



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN.

“DISEÑO DE UN COMPACTADOR DE LATAS DE ALUMINIO”

## TESIS

Que para obtener el título de:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.

Presentan:  
AGUSTIN JESUS RAMIREZ MONDRAGON.  
ARMANDO CUEVAS HUITRÓN.

Asesor: M.I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRÍGUEZ.

Cuatitlan Izcalli, Edo. de Méx. 2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“Si mucho es lo que recibimos del país, mucho más es lo que debemos darles. Hay un único privilegio que reconocemos tener (los Universitarios): el de servir al pueblo del que somos parte; por ello, ni la Universidad ni sus Autoridades pueden ser instrumentos de partidos, facciones o grupos. El nuestro es un deber más profundo que el creado por las circunstancias o las ambiciones. La Universidad tiene una misión principal: formar hombres; educarlos; hacerlos útiles a México. Los jóvenes lo saben, los maestros lo enseñan, los trabajadores colaboran en esta Vasta tarea”.

- Fragmento de la respuesta de Javier Barros Sierra (26 de septiembre de 1968) a la Junta de Gobierno, aceptando seguir en la Rectoría de la U.N.A.M.

## ***Agradecimientos:***

- *Agradecemos en primer lugar a nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional que nos han brindado.*
- *Agradecemos el apoyo de nuestros profesores de la carrera en especial al M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez por su paciencia*
- *Agradecemos a todo nuestro círculo de amigos que nos rodearon, que nos han apoyado y alentado para seguir adelante*



# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

## **CAPITULO 1.**

### **RECICLAJE DE MATERIALES (LATAS DE ALUMINIO).**

1.1 EL PROBLEMA DE LA BASURA.	2
1.1.1 EL PROBLEMA DE LA BASURA EN MÉXICO.	2
1.2 EL RECICLAJE EN MÉXICO.	3
1.3 CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS DE LA PRODUCCIÓN DE ALUMINIO.	5
1.4 RECICLAJE DE ALUMINIO.	6
1.5 NUEVA LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS.	7
1.6 ¿CUÁNTO GANAMOS POR RECICLAR?	8
1.7 UNA REFLEXION.	8

## **CAPITULO 2.**

### **PRINCIPIOS DE NEUMÁTICA.**

2.1 DEFINICION DE NEUMÁTICA.	10
2.2 ACTUADORES NEUMÁTICOS.	10
2.2.1 ELEMENTOS DE TRABAJO Y MANDO.	11
2.3 COMPRESOR DE AIRE.	11
2.4 CILINDROS.	13
2.4.1 CILINDROS DE SIMPLE EFECTO.	14
2.4.2 CILINDROS DE DOBLE EFECTO.	15
2.4.3 PARAMETROS BÁSICOS Y FUNCIONALES.	18
2.4.4 FUERZA DEL CILINDRO.	19
2.4.5 CARRERA.	20
2.4.6 CONSUMO DE AIRE.	20
2.4.7 VELOCIDAD DEL EMBOLO.	23
2.4.8 CARGA DE PANDEO DEL VASTAGO.	24
2.4.9 AMORTIGUACION.	25
2.5 VALVULAS.	26
2.5.1.1 DISTRIBUIDORAS.	27
2.5.1.2 CARACTERISTICAS DE LAS VÁLVULAS DE ACUERDO A SU FUNCION.	28
2.5.1.3 CARACTERISTICAS DE LAS VÁLVULAS SEGÚN EL TIPO DE CONSTRUCCION	30
2.5.1.4 ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS.	30
2.5.2 VALVULAS DE BLOQUEO.	32
2.5.2.1 VALVULA DE RETENCION.	33
2.5.2.2 VALVULA SELECTORA.	33
2.5.2.3 VALVULA ESTRANGULADORA O VÁLVULA REGULADORA DE VELOCIDAD	33
2.5.2.4 VALVULAS DE PURGA RAPIDA.	34
2.5.2.5 VALVULAS DE SIMULTANEIDAD.	34
2.5.3 VALVULAS DE PRESION.	34
2.5.3.1 VALVULA LIMITADORA DE PRESION.	35
2.5.3.2 VALVULA DE SECUENCIA.	35
2.5.3.3 VALVULAS DE FLUJO.	35
2.5.4 PRESOSTATOS	36
2.6 ACCESORIOS DE CONEXIÓN (TUBERÍAS Y FLEXIBLES).	37

## **CAPITULO 3.**

## **ELECTRO-NEUMÁTICA.**

3.1 FUNDAMENTOS DE CONTROL.	39
3.1.1 REALIMENTACION EN LOS CONTROLES ELECTRONEUMATICOS.	39
3.1.2 CADENA DE CONTROL DE UN SISTEMA.	40
3.2 ALIMENTACION ELECTRICA.	43
3.2.1 GENERACION DE CORRIENTE.	43
3.3 INTERRUPTORES.	44
3.3.1 SENSOR MAGNETICO (REED).	45
3.4 CONVERTIDOR NEUMÁTICO-ELECTRICO.	46

## **CAPITULO 4.**

### **SISTEMAS DE CONTROL.**

4.1 MEDIO DE CONTROL.	47
4.1.1 DESARROLLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL.	47
4.1.1.1 CROQUIS DE SITUACIÓN.	47
4.1.1.2 DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO FASE.	49
4.1.1.3 DIAGRAMA DE CIRCUITO.	50

## **CAPITULO 5.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

5.1 SITUACION ACTUAL DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MÉXICO.	51
5.1.1 TASA DE GENERACIÓN PER CAPITA DE RESIDUOS EN MÉXICO.	51
5.2 UTILIZACION DE LAS LATAS DE ALUMINIO.	53
5.2.1 ¿COMO SE FABRICA UNA LATA DE ALUMINIO?.	53
5.2.1.1 INICIO DEL CICLO DE FABRICACIÓN DE LATAS.	54
5.3 RECICLADO DE LAS LATAS DE ALUMINIO.	56
5.4 ESTRATEGIAS UTILIZADAS PARA EL RECICLAJE Y COMPACTADO DE LATAS DE ALUMINIO.	57
5.5 OTROS FACTORES A TOMARSE EN CUENTA.	58

## **CAPITULO 6.**

### **DISEÑO.**

6.1 INTRODUCCION.	59
6.2 CALCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS Y FUNCIONALES DEL CILINDRO DE DOBLE EFECTO.	59
6.3 DIBUJOS DE DETALLE Y CROQUIS.	61

## **CAPITULO 7.**

### **COSTOS DE FABRICACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL COMPACTADOR DE LATAS DE ALUMINIO.**

7.1 COSTOS DE FABRICACIÓN DEL COMPACTADOR DE LATAS DE ALUMINIO.	70
7.2 PRODUCTIVIDAD DEL COMPACTADOR DE LATAS DE ALUMINIO.	71

<b>CONCLUSIONES.</b>	72
----------------------	----

<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	73
----------------------	----



## **INTRODUCCION.**

Cada año se utilizan 22 millones de toneladas de aluminio en el mundo y de esta cantidad, solo una tercera parte se recicla. El aluminio es un metal muy ligero, se puede fundir y reutilizar varias veces, no existe límite. Es por eso, que se han tenido que buscar nuevas formas de reciclar las latas de aluminio y en la búsqueda del reciclaje de estas, se ha llegado a la conclusión de que uno de los procesos que mas se deben tener en cuenta en el reciclaje, es el compactado de las latas.

Por lo tanto, es necesario, poder mejorar los métodos de compactación ya existentes, ya que al mejorarlos se obtendría una mayor eficacia y al obtenerse este resultado, también los costos de reciclaje tendrían a bajar. Obteniendo como resultado una mayor inversión en el área del reciclaje.

Una de las alternativas que se nos presenta es la de poder mejorar nuestras herramientas y nuestros equipos de trabajo todo ello con el fin de hacer el proceso mas eficiente.

Por lo que en este trabajo de tesis se llevara a cabo el diseño de un compactador de latas de aluminio.

Así, en el capítulo 1 se hace una semblanza del reciclaje de materiales y en forma especifica de las latas de aluminio.

En el capítulo 2, se habla de los principios de la neumática y sus distintos componentes.

En los capítulos 3 y 4 se muestra como los distintos componentes pueden utilizarse para constituir amplios circuitos de control con enlaces de entradas y salidas en la electro neumática.

En el capítulo 5, se hace el planteamiento del problema.

En el capítulo 6, se hace el diseño del compactador de latas, incluyendo los dibujos de conjunto y detalle.

Por ultimo, en el capítulo 7 se presenta un análisis de costos y productividad del equipo diseñado.

## **CAPITULO 1.**

### **RECICLAJE DE MATERIALES (LATAS DE ALUMINIO).**

#### **1.1 EL PROBLEMA DE LA BASURA.**

A principios del siglo pasado, cualquier viajero podía asegurar haber visto señales de progreso si a su paso encontraba chimeneas humeantes ("¡Empleo!", pensaría el ingenuo viajero), grandes avenidas ("¡comodidad!") o drenaje ("¡higiene!"). Sin embargo, actualmente la percepción puede ser muy distinta. Ahora se dice que las chimeneas envenenan el aire, las grandes avenidas cobran un costoso tributo en horas-hígado o en horas-riñón y los drenajes transportan eficientemente desechos tóxicos a ríos y mares.

De igual modo, el aumento en la producción de basura puede considerarse como un indicador de avance económico o como un signo de dispendio, ignorancia o desprecio por el medio en que vivimos, según el punto de vista. Lo que es un hecho es que producir basura cuesta dinero.

##### **1.1.1 EL PROBLEMA DE LA BASURA EN MÉXICO.**

La gran cantidad de basura que se tira anualmente en México está creando serios problemas, sobre todo cuando llega el momento de deshacernos de ella

- *Si se quema, contamina el aire.*
- *Si se entierra, el suelo.*
- *Y si se desecha en ríos, mares y lagos, el agua.*

Día a día se consumen mas productos que provocan la generación de mas y mas basura, y cada ves existen menos lugares en donde ponerla, por eso es necesario que, para poder ayudar a la conservación de nuestro medio ambiente, podemos empezar por revisar nuestros hábitos de consumo.

Actualmente México viene despertando a una conciencia más ecológica, ya que no se trata sólo de hablar a favor o en contra de grupos ecologistas o de

inversionistas desde una perspectiva externa, sino por el contrario se buscan nuevas alternativas para el equilibrio natural de las especies de la flora, fauna y por supuesto del hombre.

## **1.2 EL RECICLAJE EN MÉXICO.**

En la Ciudad de México se generan diariamente 12 mil toneladas de desechos sólidos que se depositan en los rellenos sanitarios, ahí se recicla la basura la cual llega ser un 10% en cada una de las tres plantas, explica Francisco González, Director de Servicios Urbanos de el Gobierno del Distrito Federal.

En la Delegación Miguel Hidalgo cuenta con un plan de reciclaje llamado “Divídela y Vencerás” en las colonias San Miguel Chapultepec y Escandón. Los vecinos apoyados por el gobierno separan la basura y se reduce el volumen de transportación y confinamiento.

Los habitantes de esa demarcación producen diariamente 600 toneladas de desechos sólidos. Son desechos orgánicos que la delegación aprovecha para generar un abono con nutrientes y así poder contribuir al mantenimiento de áreas verdes.

De esa cantidad, la ciudadanía puede ayudar a reciclar y reducir el número de basura; mejor aún se puede ganar dinero, que sin ser demasiado, de algo sirve. Hay material que a simple vista no le damos importancia, pero que a la hora de venderlo te puede sorprender: cartón, papel, latas, botes de plástico, vidrio, y latas de aluminio, entre otros.

Pero ¿que es reciclar?

- Separar el papel, aluminio, plástico, vidrio y materia orgánica para ser reutilizado.
- Ahorrar recursos.
- Disminuir la contaminación.
- Alargar la vida de los materiales aunque sea con diferentes usos.
- Ahorrar energía.
- Evitar la deforestación

- Reducir el 80% del espacio que ocupan los desperdicios al convertirse en basura.
- Ayudar a que sea más fácil la recolección de basura.
- Tratar de no producir los 90 millones de kilogramos de basura que cada uno de nosotros acumula en su vida y hereda a sus hijos.
- Disminuir el pago de impuestos por concepto de recolección de basura (incluido en el pago predial).
- Dar dos minutos diarios de tu tiempo para vivir en un mundo más limpio.

### **Reciclar:**

Utilizar los mismos materiales una y otra vez, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para hacer los mismos o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales.

El reciclaje ayuda a reducir el problema de acumulación en tiraderos al aire libre, porque de “esta manera se incrementaría la basura que se recicla y disminuiría la que tiene que llevarse al relleno sanitario”.

En la mayoría de los países industrializados la separación de objetos comienza en el hogar. En sitios estratégicos, como mercados o centros comerciales, las personas depositan en recipientes especiales botellas de vidrio, latas vacías, papel y cartón. Los productos de mayor demanda para ser reciclados se clasifican en celulósicos como papeles y cartones; fibras textiles de algodón, seda y lino; vidrio, plásticos y metales, principalmente aluminio y hierro. Lo que en su mayoría más se recicla en el medio es:

Metales como aluminio, plomo, hierro, acero, zinc, cobre, oro y plata son reciclados fácilmente cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma, o adoptar la misma anterior.

De esos materiales, el hierro es el que tiene mayor demanda comercial. El reciclaje del aluminio está incrementándose bastante debido a que una lata,

producto del reciclaje, requiere sólo una fracción de la energía necesaria para elaborar una lata similar, con materia prima.

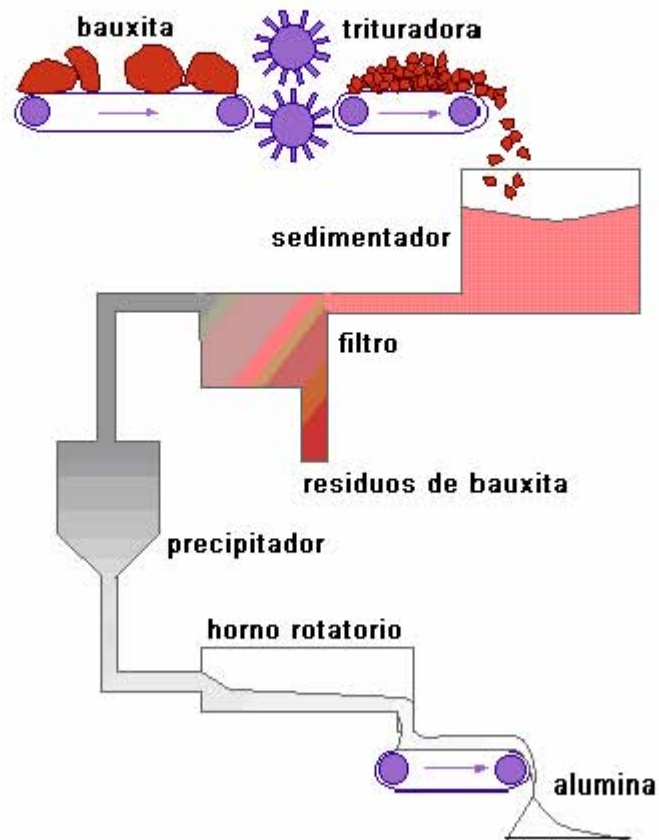
En 1990, más del 50% de las latas de aluminio fabricadas en E.U.A. fueron producto del reciclaje. En el caso de estufas, refrigeradores y otros aparatos domésticos, el reciclaje es costoso porque es necesario separar del metal sustancias como plásticos, hule y vidrio. En el caso de aluminio este se ha puesto totalmente de moda ya que todas las personas quieren reciclar y obtener beneficios más que nada económicos por venderlos aunque no se preocupen cuanto contaminan éstos desechos.

### **1.3 CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS DE LA PRODUCCIÓN DE ALUMINIO.**

El aluminio es un metal que se obtiene de la tierra; es muy ligero y difícil de oxidar, producir latas con aluminio reciclado aminora la contaminación del aire ( por ejemplo, los dióxidos sulfúricos, que producen la lluvia ácida) en un 95%.

Las latas de aluminio de las que bebes, son al principio de su vida suelo rojo. Este suelo es **bauxita** y se encuentra en las regiones tropicales del mundo. La extracción de bauxita es un proceso muy destructivo y poco económico. Para una tonelada de aluminio se utilizan **3,981 kg.** de bauxita que se encuentra en los primeros 3 metros del subsuelo de la selva, así que para sacarla se talan miles de kilómetros de árboles.

Todavía más, en la última fase del proceso se realiza la electrolisis la cual provoca un altísimo consumo de energía. (Para producir 1 kg. de aluminio en este proceso se requiere una media de 15.7 kWh. de electricidad).



*Figura 1.1. Obtención de óxido de aluminio*

#### **1.4 RECICLAJE DE ALUMINIO.**

Desde el siglo pasado las latas han servido para mantener los alimentos en buen estado por largo tiempo. En un principio eran elaboradas de hojalata, y fue sólo hasta 1925 cuando se crean las de aluminio, un material con características que posibilitan su reciclaje.

Lo bueno es que el aluminio es reciclable!!!, una y otra vez sin pérdida de calidad. Si se fabrica una lata a partir de aluminio ya hecho (de una lata vieja), se necesita hasta un 95% menos de energía.

Cada año se utilizan 22 millones de toneladas de aluminio en el mundo y de esta cantidad, sólo una tercer parte se recicla.

Con el aluminio se fabrican láminas, barras, tubos, cancelos para puertas y ventanas, llaves para lavabos, baterías de cocina, latas de bebidas de refresco, cerveza, alimentos, refacciones automotrices y piezas para hacer aviones entre otros.

El aluminio es un metal muy ligero, se puede fundir y reutilizar varias veces, no existe límite.

Lo puedes reconocer porque se dobla fácilmente, en el caso de las latas, con la sola presión de la mano pierde su forma original. También se reconoce, sí al acercarle un imán no se pega.

¿Cómo se recicla el aluminio?

En las fábricas, los materiales de aluminio se convierten en virutas de metal, esta mezcla se funde a altas temperaturas y se transforma en barras de aluminio sólido, a partir de estas se elaboran nuevos envases o estructuras.

¿Qué beneficios se obtienen al reciclar aluminio?

- Conservamos una gran cantidad de minerales que se extraen del suelo.
- Reducimos el consumo de energía que se utiliza para extraer metales.
- Protegemos nuestra salud, reducimos la cantidad de basura.
- Protegemos al medio ambiente y conservamos los recursos naturales.
- Sí se elabora una lata de aluminio a partir de otra lata:

Se ahorra energía suficiente para hacer funcionar un televisor durante tres horas. La temperatura que se emplea para fundir el metal se reduce hasta un 95% lo cual disminuye considerablemente la contaminación del aire. En lugar de tirar latas vacías llévalas a los centros de acopio recuerda: ¡hay uno cerca de ti!

¿Cómo lo puedes llevar al centro de acopio?

Las latas contienen un anillo en la parte de la tapa, no lo despegues ya que tiene el mismo valor en kilos al igual que la lata, puedes compactarlas para que ocupen menos espacio, de preferencia limpias y secas sin residuos de bebida, las puedes llevar en cajas costales o bolsas.

Es la capacidad de mantenerse igual indefinidamente, lo que hace al aluminio ideal para ser reciclado, ya que puede ser rehusado infinidad de veces sin perder sus características metalmecánicas y propiedades físicas.

## **1.5 NUEVA LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

El Gobierno del Distrito Federal publicó recientemente en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Residuos Sólidos, donde desde las casas los ciudadanos separen la basura en orgánica e inorgánica, ya sea reciclable y no reciclable.

“Esto va a ser un proceso, no se va a hacer de inmediato porque se tiene que ir adecuando el sistema de recolección a ese proyecto”, afirma el Gobierno del Distrito Federal. Se deben comprar camiones con contenedores separados, porque los actuales tienen un solo contenedor.

El Gobierno de el Distrito Federal agrega que ya existe la sanción para quienes tiren bolsas de basura en la calle, pero reconoce que “no ha sido sencillo aplicar ese tipo de sanciones, porque en realidad todavía falta tener la estructura para atender las demandas de la sociedad, sin embargo ahora la nueva Ley establece sanciones más severas”, dijo.

Aunque el Gobierno de el Distrito Federal reconoce que no se ha impulsado todavía “en la medida en que no existe una legislación apropiada, ya va publicarse, le están haciendo modificaciones que el gobierno propuso, a la Ley de Residuos Sólidos del DF. La idea es impulsar a toda la sociedad para este reciclaje”, afirma.

Considera que en la Ciudad de México no hay módulos de reciclaje, porque “ya existe quienes lo hacen que son los pepenadores, si ellos lo están haciendo no vemos nosotros la razón por la cual tengamos que interferir también en esta situación”.

## **1.6 ¿CUÁNTO GANAMOS POR RECICLAR?**

Además de una cultura ecológica y una satisfacción personal, las empresas de desechos y tiraderos compran la mayoría de la basura que se tira. Pueden pagar alrededor de 5 o 6 pesos por kilogramo de latas de aluminio de refresco o cerveza.



Una lata de aluminio pesa aproximadamente 30 gramos, por lo que para juntar un kilo y ganar 5 o 6 pesos, se deben entregar 33 latas en promedio. Se deben juntar 200 latas para ganar 36 pesos, el equivalente a un boleto de acceso al cine o comprar una buena revista.

Los expertos aseguran que se salva suficiente energía reciclando una lata de aluminio como para hacer funcionar un televisor durante 3 horas y media.

Se juntan las latas, se les clasifica y luego se compactan. Después se secan bien, se quema la pintura que cubre la lata (hay hornos que tienen filtros especiales en las chimeneas para evitar que el gas que se genera contamine la atmósfera), luego se funde en hornos, y de esta manera se obtienen nuevos lingotes o chapas para hacer más latas u otros elementos de aluminio.

Por cada millón de latas recicladas se ahorra energía que se puede utilizar para iluminar una casa de familia durante 66 años.

### **1.7 UNA REFLEXIÓN.**

De igual modo, el aumento en la producción de basura puede considerarse como un indicador de avance económico o como un signo de dispendio, ignorancia o desprecio por el medio en que vivimos, según el punto de vista. Lo que es un hecho es que producir basura cuesta dinero.

Cada kilogramo de basura que nos apresuramos a desechar y olvidar, nosotros lo pagamos a precio de material nuevo. Al deshacernos de nuestra basura nos deshacemos de nuestro dinero y no conformes con ello, todavía pagamos porque se lo lleven y hasta damos propina.

Alguien podría decir: "Yo hago lo que quiero con mi dinero, y si deseo tirarlo por la ventana, es mi gusto", y estaría en su justo derecho, pero a lo que no tenemos derecho es a poner en riesgo la calidad de vida de futuras generaciones. Los actuales tiraderos carecen en su mayoría de controles para evitar contaminación de mantos acuíferos y degradación de suelos.

¿Estaríamos dispuestos a pagar, junto con la recolección y disposición de basura, los daños ambientales que estas prácticas generan?

La producción mundial de basura - y de tiraderos - es como una invasión lenta pero constante. Lamentablemente todos nosotros empuñamos las armas de tal invasión. Las tres R - reducción, reutilización y reciclaje - nos ayudarán a convertir las espadas en azadones.

Hoy en día son pocas las excusas que se pueden encontrar para no participar en el reciclaje de aluminio ya que, aunque no sean muchas, las opciones existen, sólo falta cultura ambiental.

## **CAPITULO 2**

### **PRINCIPIOS DE NEUMÁTICA.**

#### **2.1 DEFINICIÓN DE NEUMÁTICA.**

Puede decirse que la palabra neumática proviene de la palabra griega Pneuma que significa aliento o soplo. En su acepción original, la neumática se ocupaba de la dinámica del aire y de los fenómenos gaseosos, pero la técnica ha creado de ella un concepto propio, pues en neumática solo se habla de la aplicación de la sobrepresión o de la depresión.

La mayoría de las técnicas neumáticas se basan en el aprovechamiento de la energía de la sobrepresión previamente generada, respecto a la presión atmosférica. El portador de la energía es el aire comprimido. El término aire a presión empleado antes solo se utiliza en la actualidad en casos aislados y relacionados con otros conceptos; en la neumática según las normas, se dice exclusivamente aire comprimido.

Las instalaciones neumáticas son máquinas y aparatos que trabajan con aire comprimido o con aire aspirado.

Aire a presión = Aire comprimido.

En lo que concierne a las definiciones, símbolos y magnitudes fundamentales de la neumática se optó por el término aire comprimido y así es empleado en las correspondientes hojas de normas DIN y en las normas VDI.

Los elementos neumáticos son módulos o unidades normalizadas que pueden emplearse siempre en sistemas de mando sencillo o complejo. La función del elemento determina la posición del mismo dentro del sistema de mando.

#### **2.2. ACTUADORES NEUMÁTICOS.**

Se les puede definir como aquellos componentes que son capaces de transformar la energía potencial latente en el aire comprimido, en trabajo mecánico, para el accionamiento de máquinas o de mecanismos.

### **2.2.1. ELEMENTOS DE TRABAJO Y MANDO.**

El diseño de un sistema neumático presupone el conocimiento de la estructura y función de los componentes posibles que pueden intervenir en un equipo, el punto principal lo constituye la función de un elemento.

### **2.3. COMPRESOR DE AIRE**

También llamado bomba de aire, máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras, limpiadoras de chorro de arena y pistolas de pintura.

En general hay dos tipos de compresores: alternativos y rotativos. Los compresores alternativos o de desplazamiento (ver figura 2.1), se utilizan para generar presiones altas mediante un cilindro y un pistón. Cuando el pistón se mueve hacia la derecha, el aire entra al cilindro por la válvula de admisión; cuando se mueve hacia la izquierda, el aire se comprime y pasa a un depósito por un conducto muy fino.

Las rotativas (ver figura. 2.2), producen presiones medias y bajas. Están compuestos por una rueda con palas que gira en el interior de un recinto circular cerrado. El aire se introduce por el centro de la rueda y es acelerado por la fuerza centrífuga que produce el giro de las palas. La energía del aire en movimiento se transforma en un aumento de presión en el difusor y el aire comprimido pasa al depósito por un conducto fino.

El aire, al comprimirlo, también se calienta. Las moléculas de aire chocan con más frecuencia unas con otras si están más apretadas, y la energía producida por estas colisiones se manifiesta en forma de calor. Para evitar este calentamiento hay que enfriar el aire con agua o aire frío antes de llevarlo al depósito. La producción de aire comprimido a alta presión sigue varias etapas

de compresión; en cada cilindro se va comprimiendo más el aire y se enfría entre etapa y etapa.

Aire comprimido, puede emplearse para empujar un pistón, como en una perforadora neumática; hacerse pasar por una pequeña turbina de aire para mover un eje, como en los instrumentos odontológicos o expandirse a través de una tobera para producir un chorro de alta velocidad, como en una pistola para pintar. El aire comprimido suministra fuerza a las herramientas llamadas neumáticas, como perforadoras, martillos, remachadoras o taladros de roca. El aire comprimido también se emplea en las minas de carbón para evitar que se produzcan explosiones por las chispas de las herramientas eléctricas que hacen detonar las bolsas de grisú.

#### 2.4. CILINDROS.

El cilindro de aire comprimido es un dispositivo motor en un equipo neumático. En el que la energía estática (energía neumática del aire comprimido), se transforma en trabajo mecánico mediante la reducción de la sobrepresión hasta la presión atmosférica exterior. Su misión es la de generar un movimiento rectilíneo, subdividido en carrera de avance y carrera de retroceso (a diferencia del motor de aire comprimido, que produce un movimiento de rotación).

Las definiciones características de un cilindro de aire comprimido, sus componentes y demás designaciones están normalizadas. En la figura 2.3 están representadas estas definiciones y denominaciones, de las que solo se mantendrá las definiciones básicas, introduciéndose nuevas definiciones con las distintas formas constructivas.

Los cilindros neumáticos son seguros ante las sobrecargas, pudiendo ser cargados hasta el máximo de su potencia, ya que en caso de sobrecargas

simp  
leme  
nte  
se  
para  
n.

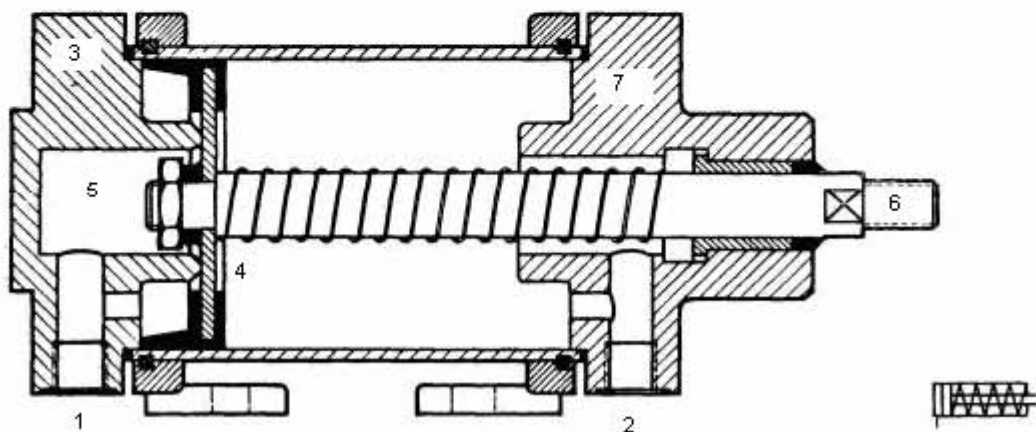
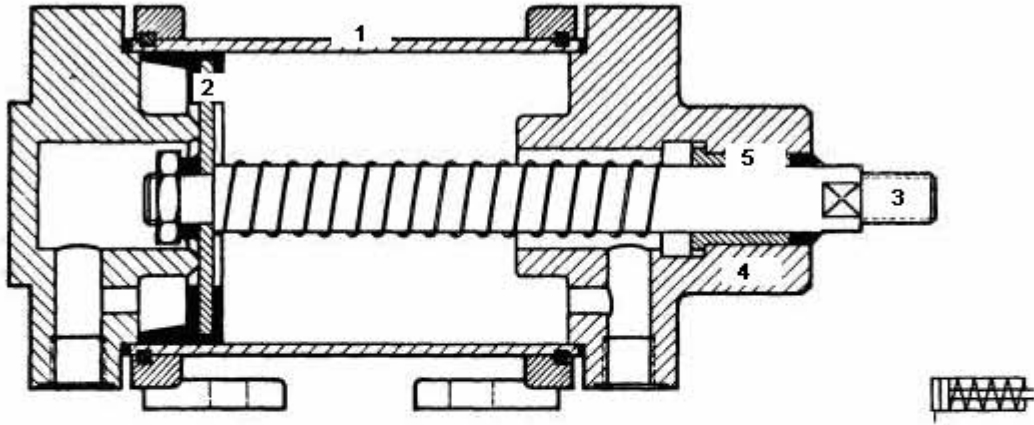


Figura 2.3. Cilindro de aire comprimido.

1. Conexión para la salida (toma de aire comprimido en la tapa posterior)
2. Conexión para la entrada (toma de aire comprimido en la tapa inferior)
3. Cara del fondo
4. Cara de la cubierta
5. Fondo
6. Área del vástago
7. Cubierta

#### **2.4.1. CILINDROS DE SIMPLE EFECTO.**

Los cilindros de aire comprimido de simple efecto solo pueden producir trabajo en una sola dirección del movimiento. Solo producen trabajo en un sentido, por lo que no debe montarse ningún elemento pesado que deba de ser removido por la carrera de retroceso del émbolo. Existen varios tipos de construcción para los cilindros de simple efecto. En la figura siguiente 2.4 se muestran los elementos principales que lo componen.



*Figura 2.4 Cilindro de simple efecto.*

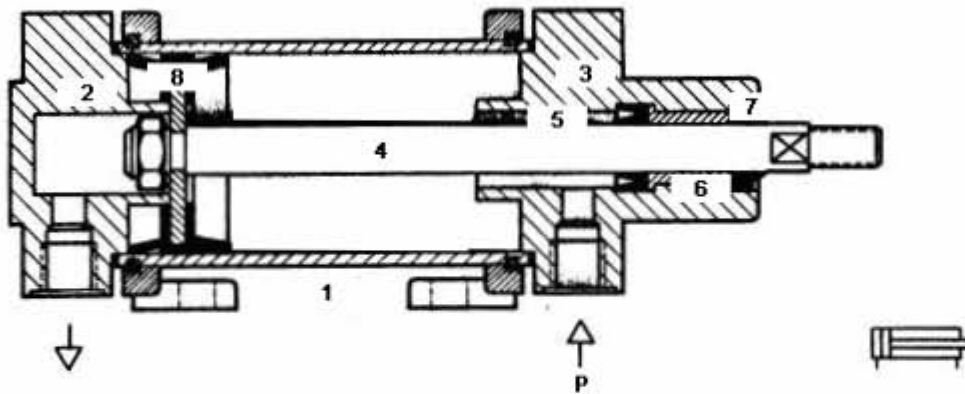
1. Cuerpo del cilindro
2. Pistón
3. Vástago
4. Tapa anterior
5. Guía del vástago

#### **2.4.2. CILINDROS DE DOBLE EFECTO.**

El cilindro de aire comprimido de doble efecto se construye siempre en forma de cilindro de émbolo y posee dos tomas para el aire comprimido situadas a ambos lados del émbolo. Este tipo de cilindro puede producir trabajo en los dos sentidos del movimiento.

En la figura 2.5 se muestran las partes características de un cilindro de doble efecto.





*Figura 2.5 Cilindro doble efecto.*

1. Tubo del cilindro
  2. Tapa de fondo
  3. Tapa de cubierta
  4. Vástago
  5. Junta obturadora
  6. Cojinete
  7. Junta de rascador
  8. Embolo
- P. Toma de aire comprimido

En la figura 2.6 se muestra la clasificación de los diferentes tipos de cilindro neumáticos en función de su accionamiento y se mencionan algunas de sus características particulares.

A) Cilindro de doble efecto. Se introduce aire comprimido por el orificio superior y comunicando con la atmósfera el orificio inferior, el vástago del cilindro sale venciendo la carga antagonista, invirtiendo las conexiones, es decir, conectando el aire comprimido al orificio inferior y el orificio superior con la atmósfera, el vástago del cilindro se recoge.

B) Cilindro de simple efecto con resorte en el lado del vástago. Al conectar el aire comprimido con la entrada, la fuerza producida empuja el émbolo hacia delante, comprimiendo el resorte y haciendo salir al vástago. Al cesar la acción del aire comprimido por conectarse de nuevo la cámara trasera del cilindro con la atmósfera, el resorte recupera la posición primitiva y el vástago retrocede. La fuerza del resorte en este caso es un elemento negativo que hace al cilindro salir con menos empuje del que corresponde a su diámetro; según los diferentes constructores, la fuerza del resorte, generalmente, oscila alrededor de un 15 % de la fuerza normal del cilindro cuando funciona a 6 bar.

En la cámara del cilindro que contiene el resorte hay aire a presión atmosférica, por tanto, es preciso que exista un orificio del diámetro adecuado que permita la expulsión al exterior de dicho aire cuando sale el cilindro y la posterior aspiración de aire cuando se produce la carrera de retorno.

C) Un cilindro de simple efecto con el resorte colocado de tal manera que el vástago se encuentra en extensión. Las características y disposición son similares a las del anterior con salvedades oportunas.

D) Cilindro de simple efecto. El retroceso del émbolo se produce por acción de la gravedad, debido al peso que es elevado al salir el vástago.

El descenso se verifica siempre que el peso sea superior a la fuerza de rozamiento del cilindro. Por lo que tiene un inconveniente que no puede hacer carrera de retroceso con una carga de elevación por debajo de su valor mínimo.

E) Cilindro diferencial. El diámetro del vástago es muy grande, en este caso, comparado con el diámetro interior del tubo; se emplea principalmente en aplicaciones de óleo hidráulica.

F) Cilindro normal. El émbolo se mueve cuando se alimentan simultáneamente las dos cámaras, pero con presiones sensiblemente diferentes.

G) Cilindro de doble efecto y doble vástago. Tiene su aplicación en algunos sistemas neumáticos que resultan simplificados. También se emplean en sistemas que precisan la regulación exacta de la carrera con tope exterior ajustable.

H) Cilindro de émbolo buzo. En este tipo de cilindro el vástago tiene un diámetro casi igual al del tubo. Tiene una aplicación típica que es la elevación de automóviles en los talleres. Disponen de un resalte en el vástago que impide la expulsión de este cuando llega al final del recorrido.

### **2.4.3. PARAMETROS BASICOS Y FUNCIONALES.**

Estos elementos son actuadores de acción lineal, transformando la energía que proporciona el aire comprimido en trabajo mecánico, el cual se define como:

$$T = F \times E = P \times S \times L \dots \dots \dots (2.1.)$$

Donde:

T = Trabajo mecánico.

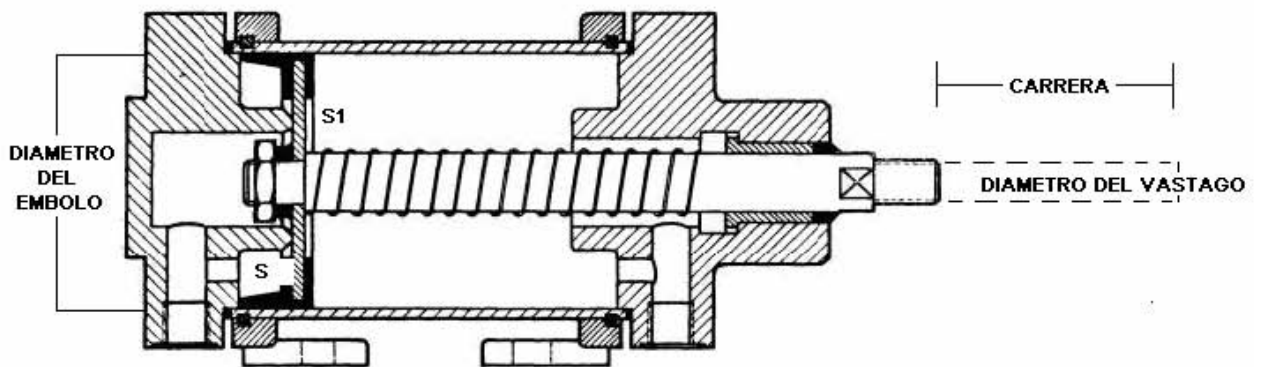
P = Presión.

S = Superficie.

L = Carrera.

Los cilindros tienen dos parámetros geométricos principales, a saber:

- Sección
- Carrera (figura 2.7)



*Figura 2.7. Sección esquemática de un cilindro neumático de doble efecto con sus Constantes indicadas.*

La sección activa del cilindro, al ser este generalmente circular, esta dada por la siguiente formula:

$$S = \pi \times R^2 = \frac{\pi D^2}{4} \dots \dots \dots (2.2.)$$

#### 2.4.4. FUERZA DEL CILINDRO.

La fuerza producida por el cilindro, se encuentra en función del diámetro del émbolo, de la presión del aire comprimido (presión de trabajo) y de resistencia de rozamiento (fricción). Por lo que la fuerza de presión del cilindro puede calcularse por la siguiente formula.

$$F = A \times p \left[ \text{cm}^2 \times \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right] \dots\dots\dots(2.3.)$$

Para los cilindros de **simple efecto**.

$$F = D^2 \frac{\pi}{4} p - f \dots\dots\dots(2.4.)$$

Para los cilindros de **doble efecto**.

*Carrera de avance:*  $F_A = D^2 \frac{\pi}{4} p \dots\dots\dots(2.5.)$

Símbolos utilizados:

D = Diámetro del émbolo (cm).

d = Diámetro del vástago (cm).

A = Área del émbolo (cm<sup>2</sup>).

f = Fuerza del muelle (kg).

F = Fuerza de presión (kg).

p = Presión de trabajo (kg/cm<sup>2</sup>).

En los cilindros de simple efecto debe reducirse la fuerza del muelle recuperador, y en los cilindros de doble efecto debe reducirse en la carrera de retroceso el área del vástago del área total del émbolo. Para el rozamiento o bien para el momento de arranque se descuenta de un 3 a un 10 % de la fuerza calculada.

#### 2.4.5. CARRERA.

La carrera es otra de las constantes del cilindro y esta definida por la diferencia de posición entre las dos situaciones del émbolo.

Al efectuar los cálculos de fuerzas debe tenerse en cuenta que en el sentido de salida del vástago, se toma la superficie total del tubo. En cambio, en el sentido de entrada del vástago la superficie es más pequeña, puesto que es preciso descontar la superficie del vástago.

Siendo D el diámetro interior del tubo y d el diámetro del vástago, la superficie activa se puede calcular por medio de:

$$S_1 = \pi \frac{D^2 - d^2}{4} \dots\dots\dots(2.6.)$$

por lo tanto, la fuerza que efectúa el cilindro en el sentido de entrada es:

$$F_1 = p \times \pi \frac{D^2 - d^2}{4} \dots\dots\dots(2.7.)$$

Por lo tanto,  $F > F_1$  y si se conectan las dos entradas del cilindro a una misma fuente de presión, el vástago tendera a salir.

#### 2.4.6. CONSUMO DE AIRE.

La energía que proporciona el aire comprimido se consume transformándose en trabajo. El aire comprimido ya utilizado fluye a la atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso del émbolo.

Por lo que para poder calcular el consumo de aire para una presión de trabajo, diámetro del émbolo y una carrera determinada. Se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Consumo de aire} = \text{Relacion de compresion} \times \text{area de embolo} \times \text{carrera} \dots\dots\dots(2.8.)$$

La relación de compresión (referida a la presión normal al nivel del mar) se calcula por medio de:

$$P_c = \frac{1.033 + \text{presion} \cdot \text{de} \cdot \text{trabajo} \cdot \text{en} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1.033} \dots\dots\dots (2.9.)$$

Con ayuda de la figura 2.8 se pueden establecer los datos de consumo de aire de una manera más sencilla y rápida. Los valores están expresados por centímetros de carrera para los diámetros más comunes de cilindros y para presiones de 200 a 1500kPa (2.15bar). El consumo de aire se indica siempre en litros de aire aspirado para obtener valores uniformes referidos a la potencia del compresor. Y se calcula de la siguiente forma:

**Cilindro de simple efecto.**

$$\text{Consumo} \cdot \text{de} \cdot \text{aire} \cdot Q = s \cdot n \cdot q \cdot \text{en} \cdot \frac{l}{\text{min}} \dots\dots\dots (2.10.)$$

**Cilindro de doble efecto.**

$$\text{Consumo} \cdot \text{de} \cdot \text{aire} \cdot Q = 2(s \cdot n \cdot q) \cdot \text{en} \cdot \frac{l}{\text{min}} \dots\dots\dots (2.11.)$$

Símbolos utilizados:

Q = Consumo total de aire (l/min)

q = consumo de aire por cm de carrera (l/cm)

s = longitud de la carrera (cm)

n = ciclos por minuto (1/min)

En los cilindros de doble efecto no se ha tenido en cuenta el volumen del vástago, que puede despreciarse debido a otras imprecisiones en las tuberías y válvulas. El consumo de aire de un cilindro se expresa en litro/minuto (l/min), puesto que debe conocerse el número de ciclos por unidad de tiempo.

Por lo que se define a un ciclo como la fase de trabajo desde la posición de partida de un aparato hasta que vuelve de nuevo a la misma. En los cilindros neumáticos 1 ciclo comprende dos carreras (avance y retroceso).

En el consumo total de aire de un cilindro figura también el llamado aire comprimido de los espacios muertos ya que estos últimos pueden alcanzar hasta un 20 % del consumo de aire de trabajo propiamente considerado.

Estos espacios muertos pueden ser, las tuberías de alimentación del aire comprimido al propio cilindro, así como los espacios en las posiciones finales del émbolo no utilizables para la carrera.



### **2.4.7. VELOCIDAD DEL ÉMBOLO.**

La velocidad media del émbolo en los cilindros estándar esta comprendida entre 0.1 y 1.5 m/s (6.0 a 90 m/min).

En los cilindros especiales, la velocidad puede hacerse mayor. La velocidad del émbolo es función de la presión del aire, de la fuerza antagonista, de la sección de las tuberías, de la longitud de las tuberías entre la válvula de mando y el cilindro y también el diámetro nominal de la válvula de mando. Además la velocidad del émbolo también puede ser afectada por las válvulas de estrangulación o válvulas de escape rápido.

En la figura 2.9. se encuentran los valores recomendados de las velocidades medias en función de las fuerzas externas que actúan sobre el émbolo y del diámetro nominal de conexión.

#### **2.4.8. CARGA DE PANDEO DEL VASTAGO.**

En las carreras largas ha de tenerse siempre muy presente la carga de pandeo del vástago. Este problema por lo general se acentúa en los cilindros con sujeción oscilante o con brida trasera para los que se consideran las longitudes totales del cilindro y del vástago extraído. En este caso debe prestarse mucha atención a la longitud de apoyo  $L_a$ ; por lo que es recomendable una longitud de cilindro mayor que la necesaria para la carrera de trabajo. Para el cálculo de la carga por pandeo permitida debe tomarse por base la fórmula II de Euler y/o con el apoyo del diagrama de pandeo, figura 2.10. El peligro de rotura por pandeo se reduce considerablemente en los vástagos con guía adicional fuera del cilindro.

Por lo que se recomienda que cuanto mayor sea la carrera del cilindro, mayor deberá de ser la longitud de apoyo; tómese como base el valor de un 20 % de la longitud de la carrera.

#### **2.4.9. AMORTIGUACION**

Cuando el émbolo llega al final de su recorrido, golpea contra la cabeza correspondiente, si este golpeteo es repetitivo y representativo, entonces se producen deformaciones que acaban destruyendo el cilindro.

Por lo que se emplean las siguientes soluciones para evitar este golpeteo:

- La amortiguación elástica se utiliza en los pequeños cilindros que han de soportar golpeteos ligeros y consisten en anillos de material elástico, que evitan el choque metal metal, y que con su deformación absorben la pequeña energía cinética del sistema móvil.
- La amortiguación neumática regulable se usa en todos aquellos cilindros que han de amortiguar repetitivamente a las masas en movimiento (energía cinética) de cuantía más representativa. Este tipo de amortiguación se presenta en la figura 2.11.

De la figura 2.11. **a** el flujo de aire procedente del distribuidor entra por el orificio  $A_2$ . El orificio  $A_1$  esta conectado con la atmósfera y el émbolo del cilindro se desplaza en el sentido de la flecha barriendo el aire. El conducto Q se encuentra cerrado.

De la figura 2.11 **b** el cilindro supletorio del émbolo se ajusta a la cabeza posterior. Entre las juntas de labios queda confinada una cantidad de aire que no tiene mas remedio que escapar por P, creándose una compresión en la cámara que actúa en sentido contrario al movimiento y contribuye a desgastar la energía cinética del conjunto móvil.

La amortiguación regulable consiste en dos émbolos supletorios del émbolo que en su final de recorrido se introduce en sendas, mecanizaciones cilíndricas que hay en la tapa sobre la cual va a finalizar el movimiento. Mientras el cilindro se desplaza a lo largo de toda su carrera, el aire escapa por el orificio central.

Cuando en su momento el émbolo se introduce en la culata del cilindro, queda una cantidad de aire confinada, que no tiene más remedio que escapar a través de un orificio de paso ajustable, por medio de un tornillo cónico.

Este tornillo crea una resistencia al paso del aire que se opone al movimiento del émbolo, creándose un cojín amortiguador. Con el tornillo de ajuste puede conseguirse que en el final del recorrido no se advierta ningún sonido metálico.

No debe cerrarse demasiado este tornillo para no producir rebotes o incluso podría impedirse al cilindro completar su carrera.

Cuando el cilindro debe invertir el sentido de movimiento, el aire entrante levanta la bola antirretorno o sistema equivalente para actuar sobre la totalidad de la superficie del cilindro. Si no existiera este sistema, el cilindro en ves de arrancar con la superficie total, arrancaría solo con la superficie del émbolo amortiguador. Esta bola hace la función de arranque rápido, para que éste se produzca de manera firme.

## **2.5. VÁLVULAS.**

De acuerdo a la norma DIN 24300 la definición de una válvula es la siguiente:

“Son dispositivos para controlar o regular el arranque, parada y sentido así como la presión o el flujo del medio de presión, impulsado por una bomba hidráulica, un compresor una bomba de vacío o acumulado en un deposito. La

denominación de válvula es de significado superior – correspondiendo al uso internacional del idioma- para todas las formas de construcción tales como válvulas de compuerta, válvulas de bola, válvulas de plato, grifos, etc...”

La forma de construcción de una válvula es de un significado secundaria dentro de un equipo neumático, ya que solo importa la función que puede obtenerse de ella, la forma de accionamiento y el tamaño de la rosca de conexión.

Las válvulas empleadas en neumática sirven principalmente para controlar un proceso actuando sobre las magnitudes que intervienen en el. Para poder controlar, se necesita una energía de control con la que debe intentarse conseguir el mayor efecto posible con el gasto mínimo. La energía de control viene determinada por la forma de accionamiento de una válvula y puede conseguirse manualmente o por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

En la representación simbólica, las conexiones se refieren a la posición de reposo, o, si no hay ninguna posición preferente se refieren a la posición de partida.

Se denomina posición de partida a aquella posición de maniobra que toman las partes móviles de una válvula tras incluirla en un equipo y establecer la presión de la red (o dado el caso, también la tensión eléctrica) y con lo que se inicia el programa de trabajo previsto.

De acuerdo con la función que realizan, las válvulas neumáticas se clasifican de la siguiente manera:

- Válvulas distribuidoras o de vías.
- Válvulas antiretorno o de bloqueo.
- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas reguladoras de flujo o de velocidad.

#### **2.5.1.1. DISTRIBUIDORAS.**

Estas válvulas influyen en el camino del aire comprimiendo (de manera preferente arranque, parada y sentido de paso).

Según el número de vías controladas se le llama válvula de dos vías, tres vías, de cuatro vías o de múltiples vías. Como vías se consideran: la conexión de

entrada de aire comprimido, conexiones de alimentación para el consumidor y orificios de purga (escape). Los orificios de salida se consideran siempre como una sola vía controlada, aun cuando la válvula tenga varios de ellos.

### **2.5.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE ACUERDO A SU FUNCION**

Al grupo de **válvulas de dos** vías pertenecen todas las llaves de paso, ya que estas poseen un orificio de entrada (1.<sup>a</sup> vía) y otro de salida (2.<sup>a</sup> vía). En ellas si la válvula esta abierta, el aire comprimido puede circular libremente de izquierda a derecha o viceversa. En la figura 2.12 se muestra es esquema de una válvula de dos vías. Las válvulas de dos vías solo se utilizan en aquellas partes de los equipos neumáticos donde no se precisa ninguna purga de un aparato conectado a continuación a través de esa válvula, como válvulas de paso.

La conexión del aire comprimido (alimentación) se representa con la letra P.

Las tuberías de trabajo con letras mayúsculas en la secuencia A, B, C,.....

Los orificios de purga con R,S,T,...

Las tuberías de control o accionamiento con Z,Y,X,..

Una **válvula de tres vías** como se muestra en la figura 2.13 es el elemento básico para el accionamiento de un cilindro de simple efecto. Por consiguiente se necesita de una válvula de tres vías para accionar las tres tomas siguientes.

- 1.<sup>a</sup> Vía: toma de la red (P) = alimentación.
- 2.<sup>a</sup> Vía: conducción del consumidor (A) = utilización.
- 3.<sup>a</sup> Vía: purga (R) = escape.

Una **válvula de cuatro vías** se utiliza por lo general para accionar cilindros de doble efecto. Aunque esta válvula cuenta con dos orificios de purga, solo cuenta con una sola vía controlada, como se muestra en la figura 2.14.

En neumática no es muy común encontrar válvulas de mas de cuatro vías, ya que estas se emplean por lo regular en hidráulica.

En las *válvulas con reposición incorporada* se llama posición de reposo a la que adopta el elemento móvil de la válvula cuando esta se encuentra en reposo y no es accionada.

### **2.5.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS SEGÚN EL TIPO DE CONSTRUCCION**

Según el tipo de construcción, las válvulas de vías se clasifican principalmente en válvulas de asiento y válvulas de corredera.

- Válvulas de asiento: En el caso de las válvulas de asiento, los pasos son abiertos o cerrados mediante bolas, platos, discos o conos. Las válvulas de asiento suelen llevar juntas de goma que hacen las veces de asiento. Estas válvulas apenas tienen piezas que pueden desgastarse y, en consecuencia, tienen una vida útil y larga. No son sensibles a la suciedad y son muy resistentes. No obstante, requieren de una fuerza de accionamiento relativamente grande, ya que tienen que superar la fuerza del muelle de recuperación y de la presión del aire.
- Válvulas de corredera: en el caso de las válvulas de corredera, las conexiones son unidas o cerradas mediante correderas cilíndricas, planas o circulares.

### **2.5.1.4. ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS.**

Una característica importante de toda válvula es su clase de accionamiento, debido a que, de acuerdo con ello, dentro de la cadena de mando de un equipo neumático se la empleara como elemento emisor de señal, órgano de control o de regulación. La clase de accionamiento de una válvula de vías no depende de su función, ni de su forma constructiva, si no que el dispositivo de



accionamiento se agrega a la válvula básica. Como se muestra en la figura 2.15.

El mismo accionamiento puede ser montado opcionalmente en una válvula de 2, 3, 4 vías con dos o tres posiciones de maniobra según la clase.

La clasificación se establece entre accionamiento directo y accionamiento a distancia (telemando). En el **accionamiento directo**, el órgano de mando esta directamente sobre la válvula, por ejemplo todas las clases de accionamiento manuales y mecánicas.

Entre las válvulas de accionamiento muscular tenemos todas las accionadas con la mano o con el pie, en la figura 2.16 se muestran algunos ejemplos.

Los accionamiento mecánicos son necesarios en todas aquellas partes en las que la válvula deba ser accionada por un órgano mecánico del equipo, por ejemplo, levas en el vástago de un cilindro, discos de levas, carros de las maquinas, etc.

En el **mando a distancia** de una válvula de vía, esta separado de ella el órgano accionador por lo que en neumática son usuales los mandos a

distancia neumáticos y eléctricos. La figura anterior muestra algunos ejemplos de este tipo de accionamiento.

### **2.5.2. VÁLVULAS DE BLOQUEO.**

Son aquellas que impiden el paso del aire en un sentido y lo dejan libre en el contrario (según DIN 24300). También son conocidas como válvulas antirretorno como se muestra en la figura 2.17.

Las válvulas de bloqueo están construidas de manera que el aire comprimido actúa sobre la pieza de bloqueo y así refuerza el efecto de cierre. Dentro del grupo de las válvulas de bloqueo las usadas de manera preferente son las siguientes:

#### **2.5.2.1. VÁLVULA DE RETENCIÓN.**

Es la válvula de bloque mas sencilla cierra por completo el paso de aire en un sentido y lo deja libre en sentido opuesto con la perdida de presión lo mas pequeña posible por lo que se recomienda utilizar donde deben agruparse distintos elementos sin que ninguno influya sobre los otros o también donde por motivos de seguridad, un elemento solo pueda ser circulado forzosamente en un sentido. En este caso la resistencia interna en el sentido libre de la válvula de retención debe ser menor que la resistencia del elemento.

#### **2.5.2.2. VÁLVULA SELECTORA.**

Cuenta con dos entradas y una sola salida, como se aprecia en la figura 2.18. El efecto de bloqueo actúa siempre en el sentido de la entrada de la purga, por lo que queda libre el paso desde la otra entrada hacia la salida. Una válvula

selectoras puede emplearse, por ejemplo, allí donde un elemento motriz (cilindro) o un elemento de mando debe ser accionado desde dos puntos por separado y distantes también entre sí en su emplazamiento.

### **2.5.2.3. VÁLVULA ESTRANGULADORA O VÁLVULA REGULADORA DE VELOCIDAD.**

Se les puede considerar desde el punto de vista de la estrangulación son válvulas de flujo y como tales se les emplea en los equipos neumáticos. La función de retención les hace ser al mismo tiempo una válvula de bloqueo. En la norma DIN 24300 a las válvulas estranguladoras de retención se les incluye en la clasificación de válvulas de bloqueo y por esta razón figuran bajo esta denominación.

En la regulación de la velocidad de los cilindros de aire comprimido con las válvulas estranguladoras de retención, se distingue entre *estrangulación de entrada y estrangulación de salida*.

### **2.5.2.4. VÁLVULAS DE PURGA RÁPIDA.**

Este tipo de válvula nos sirve para aumentar la velocidad del émbolo de un cilindro. En general el aire de escape no debe de recorrer el camino de vuelta por la línea de mando de la válvula de control, por lo que se recomienda montar una válvula de purga rápida directamente en la toma del cilindro, figura 2.19.

#### **2.5.2.5. VÁLVULAS DE SIMULTANEIDAD.**

Se utilizan preferentemente para los equipos de enclavamiento y para los equipos de control. La señal de salida solo esta presente si lo están las dos señales de entrada. En caso de una diferencia en el tiempo de las señales de entrada pasa a la salida la de presión mas baja. Así pues, en el funcionamiento de este tipo de válvula siempre hay una entrada bloqueada. Puesto que las dos señales de entrada deben de estar presentes para que se produzca una señal de salida, la válvula permanece en la posición de purga con lo que se bloquea la entrada de aire.

#### **2.5.3. VÁLVULAS DE PRESION.**

A diferencia de la hidráulica en la neumática se emplean poco las válvulas de presión. Las válvulas de presión influyen sobre la presión del aire comprimido en circulación. Las válvulas de presión se clasifican de la siguiente forma.

##### **2.5.3.1. VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN.**

Impide la elevación de la presión máxima admisible en un sistema. Sirve para seguridad, puesto que al sobrepasarse la presión máxima permitida en el sistema abre hacia la atmósfera libre un orificio y escapa el exceso de presión hasta el valor nominal; cerrándose el orificio de escape por la fuerza de un resorte cuando se alcanza aquel valor nominal; como se muestra a continuación:

### **2.5.3.2. VÁLVULA DE SECUENCIA.**

Es completamente similar en su funcionamiento a una válvula limitadora de presión, diferenciándose únicamente en la aplicación. En los equipos neumáticos, las válvulas de secuencia se prevén en donde deba garantizarse una presión mínima garantizada determinada para el funcionamiento y por lo tanto deba evitarse el proceso de la maniobra con una presión inferior. Además se emplean también donde deben conectarse consumidores con preferencia y los restantes consumidores solo deban alimentarse cuando hay suficiente presión.

### **2.5.3.3. VÁLVULAS DE FLUJO.**

A las válvulas de flujo se les designaba anteriormente con el nombre de válvula de caudal, pudiendo deducirse unívocamente de esta denominación anterior la función de una válvula de esta clase. Por lo que las válvulas de flujo actúan de modo preferente sobre el caudal, la acción sobre el caudal se limita exclusivamente al caudal circulante.

### **2.5.4. PRESOSTATOS.**

Los presostatos o interruptores eléctricos accionados por presión son aquellos componentes en los cuales la presión actúa sobre un pistón o membrana que al empujar un resorte regulable acciona un contacto eléctrico que cierra, abre o conmuta tal como se observa en el esquema ISO mostrado en la figura 2.21.

En cuanto a su misión en los circuitos, vemos que los presostatos tienen una función opuesta a las electroválvulas:

- Un presostato convierte las señales neumáticas en señales eléctricas.

- Una electro válvula las señales eléctricas en señales neumáticas.

En un presostato aparte de los elementos básicos y de sus características eléctricas, que pueden ser muy variadas, deben considerarse dos aspectos principales:

- Margen de actuación (rango).
- Diferencial. Puede ser fijo o regulable.

El margen de actuación se define como el campo de variación en el cual puede ajustarse el valor de cambio de estado.

Como diferencial entendemos la histéresis o retraso en la ruptura o cambio de estado para un mismo taraje, según suba o baje la presión.

## **2.6. ACCESORIOS DE CONEXIÓN. (TUBERIAS Y FLEXIBLES)**

Las tuberías que se emplean en los sistemas de conexión son de medidas métricas de 4, 6, 8, 10, 14 y mas milímetros de diámetro exterior con diferentes espesores de pared. Las roscas de conexionado a los elementos de automatismo, en el continente europeo, son en general de roscas tipo B.S.P., con calibres de  $1/8$ ,  $1/4$ ,  $3/8$ ,  $1/2$ ,  $3/4$ , etc..

En el continente americano los diámetros exteriores de los tubos son, generalmente, medidos en pulgadas y las roscas de adaptación a elementos de automatismo en roscas N.P.T. (National Pipe Threading).

En cuanto a materiales se refiere, los tubos de diámetros métricos empleados se fabrican en nylon 11, poliuretano, etc... El nylon y poliuretano se fabrican de diferentes colores, permitiendo la selección de los diferentes circuitos. El color negro se emplea preferentemente en sistemas que deben resistir la intemperie. Las tuberías rígidas empleadas suelen ser de cobre, cobre recubierto de PVC, acero, acero inoxidable, etc... empleándose para infinidad de fluidos además el aire comprimido, atendiendo siempre a las tablas de compatibilidades.

En cuanto se refiere a la instalación de flexibles para conducir el fluido a zonas de maquinas con movimientos relativos, es necesario cumplir cuatro condiciones principales:

- 1) Los flexibles no deben ser sometidos a tracción.
- 2) Los flexibles no deben ser sometidos a torsión.
- 3) Los flexibles no deben someterse a curvaturas exageradas que sobrepasen las prescripciones del fabricante
- 4) En caso de limitación de espacio, utilizar codos y curvas rígidas de adaptación.

Como norma visual orientativa de la instalación de turbia flexibles, se muestra la figura 2.22., que habla por si sola y reúne suficiente posibilidades orientadoras en multitud de aplicaciones básicas.

La instalación de tubería de nylon tiende siempre a adquirir un aspecto desaliñado, por lo que, para la organización y presentación de las instalaciones con ese tipo de tubos, es preciso utilizar elementos exteriores de ordenamiento como:

- Canaletas ranuradas con tapa, iguales a las empleadas en instalaciones eléctricas.
- Clipes sujetos a elementos resistentes.
- Corbatillas de nylon para agrupar tubos de recorridos paralelos.



## **CAPITULO 3 ELECTRO-NEUMATICA**

### **3.1. FUNDAMENTOS DE CONTROL**

Los circuitos de control emplean diferentes métodos para detectar la posición del vástago de un cilindro o de un actuador rotativo. En el nivel más simple la detección se realiza por finales de carrera. Circuitos más sofisticados emplean contactos y sensores electrónicos. Para detección continua se emplean transductores de detección se conoce como realimentación (feedback)

#### **3.1.1. REALIMENTACIÓN EN LOS CONTROLES ELECTRONEUMATICOS.**

Una forma elemental de realimentación es la utilización de finales de carrera para proporcionar información de los movimientos en un sistema. El grado de requerimiento de estas señales depende de las necesidades de la aplicación en cuanto a fiabilidad, exigencias de seguridad, complejidad de la secuencia o acciones y la necesidad de simplificar el diseño. Es aconsejable en todos los

sistemas de control que incluyen secuencias de movimientos, que se utilicen detectores del recorrido de los actuadores para asegurar correctamente la secuencia.

En la figura 3.1. muestra la confirmación de la posición de un cilindro; pulsando  $S_1$  se activa  $Y_1$  y se invierte la válvula de control 1.1. el aire fluye de 1 a 4 y el émbolo del cilindro avanza. Cuando el vástago alcanza el final de carrera  $S_2$ , fluye corriente hacia  $Y_2$  invirtiendo la válvula y haciendo retroceder al émbolo. Si, por ejemplo, el vástago se atasca mecánicamente antes de alcanzar la posición extendida, no se accionará  $S_2$ . por lo tanto el control no avanzará el siguiente paso, es decir, no se producirá el retroceso del émbolo.

En la figura 3.2. muestra la confirmación de las posiciones del vástago;  $S_1$  proporciona una señal de realimentación confirmando que el vástago ha retrocedido completamente.  $S_2$  confirma que se ha alcanzado la posición extrema delantera. En control electro neumático es normal detectar las dos posiciones extremas de un cilindro.

### **3.1.2. CADENA DE CONTROL DE UN SISTEMA**

Una aproximación al desarrollo de un sistema de control es la de ver el sistema como si tuviera tres secciones definidas. Estas comprenden los dispositivos de salida, los componentes que controlan las salidas y los elementos que proporcionan las entradas y la información realimentada. Estas divisiones representan una cadena de control en donde las señales y la energía fluyen en un sentido identificable hacia el circuito.

En la figura 3.3. se muestra el flujo de señales y la cadena de control.

Para el diseñador y el responsable de mantenimiento de sistemas electro-neumáticos es importante identificar los niveles dentro de un circuito. Cada nivel tiene una determinada tarea relacionada al paso o procesamiento de las señales. Los niveles pueden utilizarse para ayudar a los siguientes procesos:

- Situación de los componentes en el esquema
- Identificación del tamaño físico, tensión e intensidad nominal de componentes
- Indica si una sección debe utilizar un relé o un contactor
- Para determinar disposiciones de consola
- Para que el personal de mantenimiento pueda identificar y localizar claramente los componentes.

Utilizando la cadena de control como guía, los dibujos pueden desarrollarse de una manera uniforme y estructurada. La cadena de control también proporciona una base a partir de la cual los circuitos pueden desarrollarse metódicamente. Por ejemplo, la estructura de la cadena de control puede utilizarse como guía para:

- Agrupar componentes con funciones similares, por ejemplo en la etapa de entrada se señales: siempre que sea posible, todos los pulsadores y finales de carrera deberían agruparse.
- Minimizar el número de líneas que se cruzan en las secciones neumáticas y eléctricas del esquema
- Producir dibujos con una metodología uniforme, simplificando así la lectura del esquema.

En la figura 3.5 (a). muestra; el flujo de señales de abajo hacia arriba. En la figura 3.5 (b) el esquema eléctrico se representa de arriba hacia abajo, implicando que la corriente fluye desde el común positivo (+) hacia el común negativo (-). El concepto de cadena de energía en el desarrollo de circuitos, debe ser tratado como una guía más que como una regla rígida.

### **3.2. ALIMENTACIÓN ELECTRICA**

La fuente de alimentación debe poder alimentar desahogadamente la corriente total del sistema sin sobrecargarse. Debe tenerse en cuenta también la posibilidad de que posteriormente se efectúen ampliaciones y que las necesidades de alimentación aumenten.

#### **3.2.1. GENERACIÓN DE CORRIENTE**

- **CORRIENTE ALTERNA (CA):** Un alternador simple como se muestra en la figura 3.6. consiste en un estator con imanes de polaridad opuesta y un rotor o inducido bobinado con muchas vueltas de conductor de cobre.

Cuando el inducido gira cortando los campos magnéticos se induce una tensión. A medida que aumenta la velocidad de rotación, aumenta la tensión inducida.

- CORRIENTE CONTINUA (CC): Otro método de generar corriente es por electrólisis. Si dos placas (electrodos) de diferentes materiales tales como zinc y cobre se sumergen en una solución salina (p. ej. agua salada) se produce una acción galvánica, las placas se cargan y se produce una tensión.

En controles electro neumáticos, las baterías, como se muestra en la figura 3.7., si se utilizan, son generalmente para fines de salvaguarda. Esto es, en caso de fallo de la tensión principal de alimentación, se mantiene una reserva de energía eléctrica para las funciones de emergencia, alarmas, pilotos, etc...

### **3.3. INTERRUPTORES.**

En los sistemas de control electro neumáticos, una consideración importante es la terminología utilizada para describir la posición de los componentes y en que forma transfieren la energía. Dos de los términos mas utilizados son:

- Normalmente cerrado
- Normalmente abierto

En la figura 3.8. se muestra la configuración de contactos. Los interruptores se distinguen en primer lugar por la configuración de sus contactos:

- normalmente abiertos (paso de 3 a 4)
- normalmente cerrados (paso de 1 a 2)

- contactos conmutadores (paso de 1 a 2 ó de 1 a 4)

Al accionarlo, un contacto normalmente abierto (NA) permite el paso de la corriente, mientras que un contacto normalmente cerrado (NC) impide el paso de la corriente. Los contactos conmutadores (CO) pueden utilizarse como abiertos o cerrados. En terminología eléctrica se hace referencia a los interruptores como “cerrados” o “abridores” de un circuito.

### **3.3.1. SENSOR MAGNETICO (REED)**

Los interruptores reed como se muestra en la figura 3.9. se conocen también como sensores magnéticos de proximidad. En los circuitos de control electro neumáticos, los interruptores reed se utilizan para detectar la posición del émbolo de un cilindro neumático, o el ángulo de giro de un actuador rotativo. Los interruptores reed se caracterizan por su reducido tamaño y elevada velocidad de respuesta. Ya que se accionan por un campo magnético y no con un esfuerzo mecánico, son de elevada fiabilidad si se respetan sus especificaciones eléctricas y sus detalles de montaje.

En su forma básica, el interruptor reed posee un contacto encerrado en un tubo de vidrio con gas inerte. En estas condiciones, el interruptor sería sensible a dañarse mecánicamente, sin embargo, en la practica industrial se encapsula en resina epoxica.

### **3.4. CONVERTIDOR NEUMÁTICO-ELECTRICO**

Este dispositivo híbrido como se muestra en la figura 3.10. combina una leva actuada reumáticamente con un interruptor eléctrico.

Cuando una señal neumática de suficiente presión para vencer la fuerza del muelle, se aplica sobre el diafragma, la fuerza requerida para accionar la leva se controla por medio de un tornillo ajustable. El movimiento de la leva acciona un microrruptor a través de una placa.

Esta ejecución incorpora un contacto conmutador y la salida puede ser con o sin presión, dependiendo del contacto utilizado. El estado de la salida se mantiene mientras haya suficiente presión en la entrada 14 para mantener presionado el muelle. Este convertidor (denominado también presostato) puede regularse para funcionar el margen de presiones desde 1 a 10 bar

## **CAPITULO 4**

### **SISTEMAS DE CONTROL.**

#### **4.1. MEDIO DE CONTROL**

La adecuada selección del medio de control puede requerir una mezcla de control neumático, eléctrico, electrónico. En la etapa de diseño se considero:

- Los requerimientos de salida o trabajo.
- Los métodos de control preferidos.
- Los recursos y expertos disponibles para soportar el proyecto.

El proyecto total puede requerir una mezcla de medios tanto en el lado de control como en el de trabajo. Por lo tanto, los dispositivos de interfase o conversión serán un elemento importante para asegurar la continuidad y uniformidad de las señales y datos

#### **4.1.1. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL**

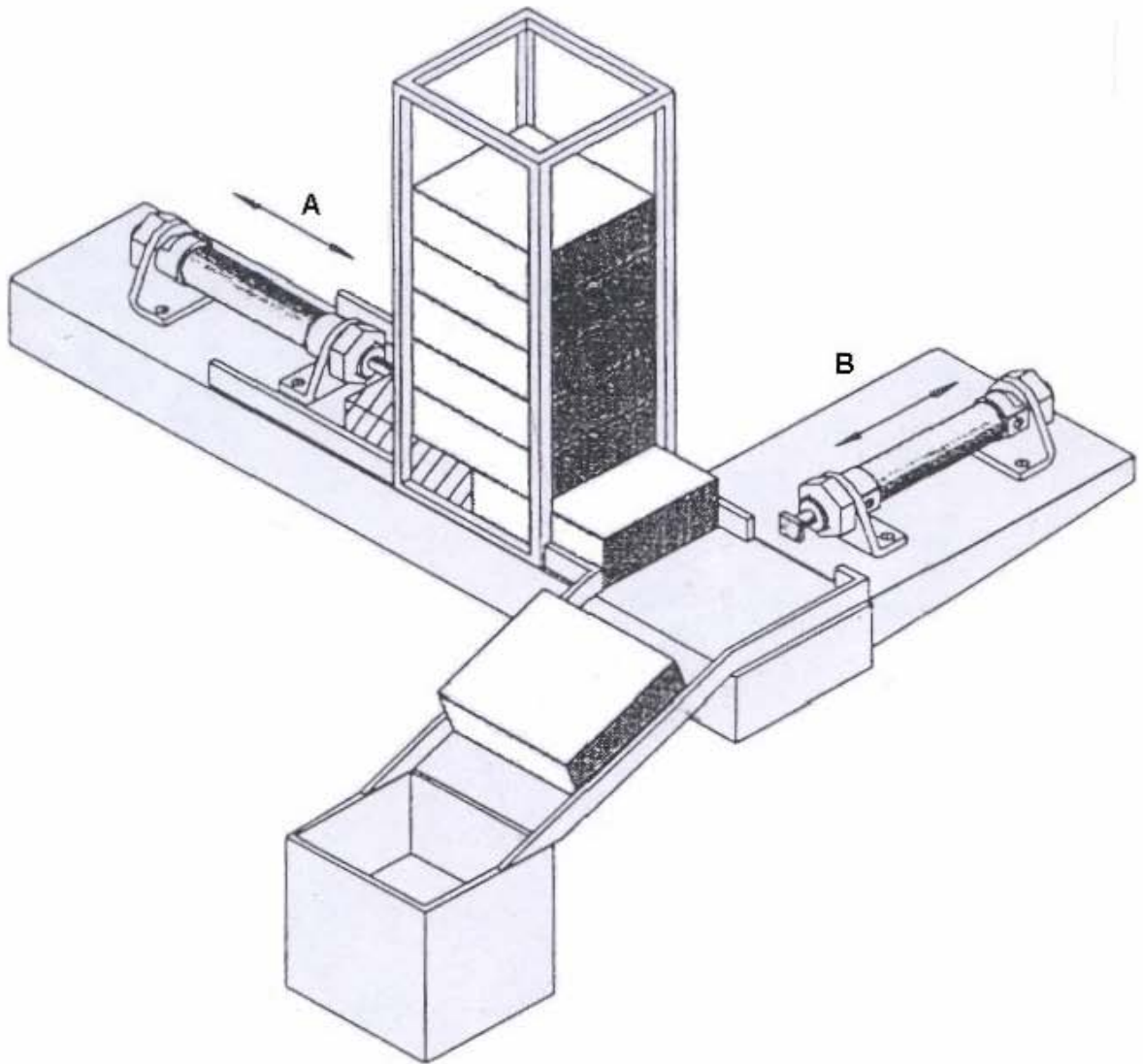
El desarrollo de un sistema de control exige una clara definición del problema. Hay muchas formas de representar un problema de forma grafica o descriptiva. Los métodos de representación de un problema de control puede ser:

- Croquis de posición o situación
- Diagrama desplazamiento-fase
- Diagrama del circuito

##### **4.1.1.1. CROQUIS DE SITUACION**

El croquis de situación muestra la relación entre los actuadores y su disposición en la máquina. Los actuadores se muestran en la orientación correcta. El croquis de situación normalmente no esta a escala y no debería ser excesivamente detallado. Se utilizará conjuntamente con la descripción del funcionamiento de la maquina y los diagramas de movimientos.

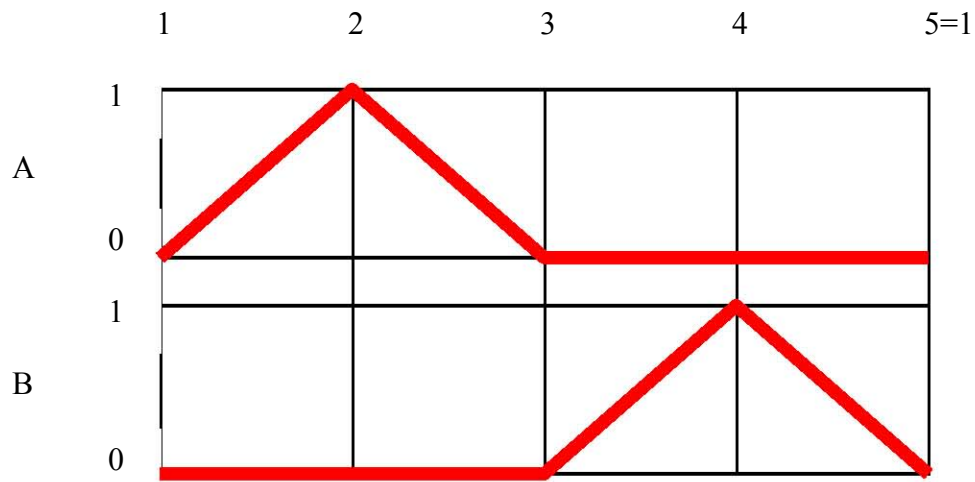




*Figura 4.1. Croquis de Situación*

#### 4.1.1.2. DIAGRAMA DESPLAZAMIENTO-FASE

El diagrama desplazamiento-fase se utiliza para movimientos secuenciales en neumática. El diagrama representa la secuencia de los movimientos de los actuadores; como se muestra en la figura 4.2; el movimiento es registrado de acuerdo a los pasos o fases de la secuencia. Si un sistema de control incorpora varios actuadores se muestran de la misma forma y se dibujan unos encima de otros. Su relación puede verse comparando los pasos.



*Figura 4.2. Diagrama desplazamiento-fase*

En este caso hay dos cilindros, A y B. En el paso 1 el cilindro A avanza y en el paso dos retrocede al llegar al final de la carrera el cilindro B avanza en el paso 3 y en el paso 4 retrocede para cuando sea el paso 5 los dos cilindros deben estar en la misma posición o sea retraídos para volver a inicial el ciclo; por lo que observamos el paso o la fase 5 es igual al 1.

### 4.1.1.3. DIAGRAMA DE CIRCUITO.

Las secciones eléctrica y neumática del circuito se dibujan por separado pero relacionada. Las conexiones de los componentes están numeradas para corresponderse con las designaciones de los elementos de hardware como los interruptores, relés y válvulas. El esquema del circuito no representa la disposición mecánica del dispositivo. El circuito neumático se dibuja indicando el flujo de energía desde abajo hacia arriba.

El circuito eléctrico se dibuja con el flujo de energía de arriba hacia abajo. La razón es que debe pensarse en la línea del positivo como por encima de los 0 voltios. Las conducciones verticales en las que se sitúan los componentes, se denominan líneas de contactos o simplemente líneas. Se numeran de izquierda a derecha, como se indica en la figura 4.3., los elementos se dibujan en su estado inicial.

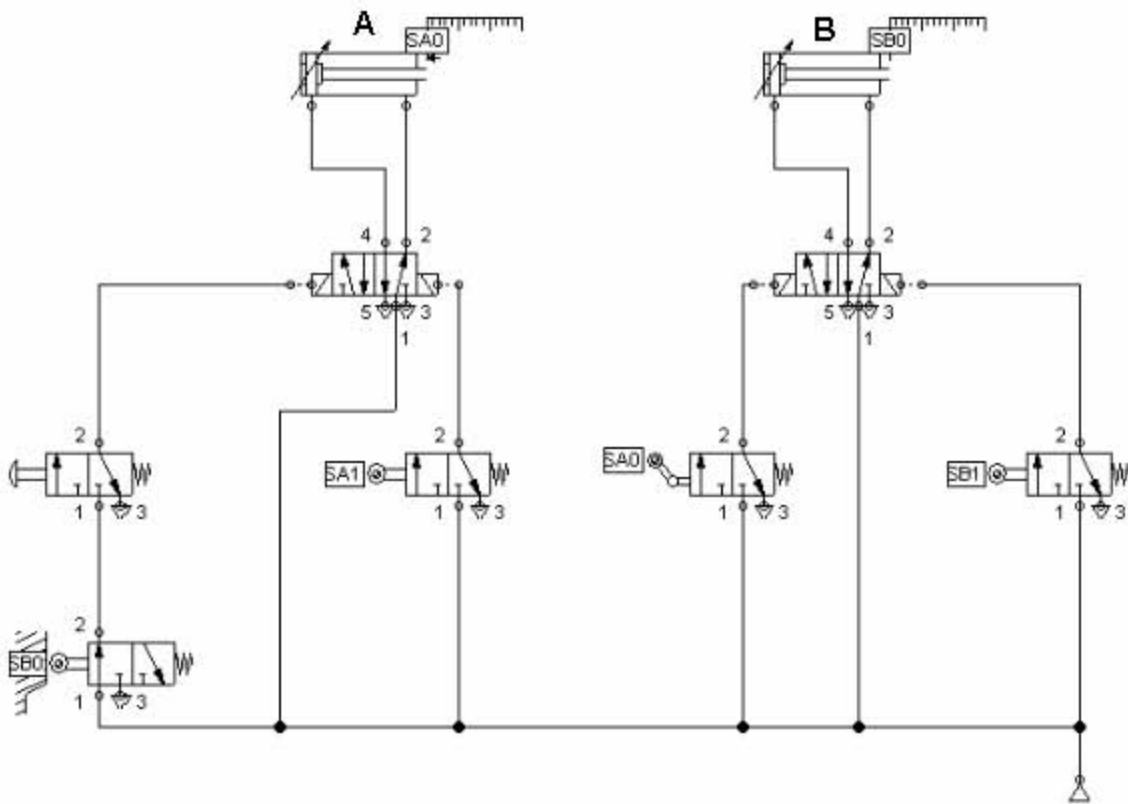


Figura 4.3. Diagrama de Circuito

## **CAPITULO 5.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

#### **5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MÉXICO .**

Como se menciona en el capítulo 1, en México al igual que muchos países del mundo, se encuentra ante el gran reto, que es el manejo de sus desechos. Esto debido al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país y las costumbres de la población, orientadas al consumo de artículos desechables, así como la tendencia de la población a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos. Por lo que, la generación per capita de residuos sólidos aumentó de 300 gramos por día en la década de los cincuentas, a 865 gramos en promedio en el año 2000; asimismo, la población se incrementó en el mismo periodo de 30 a más de 97.3 millones, llegando a la fecha una generación nacional estimada de 84,200 toneladas diarias.

En cuatro décadas, la generación de residuos se incrementó aproximadamente 9 veces (de 9,000 a 84,200 ton) y sus características se transformaron de materiales mayoritariamente orgánicos, a elementos cuya descomposición es lenta y requiere de procesos físicos, biológicos o químicos complementarios para efectuarse.

Asimismo, el problema que representan los residuos sólidos, esta influido por la creciente industrialización que enfrenta el país, lo cual repercute en los patrones locales de producción y consumo.

##### **5.1.1 TASA DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS EN MÉXICO.**

La generación de residuos sólidos varía de 0.68 a 1.33 kg/hab/día. Los valores inferiores corresponden a zonas en su mayoría semirurales o rurales, mientras que los valores superiores, representan la generación para zonas metropolitanas como el Distrito Federal.

La tendencia de incremento de generación se estima que puede variar de 1 a 3% anual dependiendo de la localidad. El centro del país junto con el Distrito Federal produce el 62 % de los residuos generados en el país.

La composición de los residuos sólidos no es homogénea en todo el territorio nacional (Tabla 5.1), sino que responde a la distribución de hábitos de consumo y poder adquisitivo de la población. Así, la composición en el sur del país (estados como Chiapas y Tabasco) tiene mayores contenidos de residuos de jardinería, mientras que en las zonas urbanas este mismo producto aparece en menor proporción.

*Tabla 5.1 Composición de los residuos por zona geográfica ( valores en %).*

SUBPRODUCTO	FRONTERA NORTE	NORTE	CENTRO	SUR	D.F.
Cartón	3.973 4.366	1.831	4.844	5.360	
Residuos finos	1.369	2.225	3.512	8.075	1.210
Hueso	0.504	0.644	0.269	0.250	0.080
Hule	0.278	0.200	0.087	0.350	0.200
<b>Lata</b>	<b>2.926</b>	<b>1.409</b>	<b>1.700</b>	<b>2.966</b>	<b>1.580</b>
Material ferroso	1.183	1.476	0.286	0.399	1.390
Material no ferroso	0.226	0.652	0.937	1.698	0.060
Papel	12.128	10.555	13.684	8.853	14.580
Pañal desechable	6.552	8.308	6.008	5.723	3.370
Plástico película	4.787	5.120	1.656	1.723	6.240
Plástico rígido	2.897	3.152	1.948	1.228	4.330
Residuos alimenticios	26.972	21.271	38.538	16.344	34.660
Residuos de jardinera	16.091	19.762	7.113	26.975	5.120
Trapo	1.965	2.406	0.807	2.157	0.640

Vidrio de color	2.059	0.934	4.248	0.599	4.000
Vidrio transparente	4.590	5.254	5.051	3.715	6.770
Otros	11.500	12.267	12.326	14.102	10.410
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La evolución en la composición de los subproductos durante el período 1991 a 1997 muestra un incremento importante en productos desechables como plástico, papel y vidrio, 4.57, 3.06 y 1.14 % respectivamente, mientras que en los residuos orgánicos (comida y jardinería principalmente) han tenido un decremento del 7.62%.

## **5.2. UTILIZACION DE LAS LATAS DE ALUMINIO.**

El aluminio se utiliza de manera extensa en la protección, el almacenamiento y la preparación de comidas y bebidas. Al conducir de manera muy eficiente el calor, es muy útil para preparar tanto alimentos calientes como congelados.

Las latas de aluminio son excelentes contenedores ya que son fuertes, ligeras, compactas, impermeables y reciclables. Además, no afecta el sabor natural del contenido y mantiene el oxígeno, la luz y la humedad afuera. Por su ligereza, son fáciles de transportar, de llevar a casa y de recolectar para ser recicladas.

Se almacenan con mayor facilidad en los estantes, en el refrigerador y en los camiones que el vidrio y el plástico, y necesitan menor protección.

### **5.2.1. ¿COMO SE FABRICA UNA LATA DE ALUMINIO?**

Para fabricar las latas de bebidas se usa el sistema de embutido en frío. El proceso comienza a partir de una lámina de aluminio especial (obtenida por "laminado") que ingresa a la fábrica en forma de grandes rollos (figura 5.2).

El primer paso consiste en cortar discos de aluminio a partir de los rollos iniciales, de poco más de nueve centímetros de diámetro aproximadamente.

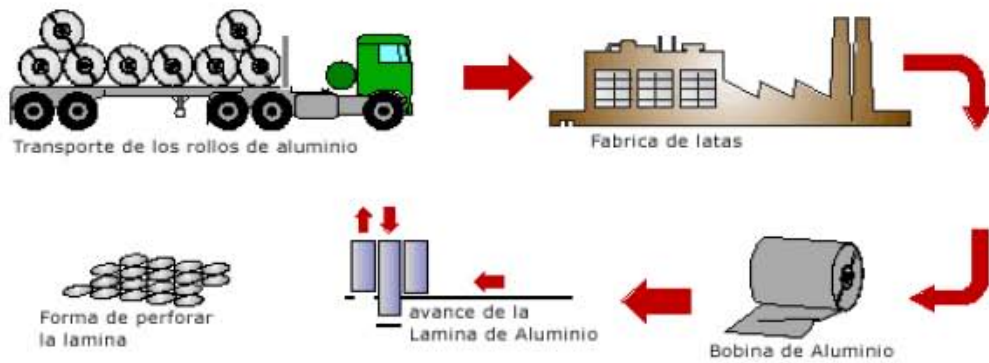


Figura 5.2. Representación del proceso en la creación de una lata de aluminio.

### 5.2.1.1. INICIO DEL CICLO DE FABRICACIÓN DE LATAS

Estos discos sufrirán la deformación inicial en una primera fase, donde por medio de un golpe dado en una matriz, se obtiene un cilindro de aproximadamente nueve centímetros de diámetro y poco más de tres centímetros de altura.

Para poder realizar convenientemente esta tarea es necesario lubricar el aluminio con aceite.

Esta pieza sufre luego una nueva deformación (esta vez en dos etapas) que ya le va dando la forma a la lata (figura 5.3).

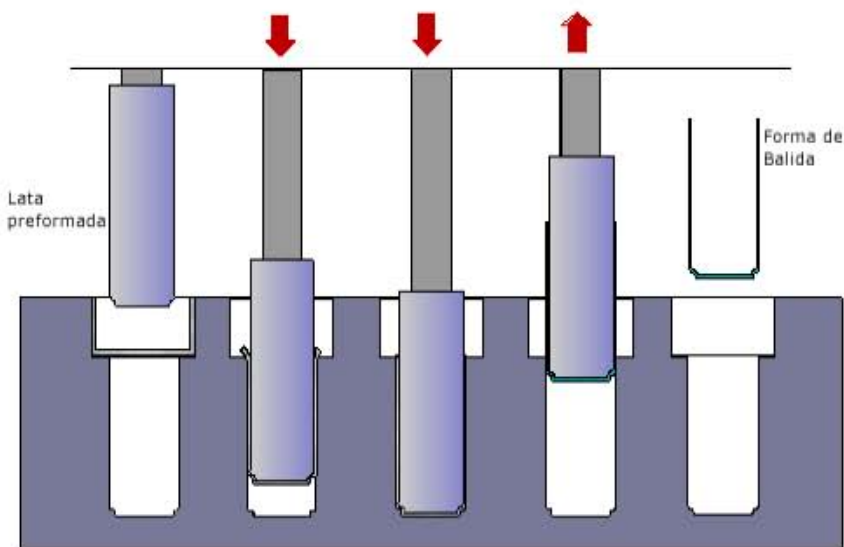
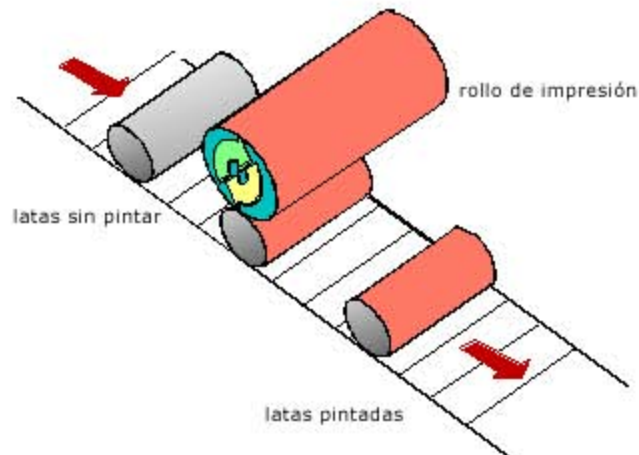


Figura 5.3. Representación gráfica de una matriz

Luego de esta etapa, las latas son pintadas, tanto por su parte exterior por medio de rodillos con pinturas especiales que les imprimen la marca y el tipo de producto, como en su interior con una laca especial que las protegerá contra los posibles ataques químicos del contenido (figura 5.4).



*Figura 5.4. Presentación de el proceso de pintado exterior de una lata.*

Inmediatamente, luego de este proceso se realiza el secado de las latas.

Es de destacar, que cada paso tiene toma de muestras automatizadas que permiten realizar un control de calidad permanente para verificar el buen funcionamiento del proceso. Estas muestras, se ensayan periódicamente en un laboratorio donde se comprueba la calidad y resistencia del producto a fin de realizar, si es necesario, los cambios adecuados en el proceso para garantizar la continuidad del sistema.

Luego de las tareas de pintado, se realizan además controles automáticos, dentro de los cuales se destaca uno para determinar si existen orificios en la lata que se realiza por medio de luz eléctrica. Consiste en iluminar el interior de la lata y verificar que no existe ninguna fuga. Si esto ocurre, la lata es inmediatamente descartada.

En otro sistema de control, una máquina compara el interior de la lata con la imagen en memoria de la misma. Si no coincide (aunque sea mínimamente) la misma es descartada. Esto permite eliminar latas "marcadas" o con pequeñas fallas en su superficie.



Luego de realizarse estos controles, se procede al doblado de la parte superior de la lata para darle su forma característica.

Finalmente, las latas terminadas son embaladas para su entrega a las envasadoras. Cabe destacar que la tapa de la lata se realiza con un proceso de estampa en otra línea de fabricación ya que aunque se trata básicamente de aluminio, la aleación es distinta.

### **5.3. RECICLADO DE LAS LATAS DE ALUMINIO.**

Las latas de aluminio pueden ser recicladas infinitamente. El uso del metal reciclado en cualquier producto de aluminio resulta en un ahorro de energía de 95% sobre el uso del metal primario. Cualquier cosa hecha de aluminio puede ser reciclada repetidamente: no solo latas, también hojas, láminas, moldes, marcos de ventanas, muebles de jardín, componentes de automóvil son fundidas y se usan para hacer los mismos productos de nuevo.

Al final de la vida útil de las latas u objetos que contienen aluminio, este puede ser utilizado una y otra vez sin que se pierda su calidad, ahorrando energía y materiales en bruto.

Reciclando un kilogramo de aluminio se pueden ahorrar 8 kilogramos de bauxita, 4 kilogramos de productos químicos y 14 kW/h de electricidad.

El aluminio es el único material de empaque que cubre más allá de su costo de recolección, proceso y traslado al centro de reciclaje. La industria del aluminio está trabajando con los fabricantes de componentes de automóviles para permitir que los carros con componentes de aluminio sean fácilmente desmantelados y que los desechos sean clasificados y reutilizados para partes nuevas idénticas. En la mayoría de otros proyectos de reciclaje los desechos de material son rara vez reutilizados para la misma aplicación, generalmente se utilizan en aplicaciones menos críticas.

A diferencia de otros metales, el aluminio de desecho tiene un valor significativo y buenos índices de precios en el mercado.

La tasa de reciclaje para latas de aluminio está ya por encima del 70% en algunos países.

En el caso de las latas de bebidas, el proceso utiliza gas recolectado de las sustancias volátiles que están en las superficies de las latas que proveen calor al proceso.

En Europa, el reciclado de las latas de bebida de aluminio ya alcanzaron el objetivo mínimo marcado por la directiva europea en Empaque y Desecho; Suecia con 92% y Suiza con 88% son los campeones europeos de reciclaje de lata. El promedio europeo es de 40% aumentando un 10% desde 1994.

El reciclaje de latas de bebida de aluminio elimina desperdicios, ahorra energía y conserva los recursos naturales.

Las latas de aluminio son buenas para el medio ambiente, para la economía y son 100% reciclables.

Las latas de aluminio de ahora requieren cerca del 40% menos metal que las latas hechas hace 25 años; además de la necesidad de menos energía y materia prima por cada lata.

#### **5.4. ESTRATEGIAS UTILIZADAS PARA EL RECICLAJE Y COMPACTADO DE LATAS DE ALUMINIO.**

- Promover el apoyo del Gobierno Municipal para la fabricación de equipo de acuerdo a las necesidades.
- Involucrar a la iniciativa privada y a prestadores de servicios en las tareas orientadas a la compactación de las latas de aluminio.
- Concertar la participación del sector privado, en las labores de recolección y compactación, para brindar una mejor imagen.
- Implementar un programa de reciclaje y compactación de acuerdo a las necesidades de la zona.
- Realizar programas de reciclaje y compactado en escuelas públicas.

### **5.5. OTROS FACTORES A TOMARSE EN CUENTA.**

El aluminio tirado en la vía pública, representa una contaminación visual para las personas, aunque la mayoría del aluminio es retirado por los "pepenadores de latas de aluminio", mucho del aluminio que cae en estanques o en las coladeras del drenaje, no es reciclado, para evitar que este sea desperdiciado, hace falta crear una conciencia ecológica y una forma de acelerar es pagar para que funcione, así cada persona que compre un refresco en lata de aluminio, lo pensara dos veces antes de tirar su dinero en la vía pública.

Para solucionar este problema una solución es pagar por esta "basura", aunque realmente el aluminio no es basura, pero si es un material que es claramente reciclable. Otro de los puntos a favor del compactado de las latas de aluminio es la facilidad con que serian transportadas, ya que al compactarse adecuadamente se reduce el espacio que ocuparían, con lo que se reducirían los costos de transporte, lo que haría a un mas atractivo su reciclaje, puesto que se podría transportar una mayor cantidad con una menor cantidad de viajes.

## **CAPITULO 6.**

### **DISEÑO.**

#### **6.1. INTRODUCCION.**

El diseño que se presenta en este capítulo se implementó para dar una solución al problema de la contaminación ambiental, en especial a los productos comerciales que tienen presentación en envases de aluminio, como son refrescos o jugos. Para solucionar este problema se procedió al diseño de una unidad compactadora de latas de aluminio, que sea capaz de captar el aluminio que día con día llega a los pequeños depósitos, con esta máquina los pequeños depósitos serán capaces de realizar un compactamiento adecuado, lo que facilitará el almacenamiento y traslados de las latas de aluminio.

Por lo que en base a las normas oficiales de dibujo técnico y dibujo mecánico se llevaron a cabo los planos para el diseño del compactador de latas de aluminio.

Con relación a lo explicado en los capítulos anteriores, referente a los parámetros que involucran el funcionamiento de un cilindro de doble efecto, en este capítulo se realizan los cálculos necesarios para conocer las condiciones a las cuales opera el cilindro empleado en la semi-automatización de la prensa.

#### **6.2 CALCULO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS Y FUNCIONALES DEL CILINDRO DE DOBLE EFECTO.**

De acuerdo al cilindro utilizado para la prensa y a la presión de aire comprimido recomendada se tienen los siguientes datos.

$\varnothing$  interior del cilindro =  $D = 14$  cm.

$\varnothing$  del vástago del cilindro =  $d = 1.5875$  cm

Longitud de carrera del cilindro =  $L = 25$  cm.

Presión de aire comprimido =  $6.0$  kg/cm<sup>2</sup>.

Primero, se calcula el trabajo mecánico (T), que se produce al transformar la energía del aire comprimido de alimentación.

$$T = S \times P \times L \Rightarrow T = 6 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{\pi \times (14 \text{ cm})^2}{4} \times 25 \text{ cm}$$

$$T = 23090.7 \text{ kg}$$

Ahora se calculan las fuerzas de entrada y salida generadas por el cilindro.

La fuerza de salida del cilindro es igual a la fuerza de avance ( $F_A$ ), por lo tanto se tiene que:

$$F_A = P \times S \Rightarrow F_A = 6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times (14 \text{ cm})^2}{4}$$

$$F_A = 923.62 \text{ kg}$$

La fuerza de entrada del cilindro es igual a la fuerza de retroceso ( $F_R$ ), por lo tanto se tiene que:

$$F_R = P \times S \Rightarrow F_R = 6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi [(14 \text{ cm})^2 - (1.5875 \text{ cm})^2]}{4}$$

$$F_R = 911.75 \text{ kg}$$

Para calcular el volumen de aire comprimido que se requiere, primero debemos calcular los volúmenes de entrada y de salida del cilindro, para después calcular el volumen por ciclo, por lo tanto se tiene que para el volumen de salida (V).

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times L \Rightarrow V = \frac{\pi \times (14 \text{ cm})^2}{4} \times 25 \text{ cm}$$

$$V = 3848.45 \text{ cm}^3$$

Después, se procede a calcular el volumen de entrada ( $V_i$ ), que se obtuvo de la siguiente manera:

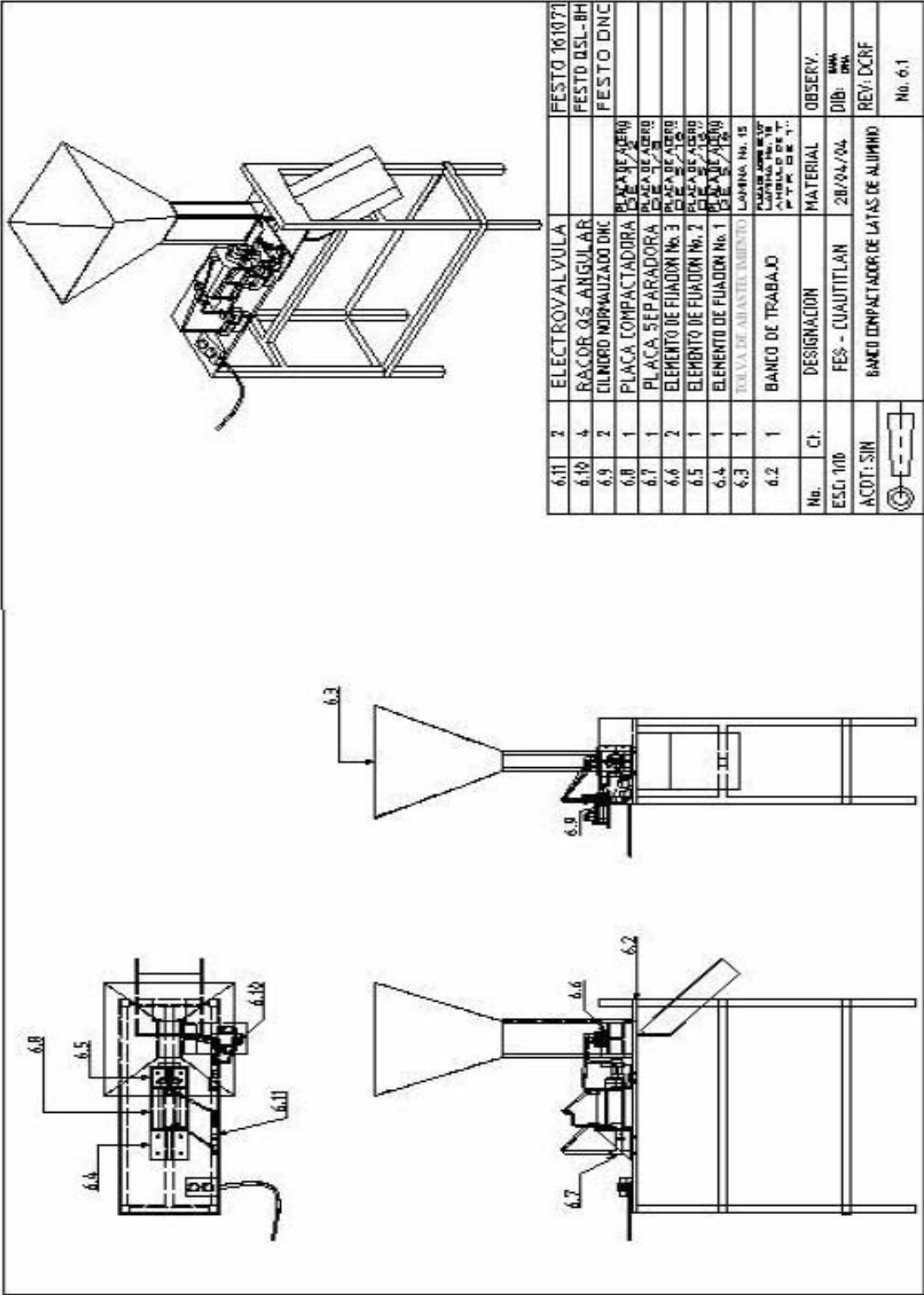
$$V_i = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \times L \Rightarrow V_i = \frac{\pi[(14cm)^2 - (6cm)^2]}{4} \times 25cm$$
$$V_i = 3798.96 \text{ cm}^3$$

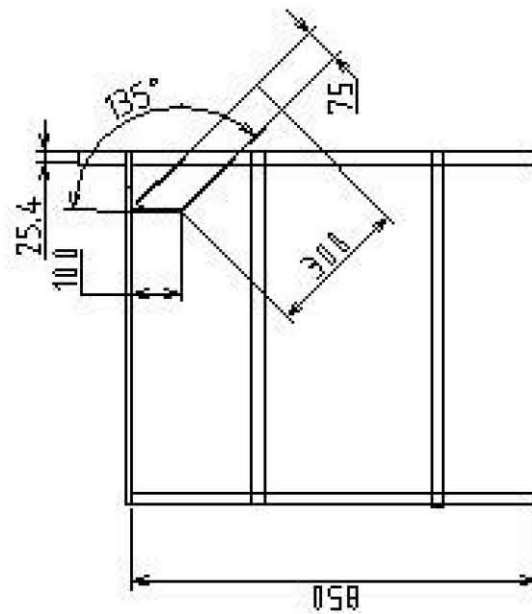
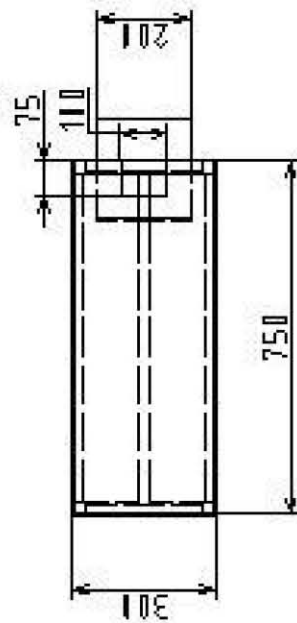
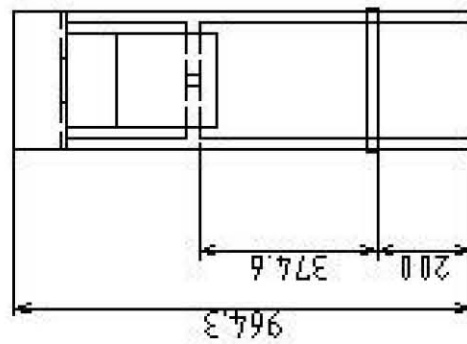
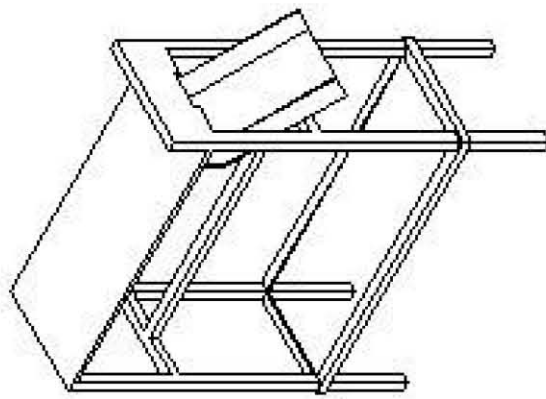
Por lo tanto el volumen por ciclo es:

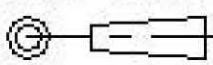
$$V_c = V + V_i = 3848.45cm^2 + 3798.96cm^3$$
$$V_c = 7647.41 \text{ cm}^3$$

### **6.3 DIBUJOS DE DETALLE Y CROQUIS.**

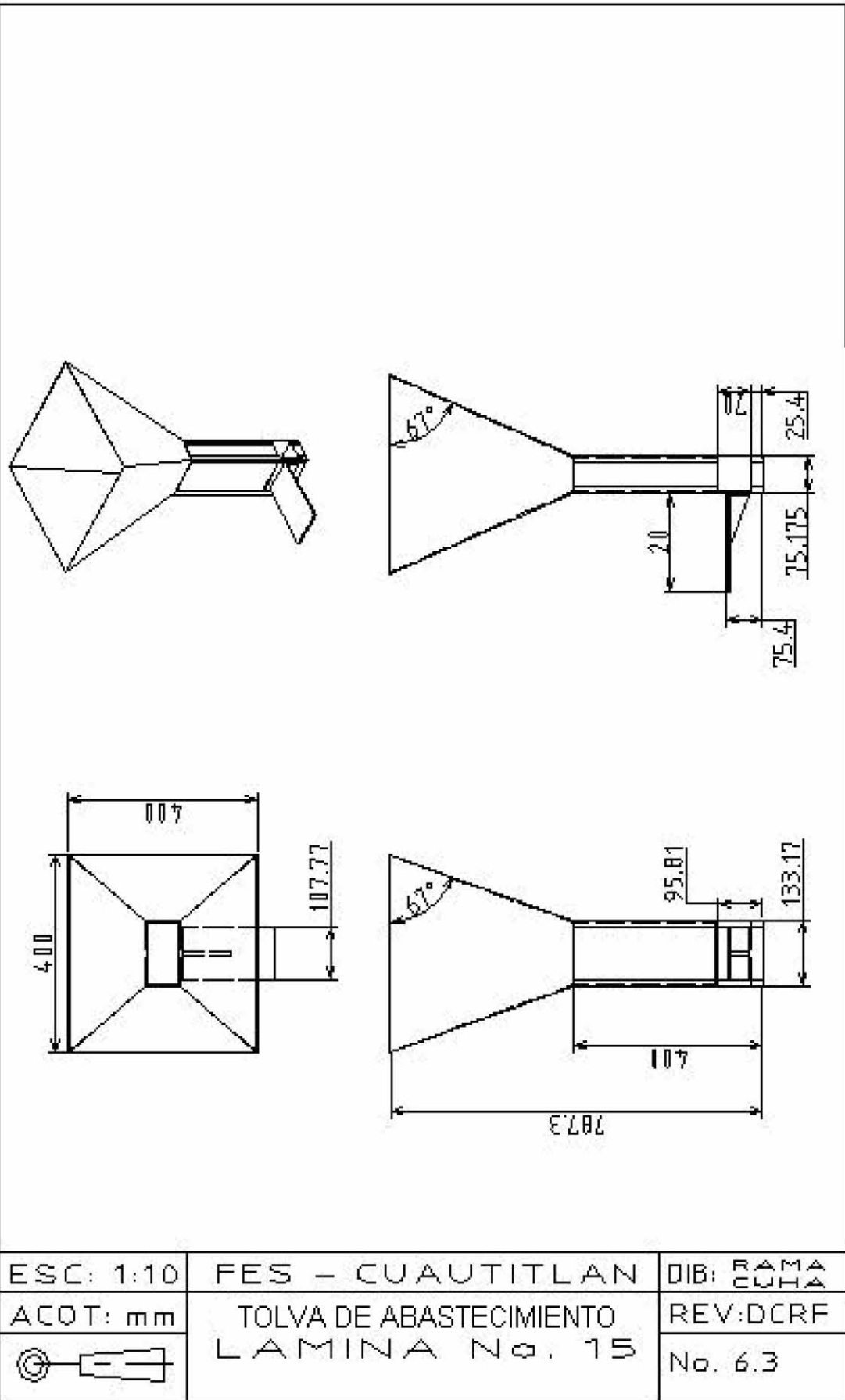
A continuación se muestran el dibujo de conjunto del equipo así como el dibujo de detalle de cada una de las piezas que componen el compactador de latas de aluminio.

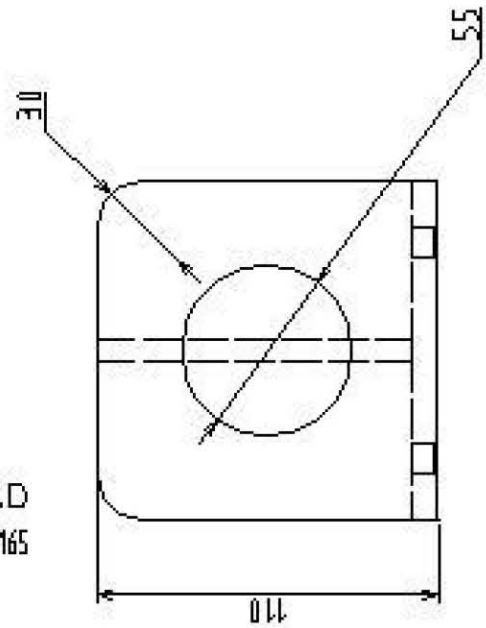
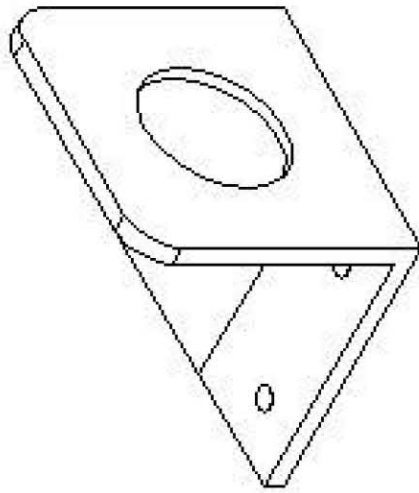




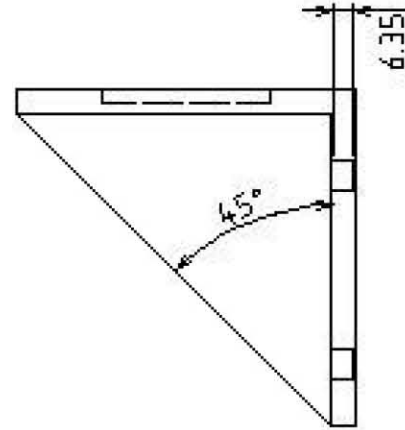
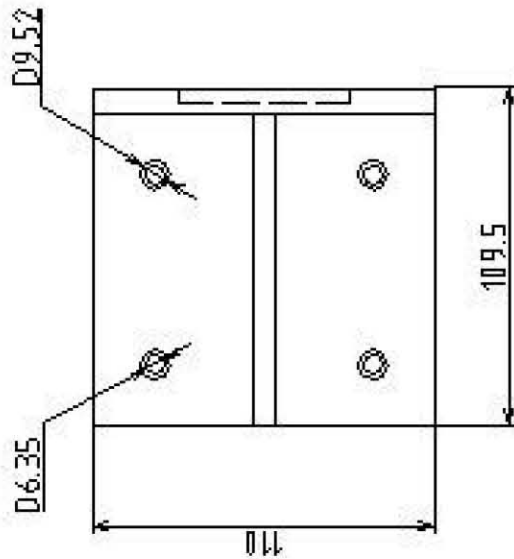
ESC: 1:10	FES - CUAUTITLAN	DIB: ECHA
ACOT: mm	BANCO DE TRABAJO.	REV: DCRF
	PLACA DE ACERO 1045 DE 1/2" LAMINA CALIBRE No. 15 ANGULO DE 135° TUBO DE 1" PLACA DE ACERO 1045 DE 1"	No. 6.2

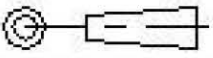


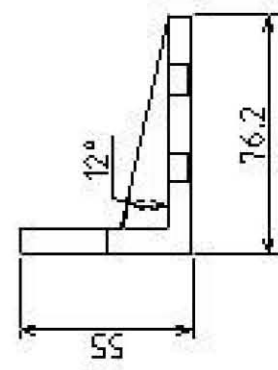
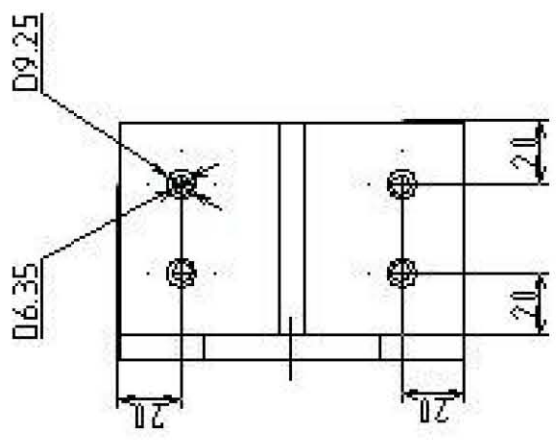
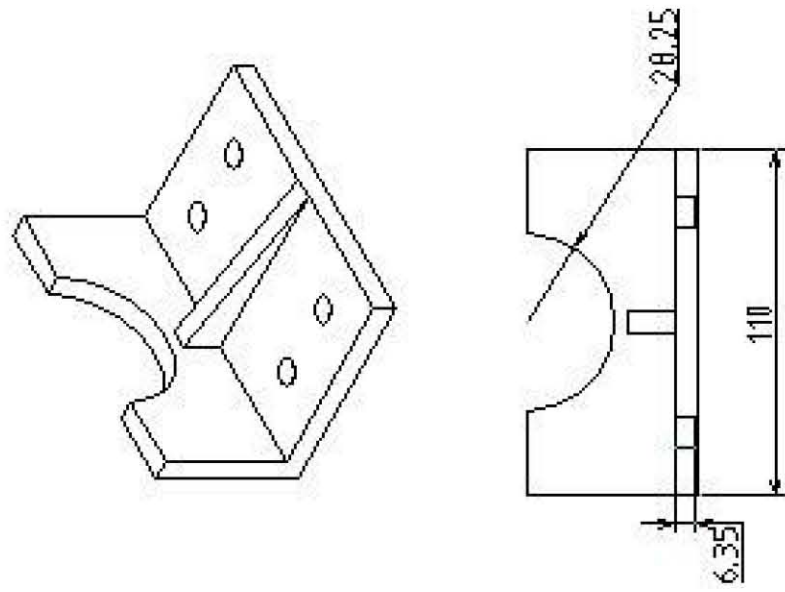


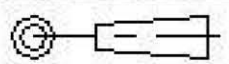


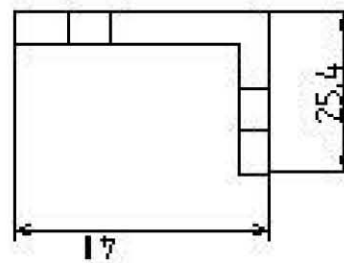
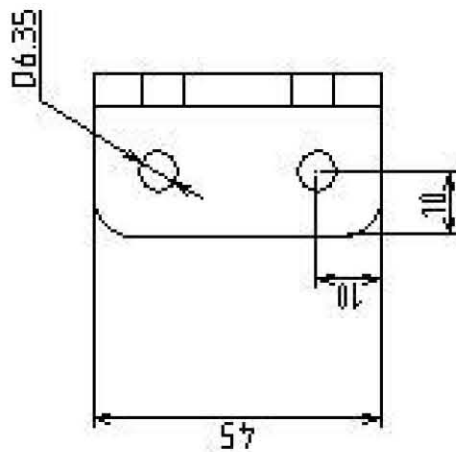
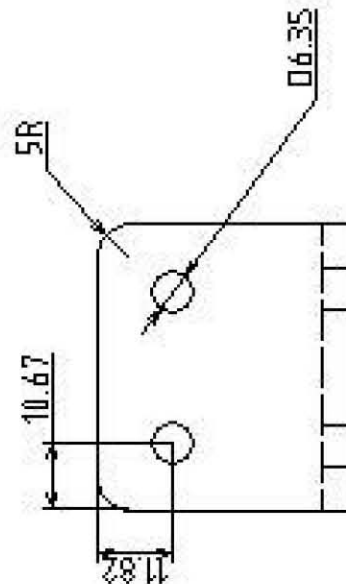
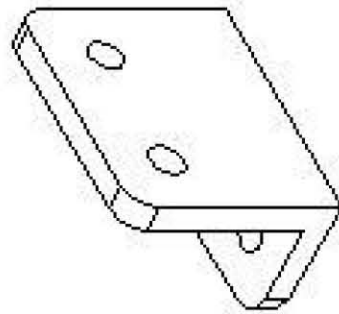
PROFUNDIDAD DE LA CAVIDAD  
DONDE ASIENTA LA PARTE POSTERIOR DEL CILINDRO 3/165

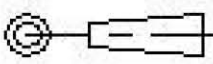


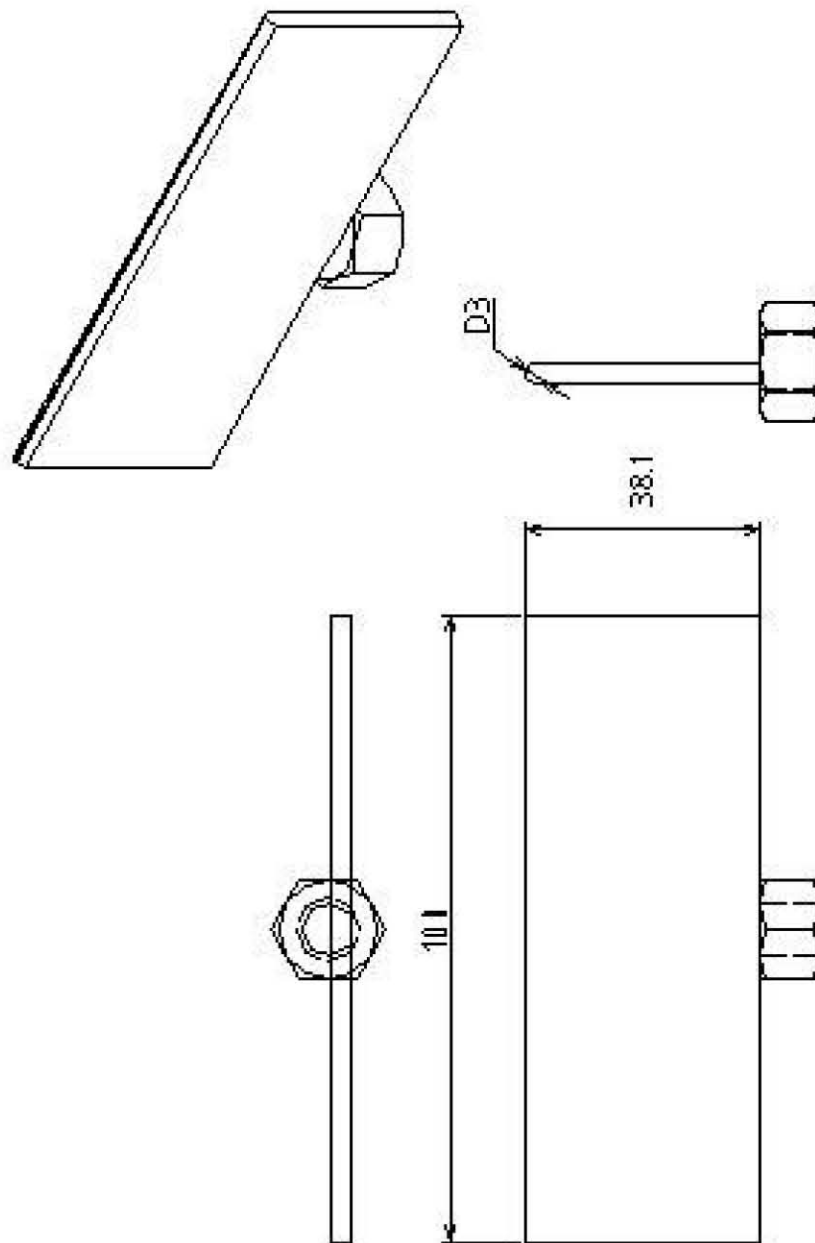
ESC: 1:10	FES - CUAUTITLAN	DIB: ECHA
ACOT: cm	ELEMENTO DE FIJACION No. 1	REV: DCRF
	PLACA DE ACERO 1020 DE 5/16	No. 6.4



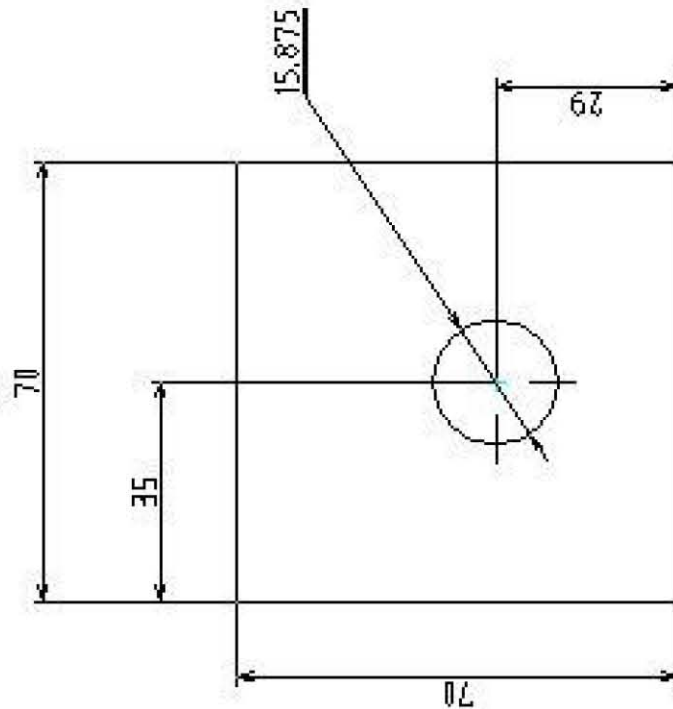
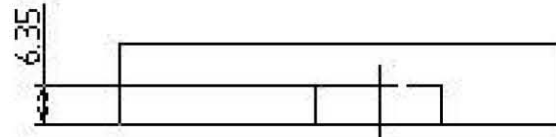
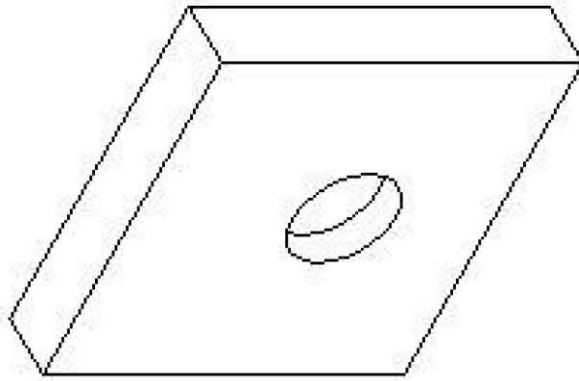
ESC: 1:10	FES - CUAUTITLAN	DIB: RAMA
ACOT: mm	ELEMENTO DE FIJACION No. 2	REV: DCRF
	PLACA DE ACERO 1020 DE 5/16 "	No. 6.5



ESC: 1:10	FES - CUAUTITLAN	DIB: ROMA
ACOT: mm	ELEMENTO DE FIJACION No. 3	REV: DCRF
	PLACA DE ACERD 1020 DE 5/16	No. 6.6



ESC: 1:10	FES - CUAUTITLAN	DIB: ROMA
ACOT: mm	PLACA SEPARADORA	REV: DCRF
	PLACA DE ACERO 1020 DE 1/8"	No. 6.7



ESC: 1:10	FES - CUAUTITLAN	DIB: RAMA
ACOT: mm	PLACA COMPACTADORA	REV: DCRF
	PLACA DE ACERO 1045 DE 1/2 "	Nº. 6.8

**CAPITULO 7.**  
**COSTOS DE FABRICACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL COMPACTADOR DE LATAS**  
**DE ALUMINIO.**

**7.1 COSTOS DE FABRICACIÓN DEL COMPACTADOR DE LATAS DE**  
**ALUMINIO.**

La fabricación de este compactador implica los costos siguientes:

MATERIAL O EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Banco de trabajo Material y mano de obra	1	\$ 1,575.00	\$ 1,575.00
Tolva de abastecimiento Material y mano de obra	1	\$ 410.00	\$ 410.00
Elemento de fijación No. 1 Material y mano de obra	1	\$ 285.00	\$ 285.00
Elemento de fijación No. 2 Material y mano de obra	1	\$ 310.00	\$ 310.00
Elemento de fijación No. 3 Material y mano de obra	2	\$ 180.00	\$ 360.00
Placa separadora Material y mano de obra	1	\$ 135.00	\$ 135.00
Placa compactadota Material y mano de obra	1	\$ 158.00	\$ 158.00
Cilindros	2	\$ 1,083.00	\$ 2,166.00
Actuador sencillo	3	\$ 49.00	\$ 98.00
Actuador articulado	1	\$ 67.00	\$ 67.00
Electro válvulas	2	\$ 401.00	\$ 802.00
Botonera doble	1	\$ 42.00	\$ 42.00
Conexión T	5	\$ 25.50	\$ 127.50
Fijación cilindros	4	\$ 47.50	\$ 190.00
Tubular flexible	8	\$ 31.25	\$ 250.00







## **CONCLUSIONES.**

Después de haber realizado el diseño y tomando en cuenta la productividad y el costo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. La fabricación de este proyecto resulta ser muy costeable debido a que los componentes que se utilizan y los materiales para la fabricación del banco son estandarizados, fácil de conseguir y bajo costo.
2. También, es fácil su reparación en caso de presentarse alguna falla en su funcionamiento; además de que la herramienta, maquinaria y dispositivos que se emplean en su construcción se encuentran disponibles en las instalaciones de los laboratorios, por lo que no es necesario emplear otros lugares externos a las instalaciones de la escuela y por ende mayores gastos.
3. El producto por lo que se puede ver esta catalogado con un precio accesible para el mercado en comparación con otras compactadoras parecidos.
4. La calidad que se obtiene en el uso del producto es optima dadas sus características de diseño y los materiales utilizados.
5. El compactador ayudaría a la recuperación de las latas de aluminio y sobre todo a bajar considerablemente los gastos de transporte ya la reducción del volumen es mínimo 4 a 1.
6. Y sobre todo, el reciclaje y el compactado de las latas de aluminio usadas o viejas ahorran el 95% de la energía que se necesita para hacer una lata nueva.

## BIBLIOGRAFIA.

1.- Deppert W. Stoll

Dispositivos Neumáticos

Ed. Marcombo

Barcelona, 1994.

2.- Deppert W. Stoll

Aplicaciones de la Neumática.

Ed. Marcombo

Barcelona, 1991.

3.- Salvador Millán.

Automatización Neumática y Electroneumatica

Ed. Alfaomega.

4.- Sergio A. Villanueva Pruneda / Jorge Ramos Watanabe

Manual de Métodos de Fabricación Metalmecánica

AGT Editor S.A.

5.- Robert L. Mott.

Resistencia de Materiales Aplicada

Ed. Prentice-Hall.

6.- Robert L. Norton.

Diseño de Maquinaria

Ed. Mc. Graw-Hill.

7.- Robert L. Norton.

Diseño de Maquinas.

Ed. Mc. Graw-Hill.

8.- Donald R. Askeland.

Ciencias e Ingeniería de los Materiales.

International Thomson Editores.

9.- C.H. Jensen.

Dibujo y Diseño de Ingeniería.

Ed. Mc. Graw-Hill.

10.- J. Glynn Henry.

Ingeniería Ambiental.

Ed. Pearson.