

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

REPORTE DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA Y SELECCIONADORA DE PRODUCTO.

EMPRESA: GRUPO AVIMARCA, S.A DE C.V

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

NOMBRE DEL ALUMNO: LUIS ALBERTO MONTERO AYALA

NUM. DE CONTROL: 10270243

PERIODO: AGOSTO-DICIEMBRE 2014

Carretera Panamericana Km.1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Teléfonos: (961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Ing. Mecánica



Índice

Introducción.....	4
1. Justificación	5
2. Objetivos.....	6
2.1. Generales	6
2.2. Específicos.....	6
3. Caracterización del área en que se participó	6
3.1. Antecedentes de la empresa	7
3.1.1. Ubicación de la empresa	8
3.1.2. Misión	9
3.1.3. Visión.....	9
3.1.4. Valores	9
3.1.5. Política de calidad	9
3.1.6. Política de sanos y seguros	9
3.1.7. Política de Medio ambiente.....	9
3.1.8. Logo de la empresa	9
3.2. Organigrama de la planta procesadora de aves GRUPO AVIMARCA S.A. DE.C.V.	10
3.3. Descripción del área donde se realizará el proyecto.....	10
3.4. Jornada Laboral de la empresa.....	11
3.4.1. Antecedentes de la problemática.....	11
4. Problemas a resolver priorizándolos.....	11
5. Alcances y limitaciones.....	12
5.1. Alcances	12
5.2. Limitaciones	12
6. Marco Teórico	13
6.1 Características y elementos de un sistema neumático.....	14
6.2 Calidad del Aire	20
6.3 Las normas de la neumática ISO, CETOP, DIN.....	23
7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	24
7.1 Calculo del diámetro de la tubería	26
8. Resultados, planos, gráficas, prototipos y programas.....	33
9. Conclusión.....	36

10. Anexos	37
11. Fuentes de información.....	38

Introducción

Ser eficientes en los procesos de producción no está reservado únicamente a empresas grandes o transnacionales, aún a niveles más bajos es importante administrar todos los recursos limitados para ser verdaderamente rentables, a fin de obtener buenos resultados ante un mercado globalizado. Se enfocará en la producción de carne de pollo, se optimizará la banda transportadora y seleccionadora de producto, se hará la corrección debida en los pistones neumáticos.

Es importante hacer mención que hace un tiempo atrás, el cliente no era tan exigente en cuanto a rangos de peso de su producto, hoy en día se trabaja bajo estándares, tanto de peso, como de calidad, es por eso que se debe tener un buen proceso de selección de pollo entero para cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente.

En el proceso de selección existen requerimientos establecidos en cuanto a tamaños y pesos, seguidamente en el proceso de selección es importante que la maquinaria este ajustada para obtener buenos resultados y tener una selección de pollo con un peso bien establecido y seleccionado, también así estar dentro de las exigencias del cliente.

Para mejorar este proceso se puede obtener es dando propuestas para mejorar el flujo actual del proceso y así ser más eficientes en la operación. Claro que en esta mejora de proceso está involucrado lo que es materia prima, productividad, recurso humano, ambiente de trabajo y distribución de maquinaria.

Este proyecto tiene como finalidad, mejorar el proceso de producción de la planta avícola Avimarca SA. De CV., dando solución a diversos factores que contribuyen a una mala eficiencia, aplicando conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería Mecánica tales como Neumática, Hidráulica, Automatización industrial, Diseño, Diseño asistido por computadora, etc., se dará solución a los factores mediante análisis matemáticos e investigaciones.

1. Justificación

El proyecto surge a partir de la problemática que se tiene en la empresa al hacer la selección y clasificación de pollos mediante el peso, dicha selección se encuentra mal calibrada debido a los factores externos e internos de este sistema, con esta implementación se darán solución a dichos factores tratando de reducir las pérdidas de producto. La problemática que tenemos en la selección de dicho producto es que nos presentan fallas en lo que es los pistones seleccionadores de pollos por su peso, los cuales presentan mucha humedad y la presión del aire no es la adecuada para que los pistones tengan un buen funcionamiento ni la lubricación.

Además se pretende tomar en cuenta todos los requerimientos necesarios para que esta selección sea la adecuada y así evitar volver a repetir el proceso de selección, y no tener que parar la producción para que este proceso se realice de nuevo, pretendemos mejorar con esto la producción y la selección de este proceso.

Con esto podemos cumplir con todos los requerimientos que el cliente nos pida y el mercado nos exija en cuanto a rangos de pesos establecidos en tiempo y forma, evitando pérdidas a la empresa.

2. Objetivos

2.1. Generales

- Corrección de fallas en los pistones neumáticos de la banda transportadora para la selección de producto avícola en la planta procesadora de aves de GRUPO AVIMARCA SA DE CV.

2.2. Específicos

- Revisar referencias bibliográficas físicas y virtuales existentes los cuales estén relacionados con el funcionamiento de la maquinaria e información útil y necesaria para la optimización e implementación del proyecto.
- Seleccionar el diámetro de la tubería el cual cumpla con las condiciones que el compresor y los pistones neumáticos nos demandan.
- Seleccionar un secador de aire que cumpla con los requerimientos que se necesitan para que los pistones neumáticos tengan un desempeño óptimo.
- Verificar si los pistones neumáticos son alimentados con la cantidad de aire que estos requieren.

3. Caracterización del área en que se participó

En el área que se participo fue en el área de mantenimiento la cual se encarga de realizar actividades tales como:

- Verificación de niveles de aceite de la diferente maquinaria.
- Realizar un check list el cual está programado (diariamente, semanalmente, mensualmente y anualmente).
- Verificar que la maquinaria se encuentre ajustada correctamente.
- Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria.
- Desmantelamiento de maquinaria obsoleta.
- Lubricación de toda la maquinaria.
- Checar que los troles en el área de clasificación estén completos.
- Afilado de disco de las diferentes máquinas.
- Revisión de componentes de la maquina desplumadora.
- Checar los rodamientos de los motores de la diferente maquinaria.

3.1. Antecedentes de la empresa

Fundada en el año de 2004 grupo avimarca se fortalece como una empresa líder chiapaneca, incrementando día a día sus unidades de negocios para la crianza, proceso y comercialización de producto avícolas.

Para el 2005 la empresa aumenta dentro de sus unidades de negocio, granjas de crianza de pollos de engorda, de crianza reproductora y de incubadora.

Para el 2008 la empresa se certifica en sistema de gestión de calidad cumpliendo con los requisitos conforme al estándar ISO9001.

En 2010 se concluye la construcción de las nuevas instalaciones de la granja reproductora e inicia su producción.

En 2011 se espera ampliar las oficinas administrativas e iniciar el proyecto de 5's en el área administrativa.

Del 2011 al 2014 la empresa ha mejorado radicalmente todas sus instalaciones en sus diferentes áreas, aumentando su producción en todos los ámbitos mercantiles.

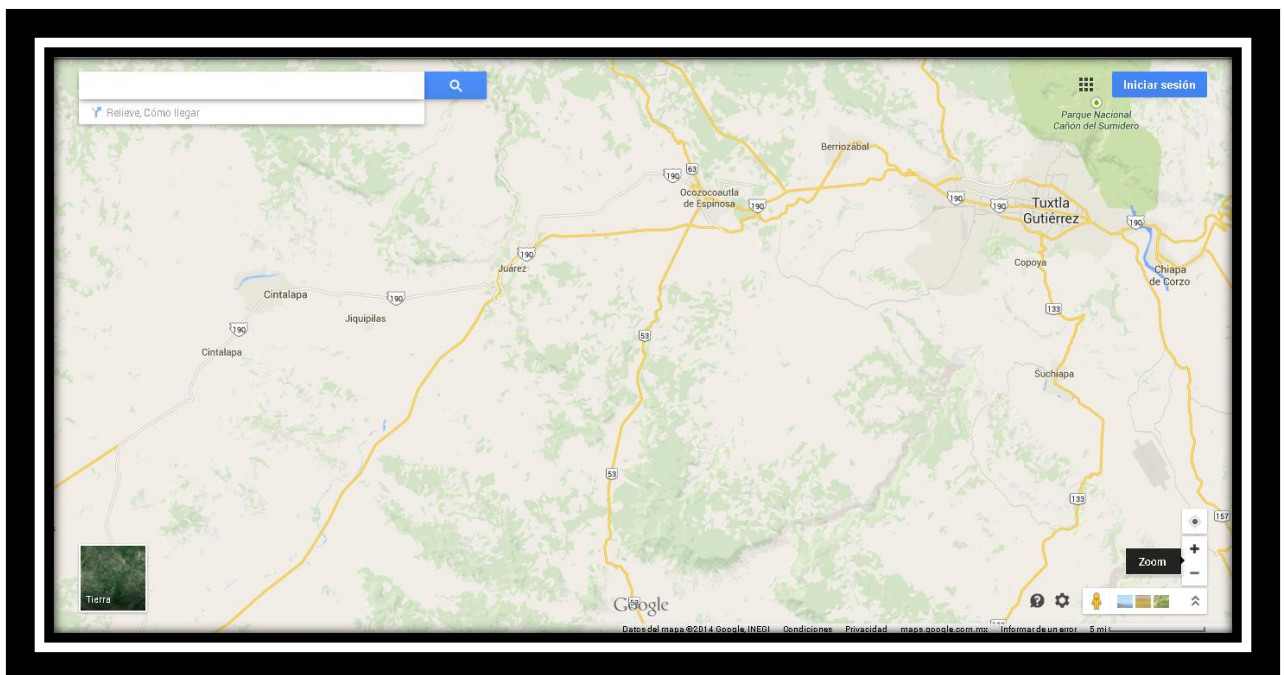
En la actualidad la empresa se encuentra certificado bajo la norma TIF425 y cumple con las 5's de la calidad, también contribuye al cuidado del medio ambiente por medio de su planta tratadora de aguas residuales.

3.1.1. Ubicación de la empresa

La empresa se encuentra ubicada en la carretera Ocozocoautla-villa flores km.17.5



Imagen# 1. Ubicación por Google Maps



Imagen#2. Ubicación geográfica visión satelital

3.1.2. Misión

Contribuir a la formación de negocios en la industria alimenticia avícola, proporcionando productos de origen animal, con calidad y a precio competitivo, promoviendo el crecimiento del personal.

3.1.3. Visión

Ser la mejor opción en la industria alimenticia avícola a nivel mundial y líder absoluto en producción, comercialización y distribución de los productos alimenticios.

3.1.4. Valores

Honestidad, Lealtad, Responsabilidad, Compromiso Social, Autoridad, Cuidado de la Ecología, Esfuerzo, Experiencia, Disposición de Aprender y Compartir.

3.1.5. Política de calidad

Somos una empresa comprometida con el bienestar de los chiapanecos y es por eso que nuestros productos son rigurosamente clasificados con la más estricta norma de calidad.

3.1.6. Política de sanos y seguros

Nuestros productos son completamente naturales porque para nosotros usted también es nuestra familia le proporcionamos productos sin aditivos ni hormonas.

3.1.7. Política de Medio ambiente

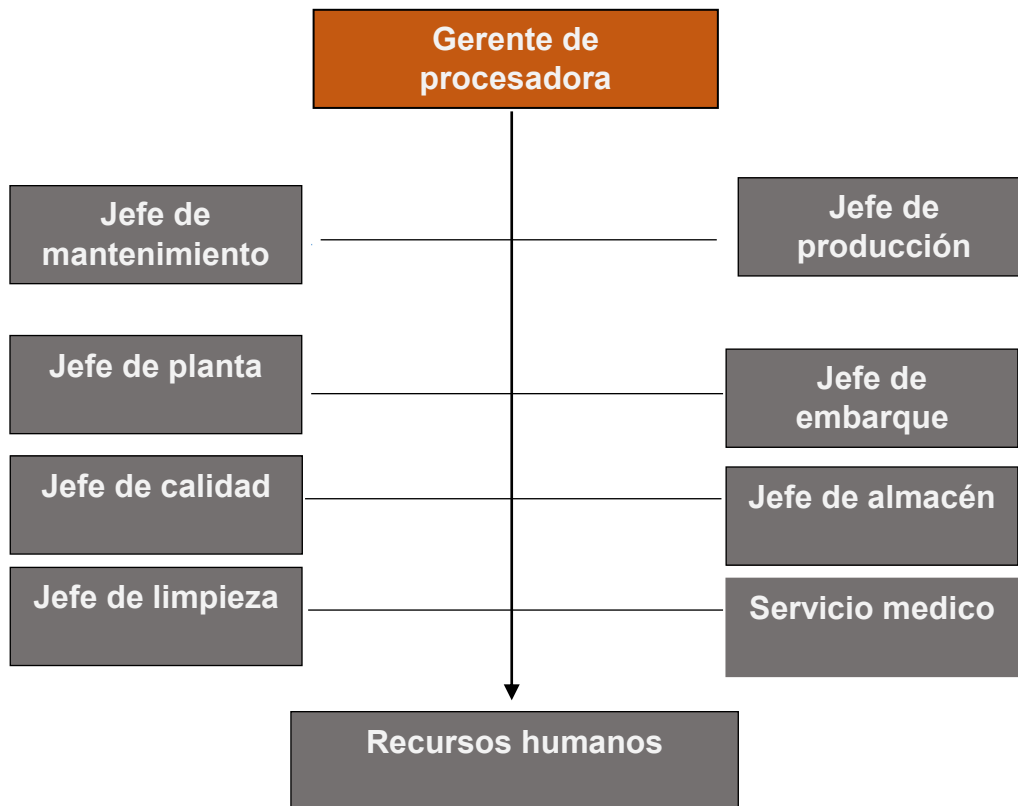
Por qué comprendemos lo importante que es nuestro entorno y el medio ambiente para todos nosotros, estamos comprometidos para que nuestras operaciones no dañen ni comprometan el habitat.

3.1.8. Logo de la empresa



Imagen# 3 Logo de la empresa

3.2. Organigrama de la planta procesadora de aves GRUPO AVIMARCA S.A. DE C.V.



Imagen#4 Organigrama de la empresa

3.3. Descripción del área donde se realizará el proyecto

Este proyecto se realizó en el área de clasificación de pollos enteros en la parte donde los pollos son seleccionados por su masa, los cuales caen de una maquina donde el pollo es hidratado, este producto ya terminado cae a una banda donde se encuentra personal para que este sea nuevamente colgado en troles para de ahí pasar a la tina de pintado, después de la tina de pintado se encuentra un sensor el cual nos clasifica el pollo que esta maltratado, después pasa ala bascula aérea donde el pollo se pesa, de ahí ya pasa al área donde se encuentran los pistones los cuales seleccionan al pollo de acuerdo a su masa. Es ahí donde este proyecto se realizara contemplando los diferentes factores de operación.

En esta área de clasificación se encuentra laborando por 18 personas las cuales están distribuidas en la diferente área, este proyecto pretende impactar en esta área ya que evitara el mal funcionamiento del proceso y evitara perdidas innecesarias a la empresa.

3.4. Jornada Laboral de la empresa

La empresa donde se realizó el proyecto labora las 24 horas del día, de lunes a sábado, los 365 días del año. Las 24 horas del día son cubiertas por dos turnos, cada turno tiene una jornada laboral de 12 horas diarias, el primer turno labora de 5:00 horas a 17:00 horas; el segundo turno labora de 17:00 horas a 5:00 horas. Esto está compuesto por jefes, encargados y chalanes, cada uno en su área correspondiente.

3.4.1. Antecedentes de la problemática

- En el año 2011 se empezaron a presentar diferentes factores que afectaban la producción pero no se tomaban en cuenta ya que eran mínimos.
- Del año 2013 al 2014 este problema se incrementó pero debido a la mala organización de la empresa y falta de personal con conocimiento no se había podido dar solución.
- En el año 2014 se organizó la empresa y pidió asesoramiento adecuado para poder resolver esta problemática.
- En el año 2014 se contrató un personal más eficiente el cual con ayuda a dado soluciones a los diferentes problemas que se pueden encontrar en la empresa.

4. Problemas a resolver priorizándolos

- 1.- Seleccionar el diámetro de la tubería para que los pistones tengan un buen funcionamiento.
- 2.- Instalar un FRL (filtro regulador lubricador) para que los pistones estén correctamente lubricados y así poder reducir la humedad.
- 3.- Seleccionar un secador que cumpla con las especificaciones el cual nos ayudara a que el aire llegue completamente seco a los pistones.
- 4.- Corroborar el consumo de aire de los pistones neumáticos.

5. Alcances y limitaciones

5.1. Alcances

El proyecto tiene como alcance elevar la producción de esta planta consiguiendo una mejor eficiencia en cuanto a su producción aumentando en si un 95% de su capacidad. Esto mediante la selección adecuada de los pistones, reduciendo así el consumo de aire que anteriormente el sistema de aire comprimido consumía, y a la vez que estos tengan una correcta lubricación para no presentar el problema de la oxidación que es lo que para la producción a cada corto plazo. Y poder de esta manera hacer que la banda transportadora funcione de acuerdo a la necesidad que la empresa requiere.

5.2. Limitaciones

Con respecto al tiempo se tuvo la limitación que todas las inspecciones de toda la maquinaria se tenía que hacer cuando la empresa se encontraba parada, por lo que había pruebas que no se podían realizar con la maquinaria no está en función o en otras palabras cuando no se encuentra en producción. Como también debido a que se apoyaba al personal de la empresa no se contaba con el tiempo necesario para poder así implementar una mejora en el sistema. Debido a que no eran capaces de invertir en el área de clasificación porque tenían prioridades con mucha mayor importancia.

6. Marco Teórico

A continuación procederemos a las definiciones, principios, leyes y teorías que se usaran en el desarrollo de nuestro trabajo.

En la actualidad este sistema ya se encuentra previamente establecido realizando su función correspondiente por el cual este sistema ya tiene componente que se encuentran en funcionamiento como podemos ver en la imagen# 5.



Imagen#5 Compresores

Este sistema ya se encuentra establecido tiene algunos componentes que en la actualidad se encuentran en funcionamiento; pero estos se encuentran en mal estado. Los cuales no cumplen con la función que estos desempeñan como es el caso del secador de aire ver imagen # 6.



Imagen#6 Secado del aire comprimido

6.1 Características y elementos de un sistema neumático

Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al embolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo. La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón. Para hacer el cálculo ver la tabla# 1.

$$F = (P)(A).....\text{ec.1.}$$

Donde:

F = Fuerza (N)

p= Presión manométrica (Kpa)

A= Área del émbolo o pistón (m^2)

Cilindros de simple efecto

Uno de sus movimientos está gobernado por el aire comprimido, mientras que el otro se da por una acción antagonista, generalmente un resorte colocado en el interior del cilindro. Este resorte podrá situarse opcionalmente entre el pistón y tapa delantera (con resorte delantero) o entre el pistón y su tapa trasera (con resorte trasero). Realiza trabajo aprovechable sólo en uno de los dos sentidos.

Cilindros de doble efecto

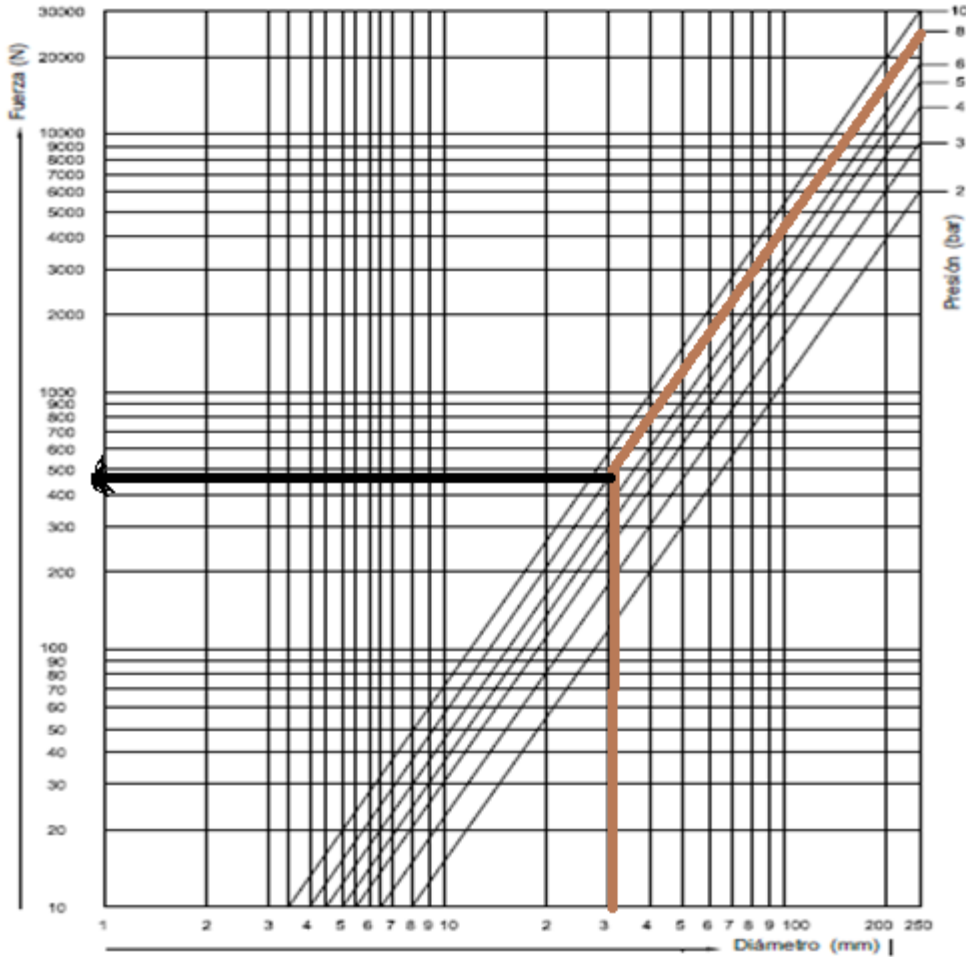
El pistón es accionado por el aire comprimido en ambas carreras. Realiza trabajo aprovechable en los dos sentidos de marcha.

Cilindros acoplados de acción independiente

Están constituidos por dos cilindros unidos por sus tapas traseras. Éstos pueden operarse independientemente de modo tal de obtener sobre uno de los extremos del vástago, tres o cuatro posiciones de trabajo según sean iguales o distintas las carreras de ambos cilindros. Es un dispositivo multiposicionador sencillo y económico.

Amortiguación de fin de carrera

Son dispositivos, fijos o regulables, colocados generalmente en las tapas de los cilindros, y cuya finalidad es la de absorber la energía cinética de las masas en movimiento. Según los modelos de cilindros, se puede tener amortiguación delantera, trasera o doble. Para una dada aplicación, si se verifica insuficiente la amortiguación, utilizar amortiguadores hidráulicos de choque.



Tabla#1 Cálculo de cilindros neumático (fuente de FESTO)

Tomando en cuenta la tabla #1 tenemos que la fuerza es de 480N aproximadamente esto se obtuvo con los datos de la presión y el diámetro de embolo.

Consumo de aire en cilindros neumáticos

El cálculo del consumo de aire en cilindros neumáticos es muy importante cuando se requiere conocer la capacidad del compresor necesario para abastecer a la demanda de la instalación.

Puede calcularse con la siguiente ecuación, o mediante el ábaco adjunto ver tabla# 2.

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right)(d^2)(c)(n)(P)(N \times 10^{-6}) \dots \dots \dots \text{ec.2.}$$

Donde:

Q=Consumo de aire (N-litros/min)

d= Diámetro del cilindro (mm).

c=Carrera del cilindro (mm).

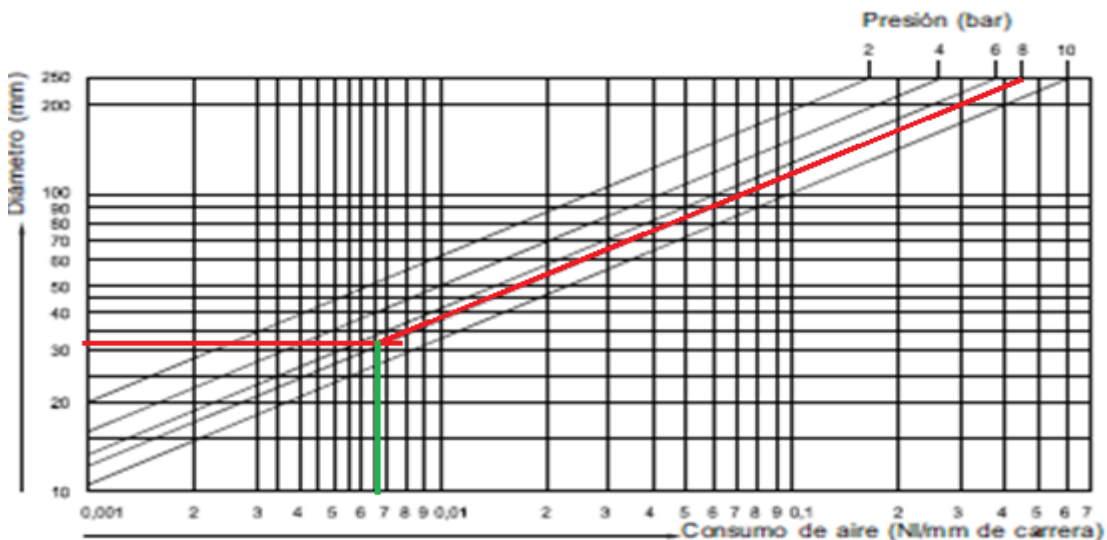
n=Número de ciclos completos por minuto.

P=Presión absoluta=presión relativa de trabajo + 1 bar.

N=Número de efectos del cilindro.

(N=1 para simple efecto, N=2 para doble efecto)

Tabla#2 Consumo de aire en los pistones (fuente de FESTO)



Tomando en cuenta la tabla#2 obtenemos que el consumo de aire es de 6.5 N l / mm.

Pandeo en cilindros

El pandeo es un factor limitativo en la elección de cilindros cuyos vástagos estén sometidos a compresión. Éste se manifiesta por una flexión lateral del vástago que genera esfuerzos radiales sobre bujes y camisa de los cilindros, acortando su vida útil y hasta produciendo la rotura.

Particularmente la verificación por pandeo debe realizarse en cilindros de gran carrera, que es donde el fenómeno puede adquirir magnitud, siendo el único factor constructivo que limita la carrera de los cilindros. Las causas que están ligadas a la solicitación de pandeo dependen no sólo de los materiales utilizados en la construcción del vástago, sino también de las condiciones de montaje al que se somete el cilindro. Dependiendo del tipo de montaje existe el factor de corrección K, el que puede adoptar valores desde 0,25 para las fijaciones más favorables hasta el valor 2 para las más críticas. Se debe verificar lo siguiente: K. Carrera real < Carrera básica

ELECTROVALVULAS.

Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. Al circular corriente por solenoide genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil y al finalizar el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, por efecto de un resorte.

Las electroválvulas son más fáciles de controlar mediante programas de software. Es ideal para la automatización industrial.

Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros industriales que manejan fluidos como el agua, el aire, el vapor, aceites livianos, gases neutros y otros. En particular, las electroválvulas suelen implementarse en lugares de difícil acceso ya que pueden ser accionadas por medio de acciones eléctricas. También son utilizadas en vacío o hasta en altas presiones y altas temperaturas.

Las electroválvulas se aplican a surtidores automáticos de combustibles, irrigación de parques, fuentes de agua danzantes, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos, en máquinas envasadoras, lavaderos automáticos de autos, máquinas de limpieza, procesos de niquelado o galvanizado, en máquinas de café y en muchos lugares más.

Montaje de un cilindro neumático

En cuanto a la forma de sujetar un cilindro neumático, es propio de cada aplicación que modelo de montaje se utilizará. En general estará sujeto a condiciones de diseño, razones de espacio y características de los movimientos.

Las posibilidades de montaje en cilindros pueden tener las siguientes características:

1. Montajes rígidos: el cuerpo del cilindro permanece fijo durante el desplazamiento del pistón.
2. Montajes basculantes: el cuerpo del cilindro gira en torno a uno o más ejes durante el desplazamiento del pistón.

Recomendaciones para el montaje de cilindros neumáticos

1. Como los cilindros neumáticos transmiten esfuerzos axiales se debe analizar los tipos de montaje adecuados para anular los esfuerzos radiales o laterales para evitar el desgaste prematuro de las guarniciones y de sus guías.
2. Cuando las oscilaciones puedan ser en más de un eje, son recomendables los montajes con rótula tanto para el cilindro como para su vástago.
3. Debe evitarse el montaje rígido del cilindro con el elemento a mover. En caso que sea inevitable, fijar suavemente el actuador y operarlo a baja presión de modo que entre y salga libremente y pueda auto alinearse.

4. Cuando el cilindro sea de gran carrera y supere los valores máximos admisibles por pandeo, es recomendable guiar el vástago y preferentemente «tirar» de la carga en lugar de empujarla.
5. Cuando se desplacen masas o el movimiento se realice a elevada velocidad, es recomendable el uso de cilindros con amortiguación.
6. Durante la puesta en marcha, debe asegurarse que los tornillos de regulación de las amortiguaciones no sean abiertos más de 1/2 vuelta, de modo de tener un exceso y no una falta de amortiguación.
7. Al montar un cilindro amortiguado, tener la precaución que los tornillos de registro de amortiguación queden en posición accesible.
8. Cuando se monten cilindros neumáticos en proximidades de grandes campos magnéticos, por ejemplo en máquinas donde se realicen tareas de soldadura, se deberá aislar al cilindro convenientemente para evitar tanto como sea posible la circulación de corrientes inducidas por el mismo. Consultar por mayores datos.

Plan de mantenimiento preventivo a cilindros

La vida de los cilindros neumáticos queda determinada por los kilómetros recorridos por el conjunto vástago y pistón. Por lo tanto en función de este parámetro se define un programa de mantenimiento preventivo. Los períodos de mantenimiento y la vida de los cilindros son afectados también por la calidad del montaje (alineación y esfuerzos) y la calidad del aire (humedad y lubricación).

Pueden considerarse intervenciones por períodos semanales, cada 500 y cada 3000 km recorridos. Estipular por ejemplo controles visuales de fugas y alineamiento, regulación de amortiguaciones, desarmes parciales, limpieza de elementos y recambios preventivos de partes deterioradas.

Armado de unidades

Todas las partes deben estar perfectamente secas antes de iniciar el armado. Es conveniente lubricar previamente las superficies deslizantes y las guarniciones utilizando grasa blanca neutra liviana (no fibrosa ni aditiva da con litio) o compuestos comerciales siliconados livianos.

Los Kits de reparación incluyen la grasa aconsejada y necesaria, la que puede a su vez ser adquirida por separado.

Emplearlas cuando para el armado deba retenerse guarniciones en posición. Previamente armar el conjunto vástago-pistón. Ajustar firmemente este conjunto. Pre ensamblar luego el conjunto completo e iniciar su ajuste. Asegurar el correcto posicionado de guarniciones y juntas de tapa y tubo antes del ajuste final. Las tapas deben ajustarse en forma cruzada y progresiva, acompañando con pequeños movimientos del vástago para asegurar un mejor hermanado del conjunto. Todos los tensores deberán tener el mismo grado de ajuste. Antes del ajuste final verifique la correcta alineación entre las tapas delantera y trasera del actuador sobre una superficie plana.

Pruebas a realizar antes de instalar un cilindro:

- Estanqueidad: presurizar a 6 bar alternativamente ambas cámaras verificando estanqueidad de la cámara presurizada y ausencia de fugas por la boca de la cámara opuesta. Cuando se presurice la cámara delantera verificar además el sellado de la guarnición de vástago.
- Funcionamiento: con aire a baja presión (1 bar) verifique el suave desplazamiento en ambos sentidos del vástago, girando el mismo entre operaciones 90° manualmente.
- Amortiguaciones: cerrando totalmente los registros de amortiguación y presurizando las cámaras alternativamente a 6 bar, el vástago debe prácticamente detenerse y completar la parte final de su recorrido lentamente.
- Verificar estanqueidad por los tomillos de registro.

6.2 Calidad del Aire

Los factores importantes que deben considerarse para cumplir con las normas de calidad del aire usando equipos de aire comprimido enfriados por aire incluyen:

La ubicación del equipo de aire comprimido a fin de suministrar aire comprimido de óptima calidad tomando en cuenta lo siguiente:

- Controlar la temperatura ambiente.
- Proveer un flujo de aire adecuado para el enfriamiento
- Evitar la presión de aire negativa.
- Utilizar ductos para remover el calor irradiado.
- Retirar el calor irradiado.

- Recuperar el calor desperdiciado.
- Colocar el equipo de modo que la comente de escape del ventilador de enfriamiento este en dirección del flujo de aire.
- Mantener limpio el exterior de los intercambiadores térmicos enfriados por aire.

Al instalar un equipo de aire comprimido enfriado por aire, Se tiene que tomaren cuenta el punto de condensación de la presión del aire comprimido que sale del secador de aire, mismo que depende de una instalación adecuada. Algunos indicios de la instalación inadecuada de un equipo de compresor entrado por aire Incluyen:

- Temperaturas de operación elevadas del compresor.
- Paro del compresor a temperaturas elevadas.
- Temperatura del an de descarga elevada.
- Menor productividad del compresor.
- Mayor presión de succión del refrigerante en el secador de aire
- Formación de humedad línea abajo en el equipo de limpieza.

Preparación del Aire

El aire que sale de un compresor está caliente, sucio y húmedo. Generalmente se encuentra a una mayor presión de la requerida por los equipos línea abajo. Un compresor convencional de 100 pies cúbicos estándar por minuto (50 dm³/seg) alimentará 1,200 galones (4.500 litros) de agua y 2 galones (8 litros) de aceite de compresor degradado al sistema en un lapso de un año, además de una cantidad considerable de tierra. Antes de poder utilizar el aire, es necesario tratarlo para remover los contaminantes, reducir la presión al nivel adecuado y en muchos casos agregar aceite para lubricar los equipos línea abajo.

- Dayton ofrece una línea completa de filtros, reguladores, lubricadores y unidades de combustión.
- Los productos para la preparación del aire de la marca Dayton preparan adecuadamente el aire que entra y sale del sistema de aire comprimido a fin de poder operar la maquinaria y las herramientas neumáticas.
- Se cuenta con componentes modulares o en línea.

- Las unidades modulares no requieren del uso de conectores de tubería entre cada unidad, lo que ahorra mucho tiempo y dinero al realizar un mantenimiento de rutina al sistema ver imagen# 7.



7D738
Filtro/Regulador/Lubricador MicroMist Estándar, 1/2." Incluye ménsulas de montaje e indicador de presión.

Imagen#7 filtro/regulador /lubricador

Tecnologías de secado

En cuanto al secado del aire existen principalmente dos tecnologías: secado por refrigeración y secado por adsorción. En última instancia lo que diferencia ambas tecnologías es la calidad del aire que se obtiene, siendo aire más seco en los secadores de adsorción. Para medir la sequedad del aire se emplea el punto de rocío: Temperatura por debajo de la cual condensa el agua contenida en el aire. Cuanto más baja sea esta temperatura, más seco es el aire.

Para clasificar el aire comprimido según la calidad en función del contenido de agua se utiliza la norma ISO 8573-1:2001. Que describe distintas clases de calidad de aire para contenido en partículas, aceite y agua. Las clases según esta normativa se muestran en la tabla# 4.

Tabla# 4 Clase del aire para contenido de agua, según ISO 8573-1

Clase según ISO	Punto de rocío(°C)
0	(menor que clase uno,según especificaciones del cliente o fabricante)
1	-70
2	-40
3	-20
4	3
5	7
6	10

Tubos de material sintético, calibración de diámetro exterior

La presión, temperatura, flexibilidad y las condiciones del entorno varían de sector en sector. Los usuarios suelen menospreciar los riesgos. Aproximadamente el 90 por ciento de los fallos se deben a una elección equivocada del tipo y del material de los tubos flexibles. Este error no solamente provoca pérdidas de energía; también puede tener como consecuencia una paralización imprevista de las máquinas. Es especialmente importante encontrar el producto apropiado, tanto por su precio como por sus cualidades, con el fin de evitar daños durante los procesos de producción.



Imagen# 8 Conector con manguera flexible

6.3 Las normas de la neumática ISO, CETOP, DIN

Las normas también son importantes en la neumática. La normalización equivale a homologación (estandarización). Las normas también deben cumplirse obligatoriamente para comercializar productos y servicios entre empresas, por que reflejan el nivel tecnológico actualizado. Ellas crean una base uniforme para evaluar el funcionamiento técnico de los productos. En el caso de la neumática, las normas relevantes se refieren a dimensiones, a la seguridad y a la calidad. Festo colabora en las comisiones nacionales e internacionales de mayor relevancia, dedicadas a la definición de normas.

7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Después de conocer el objetivo de nuestro proyecto y de los problemas a resolver, tuvimos que analizarlo para tomar la mejor opción para el funcionamiento óptimo del sistema. Por lo que optamos reemplazar las partes dañadas del sistema.

Los pollos son depositados en una banda giratoria, para que después estos sean nuevamente colgados en la banda transportadora y seleccionadora de producto para después pasar a la selección donde se encuentran los pistones neumáticos, en este punto donde se hace dicha selección es donde nosotros entramos cambiando y reemplazando partes dañadas del sistema, para que este sistema pueda tener un funcionamiento óptimo y pueda así cumplir con el trabajo que este va a realizar, el cual es activarse por medio de un software, obteniendo como resultado un trabajo bien realizado ya que los pistones no tendrán ninguna falla la cual pueda perjudicar con su trabajo al cual este está realizando.

Todo esto se presenta al Jefe de mantenimiento de la Empresa GRUPO AVIMARCA S.A de C.V, para su validación y verificación y en dado caso de haber alguna inconformidad o sugerencia hacer las modificaciones necesarias al sistema.

Se reemplazara las partes dañadas del sistema como es el secador de aire y se checara si la tubería que tiene es la adecuada para el trabajo que esta desempeña; además se le pondrá una unidad de mantenimiento.

Debido a que el compresor nos entrega un flujo de 117 cfm y una presión de operación de 125 PSIA. Con estos datos podemos seleccionar un secador el cual opere con un flujo igual o mayor al que le entrega el compresor.

Se seleccionara un secador de aire comprimido de la misma marca del compresor la cual es INGERSOLL RAND debido a que la empresa tiene una mayor confiabilidad con estos productos. El secador deberá tener ciertas especificaciones el cual nos cumpla con las especificaciones del compresor.

Cabe hacer mención que la empresa ya contaba con un catálogo de secadores de aire de la marca INGERSOLL RAND la cual se me fue facilitada para elegir un secador que cumpla con las especificaciones que el compresor nos demanda y así poder elegirlo correctamente.

Tras revisar diversas fichas técnicas de los diferentes secadores de aire se seleccionó el siguiente:



Imagen# 9 secador de aire

Datos técnicos del secador:

Gama de capacidad: De 7 a 212 cfm (0,2 a 8 m3/min)

Punto de condensación de presión: De 38 °F a 50 °F (de 3 °C a 10 °C)

ISO Clase 4 a 6

Método de refrigeración: Refrigerado por aire

Voltaje: 115/1/60, 230/1/50

Presión máxima: 203 psi (14 bar)

Ambiente máximo (refrigerado por aire): 122 °F (50 °C)

Temperatura de entrada máxima: 140 °F (60 °C)

Nota: Este secador de aire fue el inmediato superior a los valores que nos demanda el compresor ver imagen # 9, se tomó en cuenta el flujo del compresor y la presión de operación para hacer esta selección.

7.1 Calculo del diámetro de la tubería

Perdida de presión de aire en las tuberías

Como en el caso de los líquidos, cuando el aire fluye a través de una tubería, pierde energía debido a fricción, la pérdida de energía se muestra como una pérdida de presión, que puede calcularse utilizando la ecuación de HARRIS.

$$Pf = \frac{cLQ^2}{CRd^5} \text{-----EC\#3}$$

Donde:

Pf= Perdida de presión (psi).

c= Coeficiente determinado experimentalmente.

L= Longitud de la tubería (ft).

Q= Velocidad de flujo (scfs).

CR= Relación de compresión=presión en la tubería/ presión atmosférica.

d= Diámetro interior del tubo (in).

Para tubería comercial cedula 40, el coeficiente determinado experimentalmente se puede representar como una función de la tubería de diámetro interior.

$$c = \frac{0.1025}{d^{0.31}} \text{-----EC. 4}$$

Sustituyendo la ec.4 en la ec.5 produce una sola ecuación utilizable para el cálculo de las caídas de presión en las tuberías de aire.

$$Pf = \frac{0.1025LQ^2}{CRd^{5.31}} \text{----- EC. 5}$$

Sacaremos la relación de compresión para futuros cálculos la cual 1atm=14.7psi

$$CR = \frac{p + 1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \text{----- EC. 6}$$

La presión del compresor es 125 psi por lo tanto tomando la ecuación#6 tenemos que:

$$CR = \frac{125 \text{ psi} + 14.7 \text{ psi}}{14.7 \text{ psi}} = 9.5034$$

A continuación sacaremos la pérdida de presión tomando en cuenta la ec#5 y suponiendo que la tubería es de 1 in ver la tabla# 6 y también tomando en cuenta que la tubería tiene una longitud de 82 ft=25m, además tenemos un flujo de aire de 117 pies³/minuto.

$$Pf = \frac{0.1025(82) \text{ ft}(117/60)^2 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}}{9.5034(1.2892)} = 2.6086 \text{ psi}$$

Se tomó en cuenta la tubería de 1 in ya que en tuberías inferiores a este diámetro existe mucha pérdida de carga. La pérdida de presión máxima permisible, en el sistema de tuberías, no puede pasar del 2% de la presión de compresor, así si trabajamos con 8 bar, la máxima caída de presión permisible, será de 0.14 bar.

Otro método para hacer el mismo cálculo del diámetro de la tubería utilizando otra ecuación.

Como se ha mencionado antes también podemos tomar en cuenta otras ecuaciones matemáticas como podría ser el caso de la ecuación de **Renouard** con esta ecuación podemos tener un dimensionamiento para el diámetro de la tubería.

Tomando en cuenta las especificaciones antes mencionadas:

$$pa - pb = \frac{CRc \cdot pr \cdot Lequ \cdot Q^{1.82}}{2 \cdot Pn \cdot D^{4.82}} \text{ ----- EC. 7}$$

Pa y Pb= Son las presiones absolutas en el origen y en el extremo

CRc= Es el coeficiente de Renouard cuadrático= 48.60

Pr= Es la densidad relativa del gas

Q= Es el caudal en $N \frac{m^3}{h}$

D= Es el diámetro interior de la conducción en *m*.

Pn= Es la presión nominal en bar.

Entonces tenemos que particularizando valores y despejando el valor del diámetro tenemos:

$$D = \left(\frac{CRc. pr. Lequ. Q^{1.82}}{2. Pn. \Delta P} \right)^{\frac{1}{4.82}} = \left(\frac{3.47. Lequ. Q^{1.82}}{\Delta P} \right)^{0.21} \text{ ----- EC. 8.}$$

Utilizando la ec#8 asumiendo que la máxima caída de presión antes mencionada y una longitud de la tubería de 25 m ver **anexo# 1** y un caudal de $84 \text{ N} \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ el diámetro será el siguiente:

$$D = \left(\frac{3.47. Lequ. Q^{1.82}}{\Delta P} \right)^{0.21} = \left(\frac{3.47 * 25 * 84^{1.82}}{0.14} \right)^{0.21} = \mathbf{20.9802mm}$$

Tomando este diámetro como referencia se tomara en cuenta para la selección del tubo según la norma ANSI. Y así, poder saber el espesor del tubo en cedula 40 ver tabla#5

Tabla#5 Espesor de distintos tubos según la normativa ANSI (mm).

DN (")	DN (mm)	DE (mm)	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI	ANSI
			Sch 10	Sch 20	Sch 30	Sch 40	Sch 60	Sch 80	Sch 100	Sch 120	Sch 140	Sch 160
			Espesor	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor
3/8	10	17,1	-	-	-	2,31	-	3,2	-	-	-	-
1/2	15	21,3	-	-	-	2,77	-	3,73	-	-	-	4,78
3/4	20	26,7	-	-	-	2,87	-	3,91	-	-	-	5,56
1	25	33,4	2,77	-	-	3,38	-	4,55	-	-	-	6,35
1 1/4	32	42,2	2,77	-	-	3,56	-	4,85	-	-	-	6,35
1 1/2	40	48,3	2,77	-	-	3,68	-	5,08	-	-	-	7,14
2	50	60,3	2,77	-	-	3,91	-	5,54	-	-	-	8,74
2 1/2	65	73,0	3,05	-	-	5,16	-	7,01	-	-	-	9,53
3	80	88,9	3,05	-	-	5,49	-	7,62	-	-	-	11,12
4	100	114,3	3,05	-	-	6,02	-	8,56	-	11,13	-	13,49
5	125	141,3	3,4	-	-	6,55	-	9,52	-	12,7	-	15,88
6	150	168,3	3,4	-	-	7,11	-	10,97	-	14,28	-	18,26
8	200	219,1	4,78	6,35	7,04	8,18	10,31	12,7	15,09	18,26	20,62	23,01
10	250	273,0	4,19	6,35	7,8	9,27	12,7	15,09	18,26	21,44	25,4	28,58
12	300	323,8	4,57	6,35	8,38	10,31	14,27	17,48	21,44	25,4	28,58	33,33
14	350	355,6	6,35	7,92	9,52	11,13	15,09	19,05	23,83	27,79	31,75	35,71
16	400	406,4	6,35	7,92	9,52	12,7	16,66	21,44	26,19	30,96	36,53	40,49
20	500	508,0	6,35	9,52	12,7	15,09	20,62	26,19	32,54	38,1	44,45	50,01
24	600	609,6	6,35	9,52	14,27	17,47	24,61	30,96	38,89	46,03	52,37	59,54

Tomando en cuenta esta tabla podemos saber que de acuerdo a la norma DIN el espesor del tubo a cedula 40 para aire es: 3.38mm, recordemos que debemos tomar el diámetro inmediato superior para prevenir errores en nuestros cálculos, por eso se tomara en cuenta el diámetro de 1 in. Que son D=25 mm. Ya que el cálculo nos arrojó que debe de ser de D=20.9802mm.

También de acuerdo a la norma DIN se puede saber el diámetro interior de la tubería ver tabla# 7.

Tabla # 6 valores tabulados de $d^{5.31}$ para varios tamaños de la tubería.

Tamaño nominal de la tubería	Diámetro interior (d)	$d^{5.31}$	Tamaño nominal de la tubería	Diámetro interior (d)	$d^{5.31}$
$\frac{3}{8}$	0.493	0.0234	$1 - \frac{1}{2}$	1.610	12.538
$\frac{1}{2}$	0.622	0.0804	2	2.067	47.256
$\frac{3}{4}$	0.824	0.3577	$2 - \frac{1}{2}$	2.469	121.419
1	1.049	1.2892	3	3.068	384.771
$1 - \frac{1}{4}$	1.380	5.5304	$3 - \frac{1}{2}$	3.548	832.550

Tabla# 7 Diámetros interiores de distintos tubos según la normativa ANSI (mm).

DN (")	DN (mm)	DE (mm)	ANSI Sch 10	ANSI Sch 20	ANSI Sch 30	ANSI Sch 40	ANSI Sch 60	ANSI Sch 80	ANSI Sch 100	ANSI Sch 120	ANSI Sch 140	ANSI Sch 160
			Dint	Dint	Dint	Dint	Dint	Dint	Dint	Dint	Dint	Dint
3/8	10	17,1	-	-	-	12,6	-	10,8	-	-	-	-
1/2	15	21,3	-	-	-	15,8	-	13,9	-	-	-	11,8
3/4	20	26,7	-	-	-	20,9	-	18,8	-	-	-	15,5
1	25	33,4	28,16	-	-	26,6	-	24,3	-	-	-	20,7
1 1/4	32	42,2	36,86	-	-	35	-	32,5	-	-	-	29,5
1 1/2	40	48,3	42,76	-	-	40,9	-	38,1	-	-	-	34
2	50	60,3	54,76	-	-	52,5	-	49,3	-	-	-	42,8
2 1/2	65	73,0	70	-	-	62,7	-	59	-	-	-	54
3	80	88,9	82,8	-	-	77,9	-	73,7	-	-	-	66,6
4	100	114,3	108,2	-	-	102,3	-	97,2	-	92	-	87,3
5	125	141,3	132,9	-	-	128,2	-	122,2	-	115,9	-	109,6
6	150	168,3	161,5	-	-	154,1	-	146,3	-	139,7	-	131,7
8	200	219,1	209,54	206,4	205,02	202,7	198,48	193,7	188,92	182,5	177,86	173,1
10	250	273,0	264,62	260,3	257,4	254,5	247,6	242,9	236,48	230,2	222,2	215,9
12	300	323,8	314,76	311,2	307,14	303,2	295,36	288,9	281,02	273	266,74	257,2
14	350	355,6	342,9	339,76	336,56	333,3	325,42	317,5	307,94	300	292,1	284,2
16	400	406,4	393,7	390,56	387,36	381	373,08	363,5	354,02	344,5	333,34	325,4
20	500	508,0	495,3	488,96	482,6	477,8	466,76	455,6	442,92	431,8	419,1	408
24	600	609,6	596,9	590,56	581,06	574,6	560,38	547,7	531,82	517,6	504,86	490,5


En la tabla#7 podemos comprobar que el diámetro interno de cedula 40 es de D=25mm el tubo de 1 in.

Este es el consumo de aire de un cilindro neumático tomando en cuenta los datos de la tabla# 8.

Tomando en cuenta todos los factores anteriores se ara la selección del filtro regulador lubricador, se tomara en cuenta la presión, caudal y tipo de conexión.

Revisando diferentes fichas de los filtros reguladores lubricadores se decidió tomar en cuenta uno del catálogo de FESTO. El cual cumple con las especificaciones necesarias que necesitamos, se tomó la presión y caudal un poco mayor para prevenir algún aumento en estas y así poder evitar gastos innecesarios futuros ver imagen#10.

Serie D, metal

Tipo	Configurable	Módulos funcionales	Conexión neumática	Caudal [l/min]	Descripción
<p>Unidad de filtro y regulador y lubricador FRC/FRCS</p> 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades de filtro y regulador • Lubricador • Otros módulos funcionales 	M5, M7, G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, QS4, QS6, también disponibles con rosca NPT	90 ... 8.700	<ul style="list-style-type: none"> • 4 tamaños: Micro, Mini, Midi, Maxi • 3 márgenes de presión: 0,5 ... 7 bar, 0,5 ... 12 bar, 2,5 ... 12 bar • Unidad de filtro y regulador con/sin manómetro • Lubricador proporcional estándar por neblina aceitosa • Grado de filtración: 40 µm, 5 µm • Purga del condensado: manual, semiautomática, automática <p>→ Unidad de filtro y regulador y lubricador FRC/FRCS en el catálogo</p>

Imagen#10 unidad de filtro, regulador y lubricador (fuente FESTO).

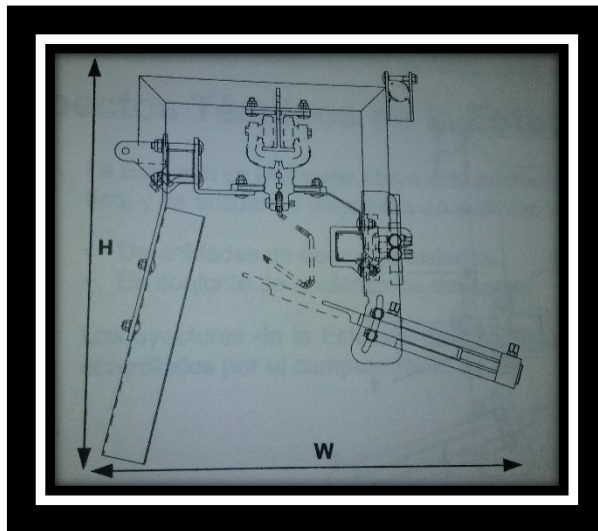
Especificaciones del filtro regulador lubricador que se tomaron en cuenta para seleccionarlo.

Calidad del aire comprimido

Las normas correspondientes a la ISO deben cumplir, para la limpieza del aire con diferentes parámetros que se toman en cuenta para la selección del filtro regulador lubricador como podemos ver anexo#2.

8. Resultados, planos, gráficas, prototipos y programas

Tomando en cuenta en los manuales ya establecidos por la empresa MEYN en la procesadora de GRUPO AVIMARCA SA DE CV de la manera del cómo debe de colocarse cada una de las partes o piezas en la maquinaria ahí establecida para que cumpla con su adecuado y óptimo funcionamiento ver imagen # 11 y para las especificación de las medias ver la tabla # 8.



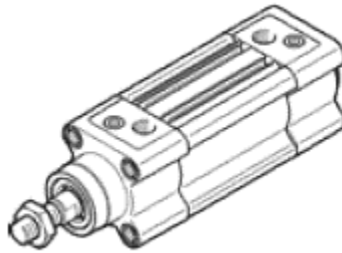
Imagen# 11 Estación de descarga

Las especificaciones de la tabla#8 son de la capacidad en que el pistón neumático trabaja realizando un buen funcionamiento, además nos menciona las distancias de la base hasta el pistón para que este tenga un buen funcionamiento.

Tabla#8 Especificaciones de la estación de descarga de cómo debe de colocarse en la base.

Capacidad	Distancia botón-pista(H2)
9000 aves/hora	765mm
Largo(L1)	Peso
400mm	25 kg
Ancho(w)	Conexión de aire comprimido
625mm	13 mm
Altura total(H1)	Consumo de aire comprimido
1040mm	2.0 m3/min

Pistón neumático que se encuentra actualmente desempeñando con las funciones antes mencionadas ver imagen#12 y también ver la tabla#8 para ver las especificaciones de este pistón neumático.



Imagen#12 Pistón neumático DSBC-32-400-PPVA-N3

Tabla#8 Características y especificaciones del pistón (fuente FESTO).

Característica	1 Propiedades
Carrera	400mm
Diámetro del embolo	32 mm
Rosca del vástago	M10x1.25
Amortiguación	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados
Posición de montaje	Indistinto
Corresponde a la norma	ISO 15552
Extremo del vástago	Rosca exterior
Construcción	Embolo Vástago Tubo perfilado
Detección de la posición	para sensores de pro-misad
Variantes	Vástago simple
Presión de funcionamiento	0.6... 12 bar
Modo de funcionamiento	de doble efecto
Fluido	Aire comprimido según ISO8573-1:2010(7:4:4)
Indicación sobre los Fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión K3K	2

Temperatura ambiente	-20_80°C
Energía del impacto en las posiciones finales	0.41 Joule
Carrera de amortiguación	17 mm
Fuerza teórica con 0 bar. retroceso	415 N
Fuerza teórica con 6 bar. avance	483 N
Masa móvil con carrera de 0 mm	110g
Peso adicional por 10 mm de carrera	27g
Peso básico con carrera de 0 mm	465g
Masa adicional por 10mm de carrera	9%
Tipo de fijación	a elegir: con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/8
Indicación del material	Conforme con RoHS
información sobre el material de la tapa	Fundición inyectada de aluminio Recubierto
Información sobre el material de las {untas	TPE_U(PU)
información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante

9. Conclusión

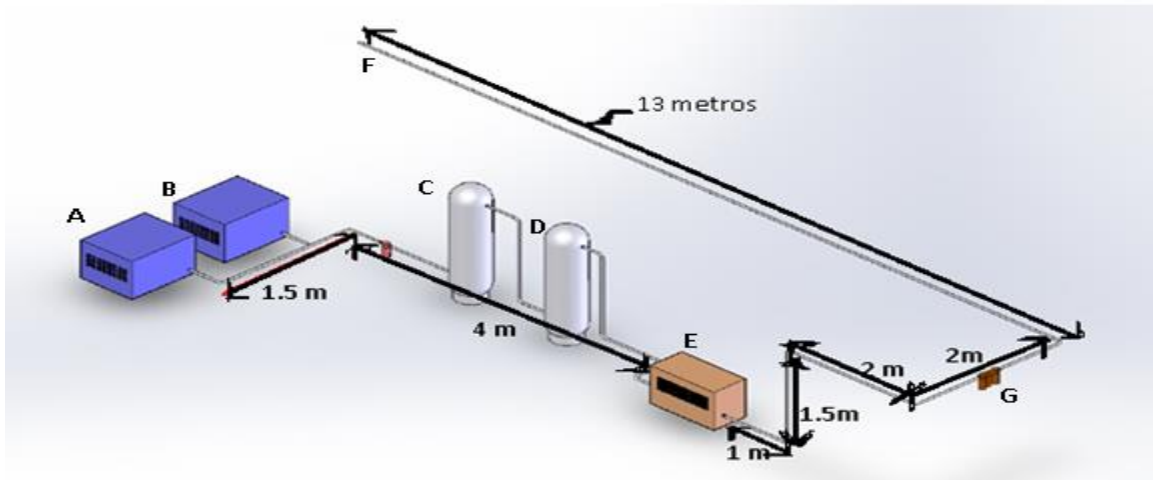
El objetivo del presente proyecto se ha cumplido conforme a los requerimientos de la empresa de GRUPO AVIMARCA S.A de C.V poniendo en práctica todas las normas establecidas. Dicho proyecto fue presentado en tiempo y forma ante la empresa para su evaluación y posteriormente ponerlo en operación.

Se puede decir que al reemplazar el sistema que tenía, por uno actual mejoró la eficiencia en un 95% de la producción y así se corrigieron las pérdidas que esta generaba.

Los problemas que se presentan en la actualidad sin la implementación del presente sistema serán eliminados en su mayoría al instalar dicho proyecto, favoreciendo así una mejor producción, ya que se pretende reducir pérdidas innecesarias que esta generaba.

El proyecto fue aceptado por la empresa y se provee su construcción a partir de la presentación final del mismo, motivo por el cual me siento satisfecho al contribuir a dicha empresa a solucionar parte de su problemática y me motiva para seguir preparándome más, dado que en la actualidad la vida del ingeniero mecánico en la industria es fundamental para corregir errores posibles.

10. Anexos



Anexo #1 longitud de la tubería.

Elementos que componen el sistema de aire:

A= Compresor.

B= Compresor.

C= Tanque de aire comprimido.

D= Tanque de aire comprimido.

E= Secador de aire comprimido.

F= Tubería.

G= Filtro regulador lubricador.

ISO 8573-1:2010 Clase	Partículas sólidas			Concentración de masa mg/m ³	Agua		Aceite
	Cantidad máxima de partículas por m ³				Punto de condensación bajo presión °C	Líquido	Contenido total en aceite (líquido, aerosol y niebla)
	0,1 a 0,5 µm	0,5 a 1 µm	1 a 5 µm		g/m ³	mg/m ³	mg/m ³
0	Según lo que establezca el usuario del equipo, exigencias más elevadas que en la clase 1						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	–	≤ -70	–	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6000	≤ 100	–	≤ -40	–	0,1
3	–	≤ 90 000	≤ 1000	–	≤ -20	–	1
4	–	–	≤ 10 000	–	≤ +3	–	5
5	–	–	≤ 100 000	–	≤ +7	–	–
6	–	–	–	≤ 5	≤ +10	–	–
7	–	–	–	5 a 10	–	≤ 0,5	–
8	–	–	–	–	–	0,5 a 5	–
9	–	–	–	–	–	5 a 10	–
X	–	–	–	> 10	–	> 10	> 10

Anexo#2clasificacion de limpieza de partículas según ISO.

11. Fuentes de información

- Solidworks. Sergio Gómez González. Primera edición. Marcombo, ediciones técnicas en coedición con Alfa-omega.
- Control electro neumático y electrónico, J. Hyde, J. Regué, primera edición, Alfa-omega grupo editor.
- Power fluid whith application, Anthony Esposito, cuarta edición, pretice-Hall do brasil,Ltda., Rio de janeiro.
- Dispositivos neumáticos, W. Deppert / K Stoll, segunda edición, Marcombo Boixareu Editores.
- Documentación para cilindros redondos DSNU, (Septiembre 2014), (www.festo.com), Disponible:http://www.festo.com/cat/es-mx_mx/products_DSNU, (Consultado:Septiembre 2014)
- Actuadores Neumáticos, (Septiembre 2014), (www.festo.com), Disponible: http://www.festo.com/cat/es-mx_mx/products_010000, (Consultado:Septiembre 2014)
- FESTO (2013), Guía de productos 2013/2014, Alemania, 2013, Edición 2013