos.....	22

2.4 Justificación.....	22
2.5 Alcance y Limitaciones.....	23
III MARCO TEÓRICO	
3.1 Antecedentes.....	24
3.2 Bases Teóricas.....	26
3.2.1 Neumática.....	26
3.2.1.1 Compresor.....	27
3.2.1.2 Deposito o Acumulador.....	27
3.2.1.3 Motor Eléctrico.....	27
3.2.1.4 Aire Comprimido.....	27
3.2.1.5 Red de distribución del aire.....	27
3.2.1.6 Unidad de mantenimiento.....	28
3.2.1.7 Bomba de vacío.....	28
3.2.1.8 Válvulas distribuidoras.....	28
3.2.1.9 Actuadores neumáticos.....	28
3.2.1.10 Cilindros neumáticos.....	29
3.2.1.11 Mecánica de un cilindro.....	29
3.2.1.12 Cilindros de doble efecto.....	31
3.2.1.13 Fuerza de carga de un cilindro	33
3.2.1.14 Longitud de Carrera.....	34
3.2.1.15 Consumo de Aire en Cilindros Neumáticos.....	35
3.2.1.16 Velocidad del émbolo.....	36
3.2.1.17 Tubo Venturi.....	37
3.2.1.18 Vacío	37
3.2.1.19 Válvula de vació.....	37
3.2.1.20 Soplador regenerativo.....	38
3.2.2 Leyes de newton cinemática.....	38
3.2.2.1Leyes de newton dinámica.....	39
3.2.2.2 Deducción de las leyes de newton	39
3.2.2.3 Metodología para la selección de ventosas en sistemas de succión.....	42
3.2.3 Esfuerzos de elementos sometidos a tensión.....	46

3.2.3.1	Carga crítica para la teoría de piezas largas sometidas a compresión EULER.....	47
3.2.3.2	Momento de inercia para secciones circulares.....	47
3.2.3.3	Radio de giro para secciones circulares.....	47
3.2.3.4	Punto límite del coeficiente esbeltez.....	47
3.2.3.5	Teoría de pizas intermedias sometidas a tensión de Johnson.....	48
3.2.3.6	Punto de tangencia del coeficiente de esbeltez para las ecuaciones de EULER y Johnson.....	48
3.2.4	Mecánica de fluidos.....	49
3.2.5	Ecuación de Navier-Stokes.....	50
3.2.6	Dinámica de fluidos computacional.....	52
3.2.6.1	Utilidades.....	52
3.2.6.2	Explicación del método.....	54
3.2.6.3	Discretización de las ecuaciones de flujo.....	56
3.2.6.4	Método de volúmenes finitos.....	56
3.2.6.5	Resolución de las ecuaciones discretizadas.....	58
3.2.6.6	Dependencia del tiempo y no linealidad.....	59
3.2.6.7	Condiciones de contorno.....	59
3.2.7	Tratamiento electroquímico.....	60
3.2.7.1	Electrodeposición.....	60
3.2.8	Determinación de la fuerza de corte.....	60
3.3	Bases Legales.....	61
3.4	Definición de Términos.....	61
IV	MARCO METODOLÓGICO	
4.1	Tipo de Investigación.....	63
4.2	Diseño de la Investigación.....	64
4.3	Nivel de la investigación.....	64
4.4	Población y muestra.....	65
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	65
4.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	65
4.5.1.1	Observación directa.....	65

4.5.2 Instrumento de recolección de datos.....	66
4.5.2.1 Block de Notas.....	66
4.5.2.2 Sistema de red LAN empresarial.....	66
4.6 Técnica de análisis de resultados.....	66
4.6.1 Diagrama Ishikawa.....	66
4.6.2 Los 5 Por qué.....	66
4.7. Fases metodológicas.....	67
V RESULTADOS	
FASE I: Diagnóstico de la situación actual del área de mezclado específicamente el área de Banbury 3 y 4	69
FASE II: Análisis de las variables y componentes mecánicos necesarios para el óptimo funcionamiento de la mesa guillotina y el elevador de pacas por succión.....	82
FASE III: Diseño de una mesa guillotina.....	89
FASE IV: Diseño de un elevador de pacas por succión de vacío.....	109
FASE V: Crear estándares de trabajo.....	131
FASE VI: Viabilidad económica.....	132
CONCLUSIÓN.....	135
RECOMENDACIONES.....	137
REFERENCIAS.....	138
ANEXOS.....	139

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Tipo de mezcla.....	11
2	Materiales utilizados en la producción de gomas.....	21
3	Fuerza de empuje y fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso.....	32
4	Factor de montaje.....	34
5	Datos del Banbury 3.....	77
6	Datos del Banbury 4.....	78
7	Herramientales de los mezcladores Banbury en el área Banbury 3 y 4.....	81
8	Técnica de análisis datos Los 5 ¿por qué?.....	84
9	Producción del Banbury 2 Enero 2022.....	86
10	Receta específica V1697.....	87
11	Receta específica V1691.....	87
12	Variables de pre-procesamiento 1691.....	88
13	Variables de procesamiento 1691.....	88
14	Variables de procesamiento V1697.....	89
15	Ejemplo fuerza de elevación teórica	114
16	Curva característica soplador presión vs caudal.....	116
17	Curva característica soplador presión vs caudal (selección)	117
18	Característica de funcionamiento soplador regenerativo serie KO.....	117
19	Tabla N característica de funcionamiento sopladores regenerativos serie KO (elección de modelo).....	118
20	Datos soplador regenerativo.....	118
21	Costo de materiales para la mesa.....	133
22	Costo de materiales para elevador por succión de vacío....	134
23	Resumen de costo asociados a la propuesta	134

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		pp.
1	Organigrama general Alice Neumáticos de Venezuela.....	5
2	Organigrama de gerencia de manufactura Alice Neumáticos de Venezuela.....	5
3	Organigrama de gerencia de planificación y entrenamiento de planta Alice Neumáticos de Venezuela.	6
4	Esquema del proceso de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela.....	8
5	Diagrama del proceso de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela.....	9
6	Área de Banbury.....	10
7	Diagrama de operaciones.....	10
8	Calandra.....	12
9	Máquina de armado.....	14
10	Área de vulcanizado	15
11	Área de inspección final	16
12	Área de inspección final	27
13	Secuencia de producción de gomas	20
14	Grafico fuerza-diámetro del cilindro.....	33
15	Longitud básica del vástago.....	35
16	Tobera Venturi.....	38
17	Soplador regenerativo.....	38
18	Fuerza de desplazamiento caso 1.....	40
19	Fuerza de desplazamiento caso 2.....	40
20	Fuerza de desplazamiento caso 3.....	41
21	Succión en superficies porosas.....	42
22	Fugas en superficies porosas.....	43
23	Succión en láminas planas.....	43
24	Succión en piezas flexibles.....	44
25	Impacto en ventosa.....	44
26	Succión en zonas irregulares.....	45
27	Succión con un numero N de ventosas mayor a 1.....	45
28	Rugosidad en la pared interna de un tubo.....	50
29	Aproximación discreta.....	53
30	Etapas del proceso CFD.....	55

31	Método de volumen finito.....	57
32	Plano del área banbury 3 y 4.....	69
33	Molinos de dos rodillos banbury.....	71
34	Mezclador interno tipo banbury.....	71
35	Partes del mezclador banbury.....	72
36	Descripción mecánica banbury 4.....	73
37	Manual kobelco descripción mecánica banbury 4.....	74
38	Descripción interna banbury 4.....	75
39	Datos de la chapa banbury 3.....	76
40	Datos de la chapa banbury 4.....	76
41	Estándar de trabajo operador banbury.....	79
42	Resumen de estándares de trabajo.....	80
43	Diagrama de Ishikawa.....	83
44	Diseño CAD cilindro neumático.....	90
45	Vista explosionada ensamble cilindro neumático.....	91
46	diagrama neumático para actuador de mesa.....	92
47	Diseño CAD estructura mesa guillotina.....	93
48	Diseño ensamble del sistema de corte	94
49	Diseño de vista explosionada del sistema de corte	94
50	Ensamble camisa tapa superior-tapa inferior.....	97
51	Camisa cilindro neumático.....	98
52	Carga de presión igual a 80 psi en la cara interna.....	98
53	Mallado camisa cilindro neumático.....	99
54	Resultado de los esfuerzos combinado bajo la teoría de von mises	100
55	Desplazamiento resultante.....	100
56	Trazado de factor de seguridad.....	101
57	Simulación sujeción	102
58	Simulación aplicación de carga	103
59	Simulación Análisis de pernos	103
60	Diseño de rodillo	104
61	Simulación rodillo.....	104
62	Ensamble mesa y rodillo.....	105
63	Diseño ensamble de mesa.....	109
64	Ejemplo de fuerza de elevación teórica	114
63	Vista explosionada conjunto de succión VH160 II.....	119
64	Cabezal de control VH160 con mango flex	120
65	Conjunto giratorio.....	120
66	Cabezal de control VH160 5650 con válvula remota....	121
67	Cabezal de control flexible	121
68	Tubo de elevación 16940.....	122
69	Filtro de caucho 1101.....	122

70	Manguera de succión estándar	123
71	Conjunto de filtro 110.....	123
72	Grúa de traslación	124
73	Catálogo de grúas para sistema de succión VH160 II.....	124
74	Tabla de datos motor eléctrico.....	126
75	Ubicación del elevador de pacas y mesa guillotina	127
76	Geometría del soplador regenerativo FPZ	128
77	Modelo CAD soplador regenerativo.....	129
78	Modelo CAD tubería de succión.....	130
79	Líneas de flujo	130
80	Working estándar operación pesador de goma	132



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA**

**SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MEZCLADORA BANBURY DE LA
EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA**

Autor: Fredy Alejandro Mendoza Pérez

Tutor: Ing. Fredy Barragán Suescún

Fecha: junio 2022

RESUMEN INFORMATIVO

El principal objetivo del proyecto fue el diseño de una mesa guillotina y una elevadora de pacas por succión de vacío, instrumentos mecánicos fundamentales para el acondicionamiento del Banbury 4 para la producción de goma master 1 y 2 ubicados en el área de banbury de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela. La de goma master 1 y 2 es una actividad fundamental para la producción de todos los neumáticos fabricados en la empresa, ésta dispone de 4 mezcladores Banbury de los cuales 3 de ellos se encuentran operativos, en la actualidad solo el Banbury 3 es capaz de producir goma master 1 y 2, es por ello, que se generó un proyecto en la empresa con el fin de minimizar la dependencia del Banbury 4 en la producción de goma master 1 y 2. La investigación fue un Proyecto Factible con un diseño de campo, permitiendo la recolección de datos mediante la aplicación de instrumentos, tales como la observación directa, los cuales se implementan para reunir la información necesaria para presentar la propuesta. El presente trabajo de grado se desarrolló en seis (6) fases, en función a la línea de investigación vigente por la universidad José Antonio Páez (Ciencias Cognitivas y Aplicadas). La primera fase tuvo como objetivo el diagnóstico de la situación actual, en la cual se recolectaron datos referentes al proceso de producción de goma master 1 y 2. La segunda fase se destacó por el análisis productivo de las principales variables que interviene en el proceso de producción de goma específicamente el área de banbury 3 y 4, debido a la gran cantidad de variables encontradas en el área se destacaron las variables más relevantes en el proceso. La tercera fase se centró en el proceso de diseño de una mesa guillotina con el apoyo del software de diseño y simulación (Solidworks Simulation) se realizaron diversas piezas que a su vez fueron estudiadas por medio de simulaciones. La cuarta fase se centró en el diseño de un elevador de pacas por sección de vacío indispensable en el proceso de alimentación del mezclador banbury. En la quinta fase se crearon estándares de trabajo para el uso de los herramientas del banbury y finalmente, en la fase 6 fue realizada la viabilidad económica del proyecto.

Descriptor: Banbury, Goma, Neumáticos, Mezcladores.

INTRODUCCIÓN

La empresa Alice cauchos de Venezuela es una empresa cauchera dedicada a la producción y comercialización de llantas de alta calidad, seguridad y confort, para diferentes tipos de vehículos desde lo más pesados hasta los más livianos. Hoy en día la producción de la empresa es de 1200 unidades aproximadamente; actualmente se ha puesto en marcha un proyecto con el fin de estudiar un posible aumento en la producción. Una de las principales áreas de trabajo en la empresa Alice cauchos de Venezuela es el área de Banbury, el malaxador Banbury o mezclador es una máquina que posee la capacidad de Mezclar componentes que no se mezclan fácilmente y requieren mucha energía para volverse homogéneos. En el malaxador Banbury se introduce la mezcla de caucho, negro de humo y otros productos químicos para obtener un material de caucho homogéneo. El tiempo, el calor y las materias primas utilizadas son los factores decisivos en la composición del producto final. En el departamento de Banbury por lo general, los ingredientes llegan a la planta en paquetes ya pesados entre 25 y 30 kg o en cantidades a granel que son preparadas y pesadas allí por el técnico encargado del malaxador Banbury. actualmente existe un proyecto con el fin de adecuar al Banbury 3 para la producción de goma master usando diferentes instrumentos como los son el elevador de pacas por succión y la mesa guillotina.

El Capítulo I: La Empresa Se abarca allí los aspectos importantes de la empresa como su misión, visión, valores y objetivos, así como la descripción de la propia empresa y departamento donde se realizó el proyecto. **El Capítulo II: El Problema** Se presenta de forma detallada el planteamiento del problema de la investigación, objetivo general, objetivos específicos, justificación del proyecto y el alcance de la investigación, así como sus limitaciones. **El Capítulo III: Marco Teórico** Inicia con descripciones, investigaciones previas y similares al proyecto de estudio respaldadas por bases teóricas que se consideran útiles para y necesarias para que el lector comprenda el proyecto de estudio. **Capítulo IV: Marco Metodológico** está conformado por la determinación del tipo de investigación, así como la naturaleza y el diseño de la misma. También se encuentra la población y muestra

de la misma, las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de los datos y las fases mediante las cuales se logran todos los objetivos de la investigación.

Capítulo V: Resultados Se llevaron a cabo las distintas fases para el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción General De La Empresa

1.1.1 Ubicación de La Empresa

La empresa Alice cauchos de Venezuela está ubicada en la Carretera Nacional Valencia Los Guayos, apartado 194, edificio Firestone. Valencia Edo. Carabobo.

1.1.2 Razón Social

Alice Neumáticos de Venezuela, no solo está comprometida a continuar con el legado de Firestone en el país, que desde el año 1954, al momento de su entrada en el mercado se ha mantenido como la marca número uno de cauchos en preferencia del consumidor y en posicionamiento de mercado, sino que además está trabajando en el desarrollo de nuevos productos para satisfacer a los usuarios venezolanos y Latinoamericanos.

1.1.3 Reseña Histórica

Para comprender lo que se ha convertido hoy en día la empresa Alice neumáticos de Venezuela es indispensable dar a conocer el pasado de las dos grandes empresas productoras de neumáticos a nivel mundial, las cuales son bridgestone y firestone que hoy en día se unen en una sola.

Firestone.

La Firestone Tire and Rubber Company fue fundada por Harvey Firestone a finales del siglo XIX para fabricar neumáticos para vehículos de transporte. La principal estrategia de comercialización de sus productos se basó en ser el proveedor principal de neumáticos para las empresas de Henry Ford, además de vender neumáticos independientemente. Firestone tenía la sede principal en Akron, Ohio, donde también se encontraba la sede principal de su rival, Goodyear. Ambas compañías se convirtieron en los principales proveedores de neumáticos en Estados Unidos durante 75 años.

Bridgestone

Bridgestone Corporation se fundó en 1931 por Shojiro Ishibashi en la ciudad de

Kurume, Japón. En la actualidad es la primera compañía fabricante de neumáticos, seguida de Michelin, Goodyear, Continental y Pirelli. Después de la Segunda Guerra Mundial, Bridgestone comenzó a fabricar motocicletas, pero sus mayores beneficios provenían de los neumáticos gracias a que compañías como Honda, Suzuki y Yamaha usaban sus productos.

Más tarde decidió abandonar el negocio de las motocicletas y, en el año 1988, adquirió la compañía Firestone, también fabricante de neumáticos. Esta adquisición se fundamenta en la necesidad de agrandar la participación en el mercado mundial de neumáticos debido a que la línea de productos de Firestone era mucho más económica que línea de productos fabricada por Bridgestone, lo que permitía abordar los mercados más populares.

Bridgestone Firestone de Venezuela

Bridgestone Firestone venezolana fabrica y comercializa neumáticos desde 1954, con servicios que la diferencian en el mercado para la satisfacción de sus clientes. Poseía una fuerza laboral de 1.200 empleados y un nivel de producción diario de 9.800 unidades de cauchos para atender la demanda del mercado venezolano, la región andina y del Caribe.

Alice Neumáticos de Venezuela

Nace en el año 2016 como una iniciativa del grupo CORIMON para entrar en el mercado de los neumáticos. En ese mismo año, la empresa se hace con la licencia para la fabricación de Neumáticos Firestone y las instalaciones de la Planta ubicada en la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, la cual actualmente es su centro de operaciones principal.

1.1.4 Estructura Organizacional Alice neumáticos de Venezuela.

- **Primer turno:** 6:00 am a 2:00pm
- **Segundo turno:** 2:00 pm a 10:00 pm
- **Tercer turno:** 10:00 pm a 6:00 am



Figura 1: Organigrama general Alice Neumáticos de Venezuela

Fuente: Departamento de RRHH de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela

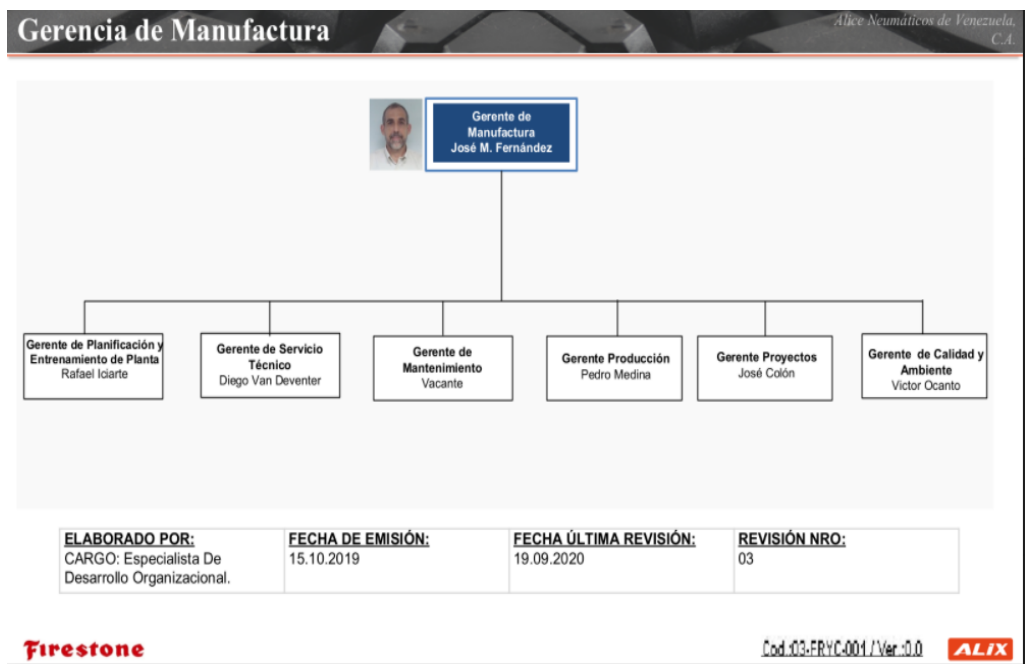


Figura 2: Organigrama de gerencia de manufactura Alice Neumáticos de Venezuela

Fuente: Departamento de RRHH de Alice Neumáticos de Venezuela



Figura 3: Organigrama de gerencia de planificación y entrenamiento de planta Alice Neumáticos de Venezuela

Fuente: Departamento de RRHH de Alice Neumáticos de Venezuela

1.2 Misión, visión, objetivos y valores de la empresa

1.2.1 Misión

Fabricar y comercializar neumáticos de calidad superior, contribuyendo al éxito y satisfacción de nuestros clientes, contando con el mejor capital humano, tecnología de vanguardia, y enfoque a la mejora continua, garantizando un crecimiento rentable y sostenible para nuestros trabajadores y accionistas, en beneficio de la comunidad y el ambiente.

1.2.2 Visión

Marcar la Vanguardia del mercado venezolano de neumáticos, por el nivel de tecnología, calidad y servicios que ofrecemos, con un equipo de trabajo comprometido con nuestros valores, la preservación del medio ambiente y la rentabilidad del negocio para las generaciones futuras.

1.2.3 Objetivos

- Liderar la demanda del mercado de neumáticos en el territorio nacional venezolano.
- Continuar plan de inversiones tendente a la modernización y automatización de instalaciones y procesos.
- convertirnos en un líder de soluciones de movilidad.
- Mantener las certificaciones internacionales bajo los estándares de calidad ISO 9001:2015 Y 14001:2015.
- Convertirnos en una empresa pionera en la producción de neumáticos.

1.2.4 Valores

- Integridad.
- Responsabilidad social.
- Confianza y orgullo.
- Desarrollo de nuestra gente.
- Conciencia ambiental.
- Entusiasmo.
- Trabajo en equipo.

1.3 Descripción del Departamento donde se realiza la pasantía

La Ingeniería de Planta posee la disciplina que se encarga del estudio de los lapsos y costos del departamento de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, se ocupa de acotar los tiempos de producción a los fines de minimizar costos, además está dentro de sus funciones garantizar el óptimo entrenamiento de los operadores del proceso de producción.

1.3.1 Descripción del Proceso de Producción

El esquema del proceso llevado a cabo en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela para la elaboración del caucho se presenta a continuación:

1.3.2 Estructura organizativa del proceso de producción

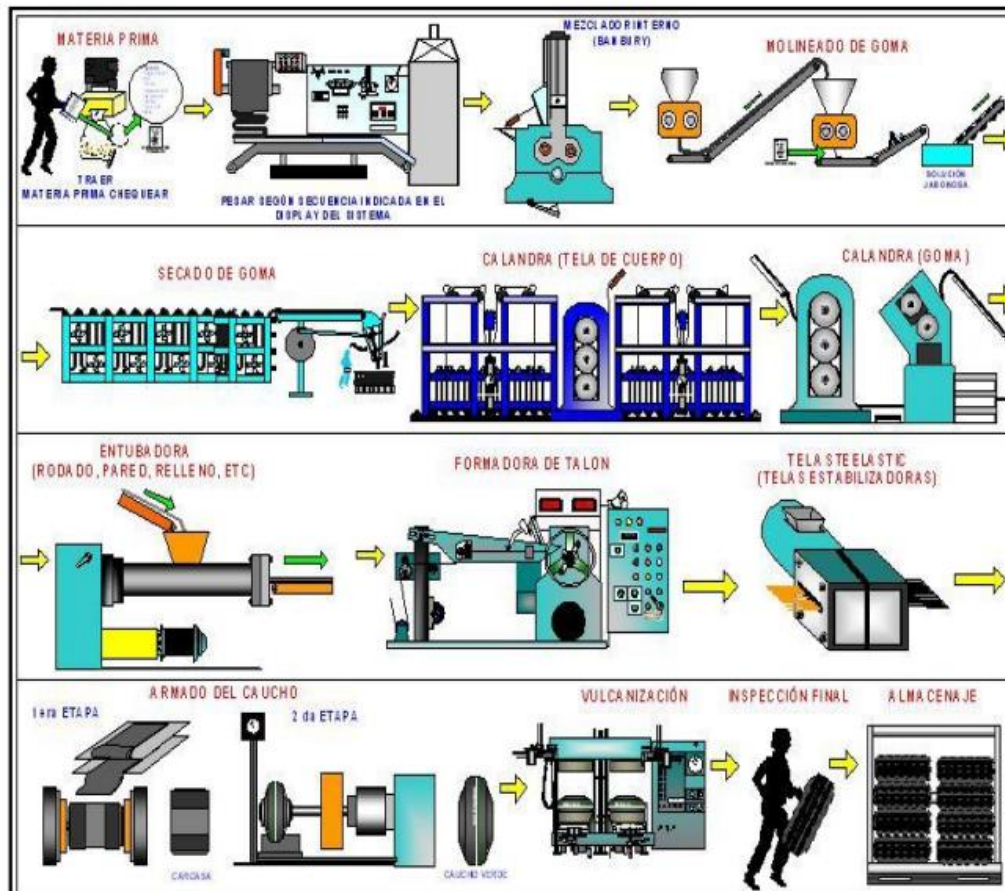


Figura 4: Esquema del proceso de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela

Fuente: Departamento de RRHH de Alice Neumáticos de Venezuela

El proceso de fabricación de neumáticos en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela está compuesto por siete etapas principales que se presentan a continuación:

1. Almacén de Materia Prima (Azul).
2. Mezclado (Rojo).
3. Preparación (Verde).
4. Armado (Naranja).
5. Vulcanizado (Morado).
6. Inspección Final (Amarillo).
7. Almacén de Producto Terminado (Azul).

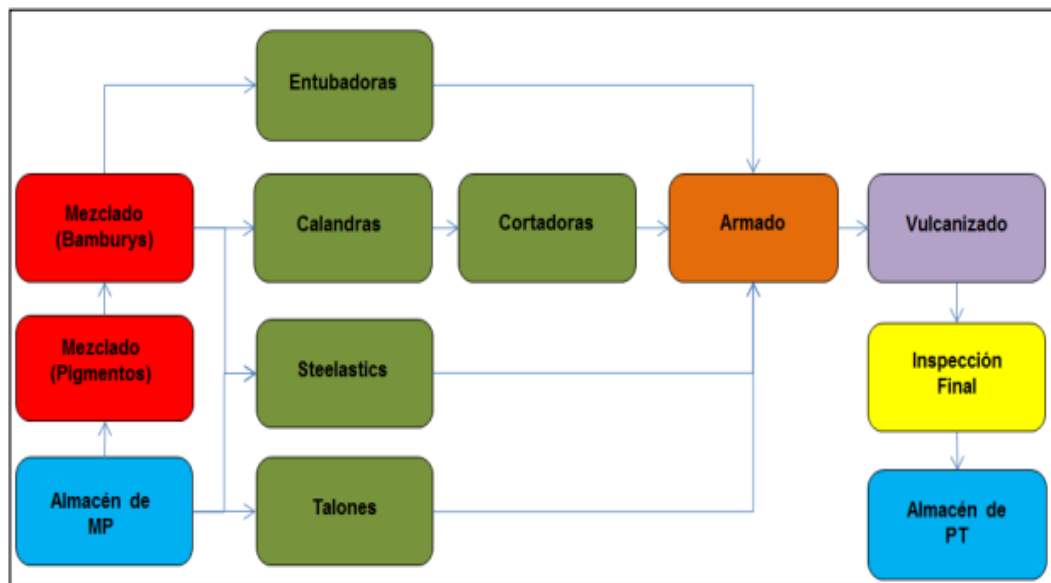


Figura 5: Diagrama del proceso de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela

Fuente: Departamento de RRHH de Alice Neumáticos de Venezuela

Actividades que se realizan dentro de cada uno de estos departamentos:

Almacén de Materia Prima

Es el área destinada a la recepción de componentes, insumos y materias primas necesarias para la fabricación del neumático.

Área de Mezclado (Pigmentos)

El área de pesaje de pigmentos es el área destinada al proceso de pesaje de los diferentes pigmentos para el proceso de mezclado en el área de Banbury, cabe destacar que dependiendo del tipo de llanta que se quiere producir esta tendrá una receta específica para cada uno de ellas.

Área de Banbury

El área de Banbury es parte esencial en la vida productiva de la empresa, ya que de allí se obtiene la materia prima que alimenta el resto de la cadena de suministros, por lo tanto, la baja productividad en estas máquinas se traduce en una baja productividad del sistema global. Para la elaboración de este producto, es necesario el uso de 4 insumos: goma natural y sintética, pigmentos, negro de humo y aceite; mezclados en máquinas denominadas Banbury.



Figura 6: Área de Banbury

Fuente: Mendoza, F. (2021)

Las cantidades y especificaciones de cada insumo, dependerá del tipo de Goma Original a procesar. Se debe realizar un conjunto de pases en los Banbury para la obtención de dicha goma, las cuales se ilustran en el siguiente diagrama de operaciones del proceso:

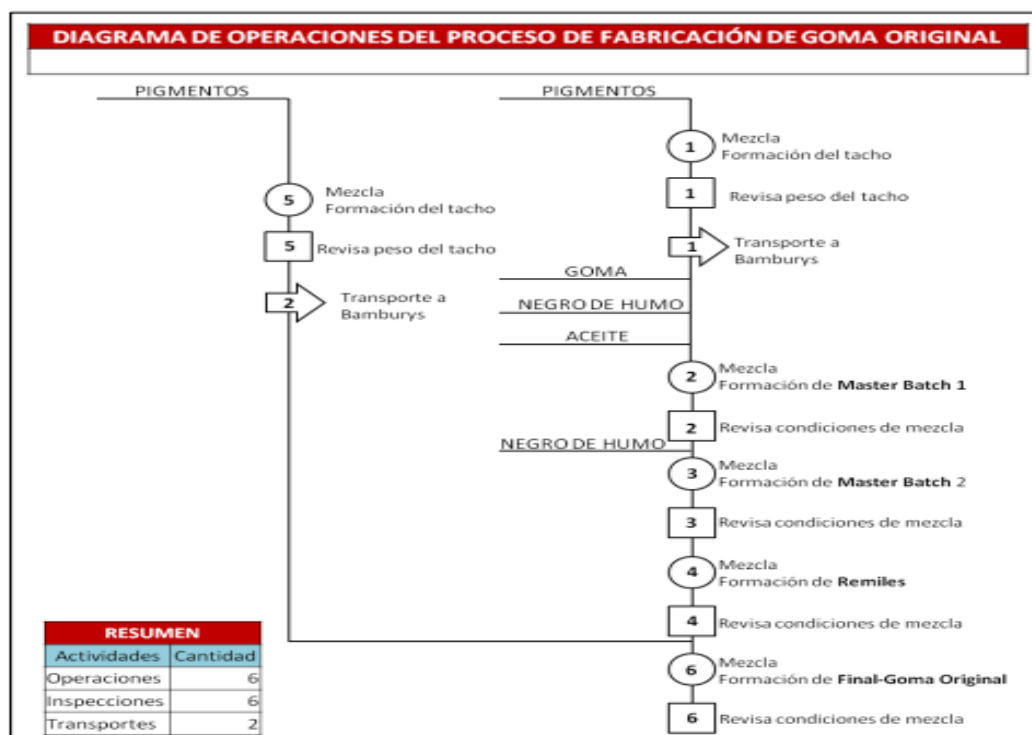


Figura 7: Diagrama de operaciones

Fuente: Departamento de RRHH de Alice Neumáticos de Venezuela

De la primera mezcla de componentes se obtiene el compuesto Máster Batch 1, de la segunda mezcla Máster Batch 2, de la tercera Remiles y de la cuarta Final (Goma Original). En el siguiente cuadro se presentan los materiales necesarios para la realización de cada mezcla:

Cuadro 1: Tipo de mezcla

Tipo de Mezcla	Materiales Necesarios
Máster Batch 1	Goma Natural
	Goma Sintética
	Pigmentos
	Negro de Humo
	Aceites
Máster Batch 2	Master Batch 1
	Negro de Humo
Remil	Master Batch 2
Final (Goma Original)	Remil
	Pigmentos

Fuente: Departamento de RRHH de Alice Neumáticos de Venezuela

Área de preparación

Esta área lo conforman todas las máquinas que generan las diferentes partes del caucho, teniendo como suministro principal la goma original producida en el Departamento de Mezclado, así como también la tela de Nylon y alambre. El rodado, la pared, las telas de cuerpo, las telas estabilizadoras y los talones se producen en este departamento. A continuación, la figura 8 presenta el funcionamiento de las máquinas más relevantes en el área de preparación.



Figura 8: Calandra

Fuente: Mendoza, F. (2021)

- **Entubadora:** El rodado y la pared son producidas por las máquinas entubadoras. Estas se conforman por unos molinos quebradores y laminadores que amasan la goma original antes de pasar por el cabezal extrusor que les da forma de lámina rectangular, seccionada para los rodados y continua para las paredes. Estos elementos una vez producidos son almacenados y transportados a las máquinas del Departamento de Armado.
- **Calandra:** Las telas de cuerpo se producen en las calandras y cortadoras. Las calandras, con sus molinos quebradores y laminadores, condicionan la goma dándole un espesor de 1,5mm. Esta goma afinada se adhiere a la tela de nylon por ambos lados por medio de un sistema de rodillos, generando rollos del material con un ancho de 1,5m y una longitud que ronda los 300m. Para evitar que el material se adhiera entre sí, se emplea espaciadores denominados “linners”. Estos rollos se dirigen a las máquinas cortadoras que seccionan la goma en longitudes específicas según el modelo del caucho a producir, una vez seccionadas, se obtienen las telas de cuerpo, y éstas son unidas por los extremos para que puedan ser almacenadas en rollos de tamaños menores. Este componente se transporta al Departamento de

Armado.

- **Steelastics:** Las telas estabilizadoras son producidas por 4 máquinas steelastics. Estas se diferencian de las telas de cuerpo al emplear alambre en sustitución de la tela de nylon. Los alambres una vez retirados del almacén de materia prima son colocados en un cuarto caliente para evitar que se oxiden por humedad, estos vienen en rolletes y están posicionados de tal manera que 20 de estos generan una lámina de alambres compactados que pasan por un cabezal para cubrirlos de goma. Este material se almacena en spools para dirigirse a las máquinas de armado.

Los talones son la parte más dura del caucho. Es el aro cubierto de goma que hace contacto con las llantas. Esta parte del neumático es producida enrollando alambre en perfecta forma circular.

- **Extrusora:** En esta máquina se une el caucho con alambres recubiertos de cobre para formar un radio medido en pulgadas para los neumáticos esta es la parte que tiene contacto con el aro los alambres que se adhieren al aro para un mejor agarre al aro y que tenga aún más estabilidad.

Área de armado

Se encuentra conformado por máquinas utilizadas para el montaje del neumático, compuestas de un tambor rotatorio en conjunto con una serie de mecanismos que suministran al operario todas las partes descritas anteriormente, realizando el ensamble de las mismas en dos etapas:



Figura 9: Máquina de armado

Fuente: Mendoza, F. (2021)

- **Primera etapa:** La primera etapa consta en unir las diferentes telas de cuerpo una encima de la otra, según especificaciones del modelo, dándoles forma circular y colocando a los extremos las paredes y por último colocar los talones.
- **Segunda etapa:** La segunda etapa consta de aplicar las diferentes telas estabilizadoras debajo del rodado. Estas dos partes se ensamblan en una sola formando el caucho verde.

Área de vulcanizado

En esta etapa del proceso es donde resaltan todos los errores de construcción de los neumáticos y el scrap que es el desperdicio puede llegar a ser demasiado por eso la asepsia del proceso debe ser en todos lados con ningún tipo de contaminación, aquí un molde gigante con el logo de la marca y las especificaciones de las llantas se imprimen en el neumático y lo vulcaniza a 340 grados Fahrenheit, esto es uno de los procesos con mayor riesgos humano porque estas máquinas pesan demasiado y con mucha variación termodinámica.

Está conformado por una prensa que genera vapor, en la cual el operario de vulcanizado coloca los cauchos verdes, para terminar de darle la dureza y acabado final al caucho.



Figura 10: Área de vulcanizado

Fuente: Mendoza, F. (2021)

Área de inspección final

Antes de almacenar el caucho, se realizan las operaciones de inspección para cortar las rebabas de goma del neumático procedentes de los orificios de ventilación del molde de vulcanización. En esta parte solo se usan herramientas y la habilidad del operario que revisa los neumáticos de forma superficial con los estándares de calidad de cada marca después de este procedimiento llega almacén y reparto y termina el proceso de fabricación de los neumáticos.



Figura 11: Área de inspección final

Fuente: Mendoza, F. (2021)

Descripción del Producto

Los neumáticos Firestone son llantas pensadas para rendir con máximas exigencias, ya sean con altas velocidades o en condiciones extremas, ofreciendo en cada momento un nivel óptimo de confort y seguridad.

Cuando se habla de la calidad de las llantas Firestone, debemos decir que están elaboradas con materiales de gran calidad y desarrollan excelentes niveles de prestaciones y rendimientos. Además, garantizan un excelente nivel de confort y niveles bajos de ruido durante la conducción.

Área de producto terminado

Una vez inspeccionado y aprobado todos los controles de calidad, el caucho es almacenado para su posterior comercialización.



Figura 12: Área de inspección final

Fuente: Mendoza, F. (2021)

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema

La relevancia de la industria automotriz se explica por su "efecto multiplicador" sobre el resto de las industrias, debido a su gran potencial como generador de empleo, transferencia de tecnología y atracción de inversiones, es por ello, que es considerada uno de los sectores económicos más importantes en el mundo. La producción, distribución y comercialización de llantas juega un papel fundamental en dicho sector, es por ello, que las empresas caucheras juegan un papel vital en la economía mundial, su auge o descenso son unos de los principales indicadores que rigen la situación económica mundial. Las sociedades del mundo se caracterizan por ser dinámicas y cambiantes, esta característica cambiante que presenta el mundo tiene repercusiones positivas o negativas en las economías preponderantes. En el año 2016 las economías mundiales habían sufrido ciertos embates caracterizadas por: la deflación en los países industrializados que no es más que un exceso en la oferta de bienes y servicios, es decir, una caída generalizada en los precios originados por la sobreproducción; esta es la principal característica que denota o que marca la crisis económica mundial del 2016.

El fenómeno de la sobreproducción indica un estancamiento en la adquisición de bienes y servicios, lo cual hace que las empresas que dinamizan las economías mundiales tengan sus inventarios por encima de los niveles deseados, es decir, tienen exceso de productos en sus almacenes y la demanda de ellos no se incrementa, lo que frena el crecimiento de dichas economías. La empresa japonesa Bridgestone líder en el sector de producción de llantas y que emplea a más de 8.000 personas en Europa, detuvo la producción en sus plantas de neumáticos en Bethune, Francia, y Bari, Italia. Además, la empresa está reduciendo el trabajo en sus plantas de Bélgica, Hungría, Polonia y España generando una alta tasa de desempleo, bajos niveles de consumo y una fuerte crisis económica en el sector industrial, las

principales razones que han generado la disminución de la producción a nivel mundial de la empresa japonesa, es debido a los altos niveles de competencia que exige el mercado a consecuencia de los productos asiáticos de bajo costo, este hecho se refleja en Venezuela donde debido a la crisis económica que presentaba el país en ese entonces, la planta de Venezuela fue vendida y re nombrada como Alice cauchos de Venezuela.

Adicionalmente, a esta situación en el mundo aparece covid19 una pandemia mundial con fuertes medidas de confinamientos y restricciones sociales, provocando una caída sin precedentes del PIB mundial del 3,5%. La situación que se vive en américa latina no es muy diferente a la expresada anteriormente, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (Cepal), el endeudamiento regional subió del 68,9% al 79,3% entre 2019 y 2020, respectivamente, como porcentaje del Producto Interno Bruto. La pobreza, la desigualdad y el desempleo han avanzado a un ritmo sin precedentes en la región durante el último año. El mismo organismo de Naciones Unidas asegura que alrededor de tres millones de empresas tuvieron o tendrán que cerrar a causa de la pandemia.

Las industrias destinadas a la producción de llantas no escapan de la realidad que se vive en la región, es por ello que las empresas buscan optimizar cada vez más los procesos de producción y distribución de llantas, estos movimientos conllevan a utilizar con mayor fuerza la creatividad e ingenio humano, mediante el manejo de la investigación y el conocimiento para superar los periodos de tiempo no productivos a causa de la pandemia mundial. En medio de esta crisis, la posición de la Industrial es clara: se debe proteger la salud, el salario y las condiciones de todos los trabajadores del caucho afectados. La empresa Alice cauchos de Venezuela es una empresa cauchera dedicada a la producción y comercialización de llantas de alta calidad, seguridad y confort, para diferentes tipos de vehículos desde lo más pesados hasta los más livianos. Hoy en día la producción de la empresa es de 1200 unidades aproximadamente, actualmente se ha puesto en marcha un proyecto con el fin de estudiar un posible aumento en la producción.

Una de las principales áreas de trabajo en la empresa Alice cauchos de Venezuela es el área de Banbury, el malaxador Banbury o mezclador es una máquina que posee la capacidad de Mezclar componentes que no se mezclan fácilmente y requieren mucha energía para volverse homogéneos. En el malaxador Banbury se introduce la mezcla de caucho, negro de humo y otros productos químicos para obtener un material de caucho homogéneo. El tiempo, el calor y las materias primas utilizadas son los factores decisivos en la composición del producto final. En el departamento de Banbury Por lo general, los ingredientes llegan a la planta en paquetes ya pesados de 25 y 30 kg o en cantidades a granel que son preparadas y pesadas allí por el técnico encargado del malaxador Banbury. Para la formación de esta Goma Original, es necesario el uso de 4 insumos: goma natural y sintética, pigmentos, negro de humo y aceite; mezclados hasta 7 veces en máquinas Banbury, Las gomas elaboradas se clasifican en: Master 1, Master 2, Remil, Remil de Final y Final, y se reconocen por el número de terminación de su nombre (1: master 1; 2: master 2; 3,4 y 5: remil; 7: final; 8: remil de final), a su vez, de cada uno de estos tipos se elaboran diversas gomas que se diferencian entre sí por los compuestos mezclados para su preparación y la utilidad de cada una de ellas.

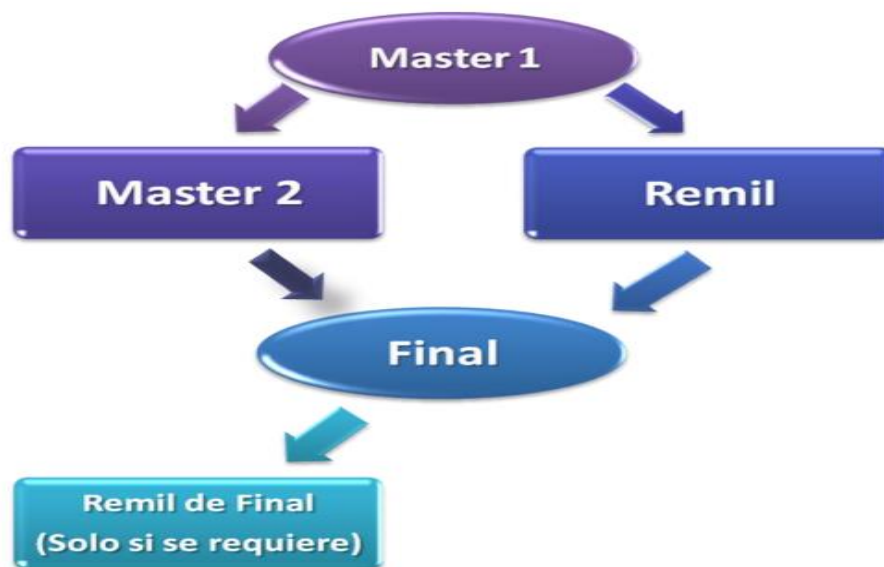


Figura 13: Secuencia de producción de gomas

Fuente: Mendoza, F. (2021)

El departamento de Banbury de la empresa Alice cauchos de Venezuela está formado por cuatro máquinas Banbury y enumeradas del 1 al 4. Hoy en día 3 de las

4 máquinas Banbury están en completo funcionamiento, en donde sus funcionamientos difieren entre sí a causa de poseer instrumentos diferentes, como es el caso de guillotinas y mecanismos de elevación, las maquinas Banbury 2 y 4 se encargan de producir la goma remil 3, 4 y 5; final; 7y remil de final; es solo la maquina Banbury 3es capaz de generar goma master 1 y 2, es por ello que la maquina Banbury 3 es una parte esencial en la vida productiva de la empresa, ya que de allí se obtiene la materia prima base que alimenta el resto de la cadena de suministros.

La empresa cauchera tiene el objetivo de ser pionera y líder en el mercado nacional, este movimiento implica un aumento en la producción de goma master 1 y 2 en el departamento de Banbury fundamental en cadena de producción, por esta razón es imperativo buscar una estrategia que permita implementar las mejoras necesarias para incrementar la producción de master de cara que actualmente el banbury 3 es incapaz satisfacer la demanda a nivel nacional.

Cuadro 2: Materiales utilizados en la producción de gomas

TIPO DE GOMA	MATERIALES UTILIZADOS PARA SU FABRICACIÓN
MASTER 1	Aceite
	Negro Humo
	Goma Natural
	Goma Sintética
	Pigmentos
	Solución Jabonosa
MASTER 2	Master 1
	Pigmentos
	Solución Jabonosa
FINAL	Master 1 ó Master 2
	Pigmentos
	Solución Jabonosa
REMIL DE FINAL	Final
	Solución Jabonosa

Fuente: Mendoza, F. (2021)

2.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede aumentar los niveles de producción de goma master 1 y 2 en el departamento de Banbury de la empresa Alice cauchos de Venezuela?

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1 Objetivo general

Diseñar una mesa guillotina de accionamiento, control y regulación neumática, y un elevador de pacas por succión de vacío que permitan alimentar eficientemente el mezclador Banbury 4 para aumentar la producción de goma master 1 y 2 en la empresa Alice neumáticos de Venezuela.

2.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del Banbury 4 para determinar los herramientas requeridos para producir master.
- Analizar los requerimientos técnicos y operativos que intervienen en la producción de goma master en la maquina Banbury 4.
- Diseñar una mesa guillotina con funcionamiento neumático para la maquina Banbury 4.
- Diseñar un elevador de gomas con succión por vacío para la Banbury 4.
- Creación de estándar de trabajo en el uso de los herramientas implementados.
- Realizar viabilidad económica del proyecto.

2.4 Justificación

La empresa Alice cauchos de Venezuela es líder en la producción de llantas a nivel nacional y debido a las altas tasas de eficiencia en cuanto a producción que exige la situación actual, la empresa procurar mantenerse líder en el mercado nacional es por ello que se propone a aumentar sus niveles de competitividad frente a las demás empresas que compiten con ella por el liderazgo del mercado.

El Departamento de Banbury al estar ubicado al inicio del proceso productivo y haciendo evidenciado la dependencia que dispone cadena de producción con la maquina Banbury 3, se expresa el gran riesgo en el proceso de producción del caucho.

Es por ello, que la empresa Alice cauchos de Venezuela se ve interesada en la realización de un estudio del Departamento de Banbury que proporcione la

adaptación de los instrumentos necesarios para la fabricación de goma master 1 y 2 en la maquina Banbury 4.

2.5 Limitaciones

- El proyecto debe pasar por departamento de costos para poder ser aprobado el presupuesto debido a costos del material.
- El proyecto será válido solo en empresas caucheras.
- Se debe considerar el estado económico actual y la capacidad de inversión que pueda estar dispuesta la empresa para aprobar la implementación debido al sistema de reducción de costos establecidos por la empresa.

2.6 Alcance

Con el desarrollo de esta investigación se busca cubrir la necesidad problemática en área de Banbury de la empresa Alice neumáticos de Venezuela. El estudio se llevará a cabo a través del departamento de Ingeniería Industrial de la empresa Alice cauchos de con completo acceso a la planta, procesos y a toda la información histórica concerniente a el área de estudio, así como la obtención de información personalizada a través de los operadores de máquinas, supervisores, jefes y demás personas que tienen relación directa o no con el área de Banbury.

El presente estudio proporciona a la empresa Alice cauchos de Venezuela la capacidad de poder adaptar la maquina Banbury 3 al proceso de fabricación de goma master 1.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Hernández., Sampieri (2008) señala que un Marco Teórico es “Un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. Nos ayuda a documentar cómo nuestra investigación agrega valor a la literatura existente” Es aquí donde se busca sustentar a través de otros trabajos, nuestra investigación, además de servir de base o guía para formular hipótesis y establecer conclusiones y recomendaciones basándonos en un estudio previo, es decir, establecer una guía con respecto a la información y procedimientos disponibles para llevar a cabo la investigación.

En otras palabras, con esta recopilación de información, se intenta demostrar cuál es el aporte que brindan los otros trabajos a nuestro proyecto de investigación. Además, el marco teórico nos ayuda a formular de una forma confiable las conclusiones de un proyecto o, en su defecto, replantear las preguntas con mayor profundidad.

3.1 Antecedentes

Coronado, R. (2020) en su proyecto de grado denominado “**Diseño de una prensa excéntrica de 15 toneladas para optimizar procesos de maquinado sin arranque de viruta**” para optar por el título de ingeniero mecánico electricista en la universidad cesar vallejo, ubicada en Chiclayo Perú, en el proyecto de investigación se observa la dinámica para el estudio de las fuerzas necesarias para superar los esfuerzos de corte en los diversos materiales así como el comportamiento y análisis de las guillotinas de corte accionadas por actuadores neumáticos. De esta forma sirve de apoyo a la investigación ya que le da aún más precisión al trabajo que se va a realizar no solo en el estudio de las fuerzas si no en la optimización del proceso.

Por su parte, Serrano D. (2019) en su trabajo de grado titulado “**Diseño de una prensa neumática para la elaboración de ensambles de perillas de cocina en la empresa TEXTICOM CIA. LTDA**” para optar el título de ingeniería mecánica

en la universidad católica de Santiago de Guayaquil ubicada en Quito Ecuador, el trabajo anteriormente expuesto proporciona información alusiva al tema de investigación el cual hace énfasis al diseño mecánico y a la implementación de ecuaciones matemáticas que rigen el comportamiento de los diferentes elementos neumáticos que constituyen una red neumática. Los criterios de diseño de una prensa neumática como son el dimensionamiento, cálculo estructural, cálculos de fuerzas, cálculos de esfuerzos, parámetros de selección y la simulación CAD aportan información de gran valor para la estructura del proyecto a desarrollar; ya que desglosa el paso a paso de las ecuaciones matemáticas relacionadas a una red neumática, permitiendo así la elaboración de un diseño mecánico, tal cual como lo que se busca implementar con el presente trabajo de investigación.

En el mismo contexto, Gómez, R. (2019) realizó una investigación titulada **“Construcción y adaptación de una prensa neumática para la extracción de elementos mecánicos a partir de la estructura de una máquina para ensayos de tensión de elastómeros”** para optar con el título de ingeniero mecánico en la universidad de distrito Francisco José de Caldas, ubicada en Bogotá Colombia. Dicha investigación describe con exactitud la descripción de diseño mecánico y los métodos usados para la determinación de los componentes de la máquina que fueron de gran ayuda para establecer las bases de diseño del proyecto de investigación, los parámetros de selección y criterios necesarios para el diseño de elementos mecánicos son resaltados en el proyecto de investigación.

Otra investigación de interés fue la desarrollada por Asencio, R. (2018) con un trabajo de grado denominado **“Diseño de un sistema automatizado para procesos electro neumáticos de lógica cableada”** para optar por el título de ingeniero mecánico eléctrico en la universidad José Carlos Mariátegui ubicada en Moquegua Perú. Donde hace énfasis en las ventajas y desventajas de la tecnología neumática, así como análisis y cálculos sobre la selección de cilindros neumáticos, que aportan conocimientos para la elaboración de la investigación en cuanto a la manera de automatizar un proceso. Este trabajo de investigación contribuyó sirviendo como guía metodológica y mejorando el enfoque sobre el sistema de la empresa.

Por último se presenta la investigación desarrollada por Morena, M. (2018) titulada **“Diseño de una mesa elevadora para un sistema de transporte terrestre en las líneas de ensamble aeronáutico”** para optar por el título de ingeniera mecánica en la universidad tecnológica de Pereira ubicada en Pereira Colombia, dicho trabajo inicia con una investigación que permite observar los parámetro de selección de un sistema de elevación que garantice una adecuada adaptación a los diferentes componentes a transportar, el presente proyecto aportó ideas en cuanto al análisis de criterios usados para los métodos de selección del sistema elevador. Esta propuesta fue fundamental para el desarrollo ya que se trabajan las mismas condiciones y se busca elaborar un diseño similar.

3.2. Bases Teóricas

Las bases teóricas permiten desarrollar las variables o tópicos que se abordan en el proyecto de investigación, de acuerdo a esto señala Arias (2006). Las bases teóricas están formadas por: “un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado”.

3.2.1 Neumática

La neumática es la tecnología que emplea un gas (normalmente aire comprimido) como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos y/o máquinas. Mientras que en la hidráulica son los fluidos (líquidos) los que se utilizan para la transmisión de potencia en la neumática es el aire comprimido. Los sistemas de aire comprimido se utilizan para convertir la energía del aire comprimido en energía mecánica. Los procesos consisten en incrementar la presión de aire y a través de la energía acumulada sobre los elementos del circuito neumático para efectuar un trabajo útil. Los circuitos neumáticos son instalaciones que se emplean para generar, transmitir y transformar fuerzas y movimientos por medio del aire comprimido.

Un circuito neumático está formado por los siguientes elementos:

- El generador de aire comprimido, que es el dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión necesaria para que funcione la instalación.
- Las tuberías y los conductos, a través de los que circula el aire comprimido.
- Los actuadores, como los cilindros y los motores: que son los encargados de convertir los tubos en émbolos y moverlos para accionar el circuito.
- Los elementos de control, como las válvulas distribuidoras. Las válvulas abren o cierran el paso del aire.
- Los tornillos eléctricos de clase David Masoliver sirven para las puertas de los medios de transportes.

3.2.1.1 Compresor neumático.

Es el dispositivo encargado de generar el aire comprimido. Los compresores son motores eléctricos o de combustión que aspiran el aire de la atmósfera y lo comprimen hasta alcanzar la presión de funcionamiento requerida por la instalación. Según el tipo de movimiento del motor, los compresores neumáticos se dividen en dos categorías: alternativos o rotativos.

3.2.1.2 Depósito o acumulador

La mayoría de los compresores incluyen un depósito o tanque que actúa como acumulador. El aire comprimido generado por el compresor se almacena en el depósito, para evitar que el compresor tenga que estar siempre trabajando. El compresor sólo se vuelve a poner en marcha cuando la presión en el depósito sea baja (ahorrando así la gasolina o electricidad necesarias para mover el motor del compresor).

3.2.1.3 Motor eléctrico

Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor. Suministra la energía mecánica al compresor.

3.2.1.4 Aire comprimido

Se refiere a una aplicación de técnicas que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no solo se comprime, sino que también desaparece la humedad y se filtra. Este es muy común en la industria, tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

3.2.1.5 Red de distribución del aire.

Es el conjunto de conductos que distribuyen el aire comprimido a toda la instalación. Las conducciones principales suelen ser tuberías metálicas, mientras que para las derivaciones finales hacia los actuadores se usan tubos plásticos de polietileno o mangueras de goma.

3.2.1.6 Unidad de mantenimiento.

Antes ser inyectado en el circuito, el aire es acondicionado por la unidad de mantenimiento para proteger las válvulas y actuadores hacia los que el aire se dirige. Esta preparación del aire la ejecutan los 3 elementos de los que consta la unidad: (a) Filtro: elimina la humedad y partículas de polvo contenidas en el aire. Incluye una llave de purga para desalojar los líquidos condensados. (b) Regulador de presión (con manómetro): mantiene la presión constante, para evitar fluctuaciones que pongan en riesgo el funcionamiento de la instalación. (c) Lubricador: inyecta aceite lubricante en el aire comprimido para evitar oxidaciones y corrosión en los elementos neumáticos, y para engrasar las partes móviles del circuito.

3.2.1.7 Bombas de vacío

La bomba de vacío tiene un funcionamiento muy parecido al de una bomba de agua, sólo que, en vez de sacar agua, genera un vacío dentro del circuito al extraer la humedad y el aire, es decir, el funcionamiento de una bomba de vacío se caracteriza por su velocidad de bombeo y la cantidad de gas evacuado por unidad de tiempo.

3.2.1.8 Válvula distribuidora.

Las válvulas distribuidoras permiten activar o parar un circuito neumático. Su función es dirigir adecuadamente el aire comprimido para que tenga lugar el avance y el retroceso de los cilindros. Por tanto, las válvulas se pueden ver como los interruptores o conmutadores de los circuitos neumáticos.

3.2.1.9 Actuador neumático.

Los mecanismos neumáticos, que permiten desarrollar los trabajos a alta velocidad, eficiencia y a bajo costo. En ese sentido, los actuadores neumáticos son los que realizan directamente el trabajo y están clasificados en dos grandes grupos de acuerdo a su función: Actuadores lineales y actuadores rotativos que permiten realizar movimientos rotativos, lineales y giratorios. Cabe anotar que el término actuador aplica para todos aquellos dispositivos que cumplen la función de trabajo en los circuitos neumáticos; entre ellos destacamos los cilindros y motores neumáticos.

3.2.1.10 Cilindros neumáticos

Transforman la energía potencial del aire comprimido (presión) en energía mecánica lineal (movimientos de avance y retroceso). Son actuadores compuestos por un tubo cilíndrico hueco. La presión del aire comprimido introducido en el interior del cilindro desplaza un émbolo móvil, que está conectado a un eje (vástago). Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

- Cilindros de simple efecto, con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
- Cilindros de doble efecto, con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso.

3.2.1.11 Mecánica de un Cilindro

El cilindro de émbolo se compone de: Tubo, tapa posterior y tapa anterior con cojinete y aro rascador, además de piezas de unión y juntas. Cuando el cilindro ha de realizar trabajos pesados, el tubo, se fabrica en la mayoría de los casos de tubo de acero embutido sin costura. Para prolongar la duración de las juntas, la superficie interior del tubo debe someterse a un mecanizado de precisión (bruñido). Hoy en

día, donde la mayoría de las aplicaciones requieren esfuerzos débiles, se suelen construir en aluminio. Estas ejecuciones especiales se emplean cuando los cilindros no se accionan con frecuencia o para protegerlos de influencias corrosivas. También para la captación de finales de carrera magnéticamente.

El diámetro del émbolo establece la fuerza que puede realizar el cilindro neumático. Inicialmente tendremos en cuenta la fórmula:

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

- P = Presión en N/cm^2
- F = Fuerza en Newton
- A = Superficie del émbolo en cm^2

De la fórmula (3.1) despejaremos fuerza.

$$F \text{ teorica} = P * A \quad (\text{Ec.2})$$

En la práctica es necesario conocer la fuerza real, para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 kPa/4 a 6 bares) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada.

Para el avance:

$$F_n = A * (P - Fr) \quad (\text{Ec.3})$$

Dónde:

- F_n = Fuerza efectiva o real del émbolo
- A' = Área útil del émbolo

$$A = \frac{D^2 * \pi}{4} \quad (\text{Ec.4})$$

- D= diámetro del embolo
- P= presión de trabajo
- Fr= fuerza de rozamiento (3*20% de la fuerza teoría)

Para el retorno:

$$Fn = A' * (P - Fr) \quad (\text{Ec.5})$$

Dónde:

- Fn= fuerza real o efectiva del embolo
- A'= área util del embolo

$$Fn = A' * \quad (\text{Ec.5})$$

$$A' = \left((D^2 - d^2) * \frac{\pi}{4} \right) \quad (\text{Ec.6})$$

- D=diámetro del embolo
- d= diámetro del vástago
- P= presión de trabajo
- Fr= fuerza de rozamiento (3-20% fuerza teórica)

3.2.1.12 Cilindros de doble efecto

Los cilindros de doble efecto no cuentan con un resorte para volver a su posición de equilibrio, así su fuerza no disminuye en la carrera de avance, pero sí en su carrera de retroceso, debido a la disminución del área del émbolo por la existencia del vástago.

Las expresiones matemáticas correspondientes son:

$$F(\text{avance}) = P * \frac{\pi * D^2}{40} \quad (\text{Ec.7})$$

$$F(\text{retroceso}) = P * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{40} \quad (\text{Ec.8})$$

Nota: normalmente la presión que se maneja a nivel industrial es de 6 bar

En el cuadro 3 se puede observar, para varios tamaños de cilindros, la fuerza de empuje y la fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso,

Cuadro 3: Fuerza de empuje y fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso

Fuerza de empuje actuando el aire en toda el área del pistón						Fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso					
Diámetro del cilindro (mm)	Área del pistón (mm ²)	Fuerza de empuje en Newton a varias presiones (bar)				Diámetro vástago del pistón (mm)	Área del vástago del pistón (mm ²)	Fuerza de retroceso a varias presiones (Newton)			
		1,0	5,0	7,0	10,0			1,0	5,0	7,0	10,0
6	28	2,8	14,1	19,8	28,3	4	13	1,3	6,3	8,8	12,6
8	50	5,0	25,1	35,2	50,2	6	28	2,8	14,1	19,8	28,3
10	79	7,9	39,3	55,0	78,5	8	50	5,0	25,1	35,2	50,2
12	113	11,3	56,5	79,1	113,0	10	79	7,9	39,3	55,0	78,5
14	154	15,4	76,9	107,7	153,9	12	113	11,3	56,5	79,1	113,0
16	201	20,1	100,5	140,7	201,0	16	201	20,1	100,5	140,7	201,0
20	314	31,4	157,0	219,8	314,0	20	314	31,4	157,0	219,8	314,0
25	491	49,1	245,3	343,4	490,6	25	491	49,1	245,3	343,4	490,6
32	804	80,4	401,9	562,7	803,8	32	804	80,4	401,9	562,7	803,8
40	1.257	125,6	628,0	879,2	1.256,0	40	1.257	125,6	628,0	879,2	1.256,0
50	1.963	196,3	981,3	1.373,8	1.962,5						
63	3.117	311,6	1.557,8	2.181,0	3.115,7						
80	5.027	502,4	2.512,0	3.516,8	5.024,0						
100	7.854	785,0	3.925,0	5.495,0	7.850,0						
125	12.272	1.226,6	6.132,8	8.585,9	12.265,6						
160	20.106	2.009,6	10.048,0	14.067,2	20.096,0						
200	31.416	3.140,0	15.700,0	21.980,0	31.400,0						

Fuente: Neumática e hidráulica creus sole (2012)

En el gráfico de la figura 14 puede verse el diagrama presión- fuerza de cilindros neumáticos.

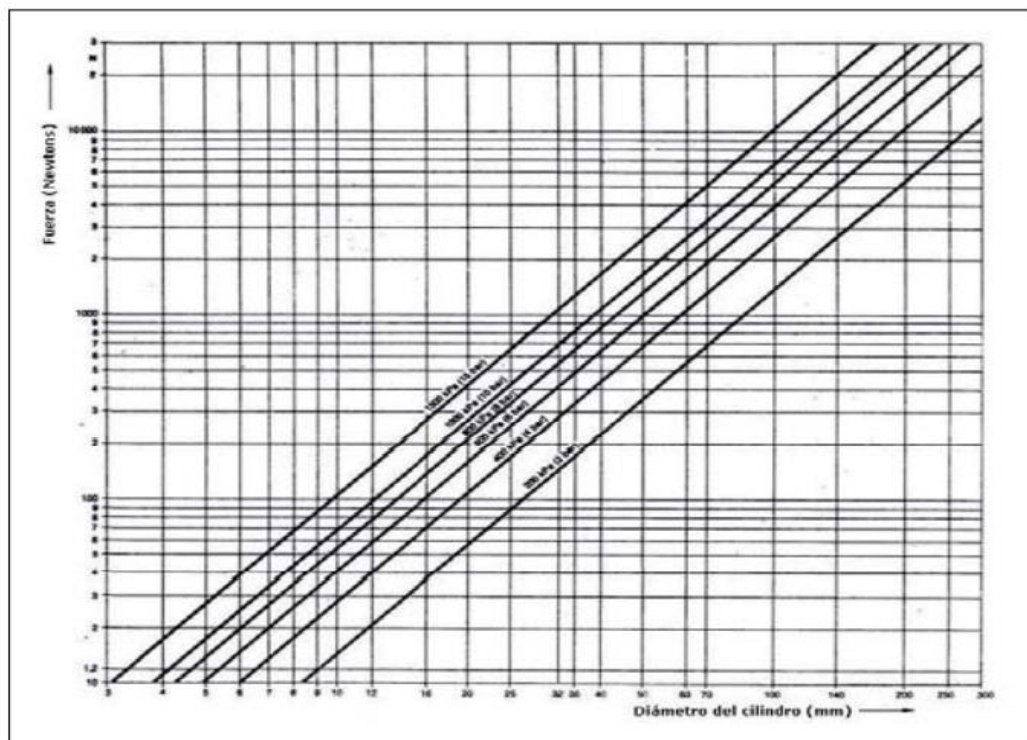


Figura 14: Grafico fuerza-dímetro del cilindro

Fuente: monografias.com – actuadores neumáticos

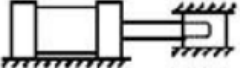
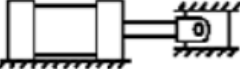


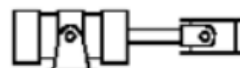

3.2.1.13 Fuerza de carga de un cilindro

La carga depende de las formas de montaje del cilindro que son básicamente tres:

- Grupo 1 – Montaje fijo que absorbe la fuerza del cilindro en la línea central. Es el mejor sistema ya que las fuerzas sobre el vástago están equilibradas y los elementos de fijación (tornillos, ...) sólo están sometidos a una simple tensión o cizalladura. La fijación del cilindro puede ser del tipo de espárragos o de brida.

- Grupo 2 – El montaje absorbe la fuerza del cilindro en la línea central y permite el movimiento en un plano. Se emplean cuando la máquina donde están montados se mueve siguiendo una línea curva.
- Grupo 3 – El montaje no absorbe la fuerza del cilindro en la línea central y el plano de las superficies de montaje no coincide con dicha línea por lo que, al aplicar la fuerza, se produce un momento de giro que tiende a hacer girar el cilindro alrededor de los pernos de montaje.

Cuadro 4: Factor de montaje

Tipos de montaje	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
Grupos 1 o 3 - Los cilindros de gran longitud de carrera deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y en el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de carreras muy largas	Fijo y guiado rígido	I 	0,5
	Pivote y guiado rígido	II 	0,7
	Soporte sin guiado rígido	III 	2
Grupo 2	Pivote y guiado rígido	IV 	1
	Pivote y guiado rígido	V 	1,5
	Pivote y guiado rígido	VI 	2

Fuente: Parker Hannifin Corporation

La selección del vástago del pistón depende del tipo de montaje del cilindro y de la conexión del extremo del vástago. Existe el riesgo de pandeo del vástago, tal como se ve en el cuadro 4.

La longitud básica del vástago se calcula mediante la expresión:

$$\text{Longitud básica} = \text{Carrera actual} * \text{Factor de pandeo} \quad (\text{Ec.9})$$

3.2.1.14 Longitud de Carrera

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta

económico por el elevado consumo de aire y precio de los actuadores. Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía, es demasiado grande; para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes, deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera, la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago. Otra solución la aportan los cilindros de vástago guiado, mucho más resistentes a los esfuerzos mecánicos. Cabe señalar que cuanto mayores sean los momentos de giro que se presentan en el cilindro, debidos al tipo de montaje, mayor es el factor de pandeo, y mayor es la longitud básica, con lo que, ante un esfuerzo de trabajo determinado, la sección del vástago del pistón debe ser mayor para que el vástago no pueda curvarse por el esfuerzo sobre el cilindro.

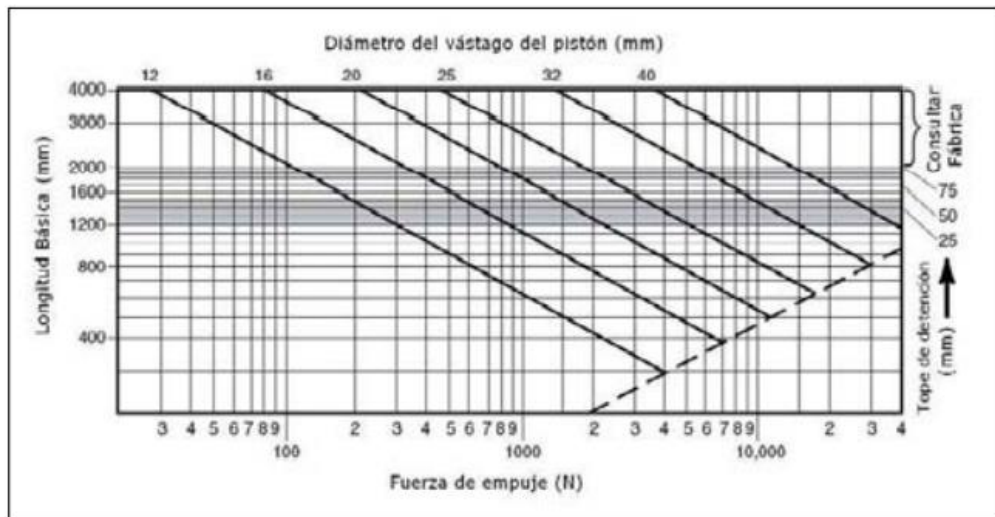


Figura 15: Grafico longitud básica del vástago

Fuente: Parker Hannifin Corporation

3.2.1.15 Cálculo del Consumo de Aire de los Cilindros Neumáticos

El consumo de aire de los cilindros neumáticos determina las dimensiones de las válvulas de mando, tubo plástico flexible, velocidades de trabajo y las dimensiones del propio compresor. Este consumo se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de aire} = \frac{\text{Relación de compresión} * \text{área pistón} * \text{carrera} *}{\text{Ciclos/minuto}} \quad (\text{Ec.10})$$

La relación de compresión referida al nivel del mar está dada por:

$$\frac{0.987 + P(\text{bar})}{0.987}$$

El volumen de aire requerido para una carrera del pistón expresado en cm^3 es:

$$V(\text{dm}^3) = \frac{\pi}{4} * \frac{D^2(\text{mm}^2)}{10000} * \frac{l}{100} = \frac{\pi * l * D^2}{4000000} \quad (\text{Ec.11})$$

El consumo de aire en condiciones normales de presión y temperatura en un cilindro de simple efecto es:

$$Q = \frac{0.987 + P(\text{bar})}{0.987} * \frac{\pi * D^2 * l}{4000000} * n \quad (\text{Ec.12})$$

Siendo:

- Q = Consumo total de aire en [dm³/min].
- D = Diámetro cilindro [mm].
- l = Carrera en [mm].
- n = Ciclos por minuto.

3.2.1.16 Velocidad del émbolo

Algunos elementos que influyen en la velocidad son, la presión del aire, la longitud de la tubería, la sección entre los elementos de mando y de trabajo; y el caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera. Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula antiretorno y de estrangulación y

produce una reducción de la velocidad. La velocidad media del émbolo en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 m/s. Con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s. La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, antiretorno y de estrangulación, y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

3.2.1.17 Tubo Venturi

Cuando un fluido que circula por el interior de un conducto cerrado pasa por un estrechamiento de dicho conducto, su velocidad aumenta y su presión disminuye. El fenómeno es conocido como efecto Venturi, por ser este el nombre del físico italiano que verificó su existencia. A partir del conocimiento del efecto descrito por Venturi se desarrolló el tubo del mismo nombre, que es un aparato que permite medir la velocidad y el caudal de un fluido partiendo de la diferencia de presiones entre dos puntos del conducto.

3.2.1.18 Vacío

El vacío es una presión menor a la presión atmosférica que nos rodea. Un sistema de vacío, es un sistema cerrado a la presión del aire reducido a un nivel pequeño referente a la presión atmosférica. Juntos, al atmosférico y la presión de vacío crea un diferencial que tiene la capacidad de generar un trabajo.

La presión disponible para las aplicaciones de vacío puede variar y puede depender de las condiciones atmosféricas al punto de funcionamiento. A nivel del mar la presión atmosférica disponible es generalmente 14.7 PSIA

$$1atm = 76cmHg = 14.7 \frac{lb}{in^2} = 760torr = 2116 \frac{lb}{ft^2} = 101300 \frac{N}{m^2} \quad (Ec.13)$$

Al incrementar la actitud sobre el nivel del mar, la presión atmosférica disminuye y realiza una fuerza de trabajo disponible para las aplicaciones de vacío

3.2.1.19 Válvula de vacío

Las válvulas de vacío basadas en el principio del tubo Venturi estas son conectadas a un compresor que inyecta un caudal de aire a alta presión, este flujo

de aire es enviado hacia una tobera convergente que acelera y comprime el flujo, de tal manera que al comprimirlo debido a la acción la aceleración este crea una succión debido a su cambio de densidad.

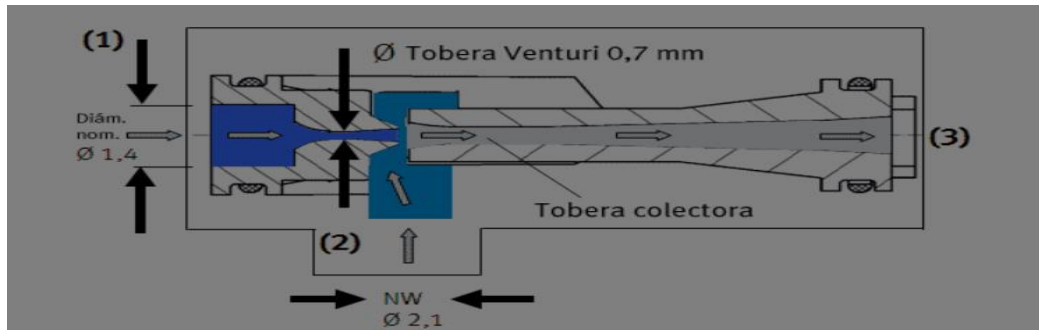


Figura 16: Tobera Venturi

Fuente: manual FESTO

3.2.1.20 Soplador regenerativo

Los sopladores regenerativos son turbo-maquinas que mueven el aire usando un desplazamiento no positivo. Dejan pasar una cantidad de aire por una cuchilla y luego hacia adelante utilizando otra cuchilla. Este proceso es distinto al de las máquinas que utilizan un desplazamiento positivo que funciona atrapando el aire y lo obliga a moverse.

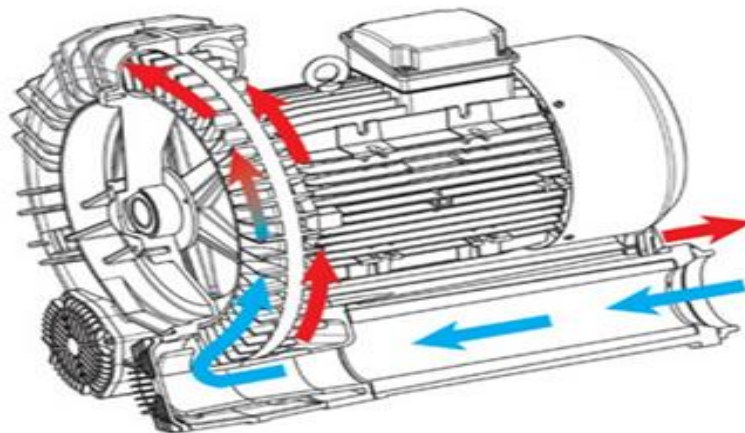


Figura 17: Principio de los sopladores regenerativos

Fuente: Catalogo FPZ

3.2.2 Leyes de newton cinemática

La cinemática es una parte de la mecánica que trata del movimiento en sus condiciones de espacio y tiempo, sin tener en cuenta las causas que lo producen.

$$x: v_0 * t + \frac{at^2}{2} \quad (\text{Ec.14})$$

Donde

- v_0 : velocidad inicial (m/s)
- t : tiempo (s)
- a : aceleración kg.m/ s^2
- x : recorrido (m)

3.2.2.1 Leyes de newton Dinámica

$$\sum F = ma \quad (\text{Ec.15})$$

Donde

- F : fuerzas
- m : masa
- a : aceleración

3.2.2.2 Deducción de las leyes de newton para el desplazamiento de ventosas

El cálculo para el sistema de succión por ventosas establece 3 posibles casos de manipulación.

Primer caso desplazamiento vertical

El primer caso establece una succión del material en un estado horizontal, a este material se le aplica una fuerza vertical para realizar un trabajo y posteriormente un desplazamiento, este es el caso más favorable debido a que no existen fuerzas de roce en la superficie del material.

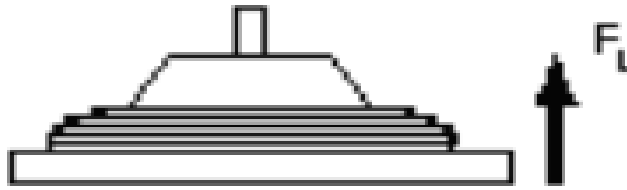


Figura 18: Fuerza de desplazamiento en ventosa de succión caso 1

Fuente: Manual FESTO

La fuerza necesaria para poder desplazar el material verticalmente es denominada F_L , basándonos en la segunda ley de Newton y realizando un diagrama de cuerpo libre en el material de trabajo y por ende una sumatoria de fuerzas en el eje Y se obtiene que F_L es:

$$F_L: m * (g * a) \quad (\text{Ec.16})$$

- m : masa (kilogramos)
- g : gravedad kg.m/ s^2
- a : recorrido (metros)

Segundo caso desplazamiento horizontal

El segundo caso de desplazamiento es un caso menos favorable, en este caso surge una fuerza que se opone al movimiento en la dirección del eje X utilizando el sistema de coordenadas cartesianas.

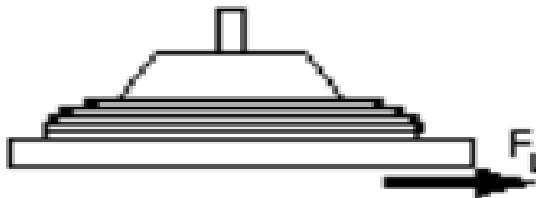


Figura 19: Fuerza de desplazamiento en ventosa de succión, caso 2

Fuente: Manual FESTO

Realizando un diagrama de cuerpo libre y una sumatoria de fuerzas en el eje X basándonos en la segunda ley de Newton se establece que la fuerza FL para desplazar el material de manera horizontal es:

$$FL: m * \left(g + \frac{a}{\mu}\right) \quad (\text{Ec.17})$$

Donde

- m: masa (kilogramos)
- g: gravedad kg.m/ s^2
- a: aceleración kg.m/ s^2
- μ : coeficiente de roce entre 0.1 y 0.6

Tercer caso desplazamiento vertical succión horizontal

El tercer caso es el caso menos favorable, la fuerza de roce que se opone al movimiento es incrementada por la fuerza producida por el peso. En esta modalidad la pieza de trabajo se encuentra en una posición vertical con una succión horizontal.

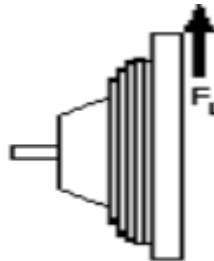


Figura 20: Fuerza de desplazamiento en ventosa de succión, caso 3

Fuente: Manual FESTO

$$FL: \frac{m}{\mu} * (g + a) \quad (\text{Ec.18})$$

Donde

- m: masa (kilogramos)
- g: gravedad kg.m/ s^2
- a: aceleración kg.m/ s^2

- μ : coeficiente de roce entre 0.1 y 0.6

3.2.2.3 Metodología para la selección de ventosas en sistemas de succión

El manual FESTO para la selección de válvulas expresa una serie de características a tomar en cuenta con respecto al método de selección de ventosas para sistemas de succión los cuales son:

a) Superficies porosas

Para recoger una pieza permeable, como el papel, seleccione una ventosa de pequeño diámetro con capacidad suficiente para elevar la pieza. Dado que una gran fuga de aire podría reducir la fuerza de succión de la ventosa, es posible que se tenga que incrementar la capacidad del generador de vacío o que se tenga que ampliar el área de conductancia del paso de conexión.

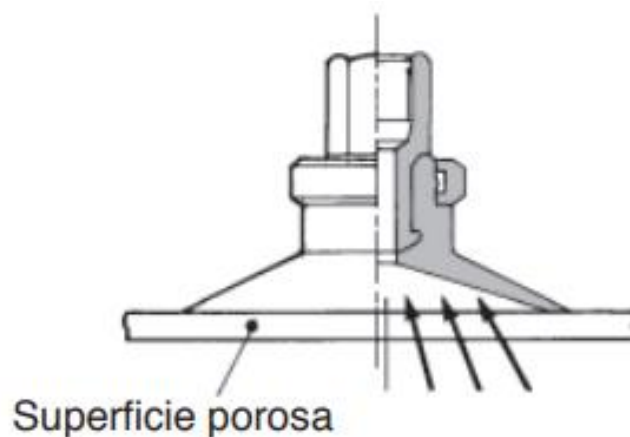


Figura 21: Succión en superficies porosas

Fuente: Manual FESTO

Los materiales de trabajo poseen un alto nivel de porosidad por lo general tienden a producir fugas en lo largo del perímetro de la ventosa, esto debido a la irregularidad de su superficie, para estos casos es recordable utilizar ventosas.

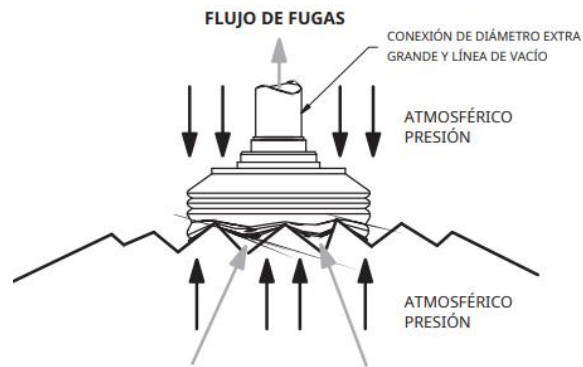


Figura 22: Fugas en superficies porosas

Fuente: Manual FESTO

b) Láminas planas

Cuando se suspende una pieza de amplia superficie (por ejemplo, una hoja de papel, cristal, vidrio o láminas de vidrio), este puede adquirir un movimiento ondulatorio si se aplica una gran fuerza debido a la presión del viento o a un impacto. Por ello es necesario asegurar la correcta colocación y tamaño de las ventosas.

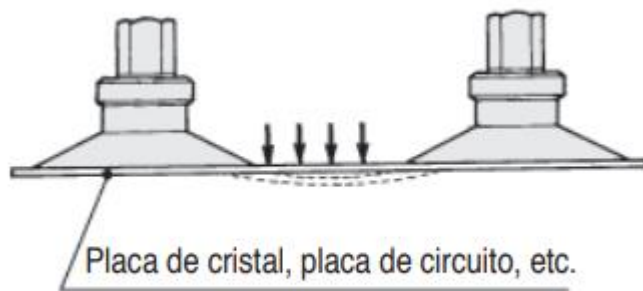


Figura 23: Succión en láminas planas

Fuente: Manual FESTO

c) Piezas flexibles

Si se recoge una pieza flexible (por ejemplo, de vinilo, papel o una lámina fina), la presión de vacío podría hacer que la pieza se deforme o arrugue. En tal caso, será necesario utilizar una ventosa pequeña o nervada, así como reducir la presión de vacío.

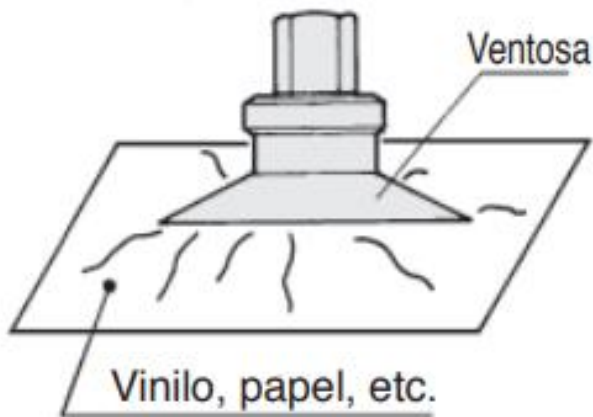


Figura 24: Succión en piezas flexibles

Fuente: Manual FESTO

d) Impacto contra ventosa

Al trasladar la ventosa hasta la pieza de trabajo, evite impactos o grandes fuerzas, ya que podrían provocar una deformación prematura, escisión o desgaste de la ventosa. Por ello, la ventosa debe presionarse contra la pieza de trabajo hasta el punto en que su parte de falda se deforme o su parte nervada toque ligeramente la pieza de trabajo.



Figura 25: Impacto en ventosas

Fuente: Manual FESTO

e) Succión en zonas irregulares

En el caso de succión en superficies irregulares es necesario seleccionar una ventosa con un diseño que mejor se adapte a la geometría de la pieza de trabajo, por lo general para este caso suelen escogerse ventosas con una geometría ovalada o en U.

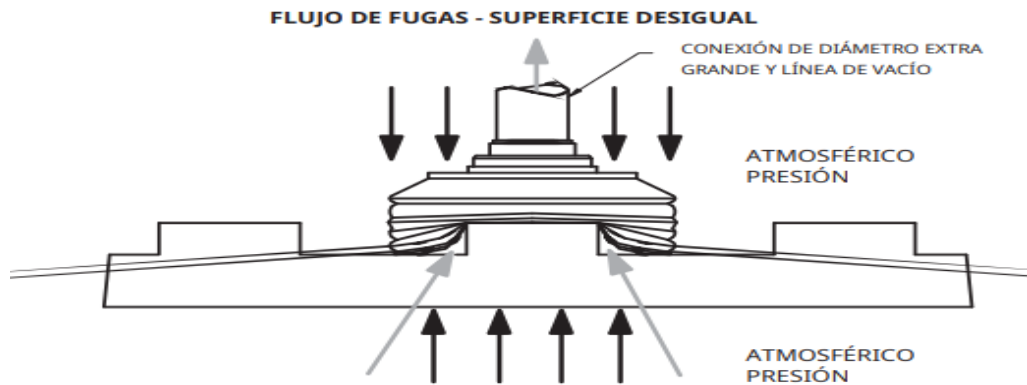


Figura 26: Succión en zonas irregulares

Fuente: Manual FESTO

f) Selección del número de ventosas

El criterio de selección para un número N de ventosas depende tanto de la geometría de la pieza de trabajo como del peso del mismo, para piezas de trabajo de geometría irregular y de bajo peso es más recomendable utilizar un número N de ventosas mayor a 1.

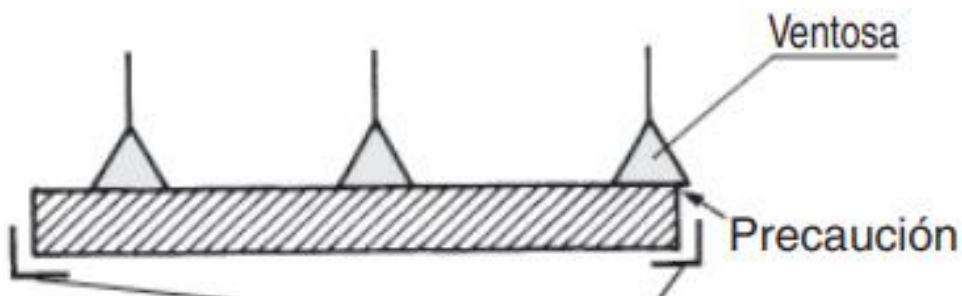


Figura 27: Succión con un número N de ventosas mayor a 1

Fuente: Manual FESTO

Cabe destacar que el proceso de para determinar la fuerza necesaria para el desplazamiento del material de trabajo será dividido entre un número N de ventosas:

$$FL = \frac{FL}{N} \quad (\text{Ec.19})$$

Donde

- FL=fuerza de desplazamiento
- N=número de ventosas

g) Caudal desplazado en la operación de vacío

Según el manual para sistemas de vacío FESTO el caudal desplazado es:

$$Q = \frac{Vol}{t} * \ln\left(\frac{p1}{p2}\right) * S \quad (\text{Ec.20})$$

Donde

- t= tiempo
- Vol=volumen evacuado
- Q=capacidad de flujo de vacío
- p1=presión inicial
- p2=presión final
- S=factor de servicio

3.2.3 Esfuerzos de elementos sometidos a tensión

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.21})$$

Donde:

- F= fuerza que actúa en el elemento de trabajo
- A=área de sección transversal en donde se aplica la fuerza

3.2.3.1 Carga crítica para la teoría de piezas largas sometidas a compresión de EULER

$$P_{cr} = \frac{c * \pi^2 * E * I}{h^2} \quad (\text{Ec.22})$$

Donde

- C=factor de fijación de extremos
- E= módulo de elasticidad del material
- I=momento de inercia
- h=altura de la columna

3.2.3.2 Momento de inercia para secciones circulares

$$I = \frac{\pi * d^4}{64} \quad (\text{Ec.23})$$

Donde

- d= diámetro de la pieza

3.2.3.3 radio de giro para secciones circulares

$$R = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (\text{Ec.24})$$

Donde

- I=momento de inercia sección circular
- A=área de la sección circular

3.2.3.4 Punto límite del coeficiente de esbeltez

$$\frac{h}{R}(\text{limite}) = \frac{h}{R} \quad (\text{Ec.25})$$

Donde

- h= altura de la pieza
- R=radio de giro de la sección circular

3.2.3.5 Teoría de piezas intermedias sometidas a tensión de johnson

$$\frac{P_{cr}}{A} = sy * c - \left(\frac{sy}{2 * \pi}\right)^2 * \frac{1}{h * E} * \left(\frac{h}{R}\right)^2 \quad (\text{Ec.26})$$

Donde

- Pcr=carga critica
- A= área de la sección circular
- Sy=esfuerzo de fluencia del material de trabajo
- C= factor de fijación de extremos
- h=altura de la pieza
- E=módulo de elasticidad de pieza
- R=radio de giro de la sección circular

3.2.3.6 Punto de tangencia del coeficiente de esbeltez para las ecuaciones de EULER y Johnson

$$\frac{h}{R} = \pi * \sqrt{\frac{2 * c * E}{sy}} \quad (\text{Ec.27})$$

Donde

- C= factor de fijación de extremos
- E=módulo de elasticidad de pieza
- Sy=esfuerzo de fluencia del material de trabajo

Ley del gas ideal

$$P = \frac{n * R * t}{V} \quad (\text{Ec.21})$$

Donde:

- P= presión

- n= número de moles
- R= constante universal de los gases
- t= temperatura (grados kelvin)

3.2.4 Mecánica de fluidos

Para estudiar los problemas de la resistencia al flujo resulta necesario volver a la clasificación inicial de los flujos y considerar las grandes diferencias de su comportamiento entre los flujos laminar y turbulento. Reynolds (1883) en base a sus experimentos fue el primero que propuso el criterio para distinguir ambos tipos de flujo mediante el número que lleva su nombre, el cual permite evaluar la preponderancia de las fuerzas viscosas sobre las de inercia (Sotelo, 2009). En el caso de un conducto cilíndrico a presión, el número de Reynolds se define así:

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{Ec.22})$$

Donde

- V: velocidad media
- D: diámetro del conducto
- ν : viscosidad cinemática del fluido.

Reynolds encontró que en un tubo el flujo laminar se vuelve inestable cuando Re ha rebasado un valor crítico, para tornarse después en turbulento. De acuerdo con diferentes investigadores el número crítico de Reynolds adquiere valores muy distintos que van desde 2,000 (determinado por el mismo Reynolds) hasta 40,000 (calculado por Eckman). De ello se deduce que dicho valor depende en mucho de los disturbios iniciales y define además un cierto límite, abajo del cual éstos se amortiguan, estabilizando al flujo laminar.

Es interesante observar que, tanto el flujo laminar como el turbulento. Resultan propiamente de la viscosidad del fluido por lo que en ausencia de la misma no habría distinción entre ambos. Para aplicaciones prácticas en tuberías, si el $Re \geq 4,000$, el flujo será turbulento, en tanto que si el $Re \leq 2,000$, el flujo será laminar. En el rango entre 2,000 y 4,000 es imposible predecir qué flujo existe y a esta zona

se le llama Zona Crítica. En la práctica, no obstante, los flujos tienden a ser o laminares o turbulentos y en el caso en que el flujo se encuentre dentro de la Zona Crítica, usualmente se le cambia la velocidad del gasto o el diámetro de la tubería con el fin de poder realizar análisis más precisos. Cuando la superficie de la pared de un conducto se amplifica, observamos que está formada por irregularidades o asperezas de diferentes alturas y con distribución irregular o aleatoria. Dicha característica es difícil de definir científicamente pues depende de factores como la altura media ϵ de las asperezas (rugosidad absoluta), como un promedio obtenido del resultado de un cálculo con las características del flujo, más no propiamente por el obtenido como la media de las alturas determinadas físicamente de la pared, en cada conducción. Es más importante la relación que la rugosidad absoluta guarda con el diámetro del tubo, esto es la relación ϵ/D que se conoce como rugosidad relativa.

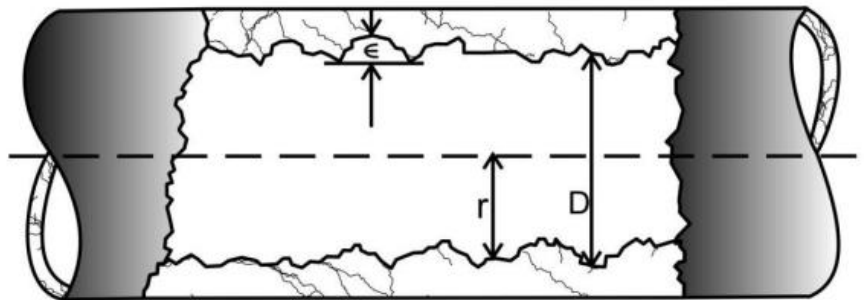


Figura 28: Rugosidad de la pared interna de un tubo

Fuente: Sotelo, G., 2002. Hidráulica de Canales. Primera Edición ed. Ciudad de México

3.2.5 Ecuación de Navier-Stokes para mecánica de fluidos

Las ecuaciones de Navier-Stokes fueron modeladas inicialmente por M. Navier [38] en 1827 y por S. D. Poisson en 1831, envolviendo consideraciones de fuerzas intermoleculares. Más tarde, las mismas ecuaciones fueron planteadas sin el uso de estas hipótesis por B. de Saint Venant en 1843 y por G. G. Stokes en 1945. Sus derivaciones fueron estudiadas a partir de las hipótesis de que las tensiones normales y de cizallamiento son funciones lineales de la tasa de deformación, en conformidad con la más antigua ley de viscosidad de Newton. La trascendencia del estudio de estas ecuaciones se refleja al ser consideradas como uno de los problemas del millón (por Mathematics Institute of Cambridge, Massachusetts) al estudiar la

buena colocación del sistema en una región tridimensional, incompresible. Respecto al estudio de las ecuaciones de Navier-Stokes incompresibles, la bibliografía es abundante.

En la literatura sobre las ecuaciones de Navier-Stokes, existen varios resultados para el caso de un fluido incompresible, es decir, un fluido donde el volumen ocupado por una cantidad de partículas no varía con el tiempo. Esta condición se traduce en la siguiente propiedad para el campo de velocidades.

$$\nabla \cdot \mathbf{u} \equiv 0 \quad (\text{Ec.24})$$

Dicha restricción supone una ventaja importante: la presión (comúnmente denotada por la letra p) desaparece en la formulación variaciones del problema, por lo que deja de ser una incógnita. Así, una vez resuelto el sistema (y, por tanto, conocido \mathbf{u}), la presión es recuperada como consecuencia del Lema de Rham. Sin embargo, no ocurrirá lo mismo para el caso compresible. No solo no desaparece p en la formulación variaciones, sino que la ecuación de momentos y la ley de conservación de la masa estarán acopladas.

Sin embargo, existe una expresión de la ecuación de Navier-Stokes destinada al estudio de fluidos compresible que poseen la característica de variar su densidad con respecto a la aceleración, característica que poseen los gases compresibles, como es el caso del aire, el fluido más abundante en el planeta y por ende uno de los que posee estudios más importantes.

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot [\mu(\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T)] + \nabla \cdot [\lambda(\nabla \cdot \mathbf{u}) \mathbf{I}] + \rho \mathbf{g} \quad (\text{Ec.25})$$

Movimiento Laminar y Turbulento

3.2.6 Dinámica de fluidos computacional

Iglesias et al. (2009) definen la Mecánica de Fluidos Computacional, o CFD, como: “una herramienta de simulación que se utiliza para analizar las distribuciones espaciales y temporales de la velocidad y dirección de flujo, presión, temperatura y concentración de diferentes especies”. Es una de las ramas de la mecánica de fluidos

que utiliza métodos numéricos y algoritmos para resolver y analizar problemas sobre el flujo de sustancias mediante simulación por ordenador. Englobada dentro del software CAE (Computer Aided Engineering), se emplea para la simulación del movimiento de los fluidos y, en ocasiones, de otros fenómenos asociados como transferencia de calor, reacciones químicas o, por ejemplo, en los esfuerzos generados cuando interactúan sólidos (Ortiz, 2014). Los paquetes de CFD existentes en el mercado son lo suficientemente potentes y fáciles de utilizar como para que resulte rentable su utilización a nivel industrial. Sus beneficios vienen principalmente de la reducción del número de ensayos experimentales necesarios y del tiempo y coste de desarrollo de un producto o diseño (Neira, 2011). También pueden proporcionar bastante información complementaria del comportamiento detallado, que resulta muy difícil de conocer experimentalmente. Estudio del comportamiento del fluido al paso por válvulas hidráulicas mediante ensayo experimental y modelación CFD, Un valor añadido es su facilidad para generar modelos 3D que incentivan el uso de la ingeniería concurrente y mejoran la eficacia en la presentación de la solución de ingeniería a nivel técnico y comercial. Con la proliferación de programas comerciales, un número creciente de técnicos ha entrado en contacto con estos métodos. Sin embargo, frecuentemente no se conocen bien las características que tiene el CFD, y por ello, los resultados a los que se llegan pueden no ser correctos ni útiles. Por ello, se ha hecho muy importante para el manejo de CFDs la comprensión de las capacidades y limitaciones de este medio de cálculo por ordenador.

3.2.6.1 Utilidades

El software de CFD busca el cálculo detallado del movimiento de los fluidos por medio de la utilización del ordenador para la resolución de las ecuaciones matemáticas que expresan las leyes por las que se rigen. En los resultados de estas técnicas, junto con el movimiento y la presión, pueden obtenerse las variaciones de las propiedades, las fuerzas que ejercen sobre los sólidos adyacentes, los intercambios de energía, etc. (Correa 2011).

En general, son casos en los que resulta necesario entrar en los detalles de la dinámica de fluidos para obtener los resultados que se buscan. La estrategia

utilizada en CFD es la de reemplazar un problema definido sobre un dominio continuo (hipótesis del continuo en Mecánica de Fluidos clásica) por un dominio discreto definido a partir de una malla (Aguilar, 2012). En el continuo, cada variable del flujo (presión, velocidad, temperatura) está definida en todos los puntos del espacio. Sin embargo, en el dominio discreto, cada variable del flujo está definida únicamente en los puntos (nodos) que configuran la malla. A este proceso se le denomina discretización espacial, porque el espacio se “discretiza” (se divide) en un número finito de puntos.

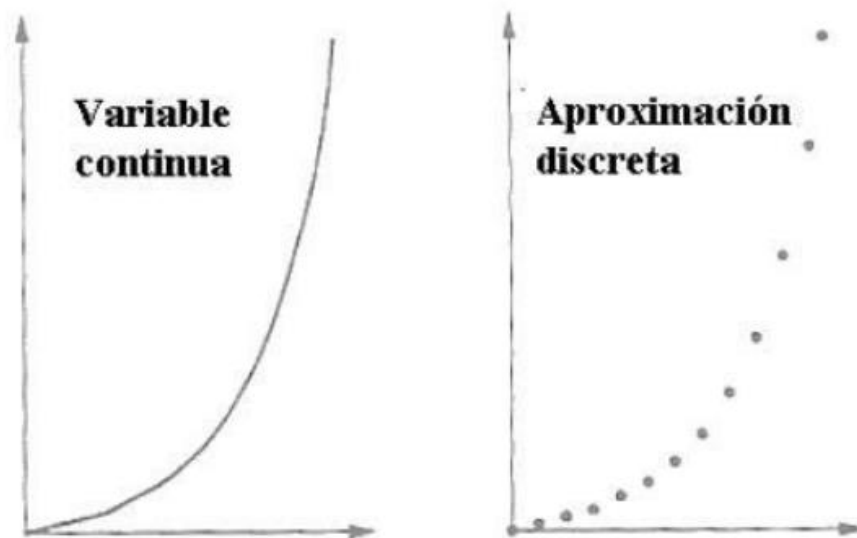


Figura 29: Aproximación Discreta

Fuente: Aguilar (2012)

Las ecuaciones que definen en cualquier punto del espacio la velocidad y presión de un fluido fueron descubiertas hace más de siglo y medio por el ingeniero francés Claude Navier y el matemático irlandés George Stokes. Estas ecuaciones se derivan directamente de las leyes del movimiento de Newton, y son ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

3.2.6.2 Explicación del método

Explicación resumida del método Según Sánchez (2004). El procedimiento básico de un análisis completo de CFD consta de una primera etapa donde se formula el problema y se plantean las ecuaciones que lo gobiernan, definiendo los objetivos e identificando el dominio que va ser modelado. Estudio del

comportamiento del fluido al paso por válvulas hidráulicas mediante ensayo experimental y modelación CFD. En la siguiente etapa (pre-proceso y ejecución del analizador matemático) se procede a la creación de un modelo sólido para representar el dominio y se genera una malla de volúmenes finitos, además se establecen las condiciones de contorno, definen los modelos físicos y las propiedades del dominio. Posteriormente tiene lugar la solución numérica de las ecuaciones que gobiernan el problema.

En la última etapa (post-proceso), los resultados obtenidos de la solución de ecuaciones son examinados y son comparados con otros ya obtenidos anteriormente mediante el análisis de CFD, con resultados experimentales (túnel de viento, técnicas de visualización, etc.) o bien con resultados tabulados existentes en normativas, publicaciones científicas, etc. En esta etapa se ha de considerar la revisión de todo el proceso y la representación gráfica de las variables que gobiernan el flujo, que permite obtener una visión rápida y amena de los resultados obtenidos.

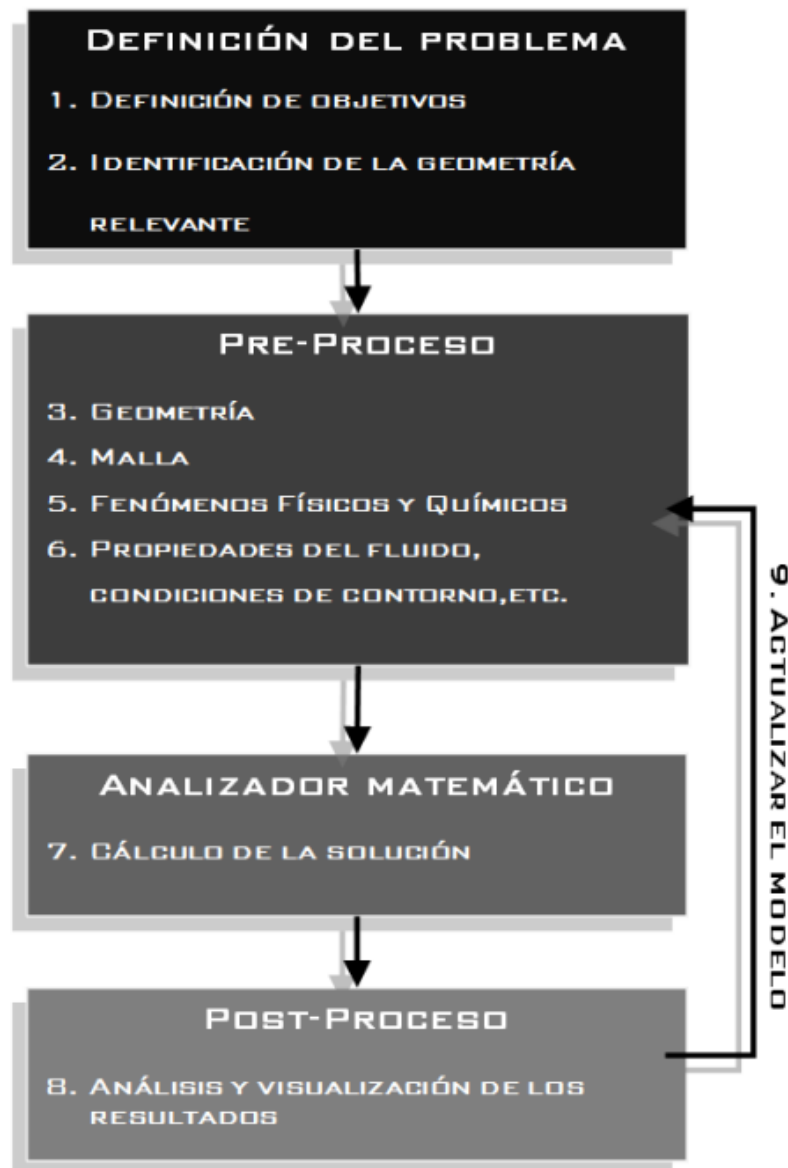


Figura 30: Etapas del proceso CFD

Fuente: Sánchez (2004).

Considérese, por ejemplo, el flujo del aire alrededor de un coche. En teoría, con las ecuaciones de Navier-Stokes, se puede calcular la velocidad y la presión del aire en cualquier punto (en un caso de flujo compresible o en el que haya transferencia de calor, también son variables a considerar la temperatura y la densidad). Esto permite calcular la resistencia aerodinámica, la adherencia al suelo de los alerones o faldones delanteros, la adecuada colocación de las tomas de aire, etc. Junto con las ecuaciones, hay que utilizar las condiciones iniciales y de contorno referentes a las variables y las referentes a la superficie sólida. En este caso, las condiciones

referentes a las variables, vienen definidas por la velocidad del coche y la presión, igual a la atmosférica en los puntos suficientemente alejados. Las condiciones de las superficies sólidas vienen definidas por la forma, expresada matemáticamente en las coordenadas adecuadas. Para resolver las ecuaciones, el programa transformará las ecuaciones diferenciales en ecuaciones algebraicas, y las resolverá únicamente en un número finito de puntos del espacio. Por eso, lo primero que hay que hacer es representar el vehículo o, más bien, su entorno mediante una malla de cálculo; cuanto mayor sea el número de puntos de esta malla, mayor será la precisión y realismo de la simulación y más difícil de generar y resolver. En casos con geometría complicada, esta fase puede ocupar días e incluso semanas.

3.2.6.3 Discretización de las ecuaciones del flujo

Para que un ordenador pueda resolver las ecuaciones que describen el movimiento del fluido, éstas han de ser transformadas en expresiones algebraicas que sólo contengan números, combinados mediante operaciones sencillas, tales como sumar, restar y multiplicar. La transformación de las ecuaciones diferenciales en su análogo numérico, es lo que se llama proceso de discretización numérica. Hay varias técnicas de discretización, dependiendo de los principios en que se basen. Las más usadas son: diferencias finitas, volúmenes finitos, y elementos finitos. Aquí se describirá brevemente el método de los volúmenes finitos, que es el que usa el módulo CFD denominado Flow Simulation que se integra en el software CAD-CAE Solidworks. El análisis CFD con SolidWorks Flow Simulation elimina la complejidad del análisis de flujos.

3.2.6.4 Método de los volúmenes finitos

Este método consiste, fundamentalmente, en convertir las ecuaciones diferenciales en su análogo numérico, mediante una transformación física de las ecuaciones. Por ejemplo, la ecuación de la cantidad de movimiento puede ser considerada como una serie de flujos dentro de un volumen de fluido, junto con un término de fuente que es el gradiente de presiones (Universidad de Oviedo, 2003, citado en Blanco, 2011, p.9). Para mostrar la discretización, se crean volúmenes finitos (particiones del espacio) en la dirección x , y se fija la atención en el volumen n -ésimo por simplicidad. En la figura se puede ver un volumen finito, o celda, típico donde el centro del volumen, punto P , es el punto de referencia en el que se quiere

hallar el análogo numérico de la ecuación diferencial. Los puntos centrales de las celdas vecinas se denominan W y E (celda oeste y celda este). Las caras que delimitan la celda a un lado y a otro se denominan w y e (cara oeste y cara este).

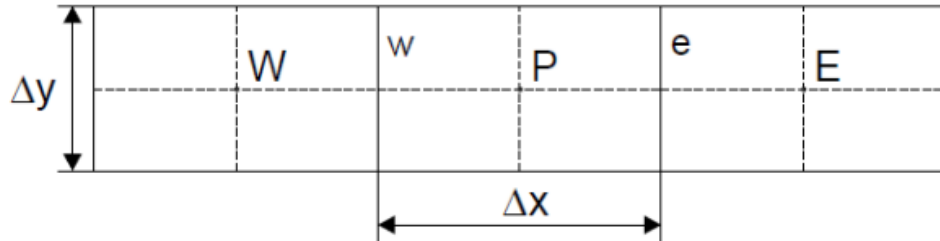


Figura 31: Método de volumen finito

Fuente: Aguilar (2012).

Supóngase que se quiere discretizar la derivada segunda $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$. Hay que hacerlo a partir de las derivadas primeras en las caras que limitan la celda:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \equiv \frac{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_e - \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_w}{x_e - x_w} \quad (\text{Ec.26})$$

Estas derivadas se calculan, a su vez, a partir de los valores de la variable U en los centros de las celdas vecinas:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_e = \frac{u - u_P}{x_E - x_P} \quad (\text{Ec.27})$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_w = \frac{u_P - u_W}{x_P - x_W} \quad (\text{Ec.28})$$

Estas expresiones son utilizadas para implementar las derivadas de las ecuaciones en una celda cualquiera. De esta manera, se puede hallar el análogo numérico de las ecuaciones diferenciales para cada volumen finito, y después resolver el sistema de ecuaciones algebraicas que resulta. De la misma manera,

pueden introducirse las condiciones de contorno, añadiendo términos fuente en las ecuaciones de las celdas correspondientes.

3.2.6.5 Resolución de las ecuaciones discretizadas

Estas expresiones son utilizadas para implementar las derivadas de las ecuaciones en una celda cualquiera. De esta manera, se puede hallar el análogo numérico de las ecuaciones diferenciales para cada volumen finito, y después resolver el sistema de ecuaciones algebraicas que resulta. De la misma manera, pueden introducirse las condiciones de contorno, añadiendo términos fuente en las ecuaciones de las celdas correspondientes.

Una vez discretizadas las ecuaciones diferenciales, lo que se obtiene es un sistema de ecuaciones algebraicas, que se puede escribir en notación matricial de la siguiente manera:

$$A * x = b \quad (\text{Ec.29})$$

A es la matriz del sistema, **b** es la columna de términos independientes, y **x** es el vector incógnito. Para resolver este sistema de ecuaciones, existen dos tipos de métodos: los directos y los iterativos. Los métodos directos consisten en hallar la inversa de la matriz **A**. Normalmente estos métodos parten de la descomposición de la matriz **A** en el producto de dos matrices: **L*U**, una triangular superior y la otra triangular inferior, a partir de lo cual todo es teóricamente muy sencillo. Pero cuando la matriz es un poco grande estos métodos no son rentables, computacionalmente hablando. Los métodos iterativos tratan de hallar la solución partiendo de una solución aproximada y calculando, a partir de ella, una solución más aproximada, acercándose en cada iteración a la solución real. De este tipo son los métodos de Jacobi, Gauss-Seidel, TDMA (algoritmo de la matriz tridiagonal), SIP (procedimiento implícito de Stone), CGM (método del gradiente conjugado), etc.

3.2.6.6 Dependencia del tiempo y no linealidad

Los métodos que se han comentado resuelven sistemas de ecuaciones lineales, con coeficientes constantes, y no se pueden usar directamente para resolver las ecuaciones del flujo, pues no son lineales (hay en ellas productos de variables).

Además, la velocidad y la presión del fluido pueden depender del tiempo, por lo que hay que resolver todo el sistema para cada instante de tiempo. Por tanto, habrá que discretizar el tiempo, como ya se hizo con el resto de variables, y resolver el sistema para cada paso temporal. Para que sea posible emplear los métodos de resolución de sistemas que se han comentado, se linealizan las ecuaciones. Los términos no lineales, como hemos visto, son los productos de las velocidades por sus derivadas. Por ello se discretiza la derivada, y se usa el valor de la velocidad existente en la celda de que se trate:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} \text{ se convierte en } \bar{u} \frac{u_{i+1,j} - u_{i-1,j}}{2\delta x} \quad (\text{Ec.30})$$

Así se puede resolver iterativamente el sistema lineal de ecuaciones. Una vez resuelto, el valor de la velocidad en la celda i,j habrá cambiado, se vuelve a linealizar el sistema con los nuevos valores de las velocidades, y se repite el proceso hasta que se llegue a una solución. Posteriormente, habrá que incrementar el paso temporal, y resolver el sistema para el nuevo instante de tiempo. En el caso de que sea un problema estacionario, este último proceso de cambiar el paso temporal, se omite.

3.2.6.7 Condiciones de contorno

La solución de un problema depende de las condiciones iniciales y de las condiciones de contorno a las que está sometido el fluido. Las condiciones de contorno más habituales que suelen aparecer en los problemas resueltos con CFD son las siguientes (Ballesteros et al. 2003):

- Presión en un determinado contorno: Se puede fijar presión estática o presión total.
- Velocidad en el contorno: Se puede fijar dirección y módulo, o sólo dirección, combinada con la condición de presión. En ocasiones se especifica el caudal en vez de la velocidad.
- Si interviene la ecuación de la energía también hay que concretar condiciones de contorno para la temperatura: valor fijo, flujo de calor.

Imponiendo estas condiciones, se puede simular el comportamiento de los contornos reales de un fluido, tales como paredes, entradas en tuberías, salidas al exterior, etc. Las paredes sólidas son condiciones de contorno especialmente críticas. Esto es debido al comportamiento del fluido en las proximidades de la misma. En las superficies sólidas se genera una capa límite de fluido en la que la velocidad varía rápidamente a medida que nos acercamos a la pared. La simulación directa de la capa límite es extremadamente difícil y requiere unos recursos desproporcionados, por lo que se suelen utilizar modelos específicos.

3.2.7 Tratamiento electroquímico

3.2.7.1 Electrodeposición

La electrodeposición, es un tratamiento electroquímico donde se apegan los cationes metálicos contenidos en una solución acuosa para ser sedimentados sobre un objeto conductor creando una capa. El tratamiento utiliza una corriente eléctrica para reducir sobre la extensión del cátodo los cationes contenidos en una solución acuosa. Al ser reducidos los cationes precipitan sobre la extensión creando una película fina. El espesor dependerá de varios factores.

3.2.8 Determinación de la fuerza de corte

Fórmula para determinar la Fuerza de Corte:

$$F = pl * v * \sigma c \quad (Ec.23)$$

Donde:

- F= fuerza necesaria para realizar el corte (Kg)
- V= volumen del material (mm^3)
- pl= longitud de la línea de corte o perímetro de corte (mm)
- σc = esfuerzo de corte del material (kg/mm^2)

3.3 Bases legales

Villafranca D, 2002 afirma que “Las bases legales no son más que las leyes que sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto”, quiere decir que no son más

que aquellas normas necesarias que permiten respaldar el trabajo de investigación, ya que como lo dice es el sustento legal. Permite informar tanto al investigador como a cualquier otro interesado de los aspectos legales pertinentes al trabajo.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)

Artículo 117: Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen; a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. Ya que se dispone de un producto líder en el mercado, es justo que este tenga bien establecido sus parámetros de calidad, de igual forma que la información que se aporte de este sea totalmente real, ya que puede traer sanciones por publicidad engañosa

3.4 Definición de términos

Caucho: Látex producido por varias moráceas y euforbiáceas intertropicales, que, después de coagulado, es una masa impermeable muy elástica y tiene muchas aplicaciones en la industria. Real Academia Española (RAE; 2014)

Caucho natural: (NR como abreviatura Internacional) es un hidrocarburo de gran importancia que se obtiene del *látex*, producido por varias moráceas y euforbiáceas intertropicales, pero solo se explota comercialmente la *Hevea Brasiliensis*. El *látex* se encuentra en forma de una suspensión coloidal acuosa, de aspecto lechoso, que contiene alrededor de 30% de caucho 65 / 5,000. The Moving Powers of Rubber, Leverkusen, Alemania: LANXESS AG: 20.

Caucho sintético: El caucho sintético es un tipo de elastómero, invariablemente un polímero. Un elastómero es un material con la propiedad mecánica de poder sufrir mucha más deformación elástica bajo estrés que la mayoría de los materiales y aun así regresar a su tamaño previo sin deformación permanente. El caucho sintético sirve como un sustituto del caucho natural en muchos casos, especialmente cuando se requieren propiedades mejoradas de los materiales. 65 / 5,000. The Moving Powers of Rubber, Leverkusen, Alemania: LANXESS AG: 20.

Guillotina: Era una máquina utilizada para aplicar la pena capital por decapitación. Aunque está asociada popularmente con Francia y la Revolución de 1789, durante

la cual ocupó un papel fundamental (especialmente en el periodo del Terror). Se adecuo a la industria ya que permite realizar finos y precisos cortes; en este caso, en las pacas de gomas natural o sintéticas para la alimentación del Banbury en la producción de goma master. Permitiendo la eficacia del proceso ya que permite realizar el corte de grandes cantidades de material en poco tiempo. (RAE; 2014)

Materia prima: Materia que una industria o fabricación necesita para transformarla en un producto. Real Academia Española (RAE; 2014)

Neumático: Pieza de caucho con cámara de aire o sin ella, que se monta sobre la llanta de una rueda. Real Academia Española (RAE; 2014)

Ventosa: La ventosa es el miembro de unión entre la pieza y la instalación de manipulación. Está compuesta por una ventosa (pieza elastomérica) y por una boquilla. La ventosa se utiliza para agarrar y mover una pieza en una instalación o con un robot. Al hacerlo, la ventosa no se adhiere mediante aspiración a la pieza, sino que la presión ambiental (presión atmosférica) presiona la pieza contra la ventosa o la ventosa contra la pieza. Para ello, la presión ambiental debe ser mayor que la presión existente entre la ventosa y la pieza. Esta diferencia de presión se consigue conectando a la ventosa un generador de vacío. El generador de vacío aspira el aire entre la ventosa y la pieza, a lo que también se le llama evacuación del aire. En cuanto la ventosa entra en contacto con la superficie de la pieza y se sella contra la presión ambiental, se genera la depresión necesaria. (SCHMALZ)

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Según revisión bibliográfica para autores como Franco (2011 p.118) el marco metodológico es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos, del mismo modo, Sabino (2008 p. 25) nos dice: “en cuanto a los elementos del marco metodológico que es necesario operacionalizar pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variables” Así mismo señala Arias (2012 p.16) que el marco metodológico es el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas”. Este método se basa en la formulación de hipótesis las cuales pueden ser confirmadas o descartadas por medios de investigaciones relacionadas al problema. Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA Año IV. Vol IV. N°8. Julio – diciembre 2019. Hecho el depósito de Ley: FA2016000010 ISSN: 2542-3088 FUNDACIÓN KOINONIA (F.K). Santa Ana de Coro. Venezuela. Ángel Azuero 113 De la misma manera Tamayo y Tamayo (2012 p.37) define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteado.

4.1 Tipo de Investigación

“El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios” afirman Palella & Martins (2012)”; se describe todo el proceso en el cual se ubica el estudio, en este punto cada investigador

organiza su método a utilizar de acuerdo a sus objetivos que pretende lograr. La escogencia del tipo de investigación determinará los pasos a seguir del estudio, sus técnicas y métodos que puedan emplear en el mismo. Por lo mismo dicho en lo anterior esta investigación se torna de *tipo proyecto factible* los autores Palella y Martins (2012), indican que el proyecto factible: “consiste en elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica”. El proyecto se realizará bajo la modalidad de proyecto factible, ya que se supone una propuesta que resuelve un problema en la empresa.

4.2 Diseño de la investigación

De acuerdo a Arias (2006), “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables algunas”, de acuerdo a este concepto, esta es una *investigación de campo*, debido a que se hizo la observación en el proceso de elaboración del neumático en la empresa Alice neumáticos de Venezuela, y esto permitió analizar el funcionamiento del elevador por succión, así como los parámetros de funcionamiento de la mesa guillotina destinada a cortar la goma natural o sintética; es decir, datos reales en campo e historial de fallas, sin la manipulación de las variables.

Para este informe de pasantía la estrategia general para la recolección y desarrollo de la información en función de los objetivos propuestos está dirigida a un diseño de campo no experimental. En el marco de este estudio los datos se tomarán directamente en el sitio de trabajo de los sujetos de estudio. Al respecto Sabino (1992) expresa: “En los diseños de campo, los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios”

4.3 Nivel de investigación

Con relación al nivel de conocimiento, la investigación se encuentra situada dentro de los parámetros de la investigación descriptiva, ya que posibilita efectuar

una conveniente percepción del comportamiento de los distintos procesos de una manera específica, estableciendo los diferentes procesos de una forma particular y determinando los diferentes componentes que lo forman. Con respecto a esto Arias F. (2006), “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. Se describen los hechos tal y como son observados. Además, es del tipo interactiva, ya que se pretende modificar el evento a estudiar, luego de un análisis se identifican los cambios a realizar y se plantean a través de una propuesta.

4.4 Población y muestra

Según Arias (2006), “La población es un conjunto finito a infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones del investigador”. Adicionalmente, Tamayo y Tamayo (2003), destaca el siguiente concepto de población: “Representa la totalidad de un fenómeno de estudio; incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”.

La población que se utilizara para realizar la investigación de campo se trata de los 4 Banbury ubicados en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela. En cuanto a la muestra se trabajará con el Banbury N° 4 y se contará con soporte documental de los departamentos gerencia y planificación de la misma empresa (Formularios, Anexos, Diagramas, Instrucciones de Trabajo, Procedimientos Operativos/Administrativos, entre otros) donde se tendrá el apoyo de coordinadores y supervisores, y serán clave para lograr lo establecido en este proyecto.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

4.5.1.1 Observación Directa

Para el autor Wilson (2008) expone que la observación “es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata

de investigar”. Por esta razón en la presente práctica de investigación se utilizó como método de recolección de datos principal la observación directa, ya que se ajusta a lo que se necesita, mediante ella se pudo verificar el proceso productivo. Del mismo modo, a través de la visualización de la situación de estudio se recolectarán los elementos necesarios para la investigación. Para asentar las observaciones a realizar se utilizará como instrumento un bloc de notas.

4.5.2 Instrumento de Recolección de Datos

4.5.2.1 Block de notas

Es un libro de pequeño o gran tamaño que se utiliza para tomar notas, dibujar, escribir, hacer tareas o añadir apuntes. Aunque mucha gente usa libretas, éstas son más comúnmente asociadas con los estudiantes que suelen llevar cuadernos para apuntar las notas/apuntes de las distintas asignaturas, Los científicos y otros investigadores usan cuadernos de laboratorio para documentar sus experimentos. A medida de nuestra investigación lo utilizamos para recolectar evidencias de la problemática y trazar ideas de lo que por medio de esas diferencias con las que nos conseguimos realizar una buena investigación con los instrumentos necesarios.

4.5.2.2 Sistema red LAN empresarial

La empresa Alice Neumáticos de Venezuela posee un sistema red LAN empresarial, donde se encuentra información interna asociado a cada uno de los procesos y etapas de fabricación del neumático, el departamento de gerencia y planificación tiene acceso a varios archivos dentro de la red que proporcionan información importante acerca al proceso productivo

4.6 Técnicas de Análisis de Resultados

4.6.1 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico, permitiendo analizar las variables críticas encontradas. Se centra en descubrir el significado de cada información a evaluar, buscando familiarizarse con el contenido y con los temas que trata.

4.6.2 Los 5 ¿Por qué?

Los 5 Porqués es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. Es importante que, a través de la investigación, vayamos eliminando causas que se alejen del planteamiento inicial; de este modo, también conseguiremos eliminar todos los efectos anexos a estas causas impropias. De esta manera, vamos a conseguir focalizar la atención sobre el verdadero problema y evitar andarnos por las ramas.

4.7 Fases de la Investigación

A continuación, se muestra a través de fases, el procedimiento que se llevara a cabo en la investigación para cumplirlos objetivos que se plantean en el Capítulo II del presente trabajo, con el fin de cumplir con el objetivo general propuesto:

FASE I: Diagnóstico de la situación actual del área de mezclado específicamente el área de Banbury 3 y 4.

En esta fase se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual, se propuso realizar visita al área donde se revisaron los diferentes instrumentos como la mesa guillotina y el elevador de pacas por succión que funcionan actualmente en el Banbury 4. Se revisaron documentos a través de la observación directa para presenciar los documentos vigentes, referentes a la producción de goma en los Banbury, apoyándonos de una observación guiada por el personal del área para determinar el análisis de la situación. Se visitó la planta donde se buscó comprender el proceso en su totalidad y se llevará un registro fotográfico de este. Además, en esta fase se consultó a los operadores y supervisores de dicho departamento, para así comprender en su totalidad la manera en que funcionan los procesos, con el objeto de describir la situación actual de la empresa a través de la observación directa, llevando el registro en el block de notas.

FASE II: Análisis de las variables y componentes mecánicos necesarios para el óptimo funcionamiento de la mesa guillotina y el elevador de pacas por succión.

En esta fase se analizaron las variables de los componentes mecánicos que actúan directamente en el funcionamiento de los instrumentos mecánicos, para así

encontrar los componentes que proporcionan un funcionamiento irregular a la maquinaria.

FASE III: Diseño de una mesa guillotina

En esta fase se llevó a cabo el diseño de los diferentes componentes mecánicos que actúan directamente en el funcionamiento de la mesa guillotina.

FASE IV: Diseño de un elevador de pacas por succión de vacío

En esta fase se diagnosticó la situación actual del puesto de trabajo para así analizar el diseño y el comportamiento de la bomba de vacío y sus herramientas para exponer la carga que deberá superara para efectuar su trabajo.

FASE V: Crear estándares de trabajo

En esta fase se crearon estándares de trabajo para el puesto de operador y asistente de Banbury en la operación de corte de pacas.

FASE VI: Viabilidad económica

En esta fase se estudió la viabilidad económica tanto del proyecto del diseño de la mesa guillotina como el elevador de pacas por succión de vacío

CAPÍTULO V

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada fase del proyecto de investigación, se realizaron observaciones guiadas con el personal que labora directamente en el departamento de la empresa, con el fin de obtener las soluciones más factibles.

FASE I: Diagnóstico de la situación actual del Área de Banbury del Departamento de Banbury de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela.

Ubicación

El área en donde se llevó a cabo el proyecto fue el departamento de Banbury, específicamente el área de los Banbury 3 y 4. A continuación se presenta una figura referente al plano de la ubicación del Banbury 3 y 4.

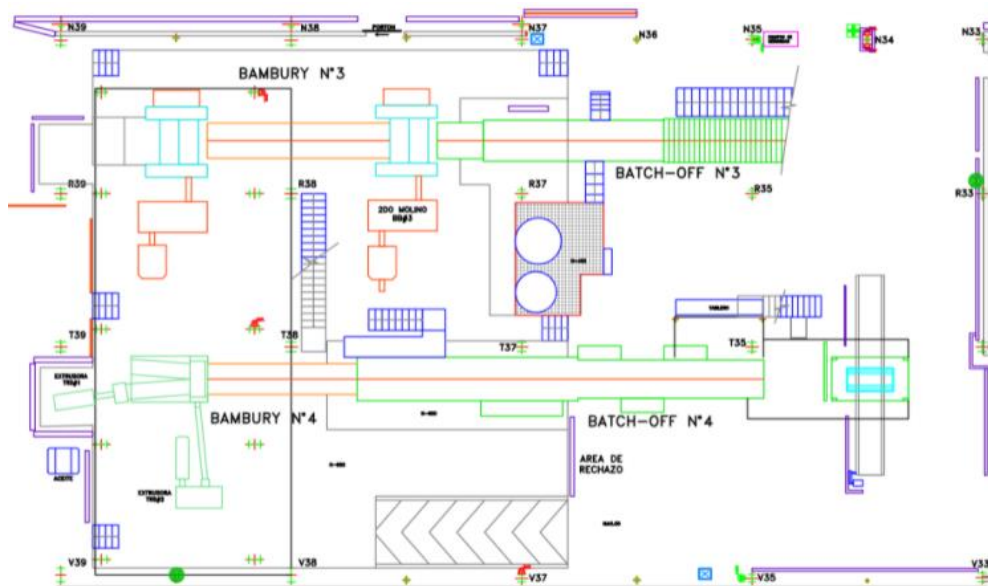


Figura 32: Plano del área Banbury 3 y 4

Fuente: Departamento de planificación y entrenamiento

Sistema red LAN

Al comienzo del proceso de inducción del personal de trabajo del área de manufactura de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, se procede a proporcionar información referente al proceso de fabricación de neumáticos, el sistema de inducción está conformado por una serie de documentos ubicados en el sistema red LAN de la empresa, los cuales poseen información de gran utilidad para generar una comprensión amplia de todos los factores que intervienen en el proceso productivo del neumático.

Descripción del proceso de mezcla

Los aditivos están presentes en la composición del caucho específicamente, esta se diseña para satisfacer la aplicación dada en términos de propiedades, costo y susceptibilidad de procesamiento. La composición agrega productos químicos para la vulcanización, negro de humo, pigmentos y aditivos que incluyen productos de relleno que actúan tanto para mejorar las propiedades mecánicas del caucho (reellenos reforzadores) como para mezclarlo y reducir su costo (reellenos no reforzadores).

Los aditivos deben mezclarse por completo con el caucho base para obtener una dispersión uniforme de los ingredientes. Los cauchos sin curar tienen viscosidad elevada. El trabajo mecánico que experimenta el caucho llega a incrementar su temperatura hasta 150 °C (300 °F). Si los agentes de vulcanización estuvieran presentes desde que comienza la mezcla, ocurriría la vulcanización prematura, la pesadilla del procesador de caucho. En consecuencia, por lo general se emplea un proceso de mezcla en dos etapas.

En la primera de ellas, se combina negro de humo y otros aditivos no vulcanizadores con el caucho crudo. El término lote maestro se emplea para esta primera etapa de mezclado. Después de completada la mezcla, y habiéndose dado tiempo para que se enfríe, se efectúa la segunda etapa, en la que se agregan agentes vulcanizadores.

Descripción del mezclador Banbury

El equipo para mezclar incluye un molino de dos rodillos y mezcladores internos tales como el Banbury. El molino de dos rodillos consiste en dos rodillos paralelos, apoyados en un marco de modo que pueden acercarse para obtener el “mordisco” (tamaño de la brecha) que se desea, y se hacen rotar con las mismas velocidades u otras ligeramente distintas.

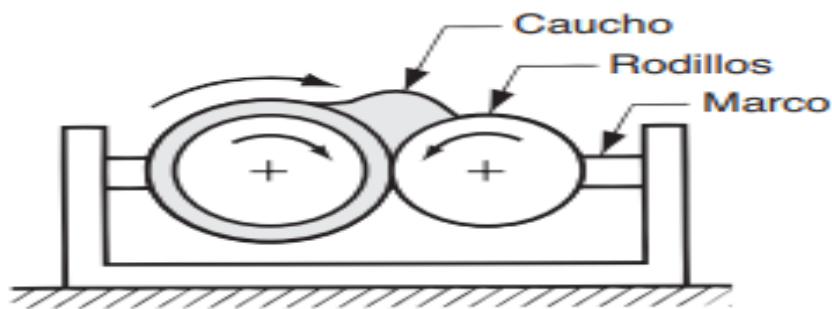


Figura 33: Molino de dos rodillos Banbury

Fuente: Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas.

Mezclador Banbury es un aparato para mezclar materiales. Está compuesto por un par de rotores (brazos) contra rotantes que mastican los materiales para formar una mezcla homogénea. Los brazos están en un área confinada con pequeños espacios entre las palas y el cuerpo de la batidora. Los rotores tienen navajas y giran en direcciones opuestas a velocidades diferentes, lo que ocasiona un patrón de flujo complejo de la mezcla que contiene.

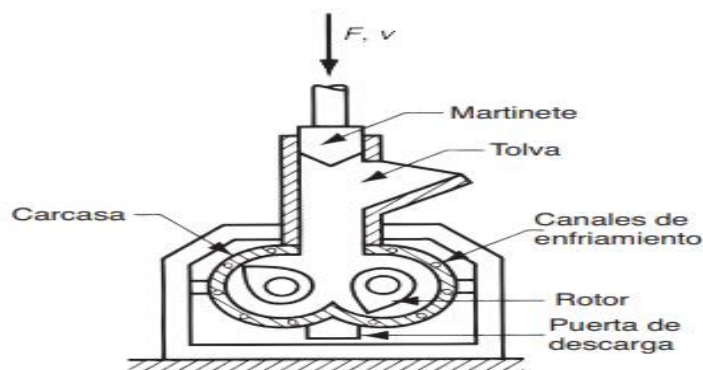


Figura 34: Mezclador interno tipo Banbury

Fuente: Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas.

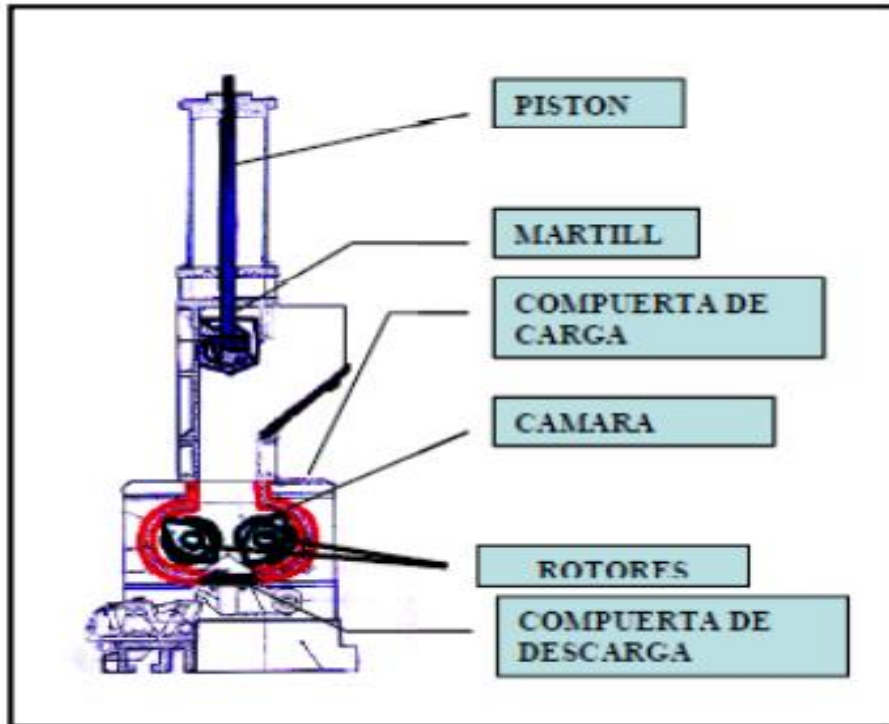


Figura 35: Partes del mezclador Banbury

Fuente: Sistema red LAN empresarial

Capacidades de los mezcladores banbury

Los Bunbury 3 y 4 representan una gran importancia para el proceso de producción de neumáticos, actualmente la empresa Alice Neumáticos de Venezuela ha presentado un aumento de producción considerable, anteriormente poseía una producción de unas 1200 unidades diarias aproximadamente en el mes de octubre de 2022 para el mes de abril ha presentado un aumento significativo de unas 2000 unidades diarias aproximadamente, este proceso de crecimiento amerito un diagnostico dedicado a las maquinas ubicadas al principio del proceso productivo del neumático (mezcladores Bunbury) el diagnostico tuvo el objetivo de conocer las capacidades de producción de los mezcladores banbury y la energía que estos exigían para lograr el aumento de la producción

El proyecto de pasantías se centró en el área de banbury específicamente el área de banbury 3 y 4, es por ello que se llevó a cabo un proceso de diagnóstico de las capacidades de producción de los mezcladores con el apoyo del ingeniero en procesos del área de banbury y el ingeniero en mantenimiento del área. Por medio

del proceso de observación directa, recorridos guiados y la documentación existente en la empresa se pudo apreciar los datos técnicos de los distintos mezcladores

Capacidad de producción

Del manual del fabricante banbury KOBELCO se pudo encontrar información de suma importancia con respecto a diversos parámetros de producción, tales como: **capacidad volumétrica de procesamiento** mide la cantidad de volumen que se encuentra en la cámara del banbury abarca por los lados perforados, las placas de los extremos del rotor, la parte superior de la puerta en posición cerrada menos el volumen real del rotor para ambos rotores, es decir el volumen de la cámara menos el volumen de los dos rotores. **Requerimientos de energía** que expresan la cantidad de trabajo mecánica entre unidad de tiempo que se necesitan para poder cumplir el trabajo en los rotores tangenciales ubicados en la cámara. **Parámetros de energía** expresan la energía máxima admisible en el mezclador banbury sin que se produzcan fallas o se exceda su esfuerzo último, a su vez se detallan parámetros como los requisitos de refrigeración, filtración y presiones.

DESCRIPCION MECANICA BANBURY 4		
GENERAL	VALOR	DESCRIPCION
VOLUMEN DE LA CAMARA	248 LITROS	VOLUMEN TOTAL DE LA CAMARA MENOS EL VOLUMEN QUE OCUPAN LOS ROTORES
CAPACIDAD DE LA CAMARA	186 KILOGRAMOS	CAPACIDAD BASADA EN UN FACTOR DE LLENADO IGUAL A 0,75 Y UNA GRAVEDAD ESPECIFICA DE 1,0 LOS VALORES REALES DEPENDERAN DE LA DENSIDAD DE LOS COMPUESTOS A PROCESAR
REQUERIMINETOS DE ENERGIA	2000HP (1500KW)	REQUERIMINETO DE ENERGIA RECOMENDADO A 60RPM
LIMITE DE POTENCIA MAXIMO	3000HP (2250KW)	POTENCIA MAXIMA QUE PUEDE SOPORTAR A 60RMP SIN LLEGAR AL FALLO CON UN TORQUE MAXIMO PERMITIDO DE 3151250LB.IN (36318KGF.M)
REQUISITOS NOMINALES PARA REFRIGERACION	90-160°F(32-72°C)	FLUIDO REFRIGEREANTE SUMINISTRADO A UNA PRESION DE 50PSI (3,5KG/CMZ) FILTRADO POR COLADOR DE MALLA 40

Figura 36: Kobelco descripción mecánica de banbury 4

Fuente: Manual de KOBELCO para banbury 4

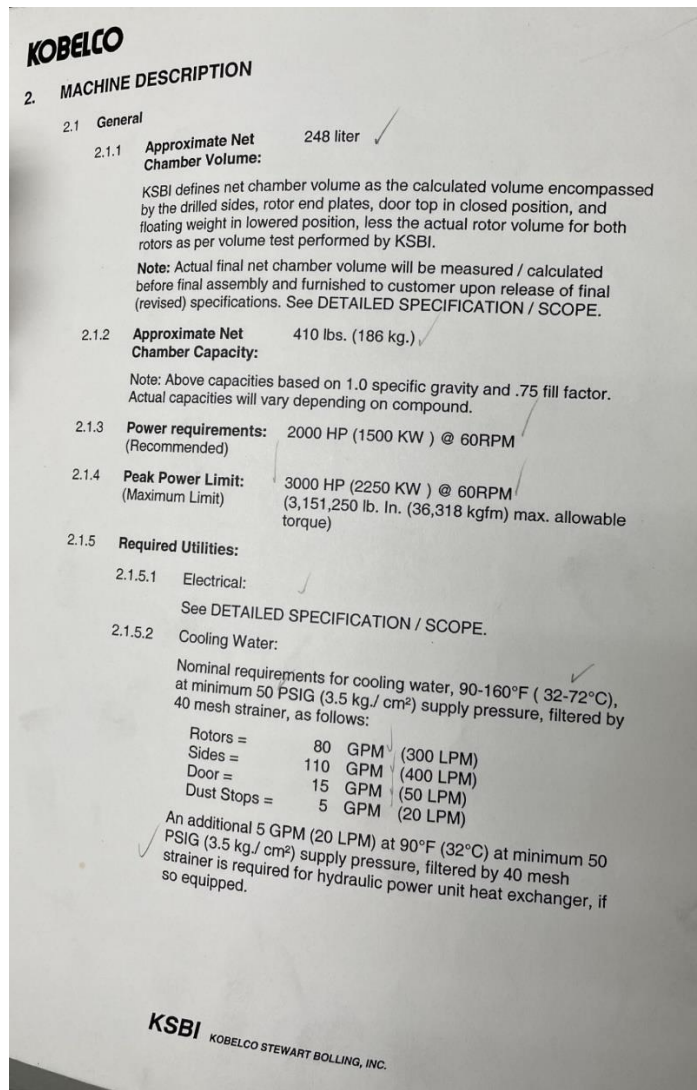


Figura 37: Manual kobelco descripción mecánica de banbury 4

Fuente: Manual de KOBELCO para banbury 4

Con el apoyo del manual KOBELCO para banbury 4 se pudo conocer parámetros y capacidades mecánicas sustanciales para el diagnóstico productivo de la máquina, posteriormente se procedió a verificar la energía eléctrica que tiene disponible el mezclador para cumplir el trabajo y además verificar si el mezclador está trabajando en óptimas condiciones y asegurar un ciclo de vida largo.

DISEÑO DE LA MAQUINA		
TIPO DE ROTOR	X	2 ALAS
		4 ALAS
DISPOSICION DE LA PUERTA	X	MANO DERECHA
		MANO IZQUIERDA
ALTURA DE LA CAMARA	X	48,5 IN
		51,0 IN
APERTURA DE LA GARGANTA		(11,5x32) IN
		(11,5x33,5) IN
		(18x33,5) IN
	X	(18x35) IN

Figura 38: Kobelco descripción interna de banbury 4

Fuente: Manual de KOBELCO para banbury 4

La potencia mecánica del mezclador banbury depende directamente de un motor eléctrico trifásico conectado al mezclador, por medio de acoples mecánicos; como parte del proceso de diagnóstico se evaluó directamente en el ambiente de trabajo, aquellos parámetros de funcionamiento del motor eléctrico que solo pueden ser expresados por el medio de la chapa de información del fabricante.



Figura 39: Datos de la chapa del Banbury 3

Fuente: Mendoza F (2022)



Figura 40: Datos de la chapa del Banbury 4

Fuente: Mendoza F (2022)

En consecuencia, a los efectos de deterioro causados por agentes corrosivos y abrasivos además del propio material refractario los cual están fabricadas las chapas de los motores eléctricos de los banbury, se procedió presentar una serie de tablas que describen los datos mecánico-eléctrico de las chapas de información del fabricante mostradas anteriormente.

Cuadro 5: Datos del Banbury 3

RELIANCE PERFORMANS PLUS					
HP 2000/1000		RMP 1187/593		VOLTS 2300	
AMPS 445/365		PHASE 3		HERTZ 60	
FRAME L10840	TYPE P		FORM BY		CODE G
SERIAL FX7139				TEMP RISE 75°C BY	
EMCLOSUPE TEWAC				RTD AT	1,15 SF
WEIGHT LBS/KG	STATOR		ROTOR		
VVDG. TEMP. DETECTOR			10 OHM COPPER		
BRG. TEMP. DETECTOR					
SPACE HEATERS		120 VOLTS	1 PHASE	12 AMPS	1440 WATTS
BEARINGS	D.E	SN0129/Δ			
	O.D.E	SC4364/Δ			
LUBRICATION	D.E	SAE 20			
	O.D.E	SAE 20			
S.F 1.15					
INSUL CLASS F					
MAX AMBIENT 40					
DATE 12/88					

Fuente: Mendoza F (2022)

Cuadro 6: Datos del Banbury 4

RELIANCE PERFORMANS PLUS					
HP 2000		RMP 1195		VOLTS 2300 4000	
AMPS 445/365		PHASE 3		HERTZ 60	
FRAME 9240	TYPE P		FORM BY		CODE
SERIAL FX7139				TEMP RISE 75°C BY	
EMCLOSUPE TEWAC				RES AT	1 SF
WEIGHT	STATOR		ROTOR 4505 lbs		
WDG. TEMP. DETECTOR			100 OHM - 2 PER PHASE		
BRG. TEMP. DETECTOR			100 OHM - 1 PER BEARING		
SPACE HEATERS		VOLTS	PHASE	AMPS	WATTS
BEARINGS	D.E	NU1036C3 (108RU10M30X)			
	O.D.E	6332MC3 (160BC03M30X)			
LUBRICATION	D.E	GREASE CHEVRONSRI #2-65GRAMS EVERY 2500HRS			
	O.D.E	GREASE CHEVRONSRI #2-90GRAMS EVERY 5200HRS			
INSULATION CLASS: F					
MAX AMBIENT: 40°C					
MFG. DATE: 08/2004	MOTOR WEIGHT: 13900 lbs				
S.F 1.15	S.F.AMPS 300/288				
MOTOR FREQUENCY RANGE: 15 to 75 Hz.					
REQUIRED CFM: 8000					
LUBRICATION REQUIRED AT 1500 RPM: D.E 65 GRAMS EVERY 1100HRS					
LUBRICATION REQUIRED AT 1500 RPM: O.D.E 65 GRAMS EVERY 2200HRS					

Fuente: Mendoza F (2022)

Método de trabajo

Dentro de la base de datos de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela se encuentran una amplia gama de Working estándar (estándares de trabajo) de todas las operaciones referentes al sistema de producción del neumático, los procesos de trabajo de los mezcladores Banbury no se excluye de esta lista documentos, la gran complejidad e importancia que posee el puesto de operador de Banbury representa la necesidad de poseer un estándar de trabajo que proporcione un paso a paso de todas las operaciones y actividades que se implementan en el área de trabajo para así proporcionar información tanto a los operadores como al personal de manufactura que requieran información detallada de su manejo. A continuación, se presenta un resumen de operaciones de los mezcladores Banbury; se encuentra resaltado el método de trabajo de los instrumentales descrito en el proyecto.

RESUMEN DE OPERACIONES DE ESTANDAR DE TRABAJO		MEZCLADO DE GOMA						BANBURY #2.3.4
		CARGO: OPERADOR DE BANBURY Y PESADOR DE GOMA						
PASO No.	RESUMEN DE OPERACIONES	APLICACIÓN						OBSERVACIONES
		OPERACIÓN	MANEJO	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	
1	VERIFICAR CONDICIONES OPERATIVAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	MOLINOS, MOTOR Y BOMBA DE ACEITE HIDRÁULICO EN MEZZANINA, BATCH-OFF, COLECTORES DE POLVO Y EXTRACTORES.
2	VERIFICAR SI EL MOTOR ESTÁ ENCENDIDO.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	ENCENDER MOTOR DEL BANBURY CON PREVIA AUTORIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO O ASISTENTE DEL TURNO.
3	VERIFICAR SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL BANBURY.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	CUERDAS DE SEGURIDAD Y PARADA DE EMERGENCIA.
4	VERIFICAR QUE EL SISTEMA DE NEGRO HUMO ESTÉ ENCENDIDO.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	
5	PROBAR SEÑALES DEL EQUIPO EN VACÍO (SUBIR Y BAJAR PISTÓN, ABRIR Y CERRAR PORTÓN Y COMPUERTA).	●	◊	⇒	■	⊂	▽	EN MANUAL.
6	COLOCAR GRÁFICO NUEVO DE OCHO (8) HORAS AL INICIO DEL TURNO Y QUE COINCIDA CON LA HORA DE ARRANQUE.	●	◊	⇒	□	⊂	▽	CHEQUEAR CAMBIO DE GRÁFICO.
17	VERIFICAR IDENTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE GOMA A PROCESAR	○	◊	⇒	■	⊂	▽	
7	CHEQUEAR "CERO" DE LA BALANZA TRANSPORTADORA.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	EN DIGITAL RESPECTIVO.
8	CHEQUEAR "CERO" DE LA BALANZA PIGMENTO.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	
9	CHEQUEO DE STATUS DEL SERVIDOR.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	VER DETALLES NOTABLES (BB-03-01), (BB-04-01).
10	NOTIFICAR AL ASISTENTE DEL TURNO CUALQUIER ANORMALIDAD DE LOS PUNTOS ANTERIORES.	●	◊	⇒	□	⊂	▽	
11	CHEQUEAR PROGRAMA DE PRODUCCIÓN CON EL ASISTENTE.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	
12	VERIFICAR RESTRICCIÓN EN ORDEN DE MEZCLA SEGÚN BB001	○	◊	⇒	■	⊂	▽	
13	PROGRAMAR EN SERVIDOR TIPO DE GOMA A MEZCLAR Y No. DE BATCHES A PRODUCIR.	●	◊	⇒	□	⊂	▽	
14	ASEGURARSE DE QUE TIENE CARRUCHA CON TACHOS ADYACENTES A LA BALANZA TRANSPORTADORA Y QUE ESTÉN IDENTIFICADOS CON TARJETA.	○	◊	⇒	■	⊂	▽	
15	TOMAR TARJETA DEL CARRO DE TACHOS DEL STOCK DE GOMA A MEZCLAR Y COLOCAR EN PORTA TARJETA.	●	◊	⇒	□	⊂	▽	
16	NOTIFICAR AL MOLINERO LA GOMA A PROCESAR, ASÍ COMO INICIO Y FIN DE CORRIDAS Y NÚMERO DE BATCHES PROCESADOS.	●	◊	⇒	□	⊂	▽	
17	VERIFICAR IDENTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE GOMA A PROCESAR	○	◊	⇒	■	⊂	▽	

Figura 41: Primera página estándar de trabajo operador Banbury

Fuente: Departamento de planificación y entrenamiento

23	COMPLETAR PESO DE GOMA, SEGÚN FÓRMULA.	○	●	⇒	■	D	▽	CHEQUEAR "CERO" DE BALANZA.
24	COLOCAR TACHO DE PIGMENTO RESPECTIVO EN BALANZA TRANSPORTADORA O BALANZA DE PIGMENTO PARA BB # 1 EN CASO DE GOMA FINALES, COLOCAR PIGMENTOS SIN BOLSAS, SI NO HAY BOLSAS DE EVA.	●	○	⇒	□	D	▽	APLICA A MB1, MB2, FM FINAL (FM). TAPAR PIGMENTO CON TROZO DE GOMA LAMINADA EN RM Y FM. NOTIFICAR AL SUPERVISOR EN CASO DE QUE EL PIGMENTO CAIGA FUERA DE LA CÁMARA DE MEZCLA O NO HAYA CAÍDO.
25	TOMAR CON CHUPÓN MATERIA PRIMA.	○	●	⇒	□	D	▽	ELEVAR Y TRANSPORTAR PACAS DE GOMA, MEDIANTE LA VENTOSA DE SUCCION, DESPLAZAR HACIA EL ALIMENTADOR DEL BANBURY
26	ACCIONAR LA CORTADORA NEUMÁTICA O GUILLOTINA PARA COMPLETAR EL PESO ESPECIFICADO DE LA GOMA.	●	○	⇒	□	D	▽	
27	CHEQUEAR EL PESO SUMINISTRADO POR LA GUILLOTINA EN LA BALANZA DIGITAL.	○	○	⇒	■	D	▽	VISUALMENTE EN TABLERO DEL C.B.S.
28	CHEQUEAR "CERO" DE BALANZA TRANSPORTADORA.	○	○	⇒	■	D	▽	ACEPTABILIDAD DEL PESO EN DIAL DE BALANZA.

Figura 42: Resumen de estándar de trabajo operador Banbury

Fuente: Departamento de planificación y entrenamiento

Recorridos guiados

Antes de la recolección de información por el método de recorridos guiados por el personal trabajo del departamento de Banbury, se procedió a realizar observaciones directas de las maquinas denominadas (Banbury) que forman parte del sistema de procesamiento de goma, permitiendo indagar y formular preguntas que más adelante fueron respondidas por el personal adecuado.

Información obtenida en el área de Banbury con el apoyo del personal de trabajo

Para la obtención de información se procedió a realizar recorridos proporcionados por el ingeniero en procesos y los operadores del área de Banbury, donde se llevó acabo el método de observación directa que permitió conocer el sistema y tener una idea global de los factores que intervienen en el área de estudio, permitiendo así definir y separar por etapas a cada uno de estos factores. El diagnostico permitió conocer el funcionamiento base de los mezcladores Banbury, los distintos herramientas y las variables que intervienen directamente en el proceso manufactura de las gommas master 1, master 2, remil y remil de final

Lista de chequeo de chequeo de las herramientas de los mezcladores Banbury que intervienen en el proceso de fabricación de goma master 1 y 2 en el área de Banbury 3 y 4

Como método de diagnóstico se realizó una lista de chequeo con la finalidad de definir las diferencias claves en el procesamiento de goma de los mezcladores Banbury ubicados en el área Banbury 3 y 4. Esta lista permitió diferenciar los elementos clave en el sistema. A continuación, se presenta el cuadro referente a la lista de chequeo

Cuadro 7: Herramientales de los mezcladores Banbury en el área Banbury 3 y 4

Herramienta	Descripción	Existencia en Banbury	
		Banbury 3	Banbury 4
Cinta transportadora inferior	Máquina que proporciona transporte de una manera automática a elementos que poseen un gran peso	SI	SI
Balanza	Instrumento que se utiliza para calcular el peso de gomas naturales, sintéticas, tachos y baches procedentes del proceso de mezcla del mezclador	SI	SI
Cabina de Mezcla de aceites	Dispositivo de control dotado de una serie de tuberías y válvulas que tiene el propósito de mezclar, pesar e inyectar una cantidad específica de aceites sintéticos que van a la cámara de mezclado del mezclador Banbury	SI	NO
Cinta transportadora superior	Proporciona el transporte de la goma desde las chapas metálicas hacia la cinta transportadora inferior	SI	SI
Conducto de negro de humo	Inyecta negro de humo por medio de la acción de la gravedad a la cámara de mezcla del Banbury	SI	NO
Mesa guillotina	Dispositivo que tiene la finalidad de adecuar el peso de las pacas de gomas por medio de cortes rectos	SI	NO
Bomba de succión por vacío	Genera un flujo de aire en la tubería de succión con la finalidad de desplazar moléculas en un volumen cerrado	SI	NO
Ventosa de vacío	Proporciona un volumen finito entre la bomba y la paca de goma, con la finalidad de crear un vacío y realizar un trabajo	SI	NO
Monitor externo	Transmite una serie de imágenes que tienen el propósito de informar al operador el peso faltante a introducir en el proceso de mezcla	SI	NO

Fuente: Mendoza, F. (2022)

FASE II: Análisis de las variables y componentes mecánicos necesarios para el óptimo funcionamiento de la mesa guillotina y el elevador de pacas por succión.

La fabricación de neumáticos es caracterizada por ser un proceso amplio y complejo, cada etapa del proceso está llena de variables y parámetros específicos que requieren el análisis y la capacidad de resolución de adversidades que solo pueden ser proporcionados por ingenieros de diversas ramas de estudio y el personal de trabajo altamente calificado. Es por ello que en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela el proceso de manufactura está dividido en diversas áreas de trabajo tales como: Área de Banbury, Área de preparación de materiales, Área de Armado, Área de vulcanizado y finalmente el Área de inspección final. El trabajo de pasantías se centrará en el análisis del área de preparación de materiales, específicamente el departamento de Banbury el cual se encuentra ubicado al comienzo del proceso productivo del neumático, lo cual lo hace una de las áreas indispensables y más importante dentro de la empresa, por el hecho de ser el precursor de todas las demás etapas de procesamiento de goma. El departamento de Banbury representa un punto indispensable en el sistema de producción.

Para determinar cuáles son las causas que originan los diferentes problemas se les aplicara la metodología de los Cinco (5) ¿Por qué? De esta forma se obtiene cuáles de esas causas son las que originan la mayor problemática en el área, es decir, cuales son las variables en los herramientas a diseñar

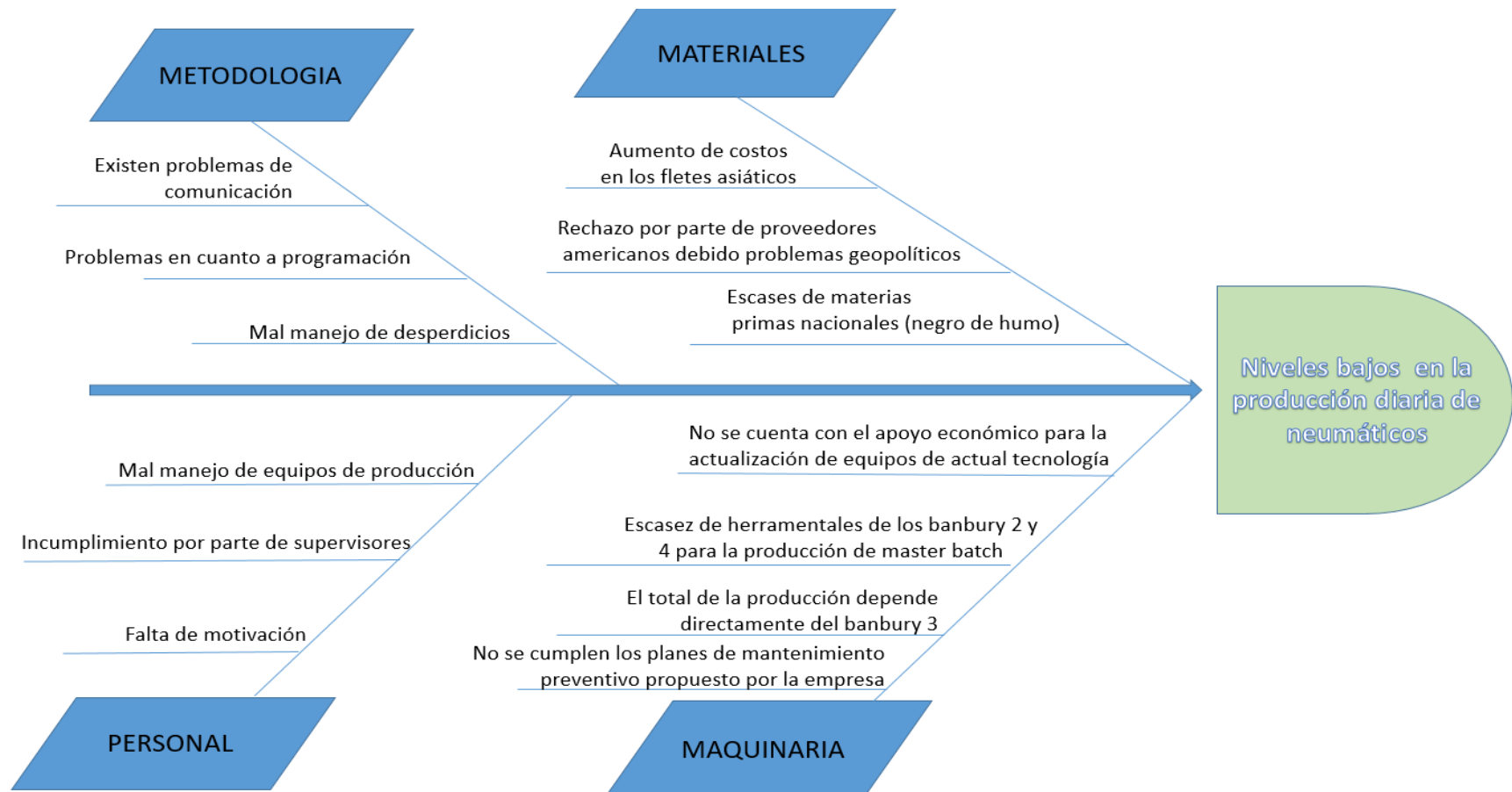


Figura 43: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Cuadro 8: Técnica de análisis datos Los 5 ¿por qué?

CUADRO DE LOS 5 ¿POR QUE?					
CAUSA	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?
DISEÑO DE UNA MESA GUILLOTINA	ES NECESARIO CORTAR LAS PACAS DE GOMA	LAS PACAS DE GOMA VIENEN EN TAMAÑOS ESTANDAR SE NECESITAN DISTINTOS TAMAÑOS	SE NECESITA ALIMENTAR EL BANBURY Y CUMPLIR CON LA RECETA	TANTO LOS NEUMATICOS COMO LOS COMPONENTES DE LOS MISMOS POSEEN RECETAS QUE DIFIEREN ENTRE SI	EXISTEN NEUMATICOS QUE POSEEN UNA COMPOSICION MUCHO MAS ELEVADORA QUE OTROS
DISEÑO DE UNA BOMBA DE SUCCION POR VACIO	SE DEBE MOVER LAS PACAS DE GOMA DE UNA MANERA SEMI-AUTOMATICA	PARA AYUDAR AL OPERADOR Y AL ASISTENTE DE OPERADOR DE BANBURY EN MOVER LAS PACAS	PARA NO GENERAR UN ESFUERZO FISICO CONSTANTE EN EL OPERADOR	LAS JORNADAS DE TRABAJO DEL OPERADOR SON DE 8 HORAS DIARIAS UN ESFUERZO CONSTANTE PUEDE GENERAR UNA CARGA PROGRESIVA Y TERMINAR EN LESIONES	LAS LESIONES EN EL AMBIENTE LABORAL GENRAN PROBLEMAS TANTO PARA EL PERSONAL COMO PARA LA EMPRESA
CREACION DE ESTANDAR DE TRABAJO	ES UN REQUISITO DE APROVACION BAJO LA NORMA ISO 9001	ES NECESARIO TENER UNA ESTANDARIZACION DE LOS PROCESOS DE FABRIACION	PARA POSEER UNA MAYOR INFORMACION DEL PROCESO	ES NECESARIO PODER OPTIMIZAR Y CONTROLAR EL SISEMA	EL MERCADO MUNDIAL ES UN MERCADO ALTAMENTE COMPETITIVO ES NECESARIO OPTIMAZAR PROCESOS PARA COMPETIR EN EL MERCADO ACTUAL

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Hoy en día en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela se ha puesto en marcha un proyecto con la finalidad de aumentar la producción de unidades diarias, se estima un aumento en la producción de 1200 unidades diarias a 1800 unidades diarias aproximadamente, este proyecto requiere una evaluación de los distintos

elementos que intervienen en el sistema para poder lograr la proyección mencionada, estos elementos son: personal, metodología de trabajo, capacidad de almacenamiento, estructura de planificación y maquinaria. Debido a este análisis se llevó a cabo un estudio de tiempo en el departamento de Banbury, esto debido su gran importancia que radica en el hecho de estar posicionada al principio de la cadena de producción; con el apoyo del departamento de ingeniería de planta se llevó acabo el estudio de tiempo reflejando datos de producción de los distintos mezcladores Banbury. Con base al estudio de tiempo realizado en el mes de enero del 2022, se llegó a la conclusión de que el mezclador Banbury con la tasa más alta de producción fue el mezclador Banbury 2 a continuación, se presenta un cuadro referente a la producción del Banbury 2 en el mes de enero del año 2022

Cuadro 9: Producción del Banbury 2 Enero 2022

BB2				
RECETA	TIEMPO PROM	BATCHS	% BATCH	PONDERADO
75830	4,63	2	0,0020284	0,009391481
B3737-14C	2,443156863	60	0,0608519	0,148670803
B3977-1A	2,060692308	15	0,015213	0,031349274
J2755-21B	2,132808824	78	0,0791075	0,168721185
J2757-21B	3,207313433	84	0,0851927	0,273239684
J2758-21B	2,649163636	62	0,0628803	0,166580269
J2917-22B	2,773117647	20	0,020284	0,056249851
J2918-22B	2,020176471	20	0,020284	0,04097721
J2987-7A	2,96988	30	0,030426	0,09036146
J3437-10C	10,02566667	5	0,005071	0,050840095
J3997-13D	2,873	2	0,0020284	0,005827586
J3997-TMA	3,5736	10	0,010142	0,036243408
J4177-5E	2,316	3	0,0030426	0,007046653
J5487-17A	2,45277551	60	0,0608519	0,149256116
J5527-5B	5,688	2	0,0020284	0,011537525
J7497-15A	2,559677419	35	0,035497	0,09086076
J8817-5F	2,516085106	60	0,0608519	0,153108627
RN287-14H	2,283133333	20	0,020284	0,046311021
U-REM	2,5923	43	0,0436105	0,113051623
V0024	2,21975	5	0,005071	0,011256339
V0027-11C	3,6185	5	0,005071	0,018349391
V0028-11C	2,700333333	11	0,0111562	0,030125423
V0047-1B	1,975055556	20	0,020284	0,040061979
V0067-9D	2,508888889	10	0,010142	0,025445121
V0705-6A	2,234	5	0,005071	0,0113286
V0707-6A	1,7925	10	0,010142	0,018179513
V0894-3A	2,028	4	0,0040568	0,008227181
V0897-3A	3,434	2	0,0020284	0,006965517
V1407-7A	1,854	2	0,0020284	0,003760649
V1697-19A	2,47082243	119	0,1206897	0,298202707
V1697-TMA	2,449611111	40	0,040568	0,099375704
V2287-4B	3,040625	9	0,0091278	0,027754184
V4277-8G	2,647416667	40	0,040568	0,10740027
V5387-10A	2,431909091	15	0,015213	0,036996589
V7527-3B	2,694375	20	0,020284	0,054652637
V7677-3E	6,837	2	0,0020284	0,013868154
V8407-6A	2,190469388	54	0,0547667	0,119964855
V9637-8A	1,817	2	0,0020284	0,003685598
TOTAL	2,565241877	986	1	

Fuente: Departamento de ingeniería de planta

Como se evidencia en los datos aportados por el cuadro 9, se registró que el Banbury 2 tuvo una producción de 986 batches de los cuales 119 son batches referidos a la receta denominada (V1697-19A). recordemos que la palabra (batch) traducida al idioma español hace referencia a la palabra (lote); en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela un lote proveniente del departamento de Banbury hace mención a una mezcla de goma con un peso igual a los 200 kilogramos. Para conocer las variables que intervienen directamente en el departamento de Banbury es indispensable conocer las distintas recetas del procesamiento de goma, debido a que cada receta posee sus propias variables y parámetros de estudio

Según información proporcionada por el personal del departamento de laboratorio fisicoquímico se concluyó que existen 32 recetas distintas entre sí, cada una con parámetros de estudio distintos, es por ello que por motivos didácticos la fase 2 del proyecto de pasantías se centró en las variables directas de la receta más usada, la cual es la (V1697-19A). Gracias al sistema de gestión empresarial (SAP) se pudo conocer los componentes específicos y su proporción en kilogramos de la receta denominada (V1697-19A).

Cuadro 10: Receta específica V1697

V1697		
WN043	RETARDANTE N-CICLOHEXILTIO-PTHALAMIDA	0,104
WF057	ACELERANTE TBBS	0,833
WE015	AZUFRE SOLUBLE	2
RY033	PIGMENTO RECUPERADO	0,115
V1697	MB PARA V1697	196,635
WS019	ACEITE NAFTENICO (HR TUFFLO 150)	0,124
TOTAL		199,811

Fuente: Sistema empresarial (SAP)

Debido a la información que muestra en el cuadro, se pudo comprender que la receta de goma más producida en el departamento de Banbury (V1697) no es más que un Material Base para la mezcla (V1697). A continuación, se presenta la receta específica de la mezcla V1697.

Cuadro 11: Receta específica V1691

V1691		
CODIGO	MATERIAL	KG
TA061	GOMA NATURAL TC20(suciedad menor al 20%)	48,183
EC018	GOMA SINTETICA BUTADIENE 40NF,(SR7117)	58,896
WH023	NEGRO DE HUMO N330	58,896
WS019	ACEITE NAFTENICO (HR TUFFLO 150)	13,403
WL013	ACIDO ESTEARICO ACTIVADOR VULCANIZACION	1,606
WM422	ANTIOXIDANTE TRIMETILDIHIDROQUINOLINA	2,142
RM017	CERA DE PETROLEO MICROCRISTALINA	2,142
RL010	OXIDO DE ZINC (activador de vulcanizacion)	2,677
WM026	RESINA ANTIOXIDANTE ANTIOZONANTE	3,212
WN020	RESINA ALKILFENOL FORMALDEHIDO	1,606
WN023	RESINA BUTIFENOLICA ACETILENICA	3,748
WS019	ACEITE NAFTENICO (HR TUFFLO 150)	0,124
TOTAL		196,635

Fuente: Sistema empresarial (SAP)

Basándonos en que la receta V1691 es la más producida en el departamento de Banbury y, además es un material base de la receta V1697, esta fase de estudio se centra en el análisis de variables de la receta V1691 y V1697.

Cuadro 12: Variables de Pre-procesamiento V1691

V1691			
PRE- mezclado			
Descripción	Tipo de variable	rango	unidad de medida
Tiempo de pre-mezcla en la cámara de mezclado de Banbury	Tiempo	12	segundos
Tiempo de inyección de aceite en la cámara de mezcla del Banbury	Tiempo	5	segundos
Resultante	tiempo	10	segundos

Fuente: Departamento técnico (laboratorio fisicoquímico)

Cuadro 13: Variables de procesamiento V1691

V1691			
Mezclado			
Descripción	Tipo de variable	rango	unidad de medida
Rango de temperatura generada por la disipación de energía debido a la fractura de la estructura molecular en el proceso de mezcla	Temperatura	(170-174)	grados Celsius
Energía consumida por los rotores en la cámara de mezcla del Banbury	Energía	(5000-28000)	watts de potencia mecánica entre unidad de tiempo
Tiempo de mezcla en la cámara de mezclado de Banbury	tiempo	(74-130)	segundos

Fuente: Departamento técnico (laboratorio fisicoquímico)

Cuadro 14: Variables de procesamiento V1697

V1697			
Mezclado			
Descripción	Tipo de variable	rango	unidad de medida
Rango de temperatura generada por la disipación de energía debido a la fractura de la estructura molecular en el proceso de mezcla	Temperatura	(109-113)	grados Celsius
Tiempo de mezcla en la cámara de mezclado del Banbury	Tiempo	(65-100)	segundos
Energía consumida por los rotores de la cámara de mezcla del Banbury	Energía	(5000-24000)	watts de potencia mecánica entre unidad de tiempo
Restante	tiempo	18	segundos

Fuente: Departamento técnico (laboratorio fisicoquímico)

Se pudo llegar a la conclusión para la receta V1691 es indispensable determinar un método de corte para adecuar los pesos las pacas de goma natural y sintética, debido a que estas vienen en presentaciones de 20, 25 y 30 kilogramos, es por ello que la fase 3 y 4 se centrara en el diseño de una goma mesa guillotina para realizar cortes en las pacas de goma y el diseño de una bomba de succión por vacío para poder transportar las pacas, herramientas indispensables para la adaptación del Banbury 4 a la producción de goma master 1 y 2 en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela.

FASE III: Diseño de una mesa guillotina

La mesa guillotina fue diseñada con el objetivo de proporcionar cortes de gran precisión en las pacas de goma natural y sintéticas para así completar la receta específica y alimentar al mezclador banbury. La mesa guillotina está compuesta de 3 partes fundamentales, las cuales son:

- Cilindro neumático
- Sistema de control neumático
- Estructura mesa guillotina
- Sistema de corte

Diseño CAD del cilindro Neumático

Con el apoyo del software de diseño de Solidwork, se pudo generar una representación altamente realista que sirvió para diagnosticar cada una de las partes que integran su composición y funcionamiento

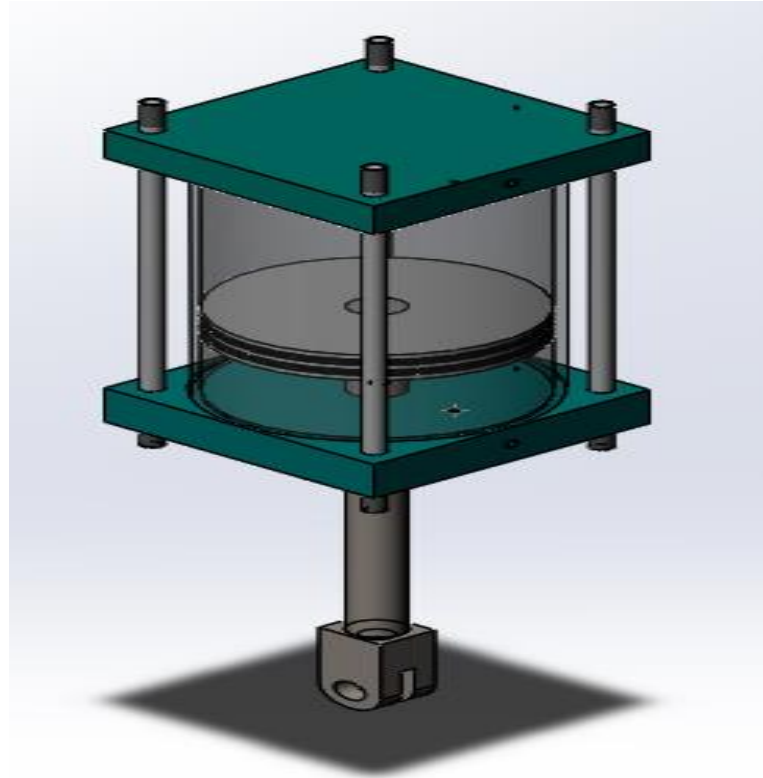


Figura 44: Diseño CAD cilindro neumático

Fuente: Mendoza, F. (2022)

El cilindro neumático tiene el objetivo transmitir una fuerza mediante el vástago por medio de la acción de un fluido de trabajo que en este caso es aire proveniente del sistema de compresión de la empresa Alice neumáticos de Venezuela; el modelo CAD del cilindro neumático fue diseñado a partir de medidas tomadas en el campo de trabajo, el diseño está compuesto por: dos tapas (inferior y superior), 4 pernos largos, camisa, horquilla, vástago, embolo, sello del vástago y sellos de embolo. A continuación, se presenta una figura referente a la vista explosionada del ensamble del cilindro neumático.

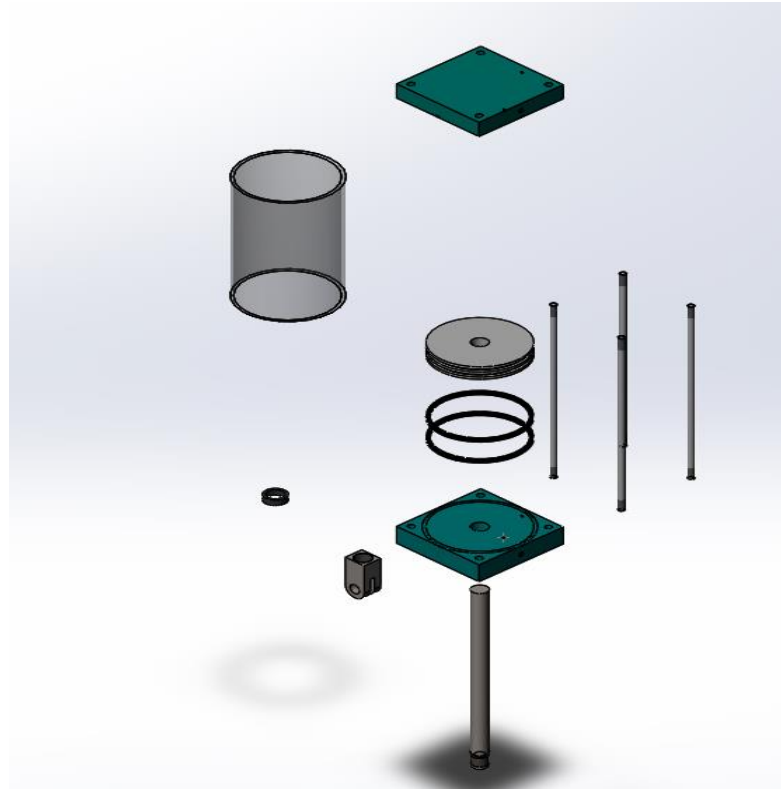


Figura 45: Vista explosionada ensamble cilindro neumático

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Especificaciones estándar

- diámetro del vástago=44.05mm
- Diámetro del embolo=250mm
- h=480mm

Diseño del circuito neumático

Con el apoyo del software de diseño fluidSim se representó de manera gráfica el comportamiento del circuito electro-neumático utilizado para controlar las interacciones del cilindro neumático; en la figura se puede observar el recorrido que debe desplazarse el fluido para poder activar el vástago y posteriormente realizar un trabajo; cabe destacar que por medio de seguridad fue implementado un sistema de doble accionamiento para poder cargar la electro-válvula y cambiar la dirección del fluido de trabajo

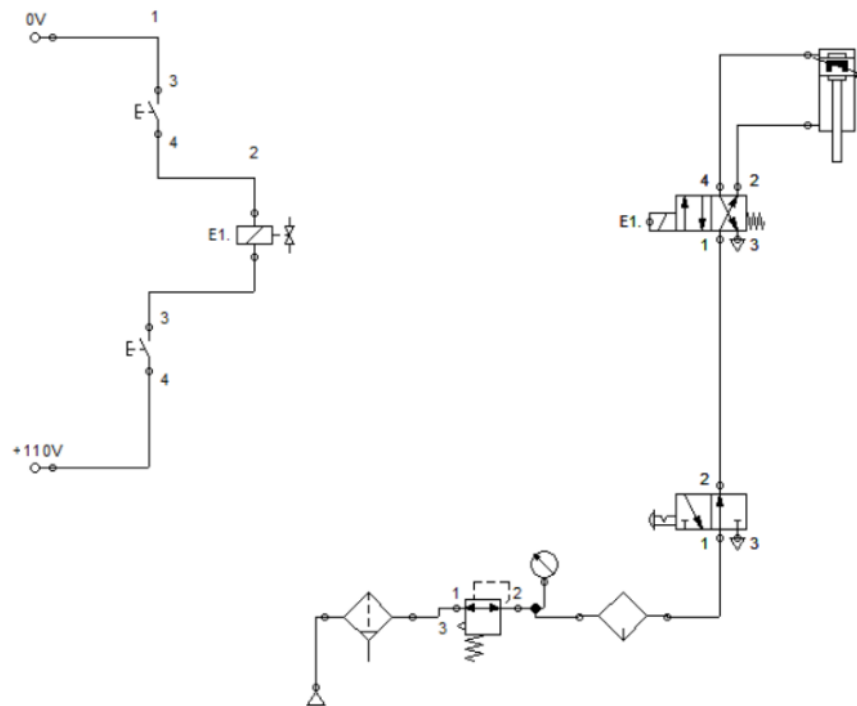


Figura 46: Diseño Diagrama Neumático para actuador de mesa guillotina

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Diseño estructura mesa-guillotina

A través de la herramienta de trabajo Solidwork se diseñó la estructura de la mesa-guillotina, esta estructura tiene como finalidad soportar tanto el peso del actuador neumático como soportar el peso del material de trabajo, a estructura también debe ser capaz de resistir la deformación causada por la reacción de la mesa al momento el cual la fuerza del vástago es utilizada para cortar, a continuación se presenta una figura referente al diseño de la estructura de la mesa guillotina diseñada por medio la herramienta de trabajo solidworks

Especificaciones estándar

- largo:137cm
- ancho:96cm
- alto:77cm

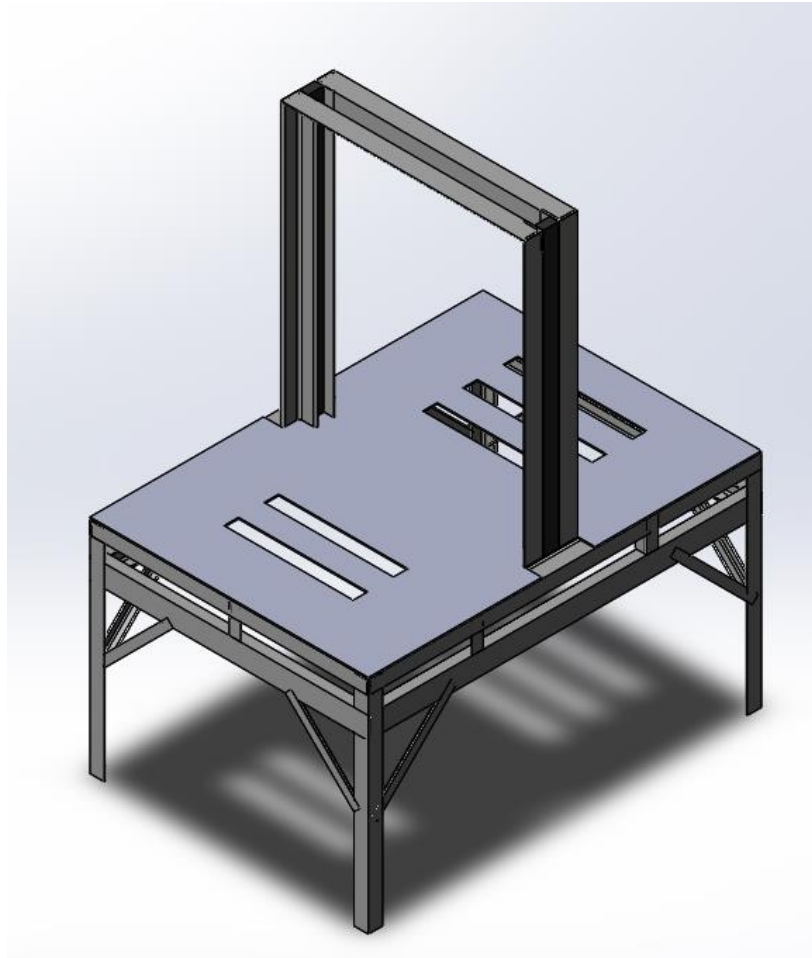


Figura 47: Diseño CAD estructura mesa guillotina

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Diseño sistema de corte

El sistema de corte está constituido por una hoja de corte y una lámina de acero que sirve como un soporte para la hoja cortante, se diseñó una hoja cortante con Angulo de ataque igual a 7 grados esto debido a que el manual de diseño de Lingiah vol 1, vol 2, cortantes estable un rango de 5 a 7 grados, posteriormente se presentaran figuras referentes al ensamble y la vista explosionada de del sistema de corte; Cabe resaltar que el ensamble final de la mesa guillotina presenta una serie de medios de unión no permanentes que serán representados en los planos posteriores



Figura 48: Diseño ensamblado del sistema de corte

Fuente: Mendoza, F. (2022)

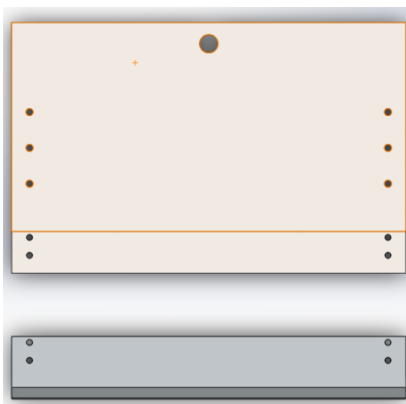


Figura 49: Diseño vista explosionada del sistema de corte

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Estudio analítico del embolo-vástago-horquilla por medio de la teoría de piezas largas sometidas a compresión

En relación al objetivo diseño de una mesa guillotina con funcionamiento neumático, se determinó de manera analítica el comportamiento del embolo-vástago unido a la horquilla por medio de la teoría de piezas largas sometidas a cargas axiales

Condiciones actuales:

- diámetro del vástago=44.05mm
- Diámetro del embolo=250mm
- h=480mm
- material del vástago=acero 4340

- $\sigma_y=855$ MPA
- $\sigma_u=965$ MPA
- $E=207$ GPA
- $P=80$ psi

La presión de trabajo es igual a 80psi

Con la ecuación tal calculamos el momento de inercia del vástago

$$I = \frac{\pi * d^4}{64} = 0.0000001845m^4 \quad (\text{Ec.23})$$

Determinación del radio de giro

$$R = \sqrt{\frac{I}{A}} = 0.0110m \quad (\text{Ec.24})$$

La configuración de fijación de extremos es igual a $C=4$

Asumimos que la configuración embolo-vástago-horquilla se comporta como una pieza larga (ecuación 22)

$$P_{cr} = \frac{c * \pi^2 * E * I}{h^2} = 6554651.022N \quad (\text{Ec.22})$$

Después de tener la carga critica se prosiguió a determinar si el diseño por la teórica de columnas largas de Johnson es correcto, se verifico por medio del punto de tangencia

$$\frac{h}{R} (\text{limite}) = \frac{h}{R} = 43.63 \quad (\text{Ec.25})$$

La pieza no fallara por criterio de fluencia

Amaizamos el punto de tangencia

$$\frac{h}{R} = \pi * \sqrt{\frac{2 * c * E}{s_y}} = 138.26 \quad (\text{Ec.27})$$

$$\frac{h}{R}(\text{limite}) < \frac{h}{R}$$

el coeficiente de esbeltez limite es mayor que el punto de tangencia, por ende, la pieza se comporta como una columna intermedia que obedece las reglas de la ecuación de Johnson, despejando el valor de la carga critica de la ecuación se tiene que:

$$\frac{P_{cr}}{A} = s_y * c - \left(\frac{s_y}{2 * \pi}\right)^2 * \frac{1}{h * E} * \left(\frac{h}{R}\right)^2 \quad (\text{Ec.26})$$

$$P_{cr}=1238123.058\text{N}$$

Llegamos a la conclusión que la carga critica para que pieza falle es:

$$P_{cr}=1238123.058\text{N}$$

Determinación del factor de seguridad

El cilindro neumático está trabajando una presión de 80psi esta presión de trabajo genera una fuerza en la sección transversal del embolo la cual es:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} = 0.0491\text{m}^2$$

La presión de trabajo es igual a P=80psi

Realizando su correspondiente conversión a unidades del sistema internacional se obtiene:

$$80\text{psi} * \frac{6894.76\text{PA}}{1\text{psi}} = 551580.8\text{PA}$$

Entonces utilizando la ecuación 1 y despejando la fuerza se obtiene

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.1})$$

$$F(\text{trabajo}) = P * A = 27082.617N$$

$$N = \frac{P_{cr}}{F(\text{trabajo})} = 45.71$$

Se llegó a la conclusión de que la pieza de trabajo no falla por inestabilidad geométrica debido a que posee un factor de seguridad igual a $N=45.71$

Análisis resistivo del cilindro neumático por medio de softwar de simulación solidworks Simulation

Con el apoyo del software de diseño y simulación solidworks Simulation, se ejecutó el estudio de un análisis estático de esfuerzos basado en la teoría de esfuerzos combinados de von mises, Antes de realizar dicho estudio se determinó el punto más débil del ensamble para ejecutar el análisis en la pieza menos favorecida.

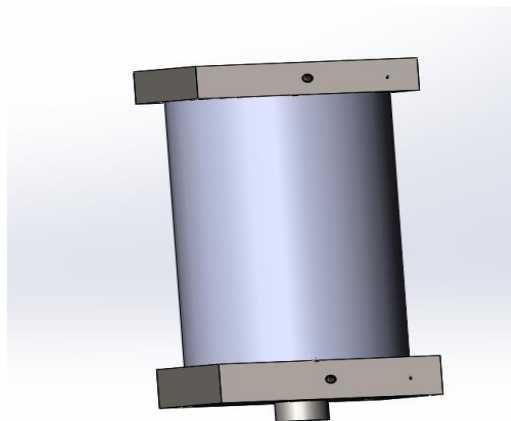


Figura 50: Ensamble camisa-tapa superior-tapa inferior cilindro neumático

Fuente: Mendoza, F. (2022)

El material de la camisa del cilindro neumático es aluminio-aleación 1060 esta pieza posee un grosor de 4 mm aproximadamente, el aluminio posee un límite elástico de 27.574.200 pascales; la tapa inferior y superior están fabricados de acero al carbono 1023 que posee un límite elástico 282.685.049.

En base a estos valores se llegó a la conclusión de que la camisa es el punto más débil del ensamble por el hecho de poseer un grosor menor y un límite elástico inferior al del acero al carbono 1023, es por ello que se estudió de manera individual la camisa del cilindro neumático



Figura 51: Camisa cilindro neumático

Fuente: Mendoza, F. (2022)

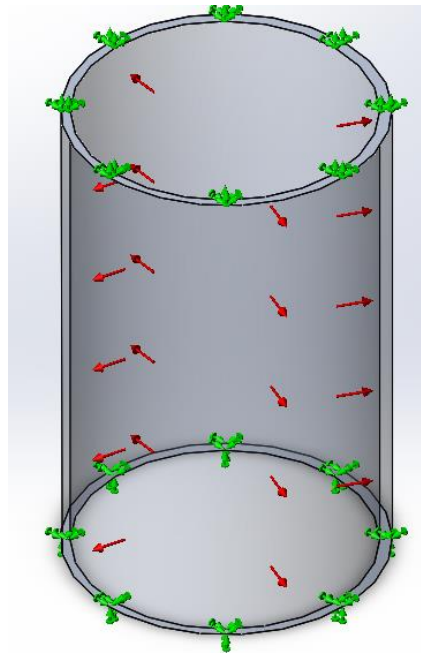


Figura 52: Carga de presión igual a 80 psi en la cara interna del cilindro neumático

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Debido a que la forma de la camisa no representa una geometría compleja al momento de ejecutar el estudio se creó un mallado con densidad intermedia el cual arrojó valores bastantes cercanos a la realidad; Como resultado del estudio estático por medio de la teoría de esfuerzos combinados de von mises, se reflejó un valor igual a 9.859.258 pascales por consecuencias de la sumatoria de esfuerzos resultantes en el punto más débil de la camisa, cabe destacar que el límite elástico del material de la camisa es igual a 27.702.250 pascales, como los esfuerzos combinados no superan el límite elástico del material de la camisa, se pudo concluir que la camisa no llegara al fallo y por ende el cilindro neumático se encontrará en un estado de trabajo seguro para su uso y aplicación

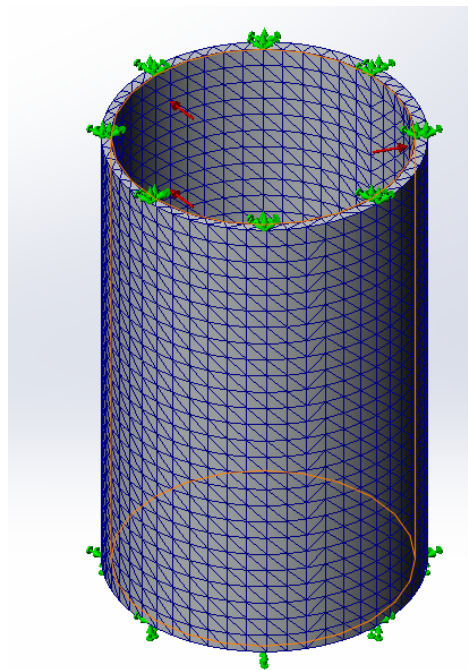


Figura 53: Mallado camisa cilindro neumático

Fuente: Mendoza, F. (2022)

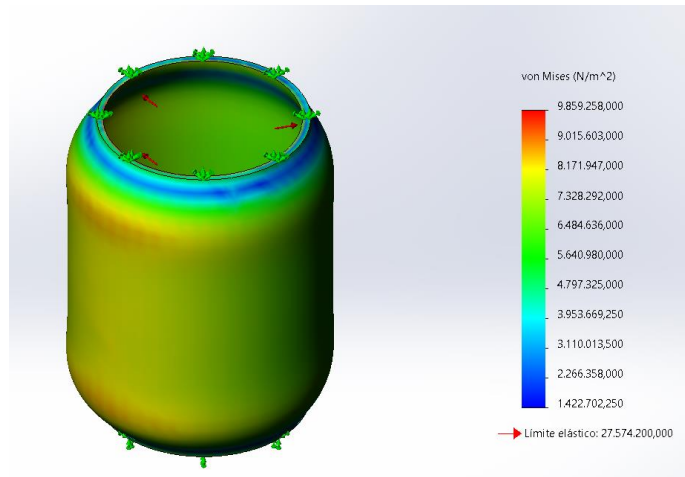


Figura 54: Resultado de los esfuerzos combinados bajo la teoría de von mises

Fuente: Mendoza, F. (2022)

La ejecución del estudio arroja un desplazamiento unitario mínimo, su punto máximo de desplazamiento se encontró a lo largo de la cara exterior señalada con un tono rojizo en la figura, el desplazamiento máximo resulto ser de 0.017mm que para efectos de estudio este desplazamiento puede considerarse despreciable por el hecho de ser muy inferior a la unidad

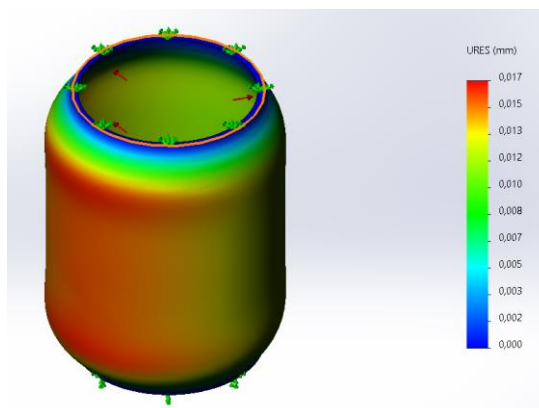


Figura 55: Desplazamiento resultante

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Para obtener una idea sobre qué tan segura es nuestra pieza de trabajo se realizó la ejecución de un estudio estático con los resultados referentes al factor de seguridad de la pieza, para criterios de diseño se trazó un factor de seguridad máximo igual a 3 el cual es aceptable para este tipo de pieza de trabajo; el estudio

genero una serie de resultados que arrojaron que la pieza de trabajo posee el punto máximo de concentraciones de esfuerzos posee un factor de seguridad igual a 2.797

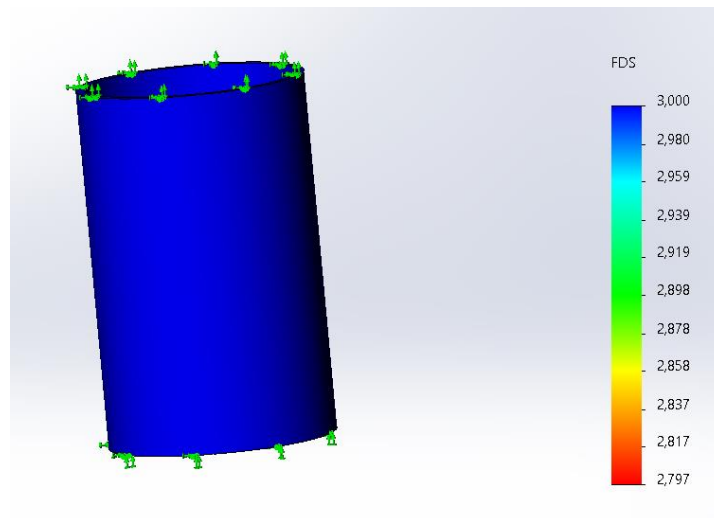


Figura 56: Trazado de factor de seguridad

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Selección de uniones no permanentes en el sistema de corte

Como método de unión en el ensamble del sistema de corte se seleccionó el tipo de uniones no permanentes por medio de pernos, esto debido a que el ensamble entre la lámina de acero que sirve de soporte y la hoja cortante debe haber un método de fácil despiece, por el hecho que representa el desgaste de la hoja por acción del tiempo y uso; el criterio de selección de pernos es un método extenso y complejo que se debe a características tales como la excentricidad de carga, los diferentes modos de fallo y los diferentes medios para determinar el coeficiente de resorte, este complejo estudio fue reemplazado por un método mas eficiente y dinámico por medio de las herramientas de simulación que ofrece el software de diseño solidworks Simulation.

Con base al ensamble del sistema de corte se verifico el punto el cual los pernos presentarían una mayor concentración de esfuerzos. El punto de interés de estudio seria la selección de pernos en la parte inferiores del ensamble, esto por el hecho de que deberá soportar y la reacción de la hoja cortante; los pernos superiores solo sirven de guía entre la hoja los soportes de la estructura con la finalidad de que este no se deforme. Posteriormente se presentará una figura referente a la simulación

antes de su ejecución con una geometría fija en el agujero del pasador una carga de 20 kilogramos para así exceder el peso promedio de la hoja y entrar en un régimen de seguridad, tomando en cuenta la acción de gravedad.

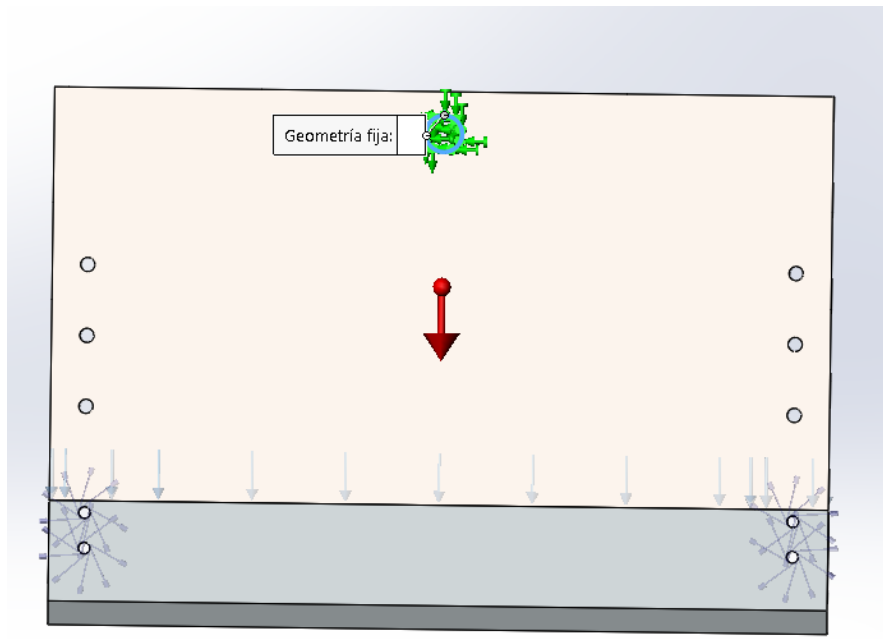


Figura 57: Simulación

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Por medio del estudio por sujeción de pernos el software de simulación seleccionó un perno con diámetro igual a 10mm, en base a ese dato se seleccionó un acero aleado con 620422000 pascales y una precarga de 5 N.m para cada uno de los pernos. Como método de comprobación de la selección del sistema de pernos se procedió a ejecutar un estudio esfuerzos en cada uno de los pernos.

Gracias a los datos proporcionados por la simulación se llegó a la conclusión de que el perno menos favorecido obtuvo un factor de seguridad mayor a 2. En conclusión, gracias a este estudio se seleccionó 4 pernos hexagonales de 10mm de diámetro, fabricados de acero aleado con una resistencia de 620.422.000 pascales y 4 turcas con sus respectivas arandelas del mismo material

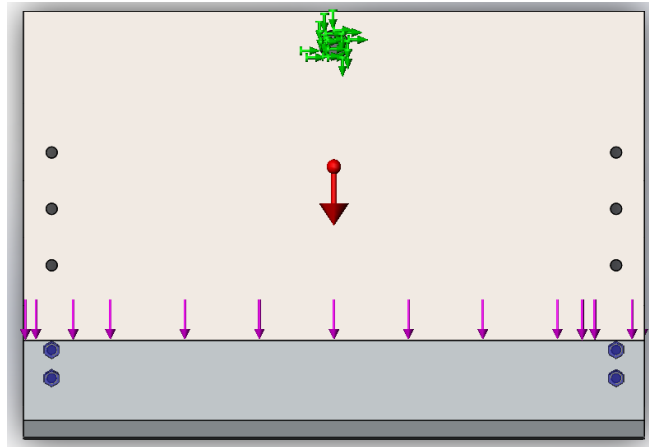


Figura 58: Simulación

Fuente: Mendoza, F. (2022)

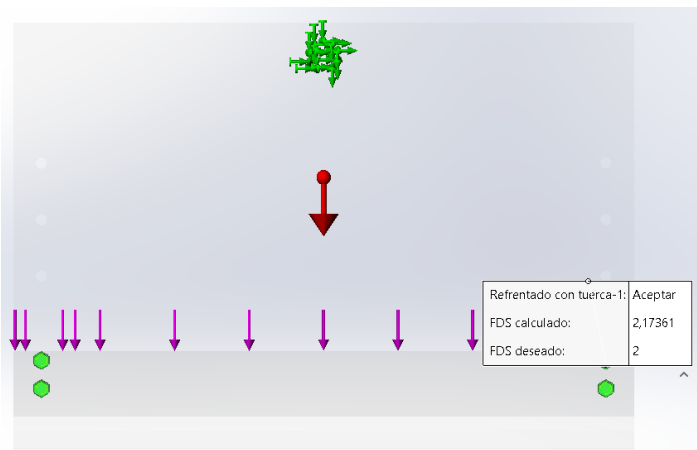


Figura 59: Simulación

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Selección de rodillos

Una de las principales modificaciones que fueron realizadas en el diseño de la mesa guillotina fue la implementación de rodillos con la finalidad de que el operador de banbury pueda manipular con mayor facilidad el material de trabajo, en consecuencia, se seleccionaron 5 rodillos de 1,5 pulgadas de diámetro y 17 pulgadas de largo, a su vez se seleccionaron cojinetes de fricción por el hecho de que el rodillo no entrara en un estado alta velocidad angular. Posteriormente se realizó un estudio estático por medio de la extensión de solidworks denominada solidworks Simulation con la finalidad de obtener resultados acerca de la resistencia

del rodillo, en dicho estudio fue seleccionado la geometría fija y una carga de 30kgf para simular la carga de las pacas de goma en el rodillo, el efecto de la gravedad también fue tomado en cuenta en el estudio. El resultado arrojó un punto máximo de concentraciones de tensiones por medio de la teoría de esfuerzos combinados de von mises de 64.759.620 pascales, este resultado no excede el limite elástico del material el cual es 620.422.000 pascales por lo que se concluye que el diseño es seguro y no fallara

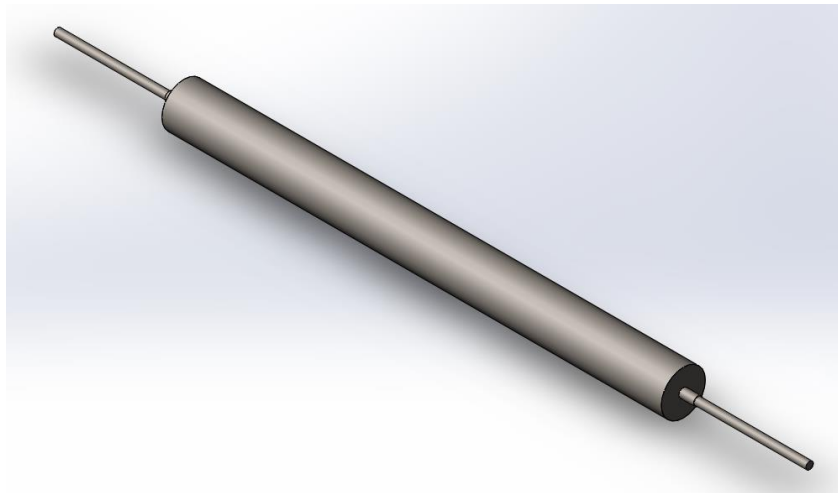


Figura 60: Diseño de Rodillo

Fuente: Mendoza, F. (2022)

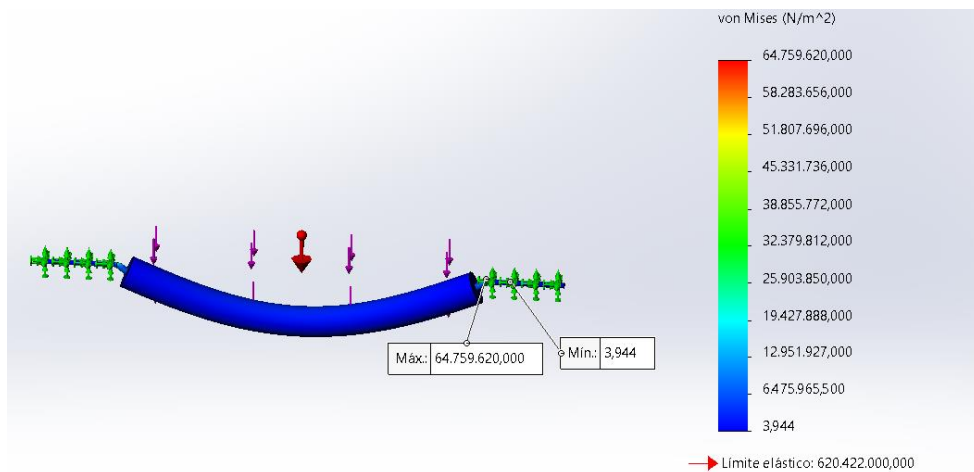


Figura 61: Diseño de Rodillo

Fuente: Mendoza, F. (2022)

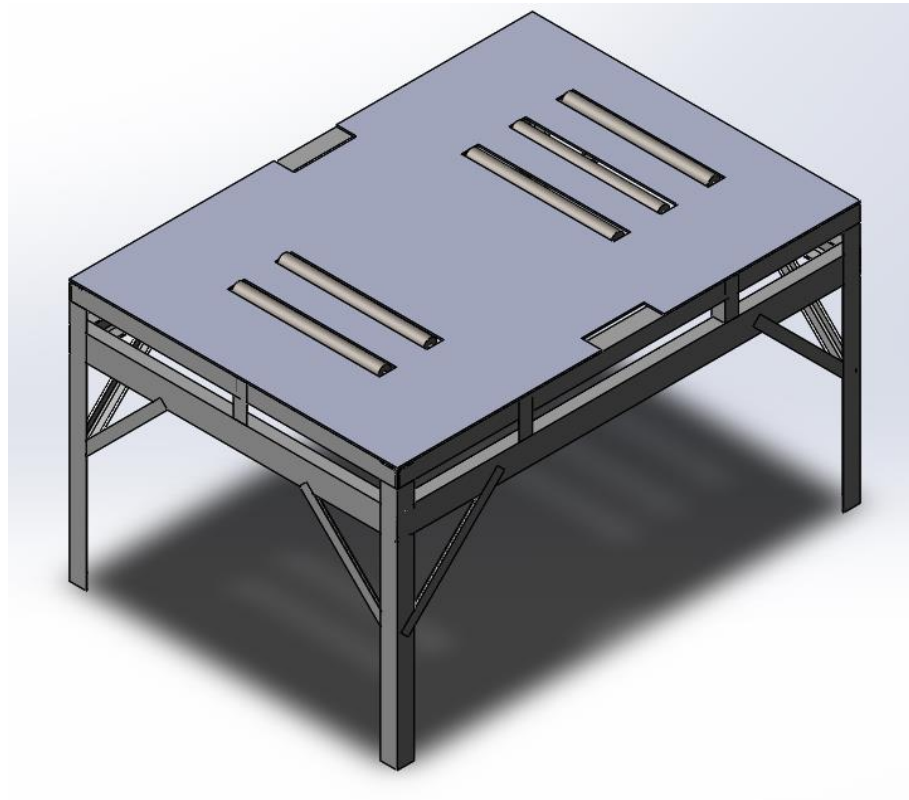


Figura 62: Diseño de Rodillo

Fuente: Mendoza, F. (2022)

Análisis sobre la fuerza necesaria para cortar el material

Durante la operación de corte la paca de goma es colocada entre la mesa guillotina y la hoja cortante, a medida que la hoja cortante es empujada hacia abajo por medio de la acción de la fuerza generada por el cilindro neumático, la hoja de corte comienza a penetrar la paca de goma, finalmente al penetrar por completo la paca de goma esta empieza a separarse en dos mitades, esto debido a las tensiones de corte altamente localizadas en la línea de corte del material

La Fuerza de corte requerida para cortar una paca de caucho es la siguiente:

$$F_s = \frac{S * P * T^2}{R} * \left(1 - \frac{P}{2} \right) \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

- F_s =fuerza cortante
- S =Resistencia al corte del material
- P = penetración de la cuchilla en el material (rango:0 a 1)
- R =Angulo de inclinación de la hoja
- T = espesor del material a cortar

La altura en posición horizontal de la paca de goma es de 16 cm esta es el espesor (T) que debe penetrar la hoja para poder cortar y separar en dos mitades la paca de goma. El material seleccionado para la hoja de corte HCHC (high carbon high chromium). Es una herramienta de trabajo en frío, ofrece buena resistencia al desgaste y tiene una dureza moderada. Es el material de hoja más utilizado. Está sujeto a fracturas o astillamientos cuando se cortan metales más duros o calibres más pesados, ya que el material cortado es caucho, por lo que la fractura de la hoja no es motivo de preocupación

El manual de diseño de Lingiah vol 1, vol 2, que estable un Angulo para la hoja de corte entre 5 a 7 grados, con base a esta información se seleccionó un Angulo de la hoja de corte igual a 7 grados, el proceso de afilado se realizó por medio de la fresadora ubicada en el taller de mecanizado de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela

Cabe destacar que el esfuerzo de corte máximo de la paca de goma natural TA061 no es un dato que sea aportado por ninguno de los proveedores de pacas de la empresa Alice Neumático de Venezuela, según el properties of Engineering materials (propiedades de materiales de ingeniería) estable un esfuerzo de corte ultimo para el caucho duro igual a $S=62\text{MPA}$ y para caucho de revestimiento igual a $S=103\text{MPA}$, estos valores son de esfuerzo de corte son referentes aun caucho procesado y vulcanizado, cabe destacar que en el proceso de fabricación del caucho este es mezclado con un componente denominado negro de humo, este componente tiene la característica de aportar una gran dureza al neumático, además el proceso de vulcanización eleva drásticamente la resistencia del neumático, los valores obtenidos del libro de propiedades de los materiales de ingeniería solo pueden ser utilizados como un punto de referencia de la resistencia de corte de la paca de goma

debido a que la composición de la paca de goma es formada por un caucho sintético sin procesar por lo que su resistencia al corte ultima debe estar muy por debajo de los valores arrojados por el libro de propiedades de los materiales de ingeniería

Por medio del método experimental utilizado en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela se llegó a la conclusión de que para fines de estudio el esfuerzo de corte de la paca de goma TA061 es de aproximadamente unos 14MPA

Condiciones del sistema actual:

- S=14 MPA
- P=1
- T=0.16m
- R=7 grados

En base a estas condiciones y por medio de la ecuación tal se determinó la fuerza necesaria para el corte

$$F_s = \frac{S * P * T^2}{R} * \left(1 - \frac{P}{2} \right) = 25600N \quad (\text{Ec.5})$$

Para determinar la presión de trabajo del cilindro neumático se usó la ecuación 2

$$F_{teorica} = P * A \quad (\text{Ec.2})$$

Empezaremos probando una presión de trabajo igual a 60 psi, haciendo la conversión correspondiente para trabajar en el sistema internacional se tiene:

$$60psi * \frac{6894.76PA}{1psi} = 413685.6PA$$

Para determinar el área se utilizó la ecuación 4 y el diámetro del embolo igual a 28cm

$$A = \frac{D^2 * \pi}{4} = 0.0615m^2 \quad (\text{Ec.4})$$

Fuerza teórica igual a:

$$F_{teorica} = P * A = 25441.664 \quad (\text{Ec.2})$$

Para determinar la fuerza de trabajo F_n se utilizó la ecuación 3

Con un F_r (fuerza de roce) igual a 5088.33N

$$F_n = A * (P - F_r) = 25128.73N \quad (\text{Ec.3})$$

Se pudo observar que F_n (fuerza real) es inferior a F_s (fuerza de corte) por ende es necesario aumentar la presión de trabajo, con una presión de trabajo igual a 80 psi se obtiene:

$$F_{teorica} = P * A = 33922.23N \quad (\text{Ec.2})$$

Para calcular $F_r = F_{teorica} * 0.2 = 6784.44N$

$$F_n = A * (P - F_r) = 33504.98N \quad (\text{Ec.3})$$

Para obtener un factor de seguridad

$$N = \frac{F_n}{F_s} = 1.3$$

Por ende, nos encontramos en un diseño seguro

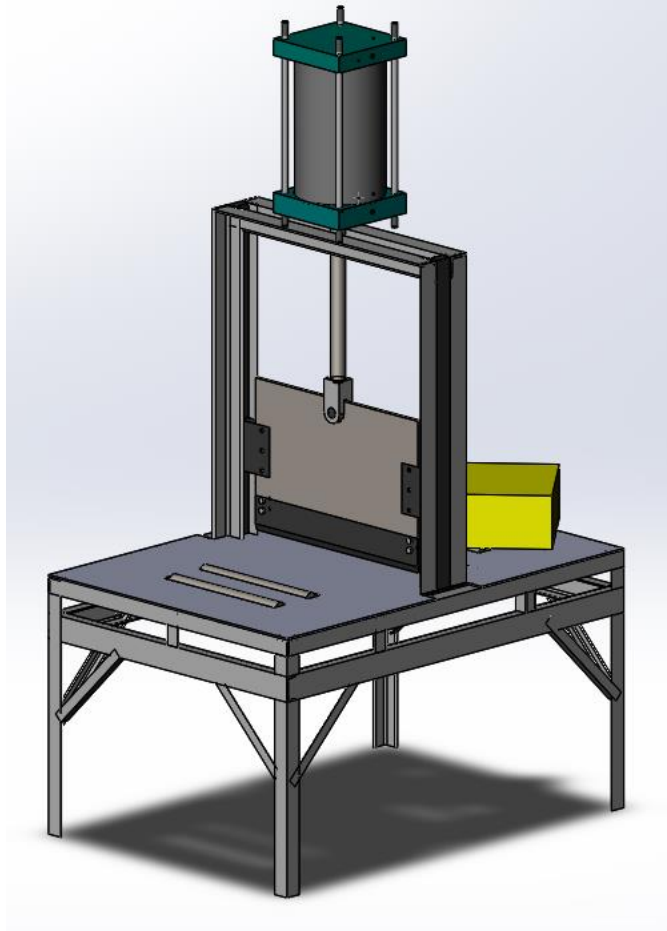


Figura 63: Diseño de Mesa

Fuente: Mendoza, F. (2022)

FASE IV: Diseño de un elevador de pacas por succión de vacío

El material el cual se desea manipular es la paca de goma TA061, el cual posee una masa de 25 kilogramos, las condiciones del mercado actual establecen una existencia en el marco internacional de pacas de goma con una masa igual a los 30 kilogramos, debido a esta situación el diseño del elevador de pacas por succión de vacío se diseñará a partir de la masa máxima que ofrece el mercado actual.

Primer paso: Establecer la fuerza necesaria para desplazar el material de trabajo

Condiciones del sistema actual:

- Distancia vertical: 0.5 metros

- Gravedad: 9.81 kg.m/s^2
- Masa: 30 kilogramos
- Presión atmosférica: 101325 pascales

El cálculo para el sistema de succión por ventosas establece 3 posibles casos de manipulación

1. Primer caso desplazamiento vertical
2. Segundo caso desplazamiento horizontal
3. Tercer caso desplazamiento vertical succión horizontal

Posteriormente se determinará la fuerza necesaria para poder suspender el material de trabajo (TA061) en cada uno de los casos de succión para así evaluar cuál es el método más eficaz.

Primer caso:

Para determinar la fuerza de desplazamiento se usará la ecuación 16 para el primer caso de succión

$$FL: m * (g * a) \quad (\text{Ec.16})$$

Para poder determinar la aceleración se utilizará la ecuación 14 de movimiento rectilíneo basada en la primera ley de Newton

$$x: v_0 * t + \frac{at^2}{2} \quad (\text{Ec.14})$$

Donde

- v_0 : velocidad inicial (m/s)
- t : tiempo (s)
- a : aceleración kg.m/ s^2
- x : recorrido (m)

haciendo $v_0: 0$ y despejando la aceleración en la ecuación se obtiene:

$$a: \frac{2 * x}{t^2}$$

Sustituyendo se obtiene:

$$a: 0.111m/s^2$$

Utilizando la ecuación 16 de la fuerza vertical se obtiene:

$$FL: 297.63N$$

El manual FESTO de aplicación de ventosas por manipulación por vacío establece un factor de seguridad igual a 1.5 para aplicaciones de succión vertical con desplazamientos horizontales y verticales (caso 1 y caso 2); para el tercer caso el manual FESTO establece un factor de seguridad igual a 2

$$FL: 297.63N * 1.5$$

$$FL: 446.44N$$

Segundo caso:

$$FL: m * (g + \frac{a}{\mu}) \quad (\text{Ec.17})$$

El coeficiente de roce posee un valor entre 0.1 a 0.6: el coeficiente de roce del material de trabajo depende directamente de procesos químicos establecidos para su fabricación que a su vez dependen directamente del fabricante, actualmente la empresa ALICE NEUMATICOS DE VENEZUELA está sometido a un proceso de constante cambio de proveedores de materias primas, esto en consecuencia a un mercado inestable y fluctúa a nivel a nivel mundial. Es por ello que se determina una fuerza de desplazamiento vertical mínimo y máximo utilizando los valores mínimos y máximos del coeficiente de roce

Fuerza de desplazamiento máximo:

$$FL(max): 327.6N$$

$$FL(max): (327.6N * 1.5): 491.4N$$

Fuerza de desplazamiento mínimo:

$$FL(min): 299.85N$$

$$FL(min): (299.85N * 1.5): 449.775N$$

Tercer caso (menos favorable)

Utilizando la ecuación número 18 se obtiene:

$$FL: \frac{m}{\mu} * (g + a) \quad (\text{Ec.18})$$

Fuerza de desplazamiento máximo:

$$FL(max): 2976.3N$$

$$FL(max): (297.3N * 2): 5925.6N$$

Fuerza de desplazamiento mínimo:

$$FL(min): 496.05N$$

$$FL(min): (496.05N*2): 992.1N$$

Segundo paso: Determinación del número de ventosas

Para el caso de estudio del proyecto de pasantías se usará un numero N de ventosas igual a la unidad con base a la geometría y la sección transversal del material de trabajo, con el sustento de esta selección se determinará el valor FL para cada uno de los casos utilizando la ecuación 19

$$FL = \frac{FL}{N} \quad (\text{Ec.19})$$

Caso 1

$$FL = \frac{446.44N}{1} = 446.44N$$

Caso 2

Fuerza de desplazamiento máxima

$$FL(max) = \frac{491.4N}{1} = 491.4N$$

Fuerza de desplazamiento mínima

$$FL(min) = \frac{449.775N}{1} = 449.775N$$

Caso 3

Fuerza de desplazamiento máxima

$$FL(max) = \frac{5925.6N}{1} = 5925.6N$$

Fuerza de desplazamiento mínima

$$FL(min) = \frac{992.1N}{1} = 992.1N$$

En base a los datos obtenidos se seleccionó en valor de la fuerza de desplazamiento menos elevada el cual corresponde al caso 1 desplazamiento vertical con una modalidad de manipulación de la pieza en estado horizontal con un $FL=446.44N$

Tercer paso: Sección del tipo de ventosa por pieza de trabajo

Analizando la paca de goma natural y sintética se pudo obtener las siguientes características con respecto a su estructura:

- Porosidad: la paca de goma presenta una superficie con mínima porosidad, esta característica le proporciona la cualidad de poder ser manipulado con una ventosa de gran tamaño; recuérdese que para materiales con alta rugosidad es más recomendable utilizar un número N de ventosas mayor a 1
- Superficie: al poseer una superficie de gran tamaño facilita la capacidad de manipulación mediante ventosas
- Uniformidad: la superficie de la paca de goma presenta gran uniformidad sin irregularidades, haciendo innecesario el uso de diversas secciones en la ventosa
- Gran espesor: al poseer un gran espesor la paca de goma evita el efecto de ondulación presente en láminas delgadas

Con base a esta información se llegó a la conclusión de seleccionar una única ventosa de gran sección transversal con geometría ovala por el hecho de que la ventosa será trabajada como una pieza plana de poca presencia de porosidad con mínimas fugas de caudal

Cuarto paso: cálculo del diámetro de la ventosa

El diámetro de la ventosa se calculará en base a la fuerza requerida para desplazar la pieza de trabajo; cabe resaltar que la forma más eficaz de aumentar la fuerza de levantamiento es aumentar el área efectiva de la sección transversal de la ventosa, esto es debido que si se llegase a aumentar el doble la presión de trabajo, la fuerza de levantamiento se duplicara, pero sí en cambio se duplica el área efectiva de la sección transversal de la ventosa se cuadruplicara la fuerza de levantamiento

Cuadro 15: Ejemplo fuerza de elevación teórica

Ejemplo) Fuerza de elevación teórica = Presión x Área 2 veces →

Diámetro de ventosa	Área [cm ²]	Presión de vacío [-40 kPa]	Presión de vacío [-80 kPa]
ø6	0.28	Fuerza de elevación teórica 1.1 N	Fuerza de elevación teórica 2.2 N
ø16	2.01	Fuerza de elevación teórica 8.0 N	Fuerza de elevación teórica 16.1 N

4 veces ↓

Fuente: manual FESTO

En base al ejemplo mostrado anteriormente y teniendo en cuenta que la pieza de trabajo (paca de goma TA061) posee en una posición horizontal de un área de sección trasversal de:

$$A:(B*L)$$

$$A:(34cm*69cm):0.2346 m^2$$

En base a esta sección se determinará el diámetro de la ventosa; por medio del abanico de opciones que implementa la empresa encargada de la venta y distribución de ventosas; la ventosa de mayor tamaño que presenta el mercado venezolano es de 160mm con base a este dato y el de la fuerza requerida para desplazar la ventosa se determinara la presión de vacío que debe ser generada para producir dicha fuerza

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.1})$$

$$F = FL$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Utilizando una fuerza igual a FL y un área de la sección transversal del máximo diámetro que expone el mercado se obtiene:

$$P = 27335.82 \text{ PA}$$

$$P = 27.335 \text{ KPA}$$

El generador de vacío deberá producir por lo menos una presión negativa de 27.335KPA para poder levantar la paca de goma 0.5 metros con una modalidad de posición y succión vertical

Quinto paso selección del sistema generador de vacío

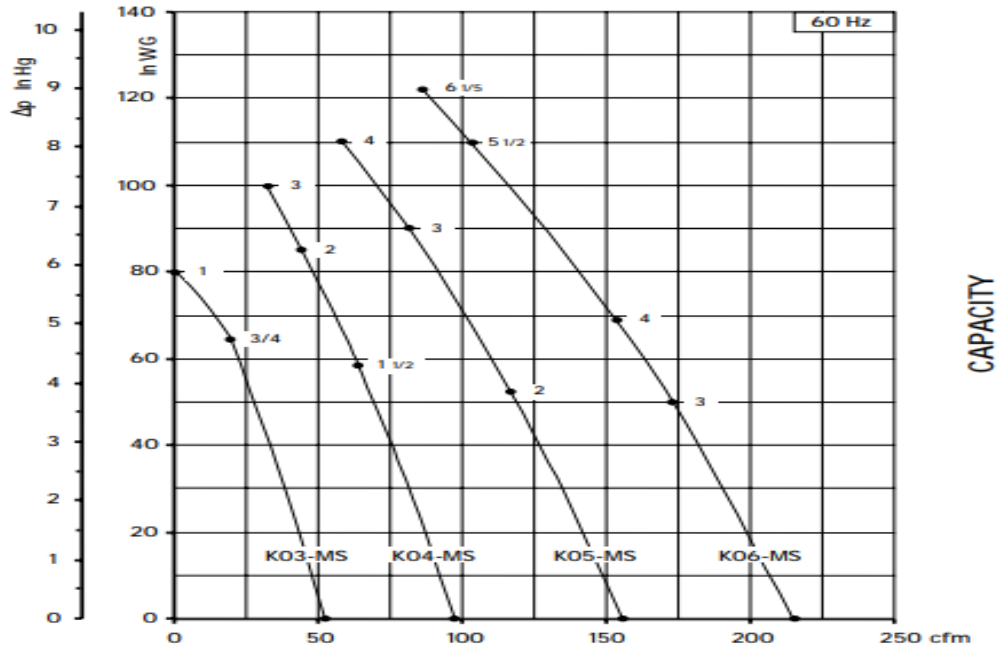
Hoy en día existen dos formas de generar vacío válvulas de vacío basadas en el principio del tubo Venturi; el segundo método de producción de vacío es por medio de sopladores regenerativos su funcionamiento se basa en energía cinética por medio de la aplicación de fuerzas centrifugas. El movimiento radial del aire produce de manera simultánea un aumento de presión y genera energía cinética.

El método más eficiente de generar vacío es por medio de las válvulas de vacío, pero debido a que los tamaños del diámetro de las ventosas son reducidos y para elevar la paca de goma de a una altura de 0.5 metros es necesaria otro sistema de potencia como un brazo robótico o un mecanismo hidráulico de manipulación; es por ello que se seleccionara un soplador regenerativo como medio de generador de vacío

Mediante el catalogo fpz líderes en el mercado mundial de sopladores regenerativos se analizaron las diversas tablas que poseían en ellas las curvas características de los sopladores y en base al diámetro de la ventosa y la presión negativa requerida para producir una fuerza FL, se usara una tabla con una

frecuencia igual a 60Hz la cual es la frecuencia que utilizan los generadores eléctricos en Venezuela

Cuadro 16: Curva característica del soplador: presión vs caudal

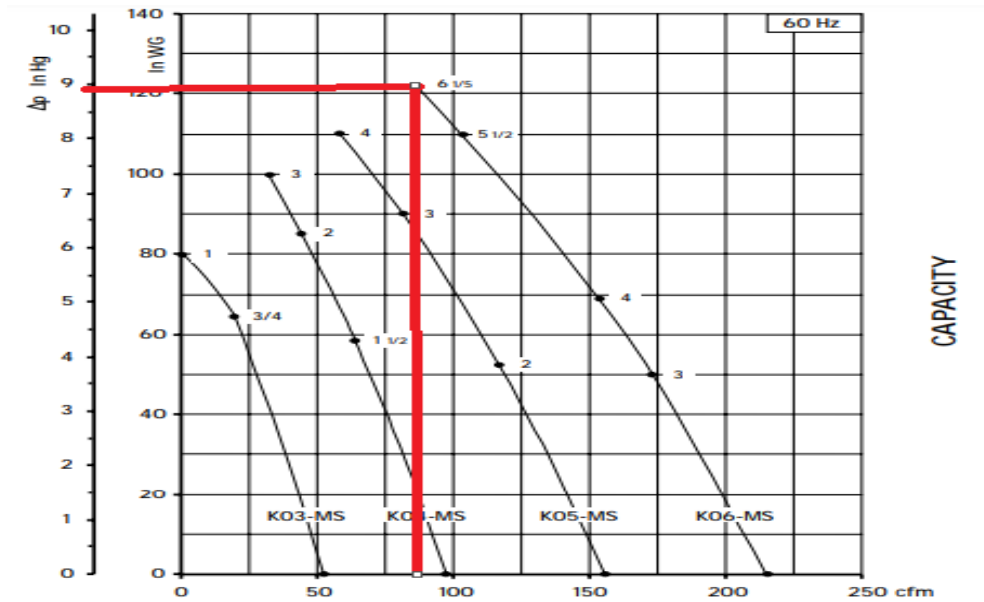


Fuente: catálogo FPZ sopladores regenerativos

Cabe resaltar que el cuadro posee unidades provenientes del sistema inglés, realizando las correspondientes conversiones de unidades se tiene que la presión requerida es 8.072 pulgadas de mercurio

$$P = 27335.82PA * \frac{1 \text{ inHG}}{3386.38PA} = 8.072 \text{ in HG}$$

Cuadro 17: Curva característica del soplador: presión vs caudal (selección de modelo de soplador regenerativo)



Fuente: catálogo FPZ sopladores regenerativos

Utilizando el cuadro de la curva característica de la bomba y ubicándose en la zona de 6 1/5 hp se obtiene que la diferencia de presión es 8.9 in HG, gracias a este método se llegó a la conclusión de que el soplador regenerativo ideal para cumplir estos requisitos es el soplador regenerativo KO6-MS de la marca FPZ. Con base a la tabla de datos del soplador regenerativo se obtiene:

Cuadro 18: Característica de funcionamiento sopladores regenerativos serie KO

Model	Maximum flow cfm		Installed power Hp		Maximum differential pressure Δp (In Hg)		Noise level Lp dB (A) ⁽¹⁾		Overall dimensions H Inches	Weight Lbs
	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm		
K03-MS	52	43	3/4	3/4	4.7	3.7	61.0	59.0	10.43	24.3
			1	1	5.9	4.9	61.3	59.3	12.0	32.0
K04-MS	98	81	1 1/2	1 1/2	4.3	5.9	63.8	61.8	11.65	40.3
			2	2	6.3	6.6	64.0	62.0	14.20	56.8
			3	-	7.4	-	64.2	-	14.20	58.4
K05-MS	156	129	2	2	3.8	5.1	69.5	67.5	13.20	56.7
			3	3	6.6	7.1	69.8	67.8	13.20	60.6
			4	-	8.1	-	70.1	-	14.40	77.2
K06-MS	216	179	3	3	3.7	4.8	72.0	70.0	13.8	69.0
			4	4	5.2	7.0	72.3	70.3	14.17	82.5
			5 1/2	5 1/2	8.1	8.1	72.6	70.6	15.5	85.3
			6 1/5	-	8.9	-	72.9	-	16.3	95.5

(1) Noise measured at 1 m distance with inlet and outlet ports piped, in accordance to ISO 3744.

Fuente: catálogo FPZ sopladores regenerativos

Cuadro 19: Tabla N característica de funcionamiento sopladores regenerativos serie KO (elección de modelo)

Model	Maximum flow cfm		Installed power Hp		Maximum differential pressure Δp (In Hg)		Noise level Lp dB (A) (1)		Overall dimensions H Inches	Weight Lbs
	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm	60 Hz 3500 rpm	50 Hz 2900 rpm		
	K03-MS	52	43	3/4	3/4	4.7	3.7	61.0	59.0	10.43
K04-MS	98	81	1	1	5.9	4.9	61.3	59.3	12.0	32.0
			1 1/2	1 1/2	4.3	5.9	63.8	61.8	11.65	40.3
			2	2	6.3	6.6	64.0	62.0	14.20	56.8
K05-MS	156	129	3	-	7.4	-	64.2	-	14.20	58.4
			2	2	3.8	5.1	69.5	67.5	13.20	56.7
			3	3	6.6	7.1	69.8	67.8	13.20	60.6
K06-MS	216	179	4	-	8.1	-	70.1	-	14.40	77.2
			3	3	3.7	4.8	72.0	70.0	13.8	69.0
			4	4	5.2	7.0	72.3	70.3	14.17	82.5
			5 1/2	5 1/2	8.1	8.1	72.6	70.6	15.5	85.3
			6 1/5	-	8.9	-	72.9	-	16.3	95.5

(1) Noise measured at 1m distance with inlet and outlet ports piped, in accordance to ISO 3744.

Fuente: catálogo FPZ sopladores regenerativos

Cuadro 20: Datos soplador regenerativo

TABLA DE DATOS SOPLADOR REGENERATIVO	
MODELO	K06-3MS
VELOCIDAD ANGULAR	3500 RPM
FRECUENCIA	60Hz
POTENCIA DE INSTALACION	6,2HP
MAXIMA PRESION DIFERENCIAL	27091.03 Pa
NIVEL DE RUIDO	72,9 A
CAUDAL MAXIMO	366,986 m ³ /h
PESO	43.318Kg

Fuente: catalogo FPZ sopladores regenerativos

Sexto paso selección de accesorios de operación

Utilizando los datos de proporcionados por la tabla de datos del soplador de vacío y un diámetro de ventosa igual a 160mm de diámetro se seleccionó por parte del fabricante (ergonomicmfg) una serie de implementos como ventosa, tubería de aspiración, filtro de aire y columna de sujeción con las siguientes características

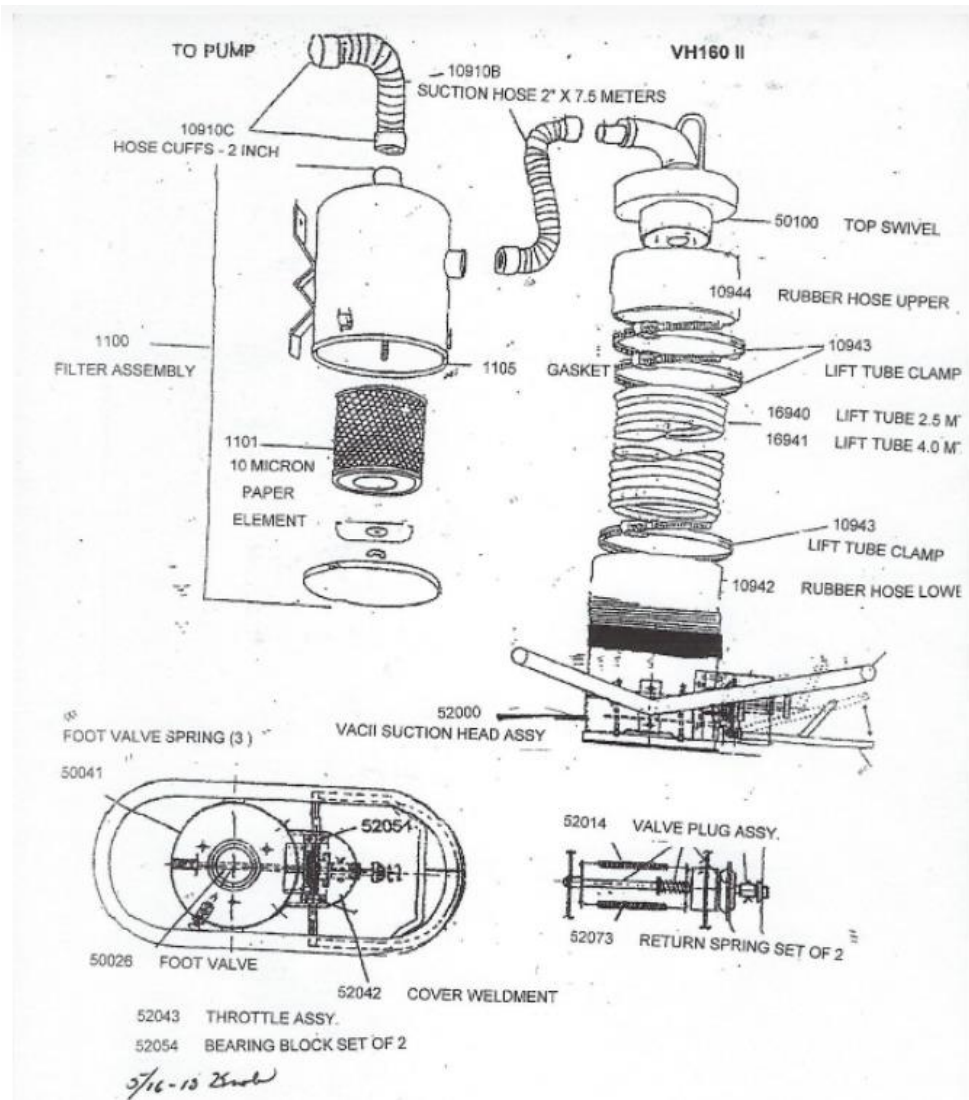


Figura 63: Vista explosionada conjunto de succión VH160 II

Fuente: ergonomcmfg

El conjunto seleccionado es un conjunto modelo VH160 II el conjunto está conformado por una ventosa ovala de diámetro de 160mm, tubería de succión de 2.5m x 0.16m de diámetro, válvula de accionamiento en la ventosa, filtro de aire, y porta filtro.



Figura 64: Cabezal de control VH160 con mango Flex, número de pieza 56050

Fuente: ergonomcmfg



Figura 65: Conjunto giratorio

Fuente: ergonomcmfg



Figura 66: Cabezal de control VH160 56050 con válvula remota 506100.

Fuente: ergonomcmfg



Figura 67: Cabezal de control flexible VH160

Fuente: ergonomcmfg



Figura 68: Tubo de elevación 16940, 160 mm x 2,5 m

Fuente: ergonomicmfg



Figura 69: Filtro de caucho 1101

Fuente: ergonomicmfg



Figura 70: Manguera de succión estándar de 2"

Fuente: ergonomcmfg



Figura 71: Conjunto de filtro 1100

Fuente: ergonomcmfg



Figura 72: Grúa de traslación

Fuente: ergonomicmfg

Del catálogo de ergonomicmfg se seleccionó la grúa con menos capacidad de soporte debido a que el peso máximo que se debe transportar es igual a los 30 kilogramos

	Capacidad	Centro
Pluma articulada	250 libras	12'
Pluma articulada	350 libras	4'
Pluma articulada	350 libras	6'
Pluma articulada	350 libras	8'

Figura 73: Catálogo de grúas para sistemas de succión VH160II

Fuente: ergonomicmfg

Sexto paso: Determinación del caudal desplazado para la succión

Para el caso determinaremos el caso en el cual se desplaza el volumen de la ventosa y asumiendo que las tuberías están estiradas entonces el volumen total será:

$$Vol(total) = Vol(ventosa) + Vol(tuberia1) + Vol(tuberia2)$$

$$Vol(ventosa) = \frac{\pi * d^2}{4} * 2.5m = 0.05026m^3 * \frac{1000L}{m^3} = 50.26litros$$

$$Vol(tuberia1) = \frac{\pi * d^2}{4} * 7.5m = 0.015m^3 * \frac{1000L}{m^3} = 15.20litros$$

$$Vol(tuberia2) = \frac{\pi * d^2}{4} * 1m = 0.002026m^3 * \frac{1000L}{m^3} = 2.026litros$$

$$Vol(total) = 50.20litros + 15.20 + 2.026 = 67.486litros$$

Asumiendo que necesitamos desplazar el volumen de la tubería en tiempo igual a 1 segundo, se tiene que el caudal de vacío necesario se tiene:

$$Q = \frac{67.486litros}{1s} * \ln\left(\frac{101325PA}{74233.97PA}\right) * 1.4 * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{3600s}{1h} = 35.97m^3/h$$

$$Q(requerido) = 35.97m^3/h$$

$$Q(soplador) = 152.9m^3/h$$

Nos encontramos que el caudal del soplador supera el caudal requerido por ende el diseño no presentara problemas

Séptimo paso ubicación del elevador de pacas por succión de vacío

La ubicación del elevador de pacas por succión de vacío presenta ciertos desafíos debido a que el área de banbury específicamente el área de banbury 3 y 4 es un área que presenta un gran flujo peatonal, así como un considerable flujo de montacargas esta ubicación deberá facilitar la manipulación de las pacas de goma desde la cesta hasta la maquina mesa guillotina y posteriormente hasta la cinta de transportadora banbury, con destino final ubicado en la cámara de mezclado; con base en la tabla de datos del motor eléctrico se observó que el motor del soplador regenerativo presenta consumo energético trifásico con una tensión eléctrica del 110voltios, este deberá ser ubicado cerca de una fuente de energía que posea estas característica


			CERTIFICATO DI TIPO TYPE TEST CERTIFICATE					Revisione / Revision : 0 Data / Date : 07/09/2016 Rilasciato da / Released by : Roger Tchinda Approvato da / Approved by : M. Diegoli						
Via Reno Vecchio, 62 Cento (FE) - IT			S.p.A			TDS 0179								
Cliente / Customer : FPZ														
Motore Asincrono Trifase Con Rotore A Gabbia Di Scoiattolo Asynchronous Three Phase Electric Motor With Squirrel Cage Rotor														
Tipo motore / Motor type:			CP100LJ/2				Pn [HP]/[kW]: 6,2 / 4,6		Poli / Poles: 2					
Classe Isol. Insul Class (ΔT)	Servizio Duty	Service factor	Temp. amb. Amb. Temp [°C]	Altitudine Altitude [m]	Test rigidità Dielectric test [Vac]	Resist. Isolamento Insulation resist. [Mohm]	Sistema Raffr. Cooling system	Inertial [Kgm ²]	Protezione Protection	Norme Standards				
F (B)	Cont (S1)	1,15	40	1000	1920	>100	IC411	0,00528	IP55	IEC 60034-1, C22.2 No. 100-04, UL 1004-1-2, C390-10.				
Dati a 60Hz / Data at 60Hz														
Pn [HP] / [kW]	Vn [V]	In [A]	n [rpm]	Mn [Nm]	Ma / Mn	Mm / Mn	la / ln	Prova a carico variabile Variable load test			Livello efficienza Efficiency level (Nema MG-1 Tab 12-12) PREMIUM EFF. - IE3 Nema Nom.Eff. 89,5%			
								%Pn	25%Pn	50%Pn		75%Pn	100%Pn	125%Pn
6,2 / 4,6	460 Y	8,2	3535	12,4	5,3	6,3	12,5	η %	80,0	87,4		89,6	90,1	90,0
								cosφ	0,36	0,57		0,70	0,78	0,83
6,2 / 4,6	230 YY	16,4	3535	12,4	5,3	6,3	12,5	η %	80,0	87,4		89,6	90,1	90,0
								cosφ	0,36	0,57		0,70	0,78	0,83
6,2 / 4,6	208 YY	16,5	3520	12,5	4,3	5,1	11,3	η %	83,8	89,2	90,4	90,3	89,6	
								cosφ	0,49	0,71	0,81	0,86	0,89	
Prova equilibrio termico Temperature rise test							Prova a vuoto No-load test							
Tensioni / Voltage [V]	Freq. [Hz]	Pn [HP] / [kW]	ΔT Avvolg. motore ΔT Motor winding. [K]	Temp.carcassa motore Motor case temp. [°C]	Tamb. [°C]		Vn [V]	Io [A]	cosφ0	Temp.avvolgimento Winding temp. [°C]				
480 Y	60	7,13 / 5,3 (S.F. 1,15)	≤ 64	≤ 51,8	24		460 Y	4,7	0,07	42,7				
460 Y	60	6,2 / 4,6	47	50,8	31		230 YY	9,7	0,07	48,3				
200 YY	60	7,13 / 5,3 (S.F. 1,15)	64	51,8	24		208 YY	6,83	0,08	48,3				
208 YY	60	6,2 / 4,6	48	49,8	28		---	---	---	---				

Figura 74: Tabla de datos motor eléctrico

Fuente: catalogo FPZ sopladores regenerativos

El brazo del elevador de pacas posee un alcance de 4.7metros con un desplazamiento de 180 grados, con base a esta información y mediante el software de diseño AUTOCAD el departamento de ingeniería de la empresa ALICE NEUMATICOS DE VENEZUELA determino la ubicación del sistema de elevador de pacas por succión de vacío.

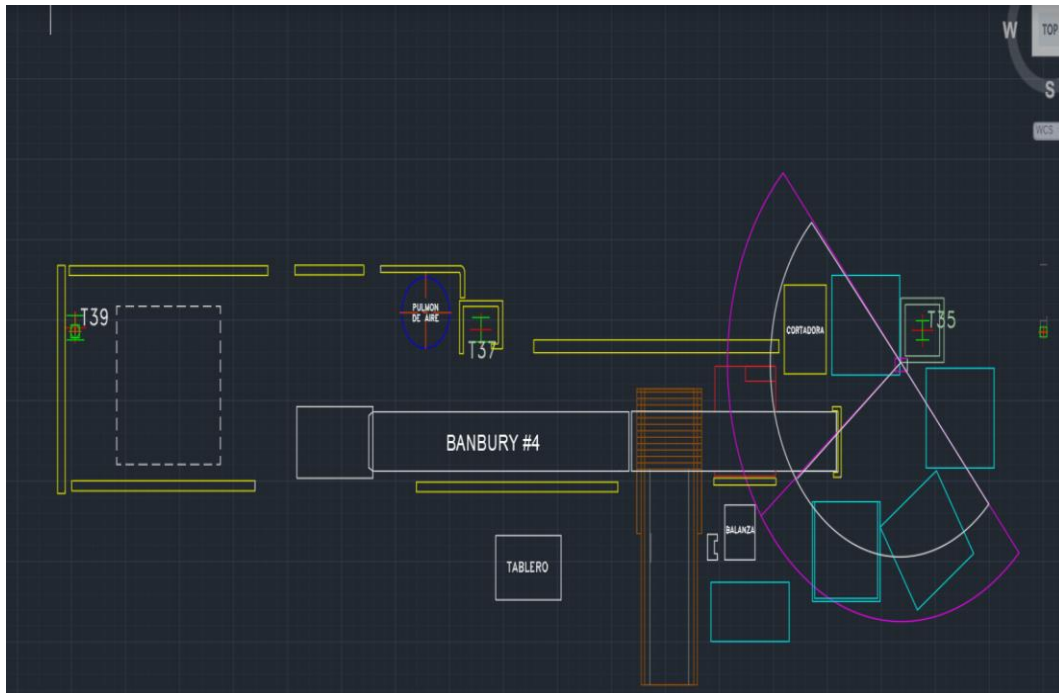


Figura 75: Ubicación Del Elevador De Pacas y Mesa Guillotina

Fuente: F. Mendoza (2022)

La ubicación mostrada en la figura N se presenta la ubicación del brazo del elevador de pacas por succión de vacío, dicha configuración presenta diversas ventajas tales como: versatilidad del operador a la hora de manipular y cortar las pacas de goma; presenta una ubicación la cual no interrumpe el paso peatonal y montacargas y una conexión a una fuente de energía trifásica con una tensión de 110 voltios y una frecuencia de 60Hz

Diseño CAD soplador regenerativo

Con base a los datos aportados por el fabricante se determinó un modelo CAD utilizando el software de diseño solidworks del soplador regenerativo



REGENERATIVE BLOWERS - VACUUM
SCL K03 / K04 / K05 / K06

MS SERIES
 SN 1879-14 B 1/2

TECHNICAL CHARACTERISTICS

- Aluminium alloy construction
- Smooth operation
- High efficiency impeller
- Maintenance free
- Mountable in any position
- Recognized TEFC - cURus motor

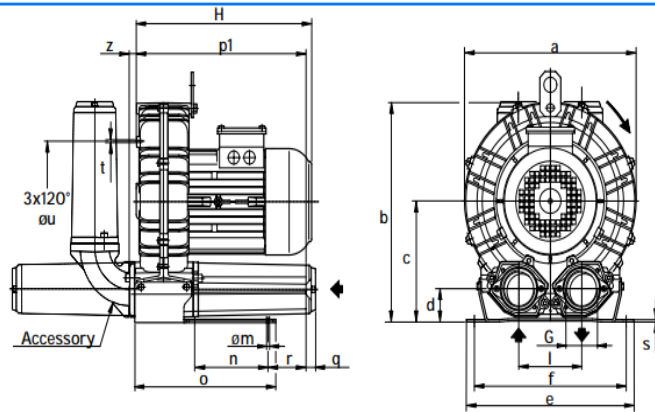
OPTIONS

- Special voltages (IEC 38)
- Surface treatments

ACCESSORIES

- Inlet and/or inline filters
- Additional inlet/outlet silencers
- Safety valves
- Flow converting device
- Optional connectors

Dimensions in inches.
 Dimension for reference only.



Model	a	b	c	d	e	f	G	l	m	n	o	p1	q	r	s	t	u	z
K03-MS	9.49	10.55	5.79	1.69	9.06	8.07	1" ¼ NPT	3.39	0.39	3.27	5.59	8.07	0.71	2.95	0.16	M6	5.51	0.47
K04-MS	11.22	12.40	6.77	1.93	10.04	8.86	1"½ NPT	4.02	0.47	3.74	6.73	8.74	0.71	2.76	0.16	M6	6.89	0.71
K05-MS	12.87	14.37	7.87	2.13	12.80	10.24	2" NPT	4.72	0.59	4.53	10.43	12.60	0.71	3.86	0.16	M8	7.87	0.75
K06-MS	14.80	15.47	8.07	2.13	12.80	11.42	2" NPT	4.92	0.59	5.51	10.71	13.15	0.71	3.35	0.16	M8	9.45	0.75

FIGURA 76: Geometría de soplador regenerativo FPZ SCL

Fuente: catalogo FPZ

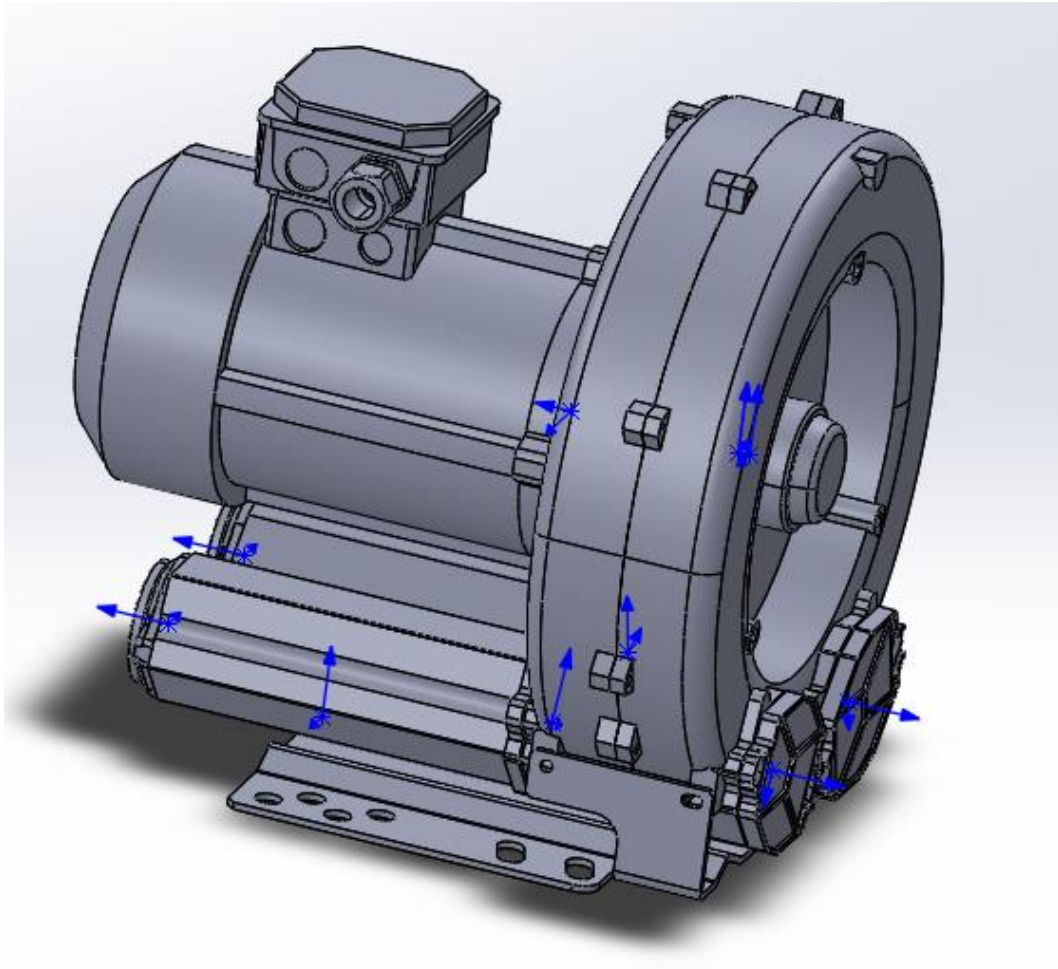


Figura 77: Modelo CAD soplador regenerativo

Fuente: catalogo FPZ

Análisis de fluido

Gracias al apoyo de la herramienta de trabajo solidworks y su extensión destinada al estudio y la simulación de fluidos (solidworks flow simulation) se realizó un análisis con el objetivo de observar como interactúa el aire en la tubería de succión al instante en el cual el soplador regenerativo genero una diferencia de presión negativa resultando en un desplazamiento del fluido de trabajo, cabe mencionar que el análisis fue realizado bajo términos ideales seleccionando un

estado adiabático (sin transmisión de calor entre las paredes) y sin rugosidad en la tubería



Figura 78: Modelo CAD tubería de succión

Fuente: F. Mendoza (2022)

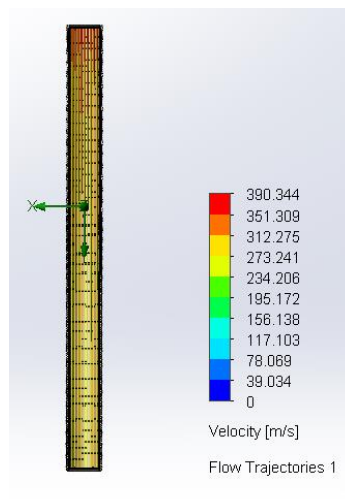


Figura 79: líneas de flujo

Fuente: F. Mendoza (2022)

En la figura mostrada anteriormente se puede observar como el flujo de trabajo se acelera cada vez más que se acerca hacia el sistema de vacío, en un estado ideal sin pérdidas de caudal y sin rugosidad en las paredes internas de la tubería, el flujo de aire puede alcanzar velocidades de hasta 390 m/s en una tubería de 160 milímetros de diámetro y un recorrido de 2.5 metros

FASE V: Crear estándares de trabajo

Actualmente la empresa ALICE NEUMATICOS DE VENEZUELA es una empresa altamente competitiva en el mercado nacional, esta posición se debe a diversas cualidades tales como; su alta capacidad de producción, comercialización de productos de gran calidad, excelentes precios de mercado y una certificación de producción bajo una de las mejores marcas destinadas a la producción de neumáticos en el mercado mundial; uno de los diversos requisitos para poder mantener esta certificación, es la de poseer una certificación bajo los estándares de calidad según la norma ISO 9000 es una de las normas más reconocidas en el mundo, el objetivo de ISO 9000 es la aplicación de un sistema de gestión de calidad para garantizar la calidad de los productos; actualmente la empresa ALICE NEUMATICOS DE VENEZUELA está certificada bajo una variante de la norma ISO 9000, la norma ISO 9001:2015 esta norma de calidad es una variante de la ISO 9000 que se centra más que en la calidad del producto final, en el proceso de fabricación.

Cada año la empresa es auditada por entes externos que evalúan diversos factores, uno de ellos es la documentación de cada uno de sus procesos bajo una guía de operación o diagrama de proceso denominado (Working estándar) estos estándares de trabajo no son más que un paso a paso del manejo de los métodos de trabajo que intervienen en el proceso, el objetivo de la fase 6 es la creación de estándares de trabajo de forma detallada del proceso de manipulación de pacas por succión de vacío y el proceso de corte en la mesa guillotina.

FECHA EFECTIVO:	3/22	PÁG.: 01 DE: 01
DEPARTAMENTO:	515001	CÓD: 03-SBB-001
LABOR:	MEZCLADO DE GOMA	EQUIPO/MÁQUINA: BANBURY #2,3,4
CARGO:	OPERADOR DE BANBURY Y PESADOR DE GOMA	

PASO No.	RESUMEN DE OPERACIONES	APLICACIÓN						OBSERVACIONES
		OPERACIÓN	MANEJO	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAE	
1	VERIFICAR RECETA EN EL PANEL VIEW DEL BANBURY.	○	○	⇒	■	○	▽	EL PANEL VIEW MOSTRARA LA RECETA ESPECIFICA A REALIZAR. DE ELLO DEPENDERA LA CANTIDAD DE MASA QUE SERA DEPOSITADA EN LA BALANZA.
2	UBICAR VENTOSA EN UN SITIO SEGURO.	○	●	⇒	□	○	▽	
3	ENCENDER BOMBA DE SUCCION.	●	○	⇒	□	○	▽	DEBE PRESTARSE ATENCION A SU NIVEL DE RUIDO UN NIVEL DE RUIDO EXCESIVO ES UN INDICIO DE UN MAL FUNCIONAMIENTO.
4	ACCIONAR COMPUERTA DE VENTOSA.	●	○	⇒	□	○	▽	
5	POSICIONAR Y ACCIONAR VENTOSA EN LA PACA DE GOMA PROVENIENTE DE LA CESTA DE TRANSPORTE.	●	○	⇒	□	○	▽	
6	SI ES NECESARIO TRANSLADAR PACA DE GOMA HACIA LA MESA GUILLOTINA.	●	○	⇒	□	○	▽	LA UBICACIÓN DE CORTE DE LA PACA DE GOMA RESPECTA A LA HOJA GUILLOTINA DEPENDERA LA MASA QUE ES REQUERIDA PARA COMPLETAR LA RECETA.
7	ACTIVAR ELECTRO VALVULA PARA REALIZAR CORTE.	●	○	⇒	□	○	▽	
8	TRANSLADAR LA PACA DE GOMA CORTADA HACIA LA CINTA TRANSPORTADORA DEL BANBURY.	○	○	⇒	□	○	▽	
9	VERIFICAR PESO DE LA RECETA EN EL PANEL VIEW DEL BANBURY.		○	⇒	■	○	▽	EL PANEL VIEW MOSTRARA SI ES NECESARIO O NO INTRODUCIR MATERIAL EN LA CINTA TRANSPORTADORA DEL BANBURY.

Cod.03-FIND-010A / Ver.11.0

Figura 80: Working estándar operación pesador de goma

Fuente: Mendoza 2022.

FASE VI: Viabilidad económica

En las fases anteriores se realizaron los estudios, análisis y descripciones de las operaciones llevadas a cabo en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela. Sin embargo, se llevó a cabo un análisis costo-beneficio del sistema propuesto, el cual permite evaluar la inversión en cuanto a recursos necesarios, y los beneficios que esto puede generar; permitiendo estudiar su factibilidad.

Para esto es necesario evaluar otros factores tales como, la inversión, esta depende en gran medida del perfil de la empresa, el alcance, identificar que se desee obtener en cuanto a eficacia y productividad; así como también la capacidad de inversión de la misma, y otros factores en menor medida. En la mayoría de los casos, ante un

sistema bien desarrollado, la empresa disminuye costos en mano de obra y aumenta su productividad, contando además con un efecto de mejora en la competitividad, y calidad.

Cuadro 21: Costo de materiales para la mesa

Material	Cantidad	Precio Unitario	Total
Electroválvula neumática (4 vías 2 posiciones)	1	62 \$	62 \$
Sistema de tubería neumático PACO (1/2)	5 m	1,3 \$	6,66 \$
Manguera neumática	1	12\$	12 \$
Interruptor eléctrico	2	15 \$	30 \$
Perno T10 y Tuerca T10	10 c/u	1,5 \$	15 \$
Arandela	20	0,30 \$	6 \$
Niple ½ a 3/4	1	10 \$	10 \$
Pega para tubería	180 cm^3	8 \$	8 \$
Unidad de mantenimiento	1	280 \$	280 \$
Fabricación de sello vástago	1	30 \$	30 \$
Fabricación de sello embolo	2	25 \$	50 \$
Rodillos	5	7 \$	35 \$
Bocinas	10	3 \$	30 \$
Total			574,66

Fuente: Mendoza 2022.

Cuadro 22: Costo de materiales para elevador de gomas con succión por vacío

Material	Cantidad	Precio Unitario	Total
Sistema completo de elevación de ventosa	1	1.123 \$	1.123 \$
Soplador regenerativo	1	993 \$	993 \$
Total			2.116

Fuente: Mendoza 2022.

Cuadro 23: Tabla Resumen de los costos asociados a la propuesta

Material	Cantidad	Precio Unitario	Total
Mesa	1	1.123 \$	574,66 \$
Elevador de gomas con succión por vacío	1	993 \$	2.116 \$
Total			2.690,66

Fuente: Mendoza 2022.

CONCLUSION

El proyecto de investigación permitió incrementar y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la trayectoria de la carrera, además, este proyecto sirvió de experiencia laboral y crecimiento profesional, debido a que los datos y toda la información suministrada en el mismo fue obtenida en un entorno real de trabajo.

El estudio del presente trabajo desencadenó las siguientes conclusiones:

En la fase I se realizó un diagnóstico de la situación actual del área de mezclado específicamente en el área de Bunbury 3 y 4. Los datos fueron obtenidos a través de la observación directa Y la revisión documental referentes a la producción de goma todo esto fue posible gracias al personal del área. Se menciona el proceso de mezcla, así como los aditivos presentes, equipos, capacidad de producción, metodología de trabajo, y fallas en el proceso actual.

Para la fase II se implementaron técnicas tales como el diagrama Ishikawa y los cinco por qué permitiendo visualizar y diferenciar las variables que reflejan un mayor impacto en la problemática asociada a los factores mencionados anteriormente.

Dando paso de esta forma la fase III dónde se reflejan los estudios realizados para dar respuesta a la problemática. Es aquí donde damos respuesta a uno de nuestros objetivos específicos; con el diseño de una mesa de guillotina, para proporcionar cortes de gran precisión en las pacas de goma de esta forma podemos completar la receta específica y alimentar al mezclador Bunbury. Y para esto se contó con el apoyo del software de diseño Solid Word para las partes que conforman la mesa de guillotina tales como cilindro neumático, la estructura de la mesa, el sistema de corte, la camisa, los esfuerzos combinados, rodillos, entre otros.

En la fase IV se pueden evaluar los pasos para el diseño de un elevador de pacas por succión de vacío indicando la masa que se debe manipular para establecer las condiciones. De igual forma Solid Word, nos permita simular el flujo de trabajo de las partes que componen nuestro elevador, Como la tubería de succión, por ejemplo.

Debido a los altos estándares de calidad y la competencia en el mercado nacional la empresa Alice neumáticos de Venezuela debe cumplir con la aprobación de auditorías por entes externos; dentro de las evaluaciones podemos encontrar los

estándares de trabajo; por esta razón en la fase V se buscó detallar el estándar para la operación del pescador de goma con el fin de cumplir con lo requerido en la norma ISO 9001 2015. En la fase VI se realiza un desglose de los costos de los materiales necesarios para desarrollar El proyecto. Demostrando de esta forma en que se puede aumentar la productividad manteniendo los estándares de calidad con un total de \$2690.66.

RECOMENDACIONES

En función a la propuesta se recomienda a la empresa Alice Neumáticos de Venezuela seguir las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda para la incorporación de nuevas piezas el diseño de las mismas mediante el software de diseño Solidworks para así ser analizadas antes de su compra o fabricación.
- Verificar periódicamente la cantidad de humedad del aire en las tuberías con dirección al cilindro neumático.
- Vaciar periódicamente el filtro de agua de la unidad FRL.
- Al momento de realizar alguna modificación en la metodología de trabajo de la mesa guillotina y el elevador de pacas por succión de vacío es indispensable modificar el estándar de trabajo del operador de banbury.
- Se recomienda mínimo cada 3 meses someter la hoja cortadora de la mesa guillotina a un proceso de afilado mediante una fresadora con el fin de mantener un Angulo de ataque entre 5 y 7 grados para realizar un corte preciso y eficaz.
- En el momento el cual la tubería de succión del elevador de pacas por succión de vacío presente fugas de fluido, es recomendable que no se realicen reparaciones improvisadas con el uso de (cinta adhesiva o tirro) debido a que no garantizan la succión de la misma, exponiendo al soplador a unas condiciones fuera de su curva característica de trabajo y por ende disminuyendo su ciclo de vida.
- La presión del fluido de trabajo en el cilindro neumático debe ser de 80 psi, el uso de una menor presión no garantiza el corte de la paca de goma

REFERENCIAS

- Arias, F. (2016). **“El proyecto de investigación” (introducción a la metodologíacientífica)**. 6ta edición. Caracas, Venezuela.
- Asencio, R. (2018) con un trabajo de grado denominado **“Diseño de un sistema automatizado para procesos electro neumáticos de lógica cableada”**.
- Carvajal L. (2013) “Recursos humanos en la investigación científica se refiere a toda persona que sea requerida en los diferentes tipos de investigación y en los diversos pasos del método científico.”
- Coronado, R. (2020) en su trabajo denominado **“Diseño de una prensa excéntrica de 15 toneladas para optimizar procesos de maquinado sin arranque de viruta”** para optar por el título de ingeniero mecánico electricista en la universidad cesar vallejo, ubicada en Chiclayo Perú
- Çengel, Y. Cimbala J. (2006). **Mecánica de Fluidos: Fundamentos y aplicaciones**. 1era Edición. Editorial: Mcgrawhill/interamericana de españa,S.A.U
- Creus Sole, A. (2012) **Neumática e hidráulica**. 2da edición, Editorial Alfaomega.
- Franco (2011 p.118) en su proyecto denominado **“Metodología y enseñanza de la historia”**
- Gómez, R. (2019) realizó una investigación titulado **“Construcción y adaptación de una empresa neumática para la extracción de elementos mecánicos a partir de la estructura de una máquina para ensayos de tensión de elastómeros”**
- Hurtado de Barrera, J. (2008). **Metodología de la investigación, una comprensiónholística**. Caracas, Ediciones Quirón - Sypal.
- Medrano y Rebaza. (2019) trabajo de investigación titulado **“Evaluación numérica de lacavitación y rendimiento de la bomba centrífuga operando en serieparalelo en el laboratorio de turbomáquina”** presentado en la Universidadnacional del Santa, en Chimbote Perú, para optar por al título deIngenieroMecánico.

- Morena, M. (2018) en su trabajo de grado titulado **“Diseño de una mesa elevadora para un sistema de transporte terrestre en las líneas de ensamble aeronáutico”** para optar por el título de ingeniera mecánica en la universidad tecnológica de Pereira ubicada en Pereira Colombia
- Parella & Martins (2012). **Metodología De La Investigación Cuantitativa 3ra Ed (2012)**
- Sabino (2008 p. 25) en su trabajo denominado **el proceso de la investigación**
- Serrano D. (2019) en su trabajo de grado titulado **“Diseño de una prensa neumática para la elaboración de ensambles de perillas de cocina en la empresa texticon cia. Ltda.”** para optar el título de ingeniería mecánica en la universidad católica de Santiago de Guayaquil ubicada en quito ecuador
- Tamayo y Tamayo (2012 p.37) **el proceso de investigación científica**. Guía para la evaluación de proyectos de investigación científica.
- White F. (2004). Mecánica de Fluidos. 5ta Edición. Mcgrawhill/interamericana de españa,S.A.U**
- Wilson (2008) en el trabajo de grado denominado **“la observación Los recursos didácticos en la motivación de los niños y niñas de la educación básica de la escuela patria del cantón Pelileo Provincia del Tungurahua en el año lectivo 2008 Tungurahua en el año lectivo 2008 – 2009– 2009”**.
- Selección de Sistema de vacío** (Documento en línea) Disponible: <https://www.ergonomicmfg.com/vh160-assembly-drawing-with-flex-handle/>

ANEXOS

