



T
621.62
73242
E.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica



**" DISEÑO Y MONTAJE DE UN CUARTO DE
PRESION POSITIVA PARA LINEA DE LLENADO "**

INFORME TECNICO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

HERMOGENES GILBERTO BARCIA FERNANDEZ



BIBLIOTECA

GUAYAQUIL

AÑO

ECUADOR

1995

DEDICATORIA

A mis Padres

A mi Esposa

A mis Hijos



L

AGRADECIMIENTO

A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE CULMINAR MI ETAPA PROFESIONAL.

AL ING. ERNESTO MARTINEZ L., DIRECTOR DEL PESENTE INFORME TECNICO, POR SU ACERTADA AYUDA Y COLABORACION PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

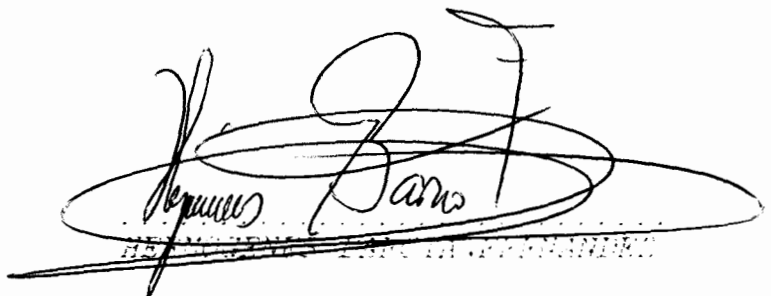
UN AGRADECIMIENTO MUY SINCERO Y ESPECIAL A MIS PADRES Y A MI ESPOSA, QUIENES CONFIARON EN MI CAPACIDAD Y ME APOYARON EN TODO MOMENTO EN EL DESARROLLO DE MI VIDA ESTUDIANTIL.

DECLARACION EXPRESA

DECLARO QUE:

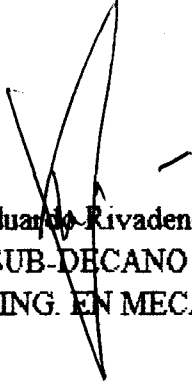
" Este Informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica y tiene aplicación práctica con la adecuación de ambientes para el desarrollo de la industria".

(Reglamento de Graduación mediante la elaboración de Informe Técnico).

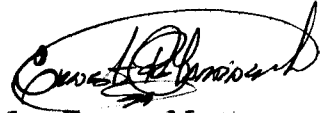


Rogelio Barro

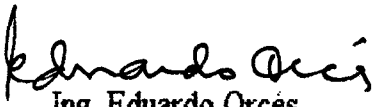
EL PRESIDENTE DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA



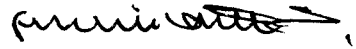
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
SUB-DECANO
FAC. ING. EN MECANICA



Ing. Ernesto Martinez
DIRECTOR
INFORME TECNICO



Ing. Eduardo Orcés
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Francisco Andrade
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

RESUMEN

La presente Tesis tiene por objeto presentar un trabajo sobre la implementación de un sistema de ventilación y poder presurizar un ambiente a fin de mantener una presión positiva para ambientes en los cuales se requiera tener una alta pureza del aire en circulación.

Su desarrollo esta basado en un estudio de los diferentes parámetros así como de un análisis de las distintas causas que dan origen para que un cuarto con presión positiva tenga las condiciones adecuadas de limpieza, rango de temperatura, grado de humedad relativa, etc.

En su primera parte se presenta un estudio de cada uno de los elementos y parámetros seleccionados, de igual forma los distintos métodos de control de las partículas e impurezas del aire así como su adecuado manejo y control.

En el desarrollo del temario se analiza de una forma sencilla pero concreta todos los conceptos básicos que se aplican en el estudio del acondicionamiento de ambientes.

con sistemas de ventilación y el modo de selección para este caso especial. Partiendo desde el análisis de la carga térmica generada hasta llegar finalmente a la evaluación técnico-económica y selección adecuada de los equipos y accesorios, así como su posterior instalación y mantenimiento.

Todo este desarrollo está realizado en función de una aplicación definida, en nuestro caso la Compañía de Cervezas Nacionales y su nueva línea de llenado, lográndose mantener el área con todas las condiciones de calidad del aire dentro del ambiente.

En este proyecto se trabajó desde la etapa de evaluación del diseño hasta su final instalación y el autor del presente Trabajo asistió técnicamente para su elaboración y posterior montaje.

Con el trabajo presentado se trata de dar un modelo para futuras instalaciones, tomando como referencia estudios realizados en el exterior y que son recopilados y publicados por la ASHRAE y aplicados a nuestro medio ambiente.

SIMBOLIGIA

ASHRAE	:	Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción Refrigeración y Aire Acondicionado.
SMACNA	:	Sociedad norteamericana que regula y normaliza el movimiento de aire y construcción de ductos para el flujo de aire.
AMCA	:	Asociación Incorporada que regula y controla el movimiento de aire
AISI	:	Institución que regula las normas que tienen que ver con las propiedades de los aceros.
C.F.M.	:	Pie ³ /min.
B.T.U.	:	Unidad Térmica Británica.
f.p.m.	:	Pie/min.
Hr.	:	Hora.
°F	:	Grados Farenheig.
°C	:	Grados Centigrados.
KW.	:	Kilovatios.
H.P.	:	Caballos de potencia
Q	:	Caudal.
A	:	Area.
V	:	Velocidad.
Fig.	:	Figura.
P.F.	:	Pre Filtro.

- E.A. : Filtro Absoluto.
- F : Filtro convencional confeccionado con malla de Aluminio.
- U.L. : Laboratorio de normas.
- E.T.L : Laboratorio de pruebas eléctricas.
- C.S.A : Asociación Canadiense de normas.
- D.A. : Difusor de Aire
- R.R. : Rejilla de Retorno.

INDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	3
INDICE DE FIGURAS.....	8
INDICE DE TABLAS.....	11
ANTECEDENTES.....	12

CAPITULO I

I.- CONSIDERACIONES DEL DISEÑO.

1.1 Características y condiciones del ambiente a presurizar.....	16
1.2 Elementos contaminantes y su control.....	20
1.3 Condiciones exteriores.....	27
1.4 Sistemas de aire y ventilación.....	29
1.5 Sistemas de filtración y bancos de filtros.....	34
1.6 Control de humedad y temperatura.....	42

CAPITULO II

II.- CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACION.

2.1 Análisis de los sistemas de ventilación.....	45
2.2 Leyes de los ventiladores.....	49

2.3 Pérdidas por fricción.....	51
2.4 Renovación y cambios por hora.....	57
2.5 Tablas y curvas características.....	60

CAPITULO III

III.- ANALISIS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE.

3.1 Conceptos básicos.....	75
3.2 Psicrometria aplicada a la ventilación.....	78
3.3 Tipo y sistemas de ducteria, mando y retorno.....	87
3.4 Difusores y rejillas de retorno.....	100
3.5 Dimensionamiento de los ventiladores.....	107
3.6 Acoples de ductos y unidades.....	108
3.7 Accesorios de control, selección e instalación.....	111
3.8 Análisis económico.....	115
3.9 Consideraciones técnicas y selección óptima	116

CAPITULO IV

IV.- TRABAJOS COMPLEMENTARIOS, PRUEBAS, CALIBRACION Y ARRANQUE.

4.1 Instalaciones eléctricas.....	132
4.2 Selección de arrancadores.....	135
4.3 Dimensionamiento de bases, apoyos y soportes para ductos.....	138
4.4 Trabajos complementarios: tumbados, cortes en estructuras, bases de apoyo, etc.....	142

4.5 Pruebas, calibración y arranques.....	145
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	148
ANEXOS.....	153
BIBLIOGRAFIA.....	163

INDICE DE FIGURAS

No.	Pág.
1.- Diámetro de partículas.....	23
2.- Instalación de ductos en obra.....	30
3.- Ventiladores axiales.....	32
4.- Ventilador centrifugo tipo.....	33
5.- Ventilador centrifugo de extracción instalado..	33
6.- Filtros viscosos.....	35
7.- Filtros electrónicos e ionizador.....	36
8.- Filtro del tipo volsa instalado.....	37
9.- Detalles de filtro bolsa de alta eficiencia....	39
10.- Distintos sistemas de ventilación forzada.....	47
11.- Presión a través del ventilador.....	54
12.- Vista interior de ducto.....	55
13.- Paso de ductos a través de montantes.....	55
14.- Detalle de paso de ductos y cortes en estructura principal.....	56
15.- Dimensiones del cuarto de presión positiva.....	62
16.- Diagrama esquemático del proceso.....	80
17.- Ductulador.....	85
18.- Detalle de uniones para ductos.....	86
19.- Detalle de soportes.....	87
20.- Detalles de tipo de unión con brida.....	88

21.- Detalle de construcción de banco de filtros....	89
22.- Ductos en obra previo montaje.....	91
23.- Montaje de ductos sobre cubierta.....	91
24.- Vista quiebres en caras de ductos montados....	92
25.- Vista de ductos instalados con bridas.....	93
26.- Vista de las troncales de ductos.....	95
27.- Vista de ductos instalados en voladizo.....	95
28.- Curvas de pérdidas por fricción.....	97
29.- Ventilador de extracción instalado con damper de descarga abierto.....	104
30.- Ventilador para suministro de aire.....	104
31.- Desarrollo del flujo de aire en ventiladores...	107
32.- Montaje de ventiladores sobre base de concreto.	109
33.- Vista de ventiladores conectados con ductos....	109
34.- Ventilador de extracción en el sitio.....	110
35.- Vista de ventilador acoplado lonas.....	110
36.- Arreglo de ventiladores centrifugos.....	119
37.- Ventilador de extracción.....	120
38.- Ventilador en obraprevio montaje.....	121
39.- Distintos arreglos de ventiladores.....	123
40.- Distintas formas de acoples de ventiladores....	124
41.- Ductos soportados con tensores.....	139
42.- Ductos apoyados sobre estructura principal....	139
43.- Montaje de ductos en voladizo.....	140
44.- Montaje de apoyos para ductos en voladizo.....	140
45.- Refuerzos en caras de los ductos con ángulos para apoyos sobre soportes.....	141

46.- Detalles de diagonales de estructuras y paso de ductos.....	143
47.- Sellado de ductos que pasan por las estructuras.	143
48.- Corte de diagonales en estructuras para evitar pérdidas por fricción.....	144

INDICE DE TABELAS

No.	Pág.
I.- Caudales de aire exterior.....	21
II.- Variación de temperatura en Guayaquil.....	28
III.- Guia de selección de filtros de grado industrial.....	40
IV.- Clasificación de los ventiladores.....	48
V.- Leyes de los ventiladores.....	50
VI.- Renovaciones de aire por hora.....	64
VII.- Cálculo aproximado de producción de calor del cuerpo humano.....	66
VIII.- Calor generado por motores eléctricos.....	68
IX.- Tabla de la ventilación total requerida para el sistema.....	74
X.- Velocidades de aire recomendadas para sistemas de ventilación.....	83
XI.- Clasificación de sistemas de ventilación de acuerdo a la presión y a la velocidad...	89
XII.- Análisis de precios unitario.....	93
XIII.- Análisis de precios unitarios.....	102
XIV.- Tabla general de unidades y accesorios.....	114
XV.- Cuadro valorativo para selección óptima de los ventiladores.....	117

XVI.- Capacidad de los ventiladores.....	128
XVII.- Análisis de precios unitarios.....	129
XVIII.- Análisis de precios unitarios.....	130
XIX.- Análisis de precios unitarios.....	131
XX.- Planilla de características eléctricas.....	132

ANTECEDENTE

Cuando se habla de confort siempre se piensa en la climatización de un área determinada y que normalmente solo se aplica para las personas, bajo este concepto se controlan los parámetros que regularmente son temperatura y humedad, sin embargo si este mismo concepto de áreas acondicionadas lo aplicamos para ambientes donde se deba tener en cuenta el buen funcionamiento de equipos y maquinaria, se encuentra que no necesariamente se puede aplicar la climatización sino también se habla de ventilación.

En lo que respecta al funcionamiento de maquinaria con controles electrónicos, se presentan casos en los cuales necesariamente los lugares donde funcionan deben ser climatizados, para este caso se debe construir un cuarto especial a fin de mantener las condiciones requeridas, pero no siempre podemos pensar en climatización ya que de ser así los costos de operación serían elevados y el alto consumo de energía implicaría que es un sistema fuera de cualquier presupuesto.

En la actualidad gracias a los avances tecnológicos y a la automatización en las distintas etapas de producción de una planta industrial, las maquinarias día a día se las va innovando dotandolas de elementos electrónicos que regulan su funcionamiento, este tipo de accesorios requieren de condiciones especiales de temperatura, humedad relativa, grado de pureza del aire, tipo de flujo, etc.

En lo que se refiere a la adecuación de estos ambientes se considera que el principal aspecto en ser mencionado es la concentración y control de partículas presentes en el aire las mismas que pueden tener cualquier origen básicamente el polvo que contamina el medio. El presente trabajo tiene como objetivo presentar un estudio sobre cuartos con presión positiva como medio de mantener condiciones óptimas para el buen funcionamiento de los equipos instalados, este proyecto se ha realizado para un trabajo específico como lo es la nueva línea de llenado de la Compañía de Cervezas Nacionales.

La información necesaria para el presente diseño esta basado en normas y especificaciones dadas por la ASHRAE, SMACNA, ASME y otras instituciones norteamericanas que regulan este tipo de instalaciones. La recopilación de información relacionada con los distintos elementos contaminantes y su comportamiento así como una selección adecuada del sistema de filtrado son la base de este

trabajo.

Nuestra situación geográfica nos permite tener ciertas ventajas en lo que a implementación de equipos de ventilación se refiere, ya que al presentarse pocas variaciones a lo largo del año en sus condiciones climatológicas se puede implementar sistemas cuyo costo inicial no resulte elevado o complejo en operación, lo que sí se debe tener presente es el sector industrial donde se este realizando la instalación ya que este factor si es importante para el dimensionamiento del banco de filtros a implementar.

Siendo condiciones especiales las que se deben lograr en un cuarto de presión positiva, a diferencia de los otros ambientes que normalmente se ventilan, el presente trabajo fue desarrollado partiendo del análisis de los factores que intervienen en el diseño especialmente el de flujo, caudal así como la calidad del aire de suministro.

Un factor que debe ser mencionado y que es importante es el relacionado con el tipo de controles y accesorios que se deben instalar ya que estos elementos serán los que den la pauta del buen funcionamiento puesto que indicarán en que momento el sistema tiene problemas y cuales son las causas de estos

CAPITULO I

CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

1.1.- CARACTERISTICAS Y CONDICIONES DEL AMBIENTE A PRESURIZAR.

Cuando se habla de las condiciones de un ambiente acondicionado para adecuarlo a las necesidades requeridas, que en nuestro caso se trata de ventilación, se considera la regulación de los parametros que hacen posible mantener estas condiciones y como la variación de estos parámetros influye a favor o en contra del buen funcionamiento del sistema.

de tener un ambiente adecuado, en el presente caso se tiene como norma que la velocidad del aire es baja logrando obtener una suave brisa, el rango de velocidad del aire es de aproximadamente 1.000 -



1.200 pie/min en el ambiente.

Las condiciones interiores en este tipo de ambientes van de acuerdo a las condiciones exteriores del medio ambiente, ya que de acuerdo a la estación en que se encuentre estos factores variarían:

- Temperatura bulbo seco = 26 °C
- Humedad Relativa = 60 - 75 %
- Renovación de aire fresco = 100 %

Para este tipo de ambiente las condiciones requeridas son especiales, es decir el control de la concentración de olores y polvo son los aspectos principales a tratar, en todo caso la solución al problema es la dilución, se ha comprobado que la mayor parte de las bacterias encontradas en el aire provienen del cuerpo humano como resultado del grado de actividad corporal, y la finalidad del sistema a implementar es el dar un aire limpio libre de olores e impurezas.

Para la distribución del aire de suministro en toda el área de trabajo se implementará un flujo de aire por medio de difusores y con movimiento del aire en forma vertical, la extracción se la realiza en este caso con rejillas instaladas a nivel del tumbado.

se eligió esta alternativa en función de utilizar un ventilador de extracción con el respectivo sistema de ductos.

El cuarto de la nueva línea de llenado debe tener una presión de aire positiva con relación a los ambientes aledaños, con la finalidad de evitar que partículas contaminantes ingresen al ambiente tratado.

La Humedad Relativa varia entre 60 - 75 %, una de las razones fundamentales para tener este rango de Humedad Relativa esta dado por las condiciones del medio ambiente externo ya que solo se tiene ventilación y no climatización

Las temperaturas varían entorno a 6 °C, aunque este rango variará de acuerdo a las condiciones ambientales externas, aunque los cambios no serán bruscos, es decir las condiciones sufrirán poca alteración por encima o por debajo del rango estimado

Los cambios de aire por hora son elevados en razón que la renovación es del 100%, y cero recirculación con velocidades del aire promedio a 1.000 f.p.m. Se considera que la renovación debe ser 100%, a fin

lograr el suficiente flujo de aire y mantener la presión positiva adecuada.

1.2. - ELEMENTOS CONTAMINANTES Y SU CONTROL.

Siendo el aire, el elemento primordial e indispensable que se lo utiliza en todas las actividades y procesos cotidianos, es entendible que las sustancias contaminantes estén siempre presentes en el ambiente, especialmente en sectores industriales donde la concentración de polvo e impurezas es alta

El origen de estos agentes contaminantes, puede ser cualquier fuente, sean estas naturales o artificiales, tales como: el polvo, las bacterias, el humo, los gases de la combustión, residuos industriales, etc., los mismos que contaminan el aire en mayor o menor grado. La adecuada manipulación o control de estos agentes contaminantes estará determinada por las características particulares de las mismas tales como: tamaño, concentración, densidad y tipo de superficie en contacto.

Las normas para ventilación recomiendan ciertas condiciones mínimas de limpieza y calidad del aire para lograr los rangos adecuados de los parámetros en el ambiente interior, tales condiciones se las presenta en la tabla I adjunta.

TABLA I

- f I :

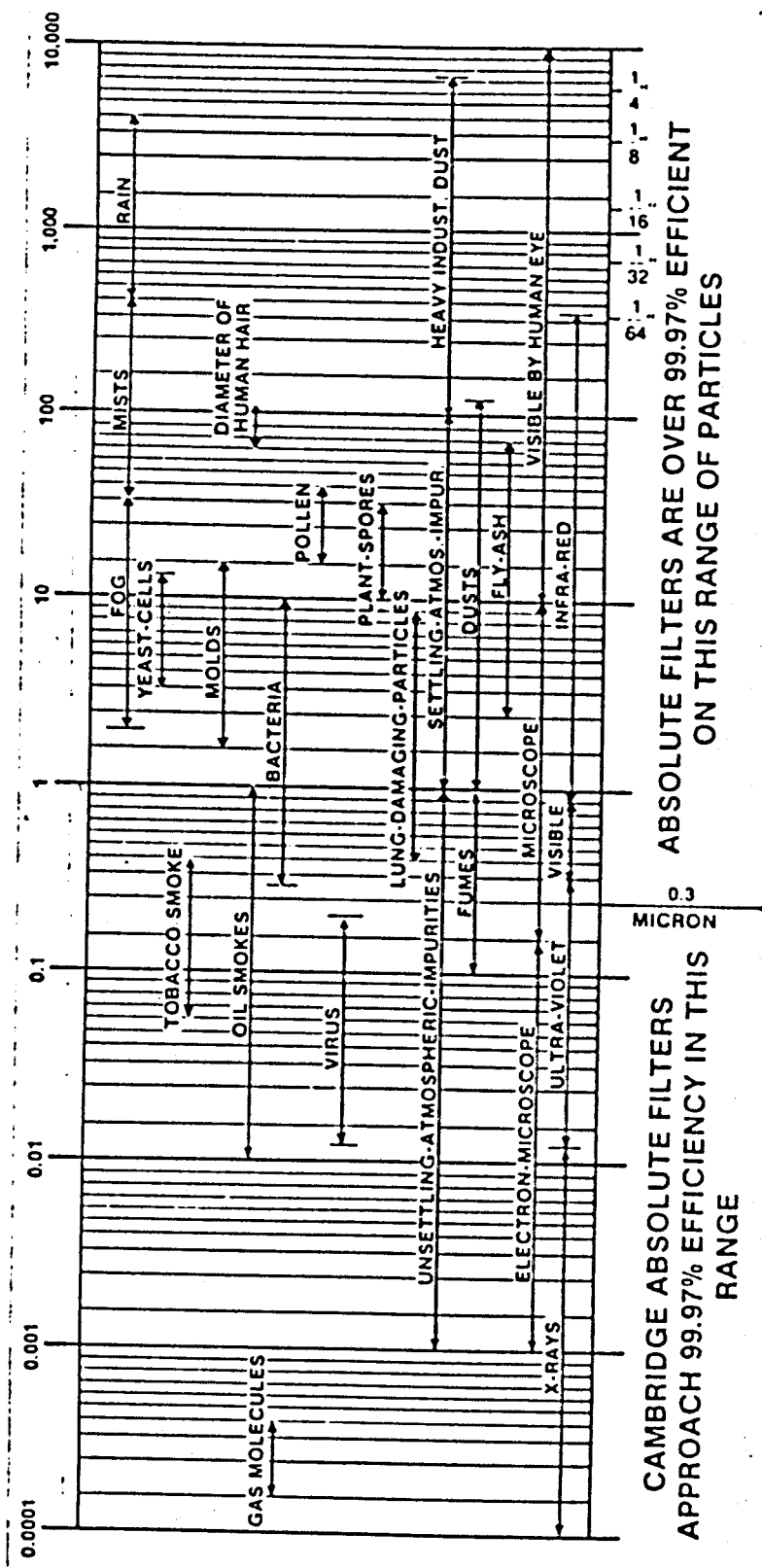
APLICACION	NUMERO DE FUMADORES	CFM/PERSONA RECOMEND.	MINIM.	CFM/PIE ² DE PISO
Aptmo.: normal	Pequeño	20	15	----
lujo	Muy Pequeño	30	25	0,33
Hall de banco	Pequeño	10	7,5	----
Barbería	Grande	15	10	----
Salón de Belleza	Muy Pequeño	10	7,5	----
Bar	Grande	30	25	----
Corredores	-----	-----	-----	0,25
Grandes almacenes	Pequeño	7,5	5	0,05
Sala de sesiones	Muy grande	50	30	----
Farmacias	Grande	10	7,5	----
Fábricas	-----	10	7,5	----
Garajes	-----	-----	-----	1,00
Hospit: Quirof.	Ninguno	-----	-----	2,00
Habita.	Ninguno	30	25	0,33
Sala Com	Ninguno	20	15	----
Habita. Hotel	Grande	30	25	0,33
Cocina Restaur.	-----	-----	-----	4,00
Privada	-----	-----	-----	2,00
Laboratorio	Pequeño	20	15	----
Despacho: Común	Pequeño	15	10	----
Privad.	Ninguno	25	15	0,25
Privad.	Grande	30	25	0,25
Restaur.: Cafet.	Grande	12	10	----
Comedor	Grande	15	12	----
Cuarto de Aseo	-----	-----	-----	2,00

Tomado del Carrier Handbook of Air Conditioning Systems
 Desing, Pág. 1-91, 1.978.

Para mantener la calidad y limpieza del aire de tal forma de tener un adecuado control de los agentes contaminantes, se requiere de grandes cantidades de aire de renovación, lo que implica un consumo extra de energía para llevar este aire a las condiciones requeridas, lo que, como es lógico suponer incrementará los costos de instalación y de funcionamiento, que de acuerdo a las últimas tendencias relacionadas con el ahorro energético, es un factor a tener presente en el momento de una adecuada selección.

Las características de los agentes contaminantes varían ampliamente su tamaño que puede ser desde el tamaño de una molécula hasta 5.000 micras, se tiene como rangos normales 0.1 - 200 micras. La concentración dependerá del sitio o localidad, considerándose que las más altas son el sector industrial, que en el presente caso la concentración de impurezas alcanza un promedio de 5 granos por 1000 pie³ (fig. 1).

Es evidente que el aire debe tratarse de tal forma que se elimine los contaminantes y los elementos que sirven de transporte a los anteriores (partículas de polvo), de igual forma debe eliminarse los malos olores y concentración de



El diámetro de las partículas está expresado en micrones y se utiliza una escala logarítmica

Fig. 1 DIAMETRO RELATIVO DE PARTICULAS COMUNES DEL AIRE Y COMO DE LOS MIDE

ciertos gases que a menudo se producen por efecto del funcionamiento de maquinarias.

De los métodos utilizados para tratar el aire se puede enunciar los siguientes:

- a.- Desinfección por radiación ultravioleta.
- b.- Desinfección por productos químicos.
- c.- Desinfección por calor.
- d.- Eliminación de partículas mediante filtros.
- e.- Lavadores de aire

De los métodos enunciados se ha seleccionado el que utiliza filtros como elemento retenedor de impurezas, por ser considerado de gran utilidad, bajo costo en la instalación y en el mantenimiento y por que existe una gran variedad de los mismos de acuerdo a la aplicación.

Las ventajas que ofrecen los filtros, entre otras son las siguientes:

- Al tener ambientes limpios, se reduce los costos de limpieza.
- Por medio de los filtros se eliminan las bacterias y agentes contaminantes del aire lo que reduce los costos de mantenimiento.
- Se incrementa el rendimiento tanto de las personas como de la maquinaria, ya que en la

actualidad las unidades motrices vienen implementadas con dispositivos electrónicos que al no tener las condiciones de funcionamiento comienzan a fallar o simplemente bajan su producción.

- Aumento de la vida útil de los equipos.
- Se los puede reemplazar con facilidad.
- Los costos por instalación y mantenimiento son bajos.
- Los costos por consumo de energía extra son bajos, casi cero.

Hoy en día las técnicas de control de la contaminación son altamente sofisticadas y la filtración del aire juega un papel importante en este sentido, considerando tres aspectos básicos:

- 1.- Limpieza del aire a los niveles requeridos.
- 2.- Conservación del aire limpio
- 3.- Utilización de este aire en beneficio del buen funcionamiento de equipos y operadores.

Se dispone de muchos tipos de filtros, que en la mayoría de los casos han sido diseñados para propósitos especiales, en todo caso la mayoría de los filtros removerán una buena cantidad del peso total de la materia en forma de partículas presentes en el aire. No obstante para la

aplicación deseada habrá un tipo de filtro que llenará los requerimientos establecidos, para el presente diseño se considera que los más adecuados son los filtros tipo bolsa hechos de fibra de vidrio y marco metálico, en razón que al pasar el flujo de aire presentan una mayor superficie para captar partículas.

1.3. - CONDICIONES EXTERIORES.

Tomando en consideración las condiciones exteriores que existen en Guayaquil a lo largo del año y las condiciones interiores promedio que se quiere lograr se puede dimensionar el sistema adecuado, no obstante por la ubicación de nuestro país se tiene una gran ventaja ya que las variaciones a lo largo del año son pequeñas tal como se presentan en la tabla II.

Condiciones exteriores:

Temperatura de bulbo seco = 33 ° C.

Temperatura de bulbo húmedo = 26 ° C.

Humedad Relativa = 65 %

TABLA II

VARIACION DE LA TEMPERATURA (°F) EXTERIOR EN GUAYAQUIL

HORA	TEMPERATURAS EXTERIORES	
	BULBO SECO	BULBO HUMEDO
5h00	74,0	71,9
6h00	74,4	72,4
7h00	75,0	72,7
8h00	76,0	73,5
9h00	78,0	74,8
10h00	80,5	76,4
11h00	84,0	77,8
12h00	87,0	78,7
13h00	90,0	79,4
14h00	91,5	79,8
15h00	92,0	80,0
16h00	91,5	79,8
17h00	90,0	79,4
18h00	88,3	79,1
19h00	86,3	78,5
20h00	84,5	78,0
21h00	83,0	77,5

Tomado de la Tesis de Grado del Ingeniero Jaime Balladares M.

1.4.- SISTEMAS DE AIRE Y VENTILACION.

La ventilación implica suministro de aire fresco, la eliminación de los productos contaminantes y del calor, y también a un movimiento de aire fresco para refrescar. En la mayoría de los casos la ventilación, sin enfriamiento de aire, dará un aire acondicionado satisfactorio. Este principio tiene aplicación particularmente en edificios industriales (fig. 2).

Cuando se habla de los sistemas de ventilación, se debe considerar dos sistemas básicos para mover una masa de aire, la natural y la mecánica

La ventilación natural se presenta por el movimiento de aire por su propia naturaleza, es decir que no existen elementos mecánicos que influyan en el movimiento de la masa del aire y normalmente se presenta por la diferencia de densidades del aire por diferencia de temperatura.

En la ventilación forzada o mecánica se tiene como elemento motriz para mover el aire un elemento llamado normalmente ventilador. Dentro de la clasificación de la ventilación forzada se tienen:
Sistemas de baja presión: 0 - 3" H₂O.

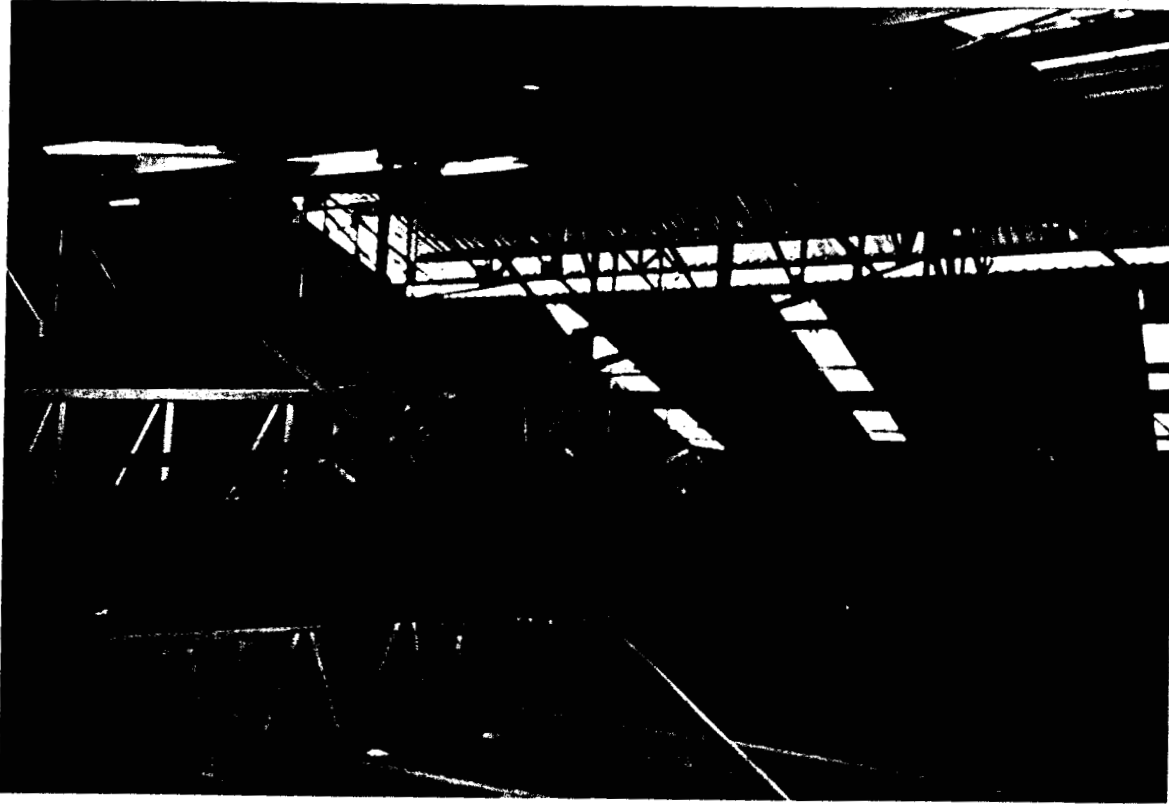


Fig. 2 INSTALACION DE DUCTOS EN OBRA SOBRE CUBIERTA PRINCIPAL

Sistemas de media presión: 3" - 6" H₂O.

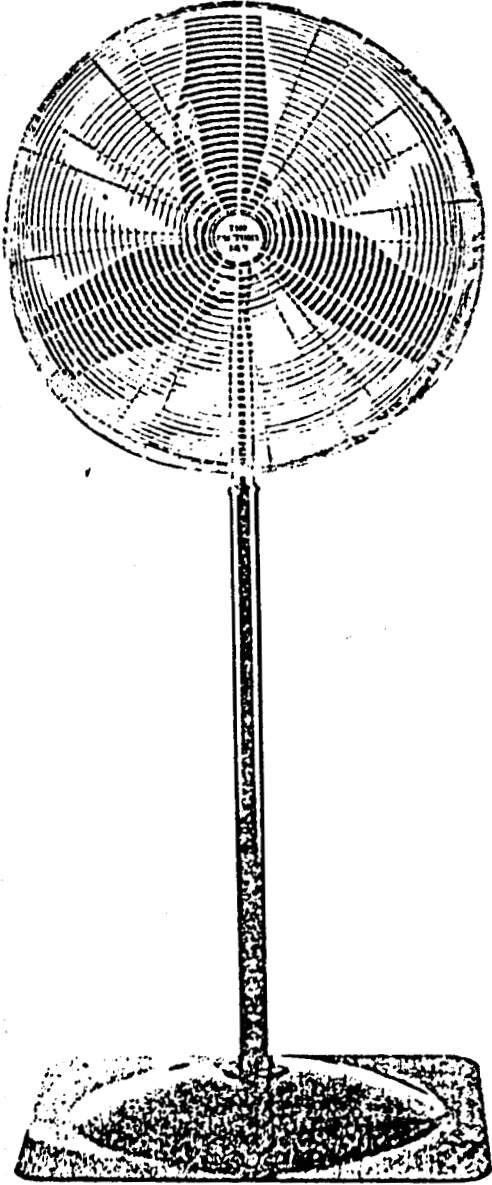
Sistemas de alta presión: mas de 6" H₂O.

Del tipo de ventiladores que se pueden usar para un sistema de ventilación determinado se tiene:

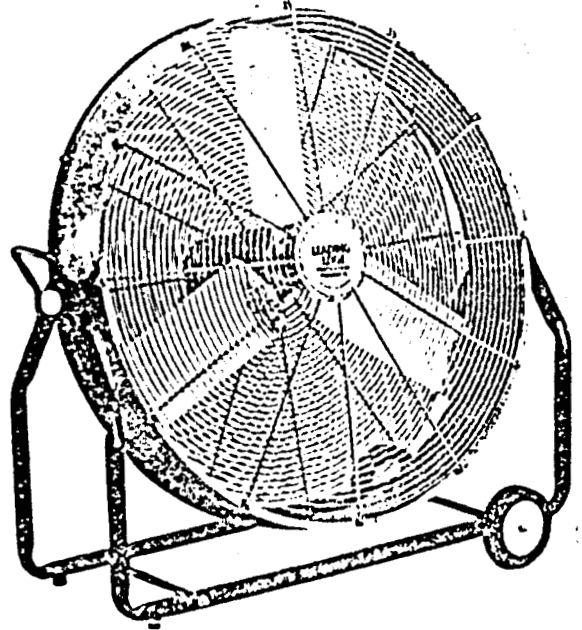
-Los ventiladores axiales que pueden ser: venaxial, turboaxial y propellers, este tipo de ventiladores pueden manejar altos caudales de aire pero a baja presión, (fig. 3).

-Los ventiladores centrifugos que pueden ser: radiales, curvados hacia adelante o hacia atras, airfoil, manejan altos o bajos caudales pero con altas presiones, (figs. 4 y 5).

RESIDENCIAL .



INDUSTRIAL



COMERCIAL

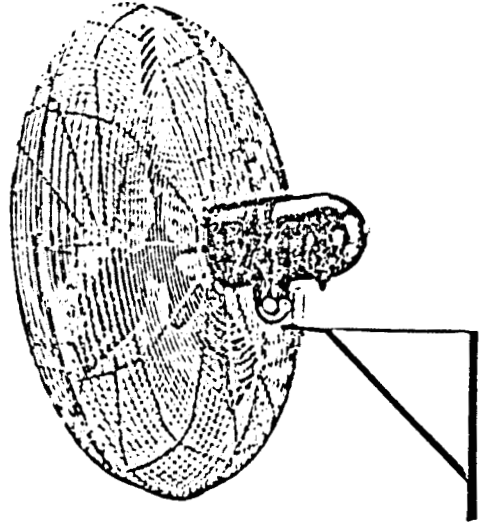


Fig. 3 VENTILADORES DEL TIPO AXIAL : INDUSTRIAL
DOMESTICO Y COMERCIAL

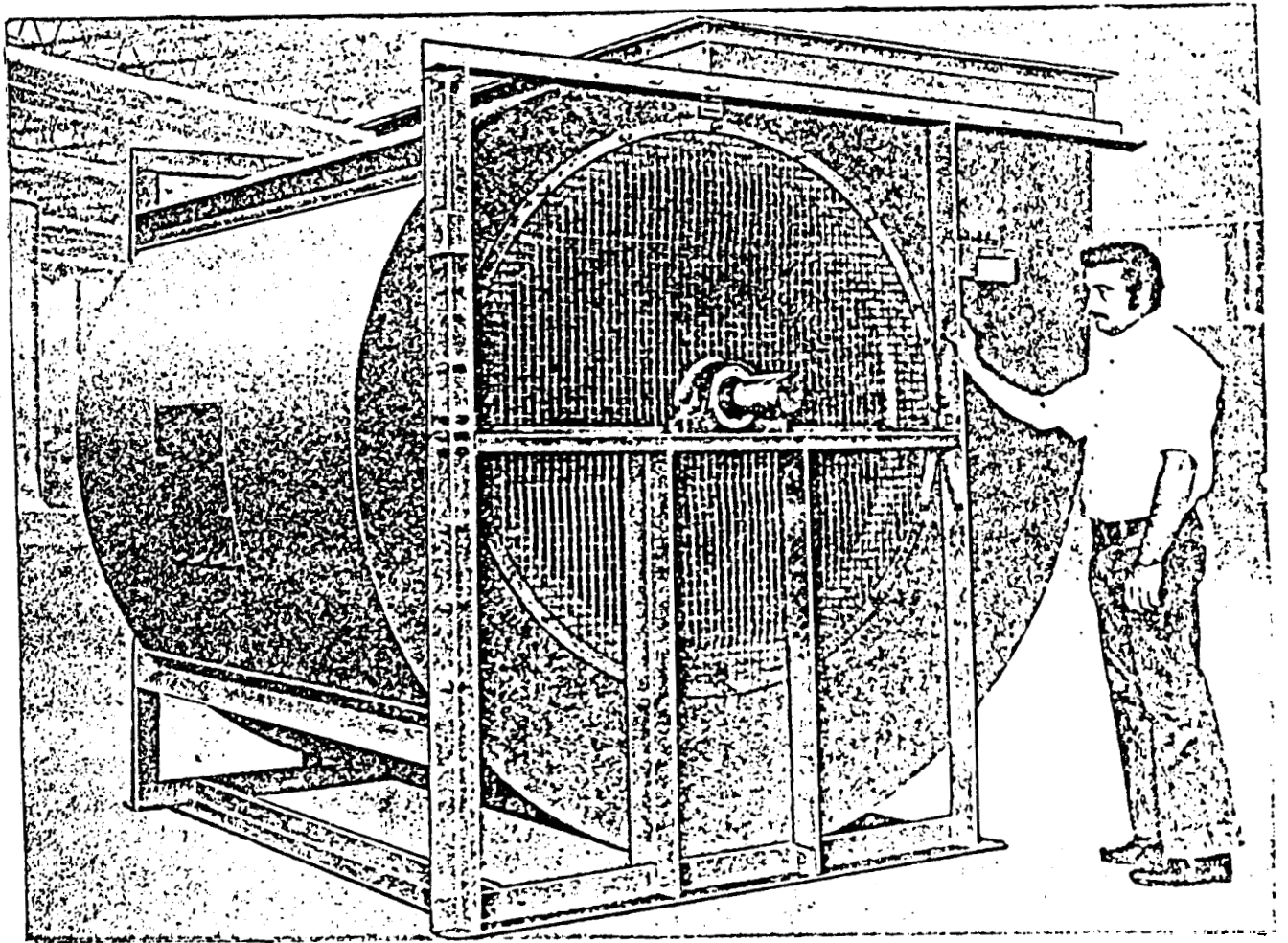
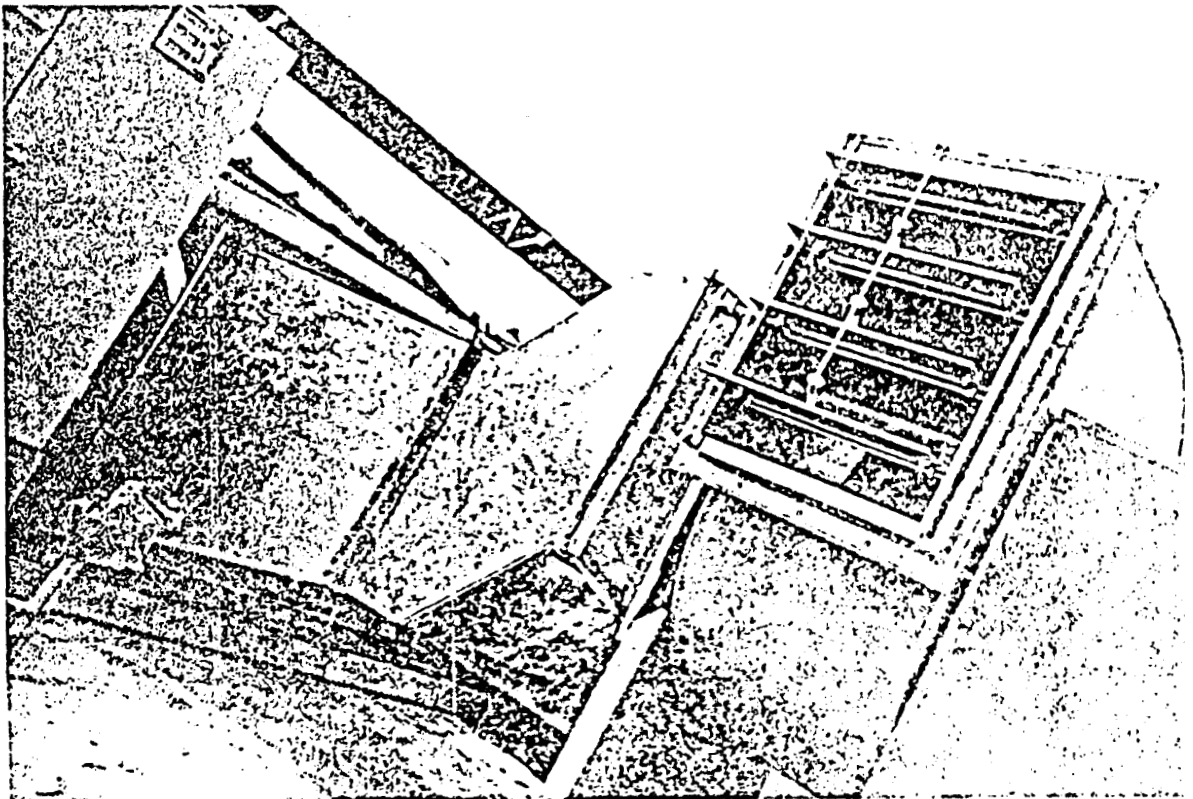


Fig. < 4 ARREGLO DE UN VENTILADOR TIPO CENTRIFUGO



F 5 INSTALACION DEL VENTILADOR DE EXTRACCION EN OBRA

1.5.- SISTEMAS DE FILTRACION Y BANCOS DE FILTRO

De los sistemas de filtración existentes para purificar el aire se establecerá la forma y aplicación de los filtros, ya que su utilización es la más amplia y práctica, puesto que existen normas establecidas de acuerdo al uso y su aplicación y por que su costos de instalación y mantenimiento son bajos con relación a los otros métodos para tratamiento del aire.

En lo que a filtros se refiere, estos se dividen y clasifican de la siguiente manera:

- a.- Filtros de Choque Viscoso (fig. 6)
- b.- Filtros Electrónicos (fig. 7).
- c.- Filtros Secos (fig. 8).

Filtros de Choque Viscoso.- Este tipo de filtros utiliza un medio filtrante de textura relativamente gruesa y se fabrican en fibra, tamia, tela de alambre, malla de alambre. Luego el material filtrante se reviste de una sustancia viscosa como aceite o grasa, al pasar el aire por ellos las partículas chocan con el material filtrante y se adhieren a él, con este tipo de filtros se logran eficiencias entre 65 y 80 %.

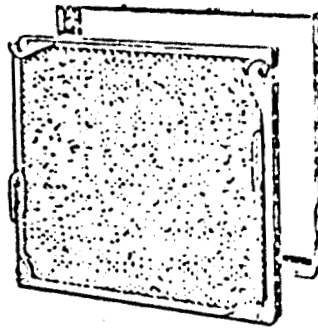
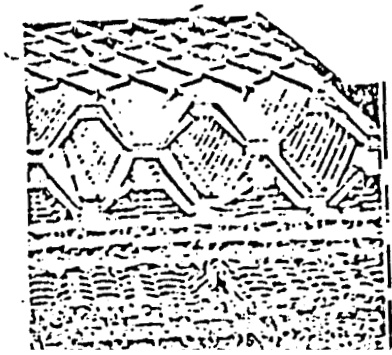


Fig. 6.a .- Sección de un filtro de choque viscoso

Fig.- .b- Filtro de choque viscoso limpiable

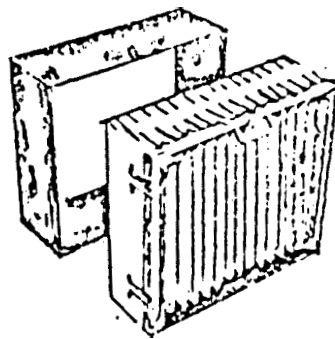
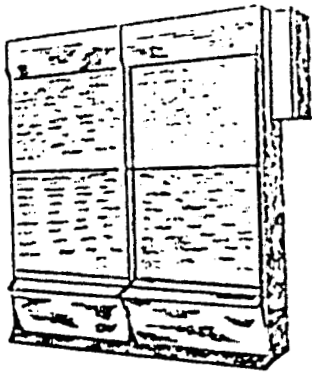


Fig.* 6 e Filtro de choque viscoso automático.

Fig. .d - Filtro seco tipo celda con su inarco

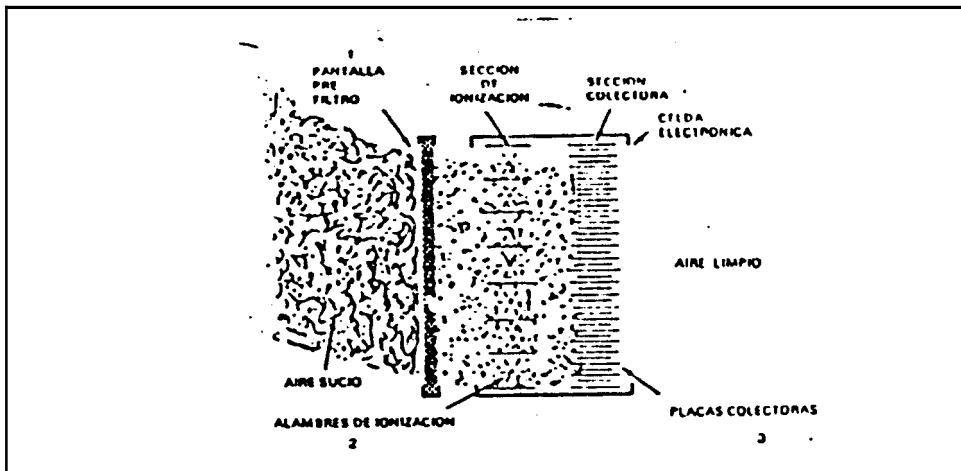


Fig. 7.a - Limpiador de aire tipo ionizador

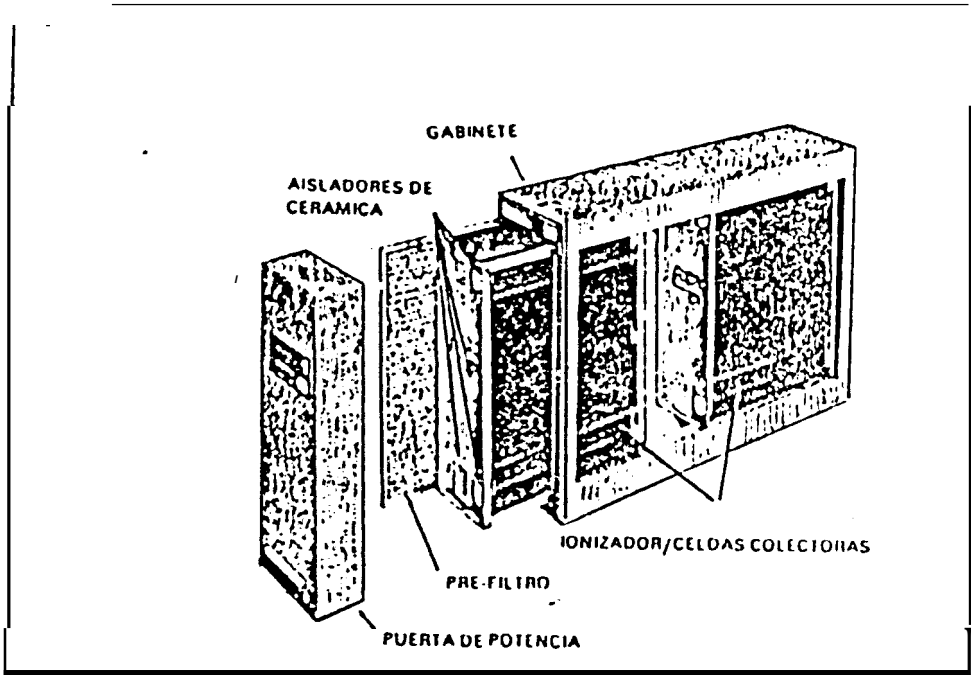


Fig. 7.b - Limpiador de aire tipo electrónico

Fig. 7 FILTROS DE AIRE DEL TIPO ELECTRONICOS
E IONIZADOR

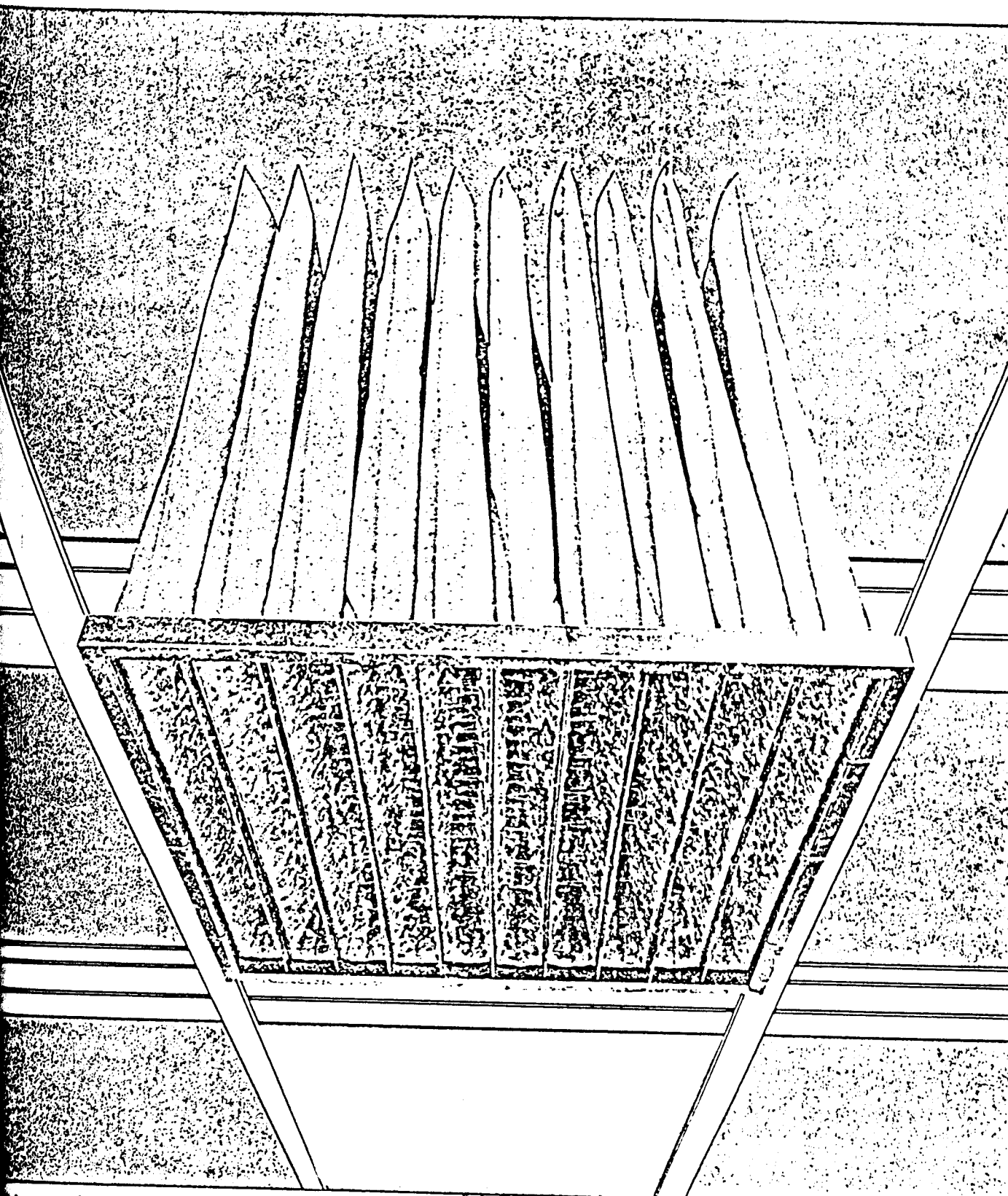


Fig. 8 8 FILTRO DE AIRE DEL TIPO BOLSA SIMILAR A LOS
INSTALADOS EN LOS BANCOS DE FILTROS

Filtros Electrónicos.- Este tipo de filtro basa su operación en las propiedades eléctricas y magnéticas, estos son conocidos generalmente como precipitadores y se dividen en:

- Filtro electrónico ionizador, eficiencia 85-90 %.
- Filtro electrostático, eficiencia 60 %.

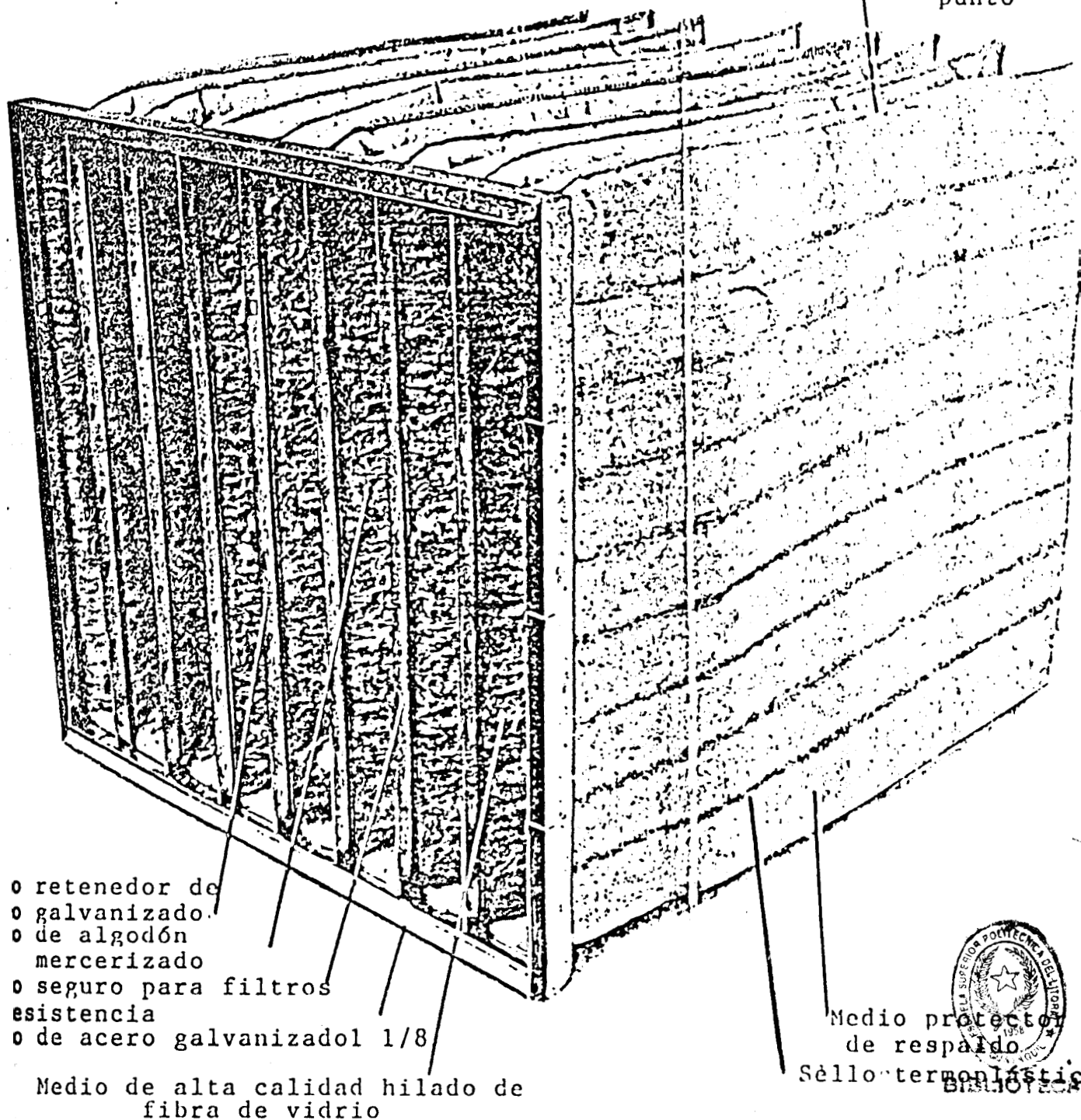
Filtros Secos.- Este tipo de filtro utiliza como medio filtrante confeccionado de celulosa, fibra vidrio, material sintético, etc. sujetos a un marco metálico fijo. Como los espacios por donde pasa aire son más pequeños es necesario disminuir velocidades del aire para evitar altas resistencias al flujo (ver fig. 3).

Con la finalidad de obtener una mayor superficie filtrante con relación a la sección transversal del filtro, el medio filtrante se pliega en forma de acordeón. Se logran eficiencias entre 84 - 95 %.

Dentro de este grupo se puede tener los filtros de alta, media y baja eficiencia, de igual forma se los puede clasificar como prefiltros y filtros absolutos (Anexos A, B y C y tabla III).

Para este proyecto se utiliza Prefiltros del 75 % de eficiencia del tipo Aeropleat y filtros

Filo de doble punto



o retenedor de
o galvanizado.
o de algodón
mercerizado
o seguro para filtros
existencia
o de acero galvanizado 1/8

Medio de alta calidad hilado de
fibra de vidrio

Medio protector
de respaldo
Sello termoplástico

Fig. 9 FILTRO DE AIRE DEL TIPO BOLSA DE ALTA EFICIENCIA
CON DETALLES DE CONSTRUCCION Y MATERIAL

TABLA III

GUIA DE SELECCION DE FILTROS DE GRAFO INDUSTRIAL

TIPO	EFICIENCIA %	RESISTENCIA pulg. H ₂ O	MANTENIMIENTO REQUREM.	VELOCIDAD EN LA CARA FPM.
Electrónicos	90 - 95 alta	0,26 - 1,1	minimo	825
Automáticos Viscosos	73 media	0,80	minimo	500
Filtros de Aluminio	50	0,05 - 0,50	fácil	300 - 625
Filtros de Grasa	50	0,20 - 0,56	no fácil	150 - 600
Filtros de Fibra	60 - 75 media	0,50	minimo	500
Filtros de Superficie	90 - 95	0,60	minimo	500
Extendida	60 - 85	0,50	minimo	500
	80 - 95	0,55	minimo	500
	25 - 30	0,12 - 1,20	minimo	300 - 625
Filtros Tipo Bolsa	90 80 60	0,49 - 1,0 0,36 - 1,0 0,28 - 1,0	minimo minimo minimo	375 - 625 375 - 625 375 - 625
	50 40	0,24 - 1,0 0,24 - 1,0	minimo minimo	375 - 625 375 - 625
Filtros Tipo HEPA	99,9999 99,9999 99,99	1,00 - 3,0 0,25 - 3,0 1,00 - 3,0	minimo minimo minimo	250 100 - 250 440

Tomado del Boletín American Air Filter , folleto AF - 1 - 182H.

Absolutos del 95 % de eficiencia que son del tipo bolsa se ha seleccionado este tipo de filtros por las siguientes consideraciones:

- El tamaño de las partículas que pueden retener son del orden de los 0.3 micrones.
- Este tipo de filtros tiene grado y calificación HEPA, es decir filtros de alta eficiencia.
- Al ser del tipo bolsa presentan una mayor superficie para estar en contacto con el flujo de aire por ello hay una mejor captación de partículas.
- Son de fácil instalación y de fácil mantenimiento

1.6.- CONTROL DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

Para mantener la temperatura y humedad relativa en el ambiente y dentro de los rangos que no causen molestias ni a los operadores ni a la maquinaria, es decir 60 % promedio de humedad relativa y temperatura cuyo rango no sea superior a 26 °C, se requiere de un flujo continuo y una velocidad promedio de 1.000 a 1.200 Fie/min.

Los corredores de acceso, los cuales deben servir como barrera para impedir que las partículas contaminantes entre el cuarto de trabajo y para mantener una circulación de aire fresco, es decir son considerados como parte del sistema y por lo tanto estos deben estar cerrados y limpios.

Las bandas transportadoras trabajan con agua como elemento de lubricación y por ende esta situación da como resultado que la humedad relativa se incrementa, a fin de mantener un control sobre este parámetro se aconseja elevados caudales de aire, es decir los cambios de volumen de aire dentro del ambiente deben ser altos.

En todos los casos de ventilación se debe diseñar para adaptarse a las condiciones más críticas

(temperatura y humedad elevada) que prevalecerán durante un cierto tiempo.

En zonas de clima templado se basará en el calor medio del Verano. Durante los periodos más frios se regulará la alimentación del aire. En climas trópicos es recomendable basarse en condiciones que rigen durante la estación lluviosa, cuando la humedad relativa es elevada.

Para este trabajo se considera que la última condición es la que se tomará como referencia ya que en nuestro medio la época que se conoce como invierno es bastante cálida y lluviosa.

Basándose en lo anteriormente expuesto las condiciones que se han fijado para el diseño son:

- Rango de Temperatura en torno a 26 °C. ya que no es climatización.
- Rango de Humedad Relativa 60 - 75 %.
- Presión Positiva del aire de 1 - 1.5 " de agua.
- Tipo de filtros, absolutos, prefiltros hechos de fibra de vidrio y filtros lavables de malla de aluminio.
- Manómetros para control de filtros absolutos.
- Swicht que regulen la presión del cuarto.
- Instalación de rejillas de retorno a nivel del

- tumbado.
- Tratar de mantener las aberturas con la mínima fuga posible, esto en las paredes por donde pasen las bandas transportadoras, la lavadora de botellas y las tuberías de hierro.
 - Ductos metálicos.
 - Instalación de difusores de aire de 4 vías con álabes graduables y damper regulable.
 - Flujo continuo de aire.
 - Mantener una concentración de partículas entre 10 - 15 por pie³ de aire.

CAPITULO II

CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACION

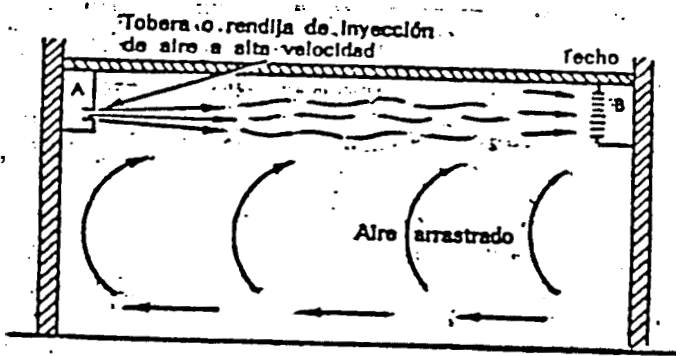
2.1.- ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACION

Siempre que se desea realizar el estudio sobre sistemas de ventilación, se debe tener presente las condiciones ambientales interiores y exteriores ya que la combinación de estas dos condiciones y de su comportamiento se podrá determinar el caudal de aire necesario.

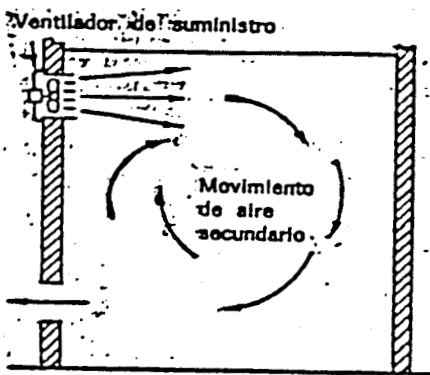
El análisis de los sistemas de suministro, retorno y extracción de aire representan actualmente un problema muy complejo para el ingeniero diseñador, ya que debe tener en cuenta una serie de aspectos que van desde el espacio físico disponible hasta llegar a lograr las condiciones requeridas, tomando como base esos conceptos se delinearán ciertos criterios para el desarrollo de este proyecto.

Sabiendo que la ventilación mecánica o forzada es la que se aplicará y que como elementos motrices se usará los ventiladores o sopladores capaces de poder manejar el flujo de aire. De la tabla IV se puede observar que los ventiladores a utilizar son los del tipo centrífugo con los álabes inclinados hacia atrás (fig. 10).

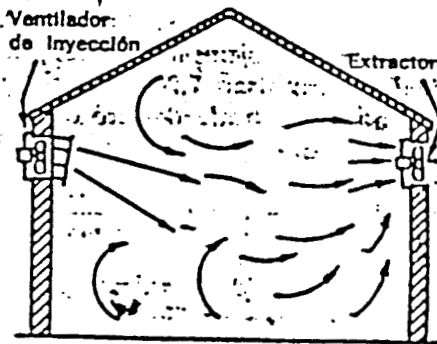
Otra clasificación que se suele tener presente para la selección de los ventiladores es la eficiencia y este parametro se basa en su aplicación.



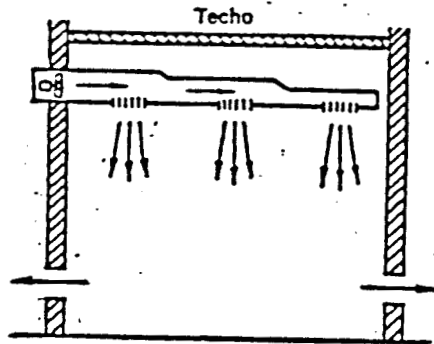
Ventilación cruzada para locales: A, conducto de suministro; B, conducto de extracción.



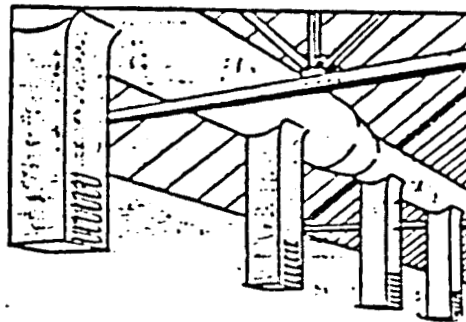
Sistema de suministro simple con ventilador soplando directamente a la atmósfera.



Sistema combinado de inyección y extracción con ventiladores helicoidales.



Inyección vertical desde conductos horizontales.



Sistema de suministro inyectando aire hacia abajo a través de conductos verticales con aberturas en celosía.

TABLA IV

CLASIFICACION DE VENTILADORES.

APLICACION	CARACTERISTICAS DE FLUJO	CARACTERISTICAS DE SISENO
Según el Flujo	- Axial: El flujo de aire es paralelo al eje.	Aspas Tubo - Axial Vena - Axial
	- Centrifugos: Toman el aire axialmente y lo expulsan tangencialmente	Alabes hacia adelante Alabes hacia atrás Alabes rectos Airfoil (gran eficiencia)
	- Diseños especiales : son ventiladores especiales de acuerdo a su aplicación.	Tubular Centrifugo Tipo Hongo
Según la Presión	- Axial: Son de alto caudal pero no trabajan con caída de presión	Aspas - baja presión " media presión " alta presión (Avión)
	- Centrifugos: Son los mas eficientes y aplicables en sistemas de ventilación industrial, pueden ser de alto o bajo caudal, así como de alta, baja o media presión.	Alabes hacia adelante: de baja presión. Alabes hacia atrás: de media presión y alto caudal. Alabes rectos: de baja caudal y alta presión.

Tomado del Folleto de Ventilación y Sistemas de Aire, Pág. 91, Sección 3.2,

Capítulo 3, del Seminario dictado 18 - 19 de mayo del 91.

2.2.- LEYES DE LOS VENTILADORES.

Las leyes de los ventiladores, relacionan las variables de performance para cualquier ventilador siempre y cuando estos sean dinámicamente similares

Las variables involucradas son:

- 1.- El diámetro (D).
- 2.- La velocidad rotacional (N=RPM).
- 3.- El caudal (Q=CFM).
- 4.- La presión o cabezal (Pt o Ps).
- 5.- La densidad del aire (d).
- 6.- La eficiencia mecánica (n).
- 7.- La potencia (W), aire de entrada (We), al eje (Wi).

Las leyes de los ventiladores son expresiones matemáticas que relacionan a dos ventiladores cuando estos son dinámicamente similares y sus curvas de performance son homólogas, se aplica para el análisis sobre la curva de performance en el mismo punto de funcionamiento.

Estas leyes se usan para predecir la performance de funcionamiento de cualquier ventilador cuando los datos de pruebas son cambiados para cualquier ventilador de la misma serie, (tabla V).

TABLA V

LEYES PARA LOS VENTILADORES^{a, b}

No.	Variable Dependiente	Variables Independientes
1a.	$Q_1 = Q_2$	$x (D_1/D_2)^3 x (N_1/N_2)$ $x 1$
1b	$Ps_1 = Ps_2$	$x (D_1/D_2)^2 x (N_1/N_2)^2$ $x e_1/e_2$
1c	$W_1 = W_2$	$x (D_1/D_2)^5 x (N_1/N_2)^3$ $x e_1/e_2$
2a	$Q_1 = Q_2$	$x (D_1/D_2)^2 x (Ps_1/Ps_2)^{1/2}$ $x (e_1/e_2)^{1/2}$
2b	$N_1 = N_2$	$x (D_1/D_2) x (Ps_1/Ps_2)^{1/2}$ $x (e_1/e_2)^{1/2}$
2c	$W_1 = W_2$	$x (D_1/D_2)^2 x (Ps_1/Ps_2)^{3/2}$ $x (e_1/e_2)^{1/2}$
3a	$N_1 = N_2$	$x (D_1/D_2)^3 x (Q_1/Q_2)$ $x 1$
3b	$Ps_1 = Ps_2$	$x (D_1/D_2)^4 x (Ps_1/Ps_2)^2$ $x e_1/e_2$
3c	$W_1 = W_2$	$x (D_1/D_2)^4 x (Ps_1/Ps_2)^3$ $x e_1/e_2$

a; El subíndice 1 denota que la variable es para el ventilador en consideración.

b; El subíndice 2 denota que la variable es para el ventilador probado.

Tomado del Pocket Handbook editado por la ASHRAE, Pág. 12 editado en el año de 1.987.

2.3.- PERDIDAS POR FRICCIÓN.

El flujo de aire entre dos puntos referenciales se produce debido a la diferencia de presiones entre estos dos puntos. La diferencia de presión actúa como una fuerza sobre el aire.

El impeler del ventilador imparte energía cinética y estática al aire, esta energía es representada en el incremento de la energía total, pudiéndose convertir esta energía en presión estática o presión de velocidad. Estas dos cantidades son interdependientes, es decir cualquier ventilador no se lo puede analizar sin considerar el cambio de la presión estática en velocidad y viceversa (fig. 11)

La cantidad del flujo o caudal de aire (Q) y la velocidad con que se desplaza el aire a través de una sección se relacionan de acuerdo a la siguiente expresión.

$$Q = V \times A \quad \text{Ec. (2.1)}$$

donde; Q : Caudal en CFM o m³/hr.

V : Velocidad lineal en FPM o m/seg.

A : Sección transversal por donde pasa aire.

El aire viaja con una velocidad específica, la cual crea una presión definida la misma que es conocida

como presión de velocidad. Hay una relación bien definida entre la velocidad del aire y la presión de velocidad, esta dada por la expresión.

$$V = (2gh)^{1/2} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

donde; V : velocidad del aire en pie/seg.

g : aceleración de gravedad, 32.2 pie/seg²

h : cabezal de aire en pie.

Si se tiene que la densidad del aire es de 0.075 lb/pie³, la ecuación se convierte en:

$$V = 4065x(VP)^{1/2} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

donde; V : velocidad del aire en pie/min.

VP : presión de velocidad en pulgadas de agua

La presión estática no depende de la velocidad del aire y es normalmente perpendicular a las paredes del ducto. Si se tiene una presión estática menor que la atmosférica se habla de una presión negativa y si esta es mayor se tiene una presión positiva, en tanto que la presión de velocidad es siempre positiva.

La suma algebraica de las presiones estática y de velocidad es la presión total (Pt), esto se representa mediante la relación.

$$Pt = Pe + Pv.$$

donde; Pt : presión o cabezal total en pulg. agua.



P_e : presión o cabezal estático.

P_v : presión o cabezal de velocidad.

Lo anteriormente expuesto se lo puede visualizar en las siguientes curvas y gráficos en la figura 11.

Para el presente proyecto se considera que las pérdidas por fricción en los recorridos del ducto no serán mayores a 0,15 pulgadas de agua por cada 100 pies de recorrido de ducto, por esta razón se toma como referencia una velocidad en el ducto no mayor a 2.100 Pies/min en el ramal principal y las ramificaciones, inclusive se tendrá presente la forma y orientación de deflectores y dampers.

En caso de que se presenten inconvenientes en el montaje de ductos al pasar por las vigas principales y de amarre se ha previsto la instalación de elementos aerodinámicos a fin de mantener las pérdidas en el mínimo rango posible, también en la construcción de piezas especiales tales como transformaciones y reducciones su cambio de sección será de tal forma que no produzca turbulencias (figs. 12, 13, 14).

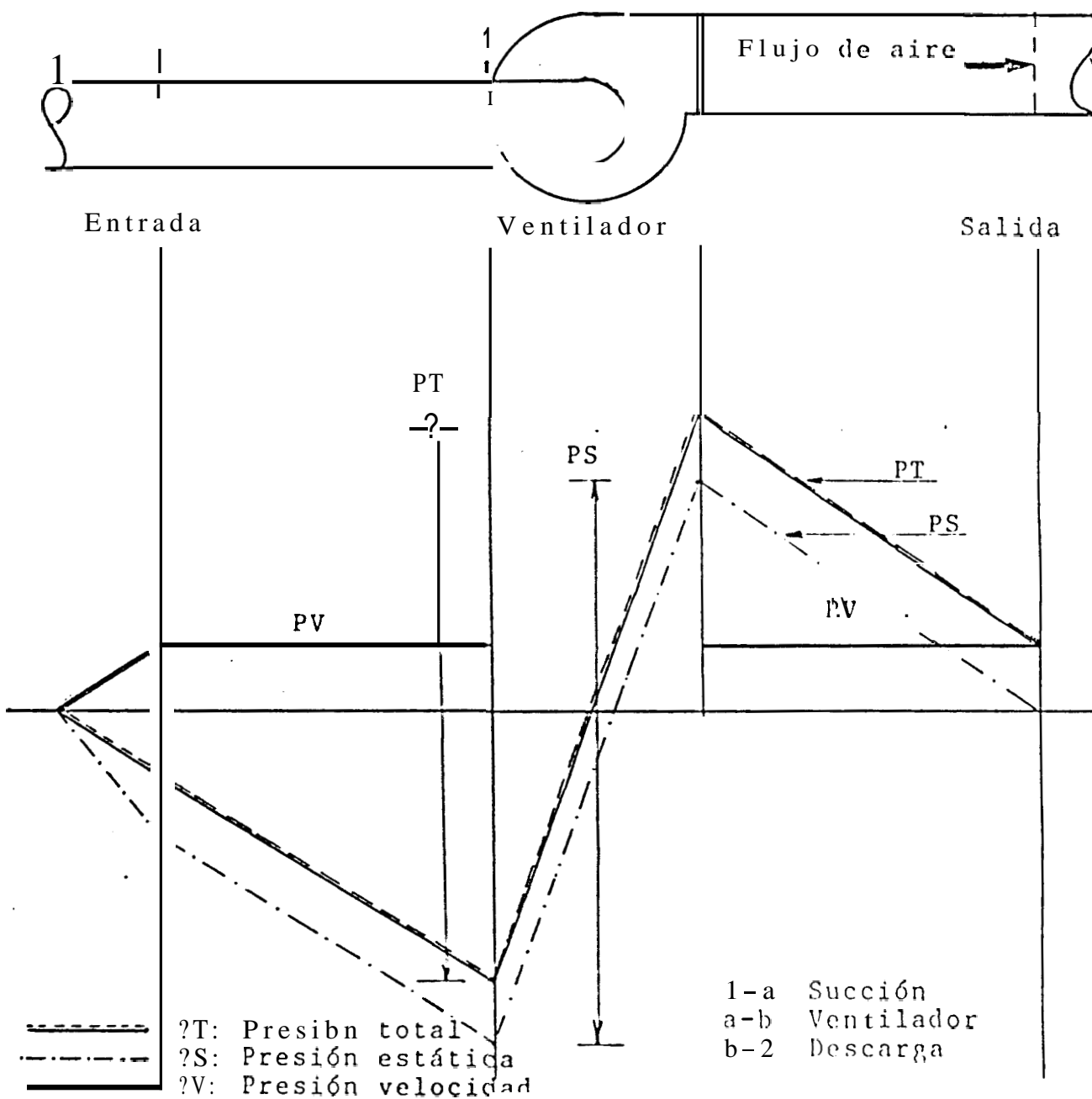


Fig. 11 PERDIDAS DE PRESION A TRAVES DEL DUCTO DEBIDO AL FLUJO DE AIRE

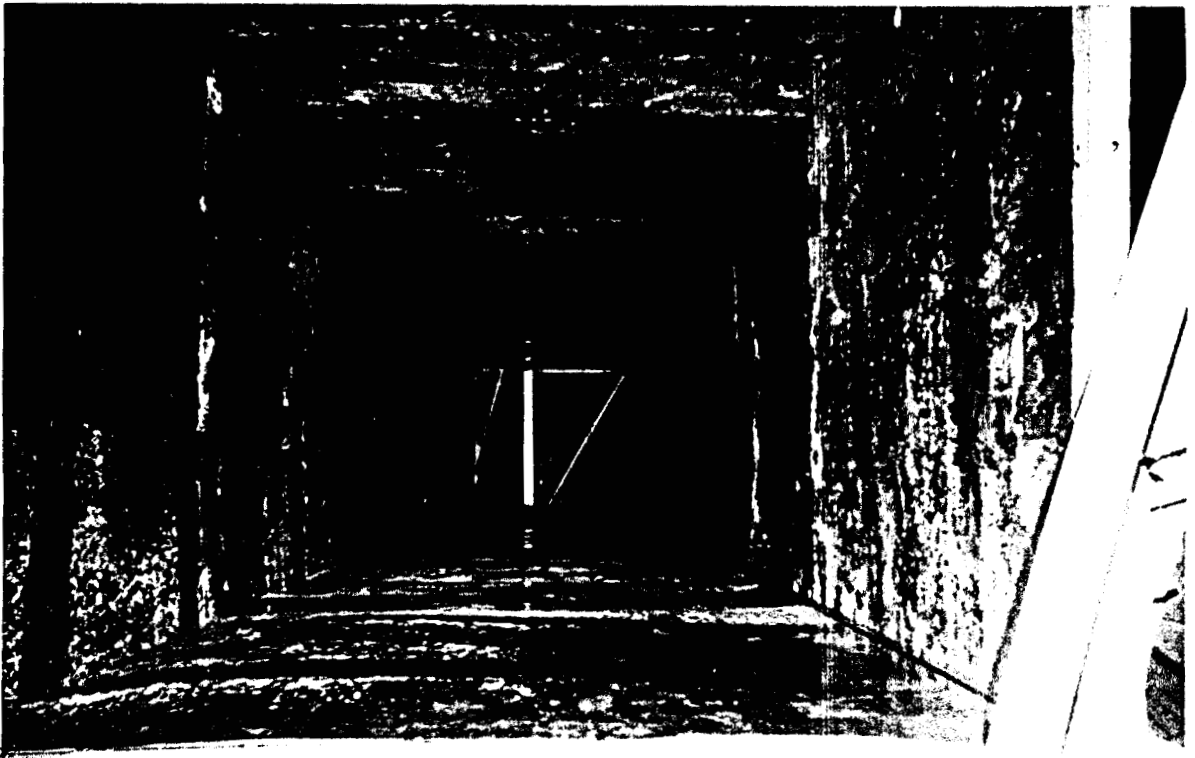


Fig. 12 VISTA INTERIOR DEL DUCTO AL PASAR POR ESTRUCTURA

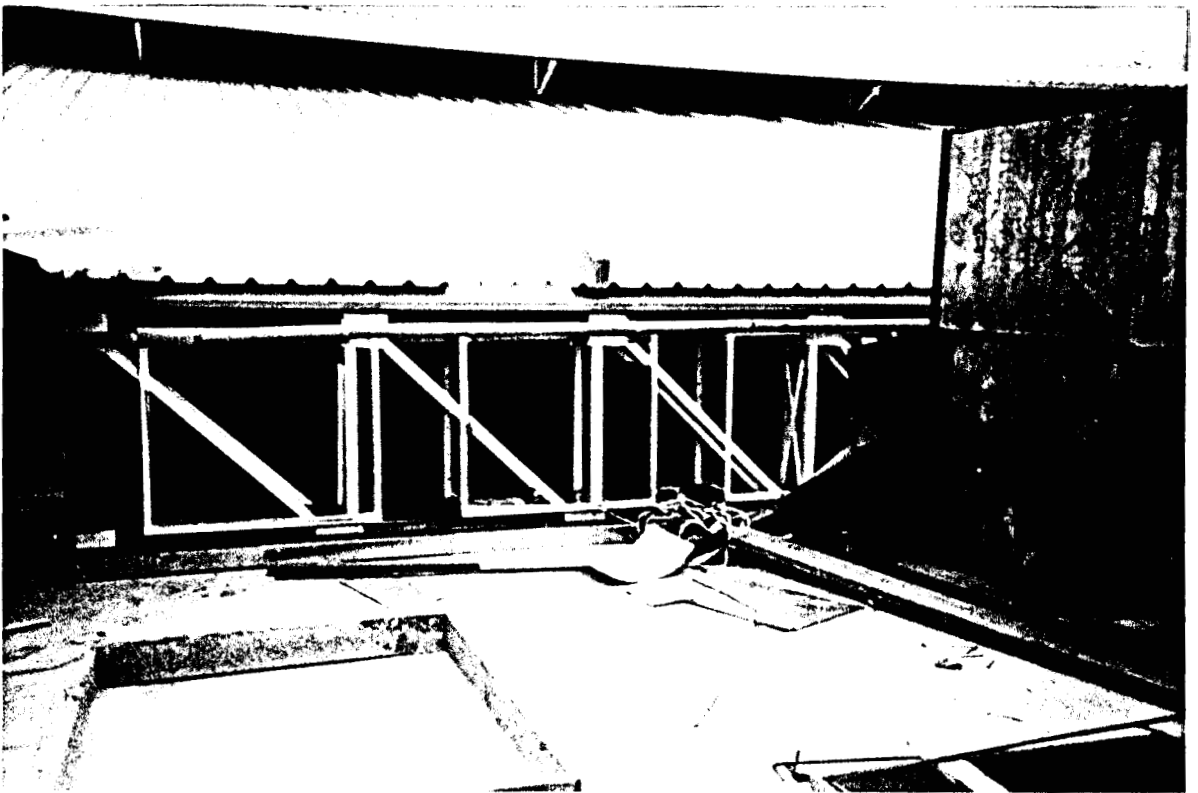


Fig. 13 PÁSO DE DUCTOS A TRAVES DE ESTRUCTURR PRINCIPAL

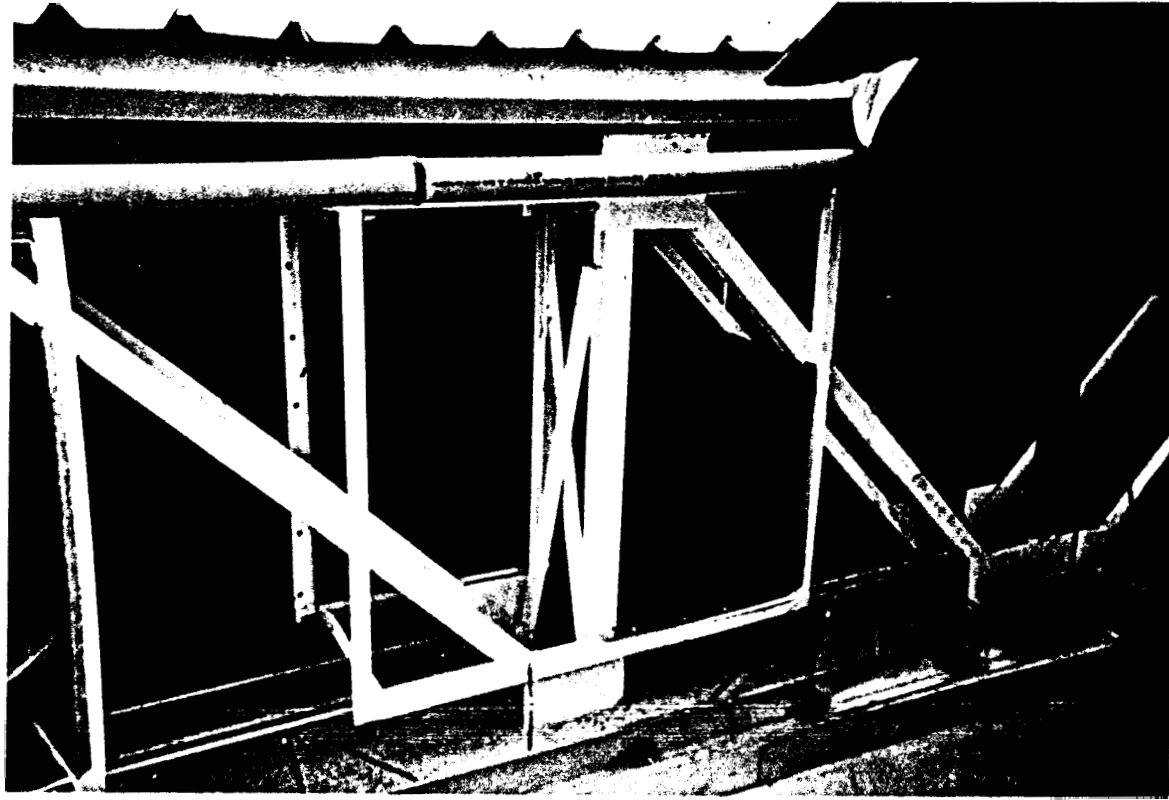


Fig. 14 DETALLE DE PADO DE DUCTOS Y CORTES EN ESTRUCTURA ORINCIPAL

2.4.- RENOVACION Y CAMBIOS POR HORA.

El requisito principal en ventilación es reemplazar el aire contaminado y sobrecalentado por aire fresco del exterior y evitar el malestar debido a la humedad, para determinar la cantidad de ventilación y el movimiento de aire requerido, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Dimensión del edificio.
- Número y tipo de ocupantes y sus actividades.
- Carga térmica generada por los equipos y la radiación solar.
- Humedad relativa.
- Temperatura del aire exterior y la variación de esta.

Cuando se menciona la renovación se habla de la cantidad de aire externo que se suministrará y es por esta renovación que se mantendrá el cuarto presurizado.

Hay que establecer la diferencia entre cambios por hora y renovación, se entiende un cambio por hora cuando el aire de un determinado ambiente ha sido manejado o movido completamente por un ventilador, es decir lo recircula, pero cuando se habla de renovación se esta diciendo que se introduce una

determinada cantidad de aire exterior y se produce una mezcla.

Una vez establecida la diferencia se puede indicar que en este caso particular ambos conceptos se los puede interpretar como lo mismo, ya que no se esta recirculando sino que se tiene una renovación del 100% de aire externo, es decir que si se habla de 30 cambios por hora se dice que en una hora se ha renovado 30 veces el volumen de aire interior. Se considera 100% renovación con la finalidad de tener una presión positiva.

Velocidades de Ventilación.- Una base para estimar la velocidad de renovación del aire es el número de veces por hora que el aire contaminado en un edificio debe reemplazarse por aire fresco, la tabla VI es una guía del número de renovaciones de aire por hora generalmente admitido en ventilación.

Para determinar el caudal de aire requerido se procede primero a determinar el volumen interior del ambiente a ventilar, luego se multiplica este valor por el factor o número de renovaciones según la tabla en mención, matemáticamente se expresa así:

Volumen = Area del piso x Altura (m³).

$$Q = \text{Volumen} \times \text{Factor (tabla VI)} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

El valor obtenido es la cantidad de aire fresco necesario para ventilar el ambiente deseado, siempre y cuando no hallan otros factores que predominen tales como la humedad y las cargas térmicas internas que a menudo se presentan.

Para el presente trabajo que es la nueva línea de llenado de la Cervecería el área de trabajo conocida como cuarto de presión positiva tiene una forma irregular por lo tanto se tomará cada una de las medidas de sus paredes a fin de obtener el volumen requerido para el cálculo de la ventilación requerida, esta cuantificación se la realizará detalladamente en la siguiente sección.

2.5.- CALCULO, TABLAS Y CURVAS CARACTERISTICAS

Como se puede observar en la sección anterior, de todas las ecuaciones mostradas para el cálculo y dimensionamiento del sistema de ventilación motivo de este proyecto, la ecuación básica para el cálculo del sistema es la ecuación 2.5 y la tabla VI, en la figura 15 se presenta la forma y medidas del cuarto a ventilar.

Como se sabe que en una línea de envasado existen una serie de elementos eléctricos y electrónicos que sirven para accionar y poner en movimiento toda la maquinaria en el proceso, así como también hay personas laborando en el interior del cuarto de presión positiva que las operan de operadores y controladores, es lógico suponer que todos estos elementos intervinientes en el sistema deben ser considerados para el dimensionamiento del sistema de ventilación.

Por lo expuesto se debe considerar los otros factores que intervienen en el cálculo de la ventilación y son las cargas térmicas que se generan por diferentes fuentes tales como:

- a) el calor producido por los ocupantes y su actividad.

- b) Equipos eléctricos y electrónicos y otras máquinas.
- c) Procesos Exotérmicos.
- d) Calor por radiación y convección.

Tomando en consideración las condiciones interiores y exteriores se puede calcular los distintos parámetros necesarios para el presente estudio.

Condiciones exteriores: Temp. bulbo seco = 35 °C

Temp. bulbo húmedo = 26 °C

Humedad relativa = 70 %

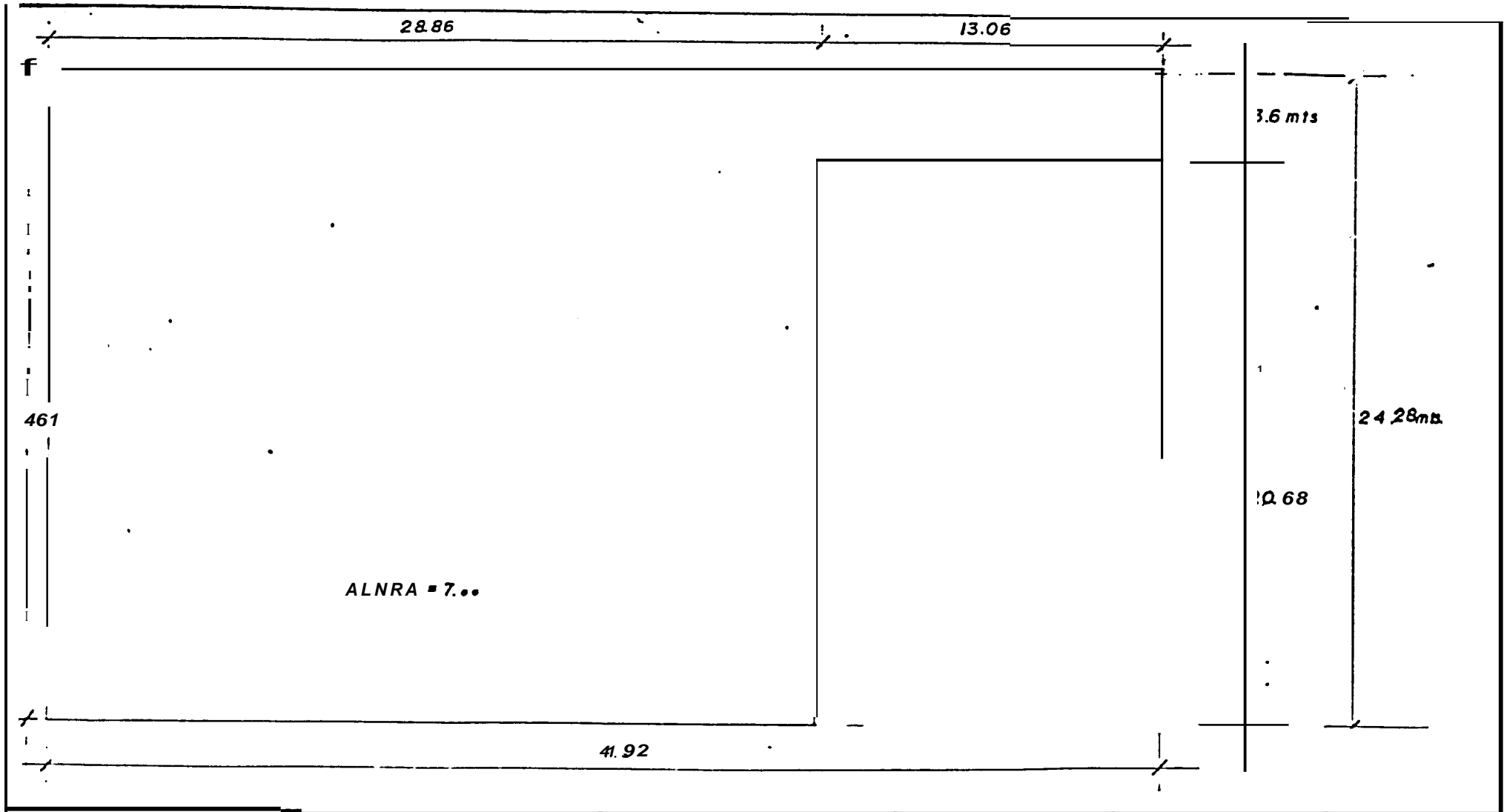
Condiciones interiores: Temp. bulbo seco = 26 °C

Temp. bulbo húmedo = 23 °C

Humedad relativa = 50-60 %

Como primer paso se detalla en un cuadro las medidas físicas del cuarto a ventilar y presurizar y las características del material que están hechos tanto sus paredes como la cubierta.

La cota desde el piso hasta la cubierta es de 7,00 m, en lo que respecta a las otras medidas están dadas en la figura 15.



IRA	CONTIENE	DISEÑO	RESP.TEC.	APR.	FECHA
CERVECERIA NACIONAL	CUARTO PRESION POSITIVA				ESCALA sin escala

CUADRO DE DIMENSIONES Y UBICACION DEL CUARTO

	Area m ²	Tipo de Material	Fajo Cubierta	Aislada
Cubierta	1.070	Steel Panel	Si	Si
Pared 1	293	Vidrio	Si	No
Fared 2	172	Vidrio	Si	No
Fared 3	202	Vidrio	Si	No
Pared 4	144	Vidrio	Si	No
Pared 5	91	Vidrio	Si	No
Fared 6	25	Vidrio	Si	No
Piso	1.070	Concreto	Si	Si

El volumen del cuarto se lo calcula tomando el área del piso y la altura, aplicando la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \text{Area} \times \text{Altura} \\ &= 1070 \times 6,2 = 6.634 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

El caudal requerido se lo determina con la ecuación 2.5 y la tabla VI.

$$\begin{aligned} Q &= 6.634 \text{ m}^3 \times 8 \text{ renov./hr} \\ &= 53.070 \text{ m}^3/\text{hr} \quad (31.200 \text{ pie}^3/\text{min}) \end{aligned}$$

Los siguientes valores en calcular son los relacionados con la carga térmica que se genera por la ganancia de calor por los otros factores que se han mencionado.

Ventilación por ocupantes.- Este factor se lo debe considerar ya que las personas que laboran dentro

TABLA VI

RENOVACIONES DE AIRE POR HORA.

Naturaleza del ambiente	Renovaciones de aire por hora
Bancos	2 - 4
Bares de hoteles	4 - 6
Cafés y bares de cafés	10 - 12
Cantinas	4 - 6
Cines (no fumadores)	10 - 20
Cines (fumadores)	20 - 40
Cocinas comerciales o de escuelas	15 - 20
Cocinas domésticas	10 - 15
Fabricas en general	6 - 10
Fundiciones	20 - 30
Hospitales	4 - 6
Laboratorios	4 - 6
Residencia	1 - 2
Restaurante	6 - 10
Sala de bailes (fumadores)	12 - 16
Sala de billares (no fumadores)	6 - 8
Sala de calderos	20 - 30
Sala de máquinas	20 - 30
Talleres de fabricación	6 - 10
Talleres de pintura	30 - 60
Talleres con hornos	30 - 60
Teatros (no fumadores)	10 - 15
Sala para banquetes	6 - 10
Sala para clases	2 - 3
Plantas de procesos	6 - 10

Tomado del Pocket Handbook editado por la ASHRAE, Pág. 12 editado en el año de 1.937. norma ASHRAE 62-1981.

de la línea de llenado tienen un determinado grado de actividad y por lo tanto generan calor y olores.

Hay ciertas normas que recomiendan 30 m³., por persona y por hora, pero en este cálculo aquello no es suficiente ya que nuestro clima es caluroso y tiene alta humedad, hay otros elementos contaminantes dentro del ambiente, inclusive el producto que se maneja tiene sus propiedades, por esto y en base a la experiencia se tomará un factor de seguridad de 5, la expresión que se obtiene es:

$$Q = \# \text{ personas} \times 30 \times 5 \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Otra ecuación que permite calcular la ventilación por los ocupantes es la que relaciona la carga que generan de acuerdo a la actividad y por el diferencial de temperatura que se logra, (tabla VII), la ecuación es:

$$Q = (Ct \times \# \text{ personas}) / (dt \times 0,288) \quad \text{Ec. (2.7)}$$

donde; Q : caudal en m³/hr.

Ct : carga térmica en Kcal/hr

dt : diferencial de temperatura en °C

El valor 0,288 es un factor de conversión que

TABLA VII

CALCULOS APROXIMADOS DE PRODUCCION DE CALOR DEL CUERPO HUMANO

PARA VARIOS TIPOS DE ACTIVIDADES

Clase de Trabajo	Actividad	Carga Generada	
		Kcal/hr	Etq/hr
	Durmiendo	63	250
	Sentado tranquilo	100	400
Trabajo ligero	Sentado con leves movimientos brazos	115 - 140	450 - 550
	Sentado con leves movimientos brazos y piernas	140 - 165	550 - 650
	De pie con ligero trabajo de banco y moviendo los brazos	140 - 165	550 - 650
	Sentado con movimiento pesado de brazos y piernas	165 - 200	650 - 800
Trabajo Moderado	De pie, con ligero movimiento de máquina o banco y algún movimiento alrededor	165 - 190	650 - 750
	De pie, con trabajo moderado de máquina o banco y algún movimiento alrededor	190 - 255	750 - 1000
	Caminando con levantamientos o empujes moderados	255 - 350	1000 - 1400
	Levantamiento, empujes o arrastre pesados intermitentes	375 - 510	1500 - 2000
Trabajo Pesado	El trabajo mas duro sostenido moviendo los brazos	510 - 605	2000 - 4000

Tomado del ASHRAE " Handbook of Fundamentals ". Pág. 119 editado en el año de 1.967.

involucra la densidad y el calor específico del aire así como la conversión de Joule a Kcal.

Se considera que en un momento determinado pueden estar laborando dentro del cuarto hasta 12 personas y tomando en cuenta la carga que generan de acuerdo a la tabla VII, se aplica la ecuación 2.7.

$$C_t = 12 \times 180 \\ = 2.160 \text{ Kcal/hr (8.575 Btu/hr)}$$

$$Q = \frac{2.160 \text{ Kcal/hr}}{9 \text{ } ^\circ\text{C} \times 0,288 \text{ Kcal/m}^3\text{-}^\circ\text{C}} \\ = 830 \text{ m}^3\text{/hr (490 pie}^3\text{/min)}$$

Ventilación por equipos eléctricos, electrónicos y otras máquinas.- Los motores eléctricos, los equipos electrónicos y las lámparas se calientan al usarlas, y por consiguiente, generan calor que eleva la temperatura del ambiente

Para el sistema de alumbrado se considera como carga que por cada vatio genera 0,86 Kcal/hr (3,41 Btu/hr)

Para el caso de los motores y equipo electrónico se debe estimar la cantidad de calor que generan y

TABELA VIII

CALOR QUE DESPIDEN LOS MOTORES ELECTRICOS APROXIMADAMENTE

Potencia del Motor	Kcal/hr a plena carga Emisión total	Pérdidas	Kcal/hr por Kilovatio Emisión total	Pérdidas
0,25 KW	335	135	1.420	535
0,50 KW	670	200	1.300	415
1,00 KW	1.150	300	1.150	300
5,00 KW	5.230	1.000	1.050	200
25,00 KW	24.500	3.000	980	120
100,00 KW	94.500	9.400	945	95

Tomado del Texto GUIA PRACTICA DE VENTILACION, Pág. 37 editado en el año de 1.992.

Emisión de calor que proviene de otros aparatos eléctricos

Potencia Absorbida

Emisión de Calor

1 KW

860 Kcal/hr

cuantos de estos elementos existen, (tabla VIII) la fórmula que permite calcular la ventilación esta dada por:

$$Q = (Ct \times \# \text{ elementos}) / (dt \times 0,288) \quad \text{Eq. (2.8)}$$

donde; Q : caudal en m³/hr.

Ct : carga térmica en Kcal/hr

dt : diferencial de temperatura en °C

El valor 0,288 es un factor de conversión que involucra la densidad y el calor específico del aire así como la conversión de Joule a Kcal.

Para determinar la carga que se genera por luces y equipo eléctrico y electrónico se aplica la ecuación 2.8 y la tabla VIII, en el sistema de alumbrado hay un total de 28 lámparas de 440 vatios

En lo que respecta a los motores hay desde 1/2 Hp hasta 1 HP con un total de 12.

$$\begin{aligned} Ct &= 28 \times 440 \text{ vatios} \times 0,86 \text{ Kcal/hr-vatios; Luces} \\ &= 10.600 \text{ Kcal/hr (42.040 Btu/hr)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{10.600 \text{ Kcal/hr}}{9 \text{ °C} \times 0,288 \text{ Kcal/m}^3\text{-°C}} \\ &= 4.060 \text{ m}^3\text{/hr (2.380 pie}^3\text{/min)} \end{aligned}$$

$$C_t = 12 \times 0.5 \text{ HP} \times 641 \text{ Kcal/hr-HP}; \quad \text{Motores}$$

$$= 3.850 \text{ Kcal/hr (15.260 Btu/hr)}$$

$$Q = \frac{3.850 \text{ Kcal/hr}}{9 \text{ }^\circ\text{C} \times 0,288 \text{ Kcal/m}^3\text{-}^\circ\text{C}}$$

$$= 1.480 \text{ m}^3\text{/hr (870 pie}^3\text{/min)}$$

Ventilación por transferencia de calor debido a la radiación solar.- Las temperaturas interiores se elevan de manera considerables por la acción solar transmitida a través de las ventanas, paredes y cubiertas.

Se tiene la ventaja que tanto las paredes como la cubierta no llega el sol directamente ya que el cuarto de presión positiva esta construido dentro de la cubierta principal y a pesar que todas las paredes son de vidrio y la cubierta de steel panel la carga por este concepto no es elevada.

Se considera que las paredes tienen un factor de generación de carga de 25 Kcal/hr por metro cuadrado (100 Btu/hr-m²) para calcular la carga total se debe tener el área total de las paredes luego se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = C_t / (dt \times 0,288) \quad \text{Ec. (2.9)}$$

donde; Q : caudal en m³/hr.

Ct : carga térmica en Kcal/hr

dt : diferencial de temperatura en °C

El valor 0,288 es un factor de conversión que involucra la densidad y el calor específico del aire así como la conversión de Joule a Kcal.

Para calcular la ganancia de calor debido a las paredes se aplica la ecuación 2.9. el área total de vidrios es 928 m². cabe señalar que la carga es mínima en razón que el cuarto esta bajo la cubierta principal.

$$\begin{aligned} Ct &= 25 \text{ Kcal/hr-m}^2 \times 928 \text{ m}^2 \\ &= 23.200 \text{ Kcal/hr (92.060 Btu/hr)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{23.200 \text{ Kcal/hr}}{9 \text{ }^\circ\text{C} \times 0,288 \text{ Kcal/m}^3\text{-}^\circ\text{C}} \\ &= 8.800 \text{ m}^3\text{/hr (5.220 pie}^3\text{/min)} \end{aligned}$$

Se tendrá presente las siguientes consideraciones:

- * Como no hay paredes exteriores, se considerará como paredes a la sombra.
- * La ganancia de calor por piso y cubierta, en este caso no se considerada, ya que la cubierta estara aislada y el piso por su ubicación no se lo considera como generador de calor

- * No hay ventanales expuestos al sol.
- * Hay filtraciones de aire hasta el exterior pero esto no influye en el cálculo por que el cuarto permanecerá presurizado.

Hay otras dos ecuaciones que nos permiten obtener la ventilación requerida en función del calor sensible y el calor latente y son:

$$Q = Cg / (1,08 \times dt) \quad \text{Ec. (2.10)}$$

donde; Q : caudal en pie³/min.

Cg : carga térmica total - calor sensible en Btu/hr.

dt : diferencial de temperatura en °F

El valor 1.08 es un factor de conversión.

$$Q = Cg / (0,67 \times \text{granos}) \quad \text{Ec. (2.11)}$$

donde; Q : caudal en pie³/min.

Cg : carga térmica total - calor sensible en Btu/hr.

dt : diferencial de temperatura en °F

El valor 0,67 es un factor de conversión.

Una vez que he obtenido las ecuaciones

características para el cálculo de la cantidad de flujo de aire necesario para lograr las condiciones requeridas, se procederá a elaborar los cuadros y tablas para obtener el computo final.

Los resultados que se han obtenido en base al cálculo efectuado se presentan en la tabla IX, en ella se puede observar los distintos factores que se han considerado para determinar la ventilación requerida, se recalca que el sistema es 100% de aire de renovación a fin de mantener el cuarto con una presión cuyo rango estará entre 1 y 2 pulgadas de columna de agua con respecto a los lugares aledaños.

Para cuestiones de orientación y ubicación del cuarto de presión positiva en la compañía de Cervezas Nacionales al final del informe se presenta el plano general de distribución de ductos y ubicación de unidades ventiladoras.

TABLA IX

VENTILACION TOTAL REQUERIDA PARA EL CUARTO DE PRESION POSITIVA EN LA NUEVA LINEA DE ENVASADO DE LA COMPANIA DE CERVEZAS NACIONALES.

	Carga Kcal/hr	Ventilación m ³ /hr	Requerida pie ³ /min(CFM)
Cubierta	0	0	0
Fiso	0	0	0
Paredes	23.200	8.800	5.220
Renovación	0	53.070	31.200
Ocupantes	2.160	830	490
Luces	10.600	4.060	2.380
Motores	3.850	1.480	870
Filtraciones	0	0	0
Producto	0	0	0
Total	39.810	68.240	40.160

El presente cuadro es general para todo el sistema y se puede considerar ciertas variaciones si hay otros elementos que en un momento generen carga térmica y deban ser considerados.

CAPITULO III

ANALISIS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE

3.1.- CONCEPTOS BASICOS

Antes de definir lo que es el sistema de distribución de aire con ductos y su aplicación se definirá algunos conceptos que se los ha venido mencionando y que son elementales para conocer el comportamiento del aire con sus propiedades termodinámicas, las mismas que se detallan a continuación:

- 1.- Temperatura de bulbo seco.- Es la temperatura normal del aire medido con un termómetro ordinario, esta puede ser expresada en °F o °C, es representada sobre la carta psicrométrica por líneas verticales.
- 2.- Temperatura de bulbo húmedo.- Es la temperatura medida con un termómetro en el cual el bulbo

está cubierto o envuelto por una superficie húmeda, es la temperatura de evaporación del agua, puede ser expresada en °F o °C, en la carta es representada por líneas inclinadas partiendo de la línea de saturación.

- 3.- Humedad Relativa.- Es la relación del vapor de agua real en el aire, comparado a la máxima cantidad que estaría presente a la misma temperatura, expresada como un porcentaje en otras palabras se esta hablando de calidad del aire.
- 4.- Calor Sensible.- Es la cantidad de calor seco, es decir es la cantidad de calor que puede ser medido y esta reflejada en la temperatura de bulbo seco, es expresado en Btu/lb, de aire seco.
- 5.- Calor Latente.- Es el calor requerido para evaporar la humedad que contiene una cantidad específica de aire. Esta evaporación ocurre a la temperatura de bulbo húmedo, es expresada en Btu/lb de aire seco.
- 6.- Presión Positiva.- Es mantener un flujo de aire continuo desde el exterior hacia el interior de

un espacio físico, por medio de ventilación mecánica, se expresa como pulgadas de columna de agua.

7.- Calidad del aire.- Es la condición del aire que se suministra o esta dentro de un ambiente, el cual pasa por todo un proceso de purificación a fin de lograr las condiciones requeridas, tales como temperatura, humedad, control de partículas, control de olores, etc.

8.- Renovación.- Esta ligado al término presión positiva y es la cantidad de aire que se suministra desde el exterior, se expresa siempre como un porcentaje.

Una vez definido cada uno de los términos y parámetros que intervienen en el presente cálculo, se comenzará con el análisis de las propiedades y condiciones que debe tener el ambiente a ventilar, que para la presente aplicación es la nueva línea de envasado de la Cerveceria Nacional, cabe destacar que en este tipo de aplicación esta destinado a mantener un ambiente además de ventilado con un alto grado de pureza del aire.

3.2.- PSICROMETRIA APLICADA A LA VENTILACION.

Al igual que en los sistemas de climatización para la ventilación también se puede aplicar la carta psicrométrica para definir el proceso en sus distintas etapas.

Se debe considerar que de acuerdo al tipo de aplicación se podrá graficar sobre la carta psicrométrica, es decir el proceso que se pone de manifiesto desde que el aire es tomado del exterior hasta llegar a su etapa final en las condiciones de trabajo, (Anexo D).

De acuerdo a lo expresado se puede tener los siguientes procesos:

- a.- Renovación + recirculación;
- | | |
|---------------------|---------------------|
| Con recalentamiento | Sin recalentamiento |
| Con enfriamiento | Sin enfriamiento |
| Con filtración | Sin filtración |
- b.- 100% Renovación sin recirculación;
- | | |
|---------------------|---------------------|
| Con recalentamiento | Sin recalentamiento |
| Con enfriamiento | Sin enfriamiento |
| Con filtración | Sin filtración |

Para el presente caso se tiene específicamente las siguientes condiciones:

- 100% renovación.
- Sin recalentamiento.
- Sin enfriamiento.
- Con filtración.

En la figura 16 adjunta se puede apreciar esquemáticamente el sistema que se diseñó y su posterior instalación.

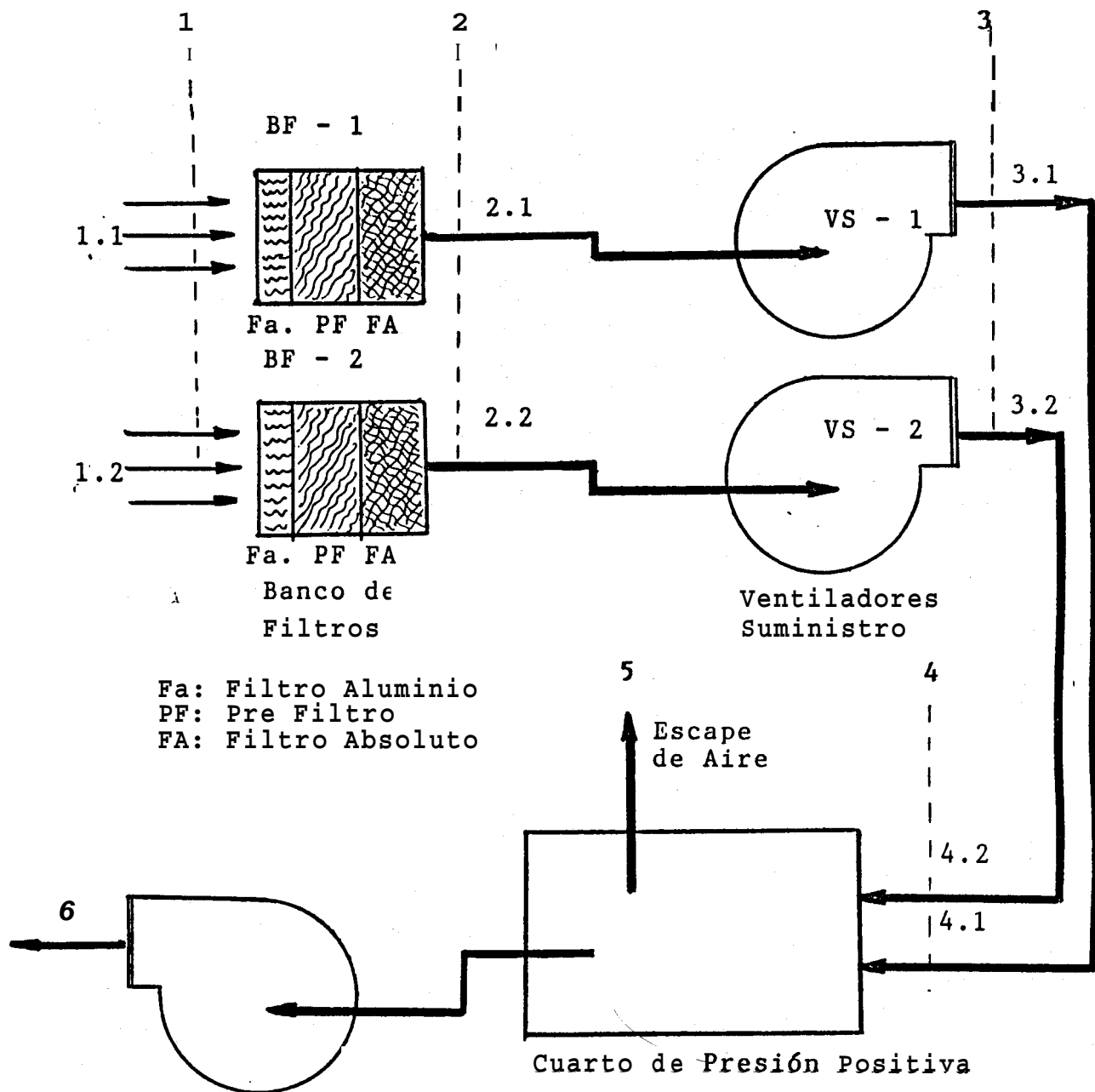


Fig. 16 DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL PROCESO

3.3.- TIPO Y SISTEMA DE DUCTERIA, MANDO Y RETORNO

Cuando se habla de los sistemas de distribución de aire en unidades de climatización o ventilación hay que considerar la función que cumple el flujo de aire para lograr las condiciones adecuadas.

La función básica de un sistema de ductos es llevar el aire desde la unidad ventiladora hasta los distintos espacios que serán acondicionados. El diseño debe estar destinado a considerar el espacio disponible, tipo de salidas de aire, los niveles de ruido, las pérdidas por fricción, el costo inicial, los factores de ganancia o transferencia de calor, las pérdidas, el balanceamiento, control de fuego y humo, el material del ducto, costo inicial y costo de operación.

No se detallará sobre cada uno de los factores que se mencionan sino que se considerará los valores normalizados para cada uno de estos casos de acuerdo a las normas establecidas, para sistemas de ventilación dados por la ASHRAE.

Los sistemas de ductos se los puede clasificar de la siguiente manera, por la presión que pueden soportar y por la velocidad del flujo de aire, esta

relación se la puede ver en la tabla X.

Para diseñar los ductos se tiene los siguientes métodos:

a).- Sistemas de baja velocidad.

Para diseñar los ductos de baja velocidad se cuenta con 3 métodos:

- Método de igual fricción.
- Método de reducción de velocidad.
- Método de capacidad balanceada.

b).- Sistemas de alta velocidad.

Para diseñar los ductos de alta velocidad se cuenta con 4 métodos:

- Método de reganancia estática.
- Método de presión total de la ASHRAE.
- Método de capacidad balanceada.
- Método de velocidad asumida.

De los métodos nombrados se utilizará el de igual fricción para diseñar el sistema de ductos en los cálculos, por ser el más adecuado y el más fácil para diseñar además que se tiene un bajo margen de error.

- Método de igual fricción. - Consiste básicamente en seleccionar una velocidad inicial de acuerdo a

TABLA X

VELOCIDADES DE AIRE MAXIMAS Y RECOMENDADAS DE ACUERDO A LAS
ASHRAE PARA SISTEMAS DE VENTILACION

DESIGNACION	VELOCIDADES RECOMENDADAS EN FPM		
	RESIDENCIAS	ESCUELAS, TEATROS, EDIFICIOS PUBLICOS	EDIFICIOS INDUCTRIALES
Entrada de aire exterior*	500	500	500
filtros*	250	300	350
Serpentines de calentamiento*	450	500	600
Lavadores de aire	500	500	500
Salidas de ventiladores	1000 - 1600	1300 - 2000	1600 - 2400
Ductos de mando	700 - 900	1000 - 1300	1200 - 1800
Ramal principal	600	600 - 900	800 - 1000
Ramal secundario	500	600 - 700	800
VELOCIDADES MAXIMAS EN FPM			
Entrada de aire exterior*	800	900	1200
filtros*	300	350	350
Serpentines de calentamiento*	500	600	700
Lavadores de aire	500	500	500
Salidas de ventiladores	1700	1500 - 2200	1700 - 2800
Ductos de mando	800 - 1200	1100 - 1600	1300 - 2200
Ramal principal	700 - 1000	800 - 1300	1000 - 1800
Ramal secundario	650 - 800	800 - 1200	1000 - 1600

* Corresponden a velocidades del área total de la rama I no del área neta libre.
Las otras velocidades en esta tabla son para el área neta libre.

Tomado del ASHRAE " Handbook of Fundamentals ", editado en el año de 1.967

a tabla XI y con el caudal que se requiere se va a la tabla de pérdidas por fricción determinándose el diámetro con el cual se trabajará en el diseño.

El valor encontrado para la pérdida de fricción se mantiene constante, por pie de ducto. Sin importar que tan largas sean las secciones.

Este método es el más utilizado ya que requiere menos trabajo para obtener los resultados deseado y se obtiene secciones más económicas, inclusive existen instrumentos que facilitan el trabajo, como es el DUCTULADOR, (fig. 17)

Ductería de mando y retorno.- El sistema de ductos para la distribución de aire para mando y retorno serán construidos en planchas de hierro galvanizado calidad ASTM 532 "LOCKING QUALITY" en espesores que se basarán en la norma SMACNA para ductos de media presión, (figs. 18, 19, 20 y 21).

Ga. 24 (0,56 mm) cuyo lado mayor sea de 0" - 30".

Ga. 22 (0,71 mm) cuyo lado mayor sea de 31" - 54".

Ga. 20 (0,96 mm) cuyo lado mayor sea de 55" - 84".

Ga. 18 (1,21 mm) cuyo lado mayor sea de 85" o mas

Los ductos deberán ser construidos de acuerdo al

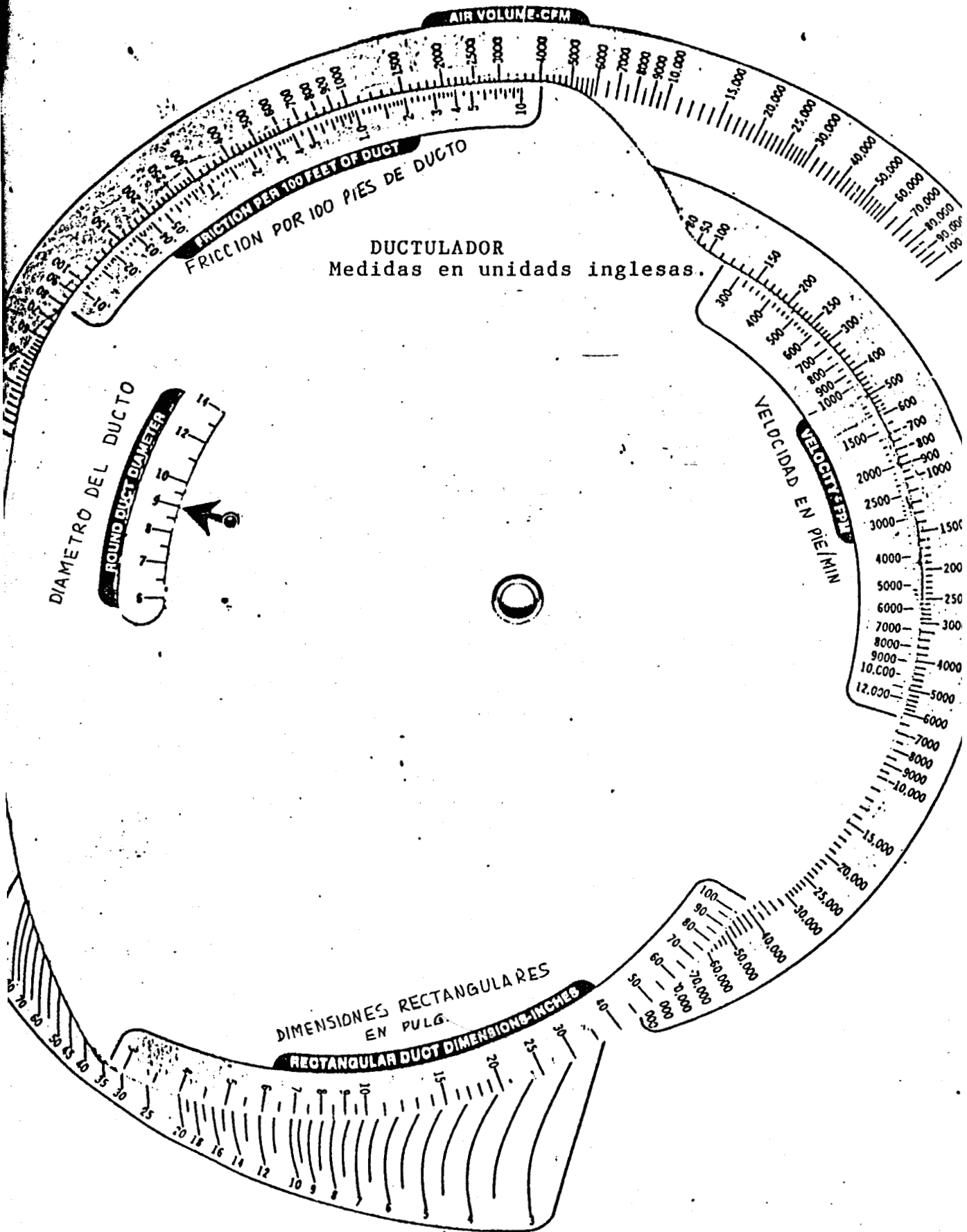


Fig. 17 DUCTULADOR

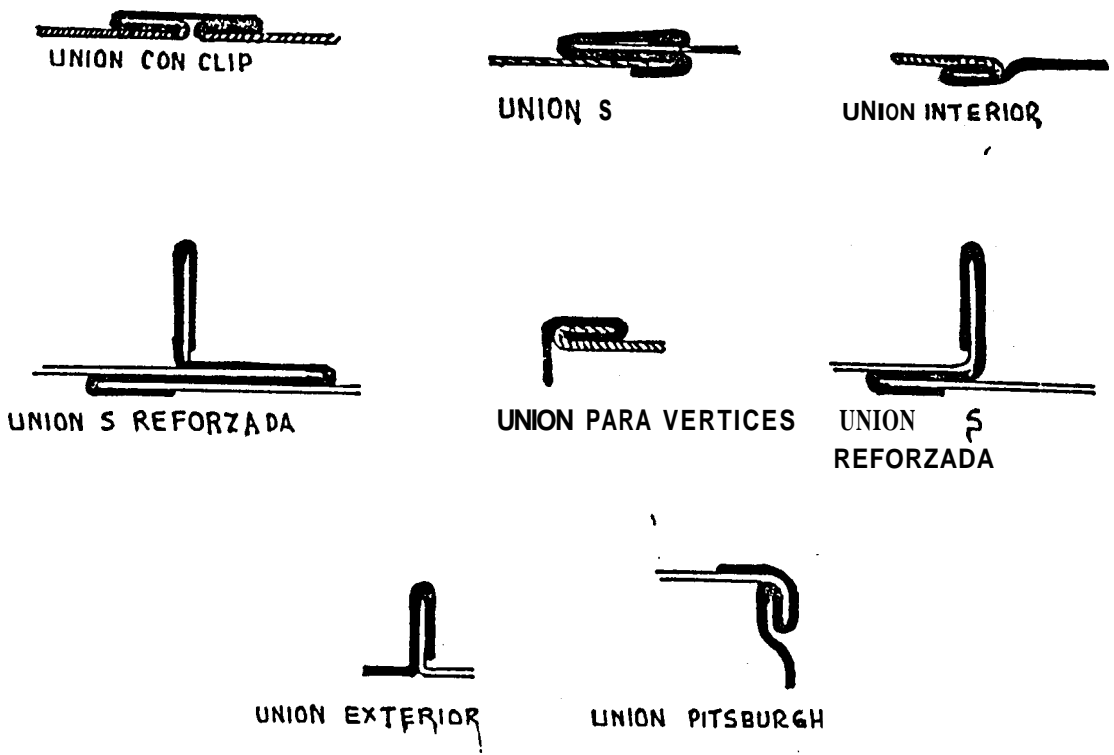
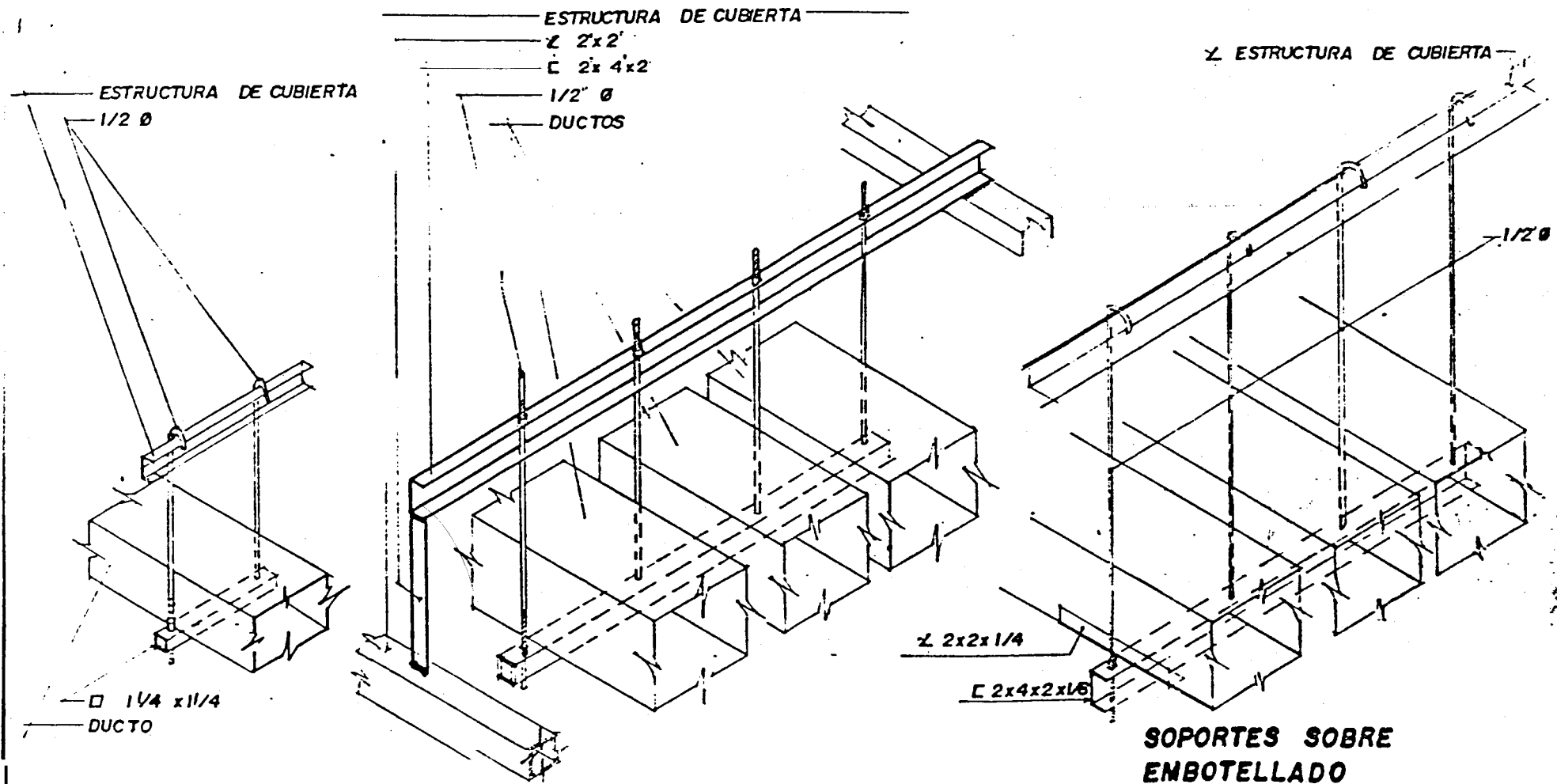


Fig. 2.8 DETALLE DE UNIONES PARA DUCTOS UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE DUCTOS CON PLANCHA GALVANIZADA



SOPORTES SOBRE TUMBADO

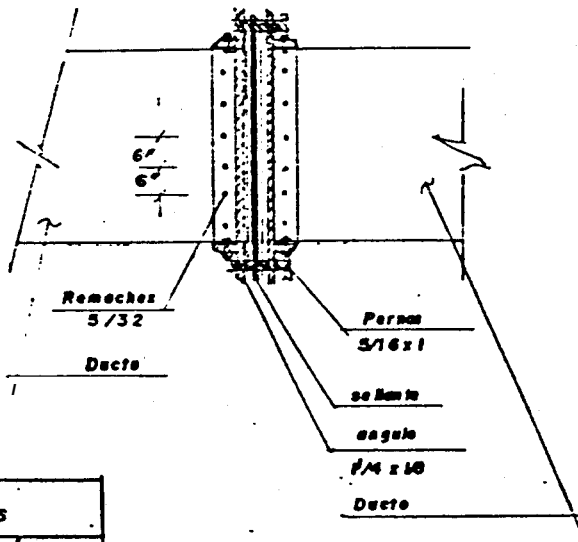
SOPORTES SOBRE EMBOTELLADO

OBRA	CONTIENE	DISEÑO	RESP.TEC.	APR.	FECHA
CERVECERIA NACIONAL	SOPORTES DE DUCTOS				
					ESCALA no escala

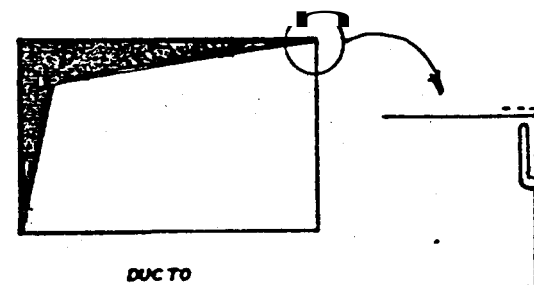
Fig. 19 DETALLE DE SOPORTES PARA MONTAJE DE DUCTOS EN EL CUARTO DE PRESION POSITIVA



EMPATE DUCTOS



JUNTA LONGITUDINAL



DUCTOS H x W		Grosor plancha mm	BRIDAS	SOPORTES DUCTOS			
Desde	Hasta			verMe S	tubo D	C	dist.
1	36	0.71	1/4 x 1/8	1/2"	1/4"	2 x 4 x 1/8	8'
37	48	0.86	1/4 x 1/8	1/2"	—	2 x 4 x 1/8	8'
49	100	0.96	1/2 x 1/4	1/2"	—	2 x 4 x 1/4	6'

OBRA CERVECERIA NACIONAL	CONTIENE DETALLE CONSTRUCCION DE DUCTOS	DISEÑO	RESP. TEC. _____	APR. _____	FECHA
					ESCALA no escala

Fig. 20 DETALLE DE TIPO DE UNION CON BRIDA Y PERNOS, UNION LONGITUDINAL PITTSBURGH

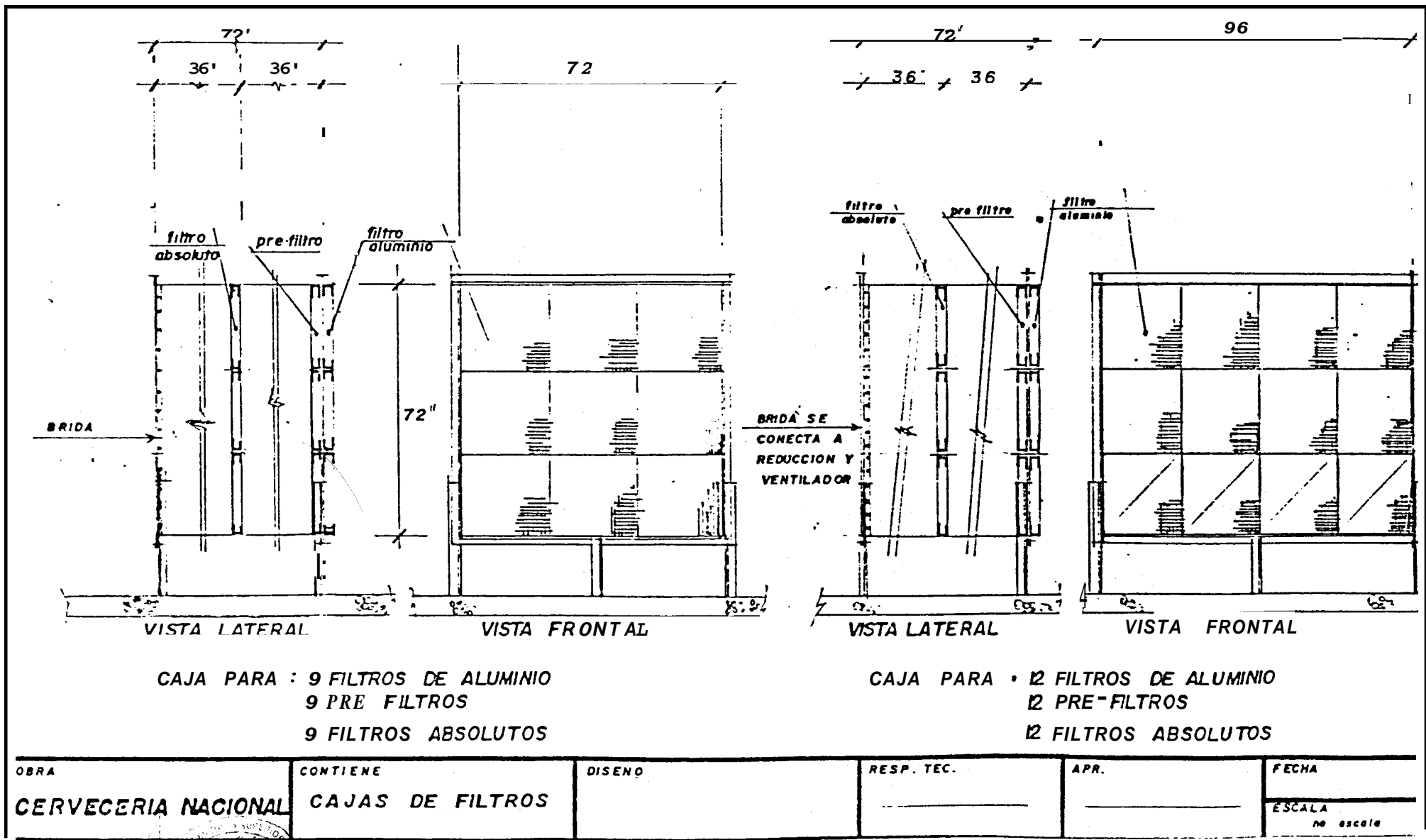


Fig. 21. DETALLE DE CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL BANCO DE FILTROS PARA VENTILADORES

TABLA XI

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE VENTILACION DE ACUERDO A LAS
PRESSIONES DEL SISTEMA Y A LA VELOCIDAD DEL AIRE

CLASE / DUCTO	VARIACION MAXIMA DE PRESION ESTAT.			VELOCIDADES PROMEDIO	
	UNIDADES AMERIC.	METRICAS	TIPO DE PRESION	UNIDADES AMERIC.	METRICAS
Alta Presión	Alta Presión	10" c.a.	2500 Pa.	Posit.	Sobre 2000 fpm 11' m/s ~
Ducto Estandar	Media Presión	6" c.a.	1500 Pa.	Posit.	Sobre 2000 fpm 10 m/s
	Media Presión	4" c.a.	1000 Pa.	Posit.	Sobre 2000 fpm 10 m/s
	Media Presión	3" c.a.	750 Pa.	Posit. o Neg.	Bajo 4000 fpm 20 m/s
Baja Presión	Baja Presión	2" c.a.	500 Pa.	Posit. o Neg.	Bajo 2500 fpm 12,5 m/s
Ducto Estandar	Baja Presión	1" c.a.	250 Pa.	Posit. o Neg.	Bajo 2500 fpm 12,5 m/s
	Baja Presión	0,5" c.a.	125 Pa.	Posit. o Neg.	Bajo 2000 fpm 10,0 m/s

Tomado del SMACNA "WAC SYSTEMS DUCT DESIGN" editado en el año de 1.981, capítulo 4,

pág. 4.5

recorrido y tamaño que se indica en los planos. Los espesores de las planchas y los métodos que deben emplearse para las costuras longitudinales y transversales de estos, serán los que dicten las normas para ductos de media presión.

Para la construcción de los ductos se deberá tener presente las siguientes normas:

- Las transformaciones se las diseñará y construirá para tener transiciones graduales, (figs. 22 y 23).
- Se les realizará quiebres diagonales a las caras de los ductos cuya medida sea mayor de 12" de ancho, (fig. 24).
- Todas las juntas y costuras de los ductos deberán ser herméticas y construidas en forma tal, que las salientes interiores apunten en el sentido de la corriente de aire, las uniones longitudinales deberán ser del tipo "Piatburgh".

Las uniones transversales entre secciones se las construirá en tramos no mayor a 1,20 mt, (fig. 25).

Los tramos cuyo lado mayor este entre 0 - 30"

Llevará el tipo de



Fig. 22 DUCTOS EN OBRA PREVIO MONTAJE

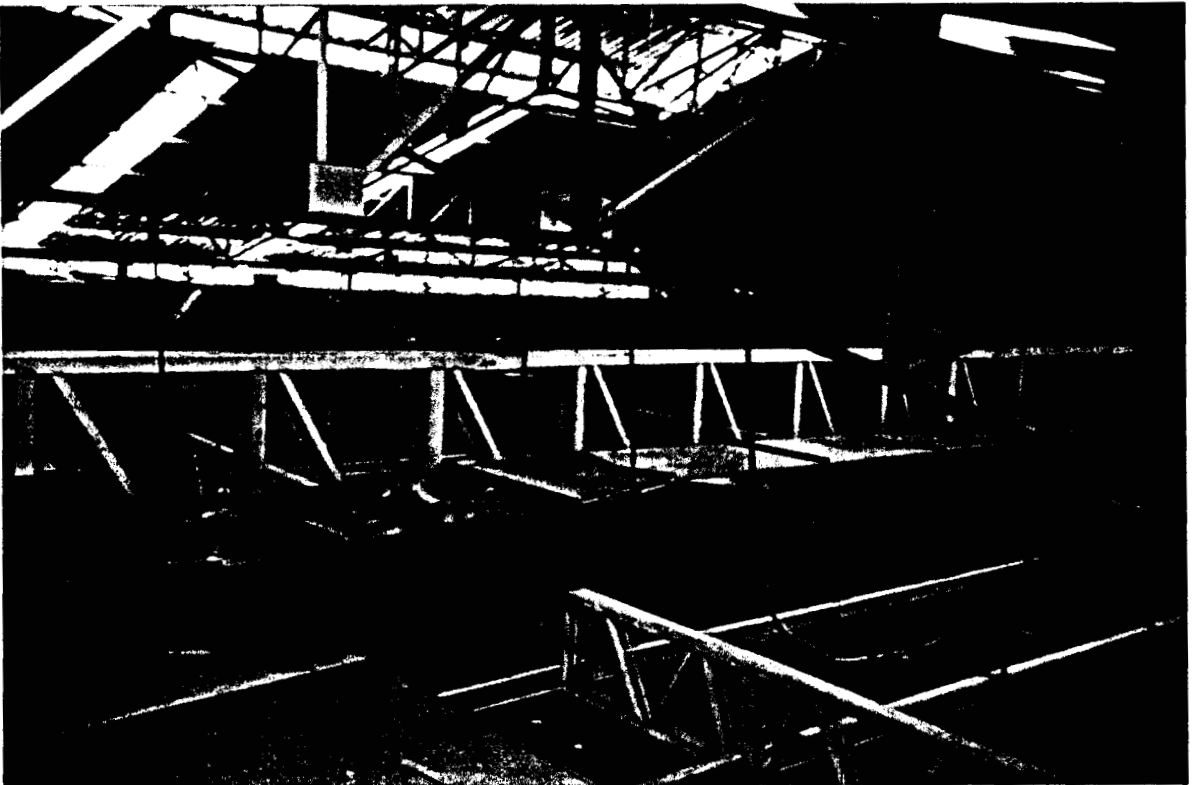


Fig. 23 MONTAJE DE DUCTOS SOBRE CUBIERTA

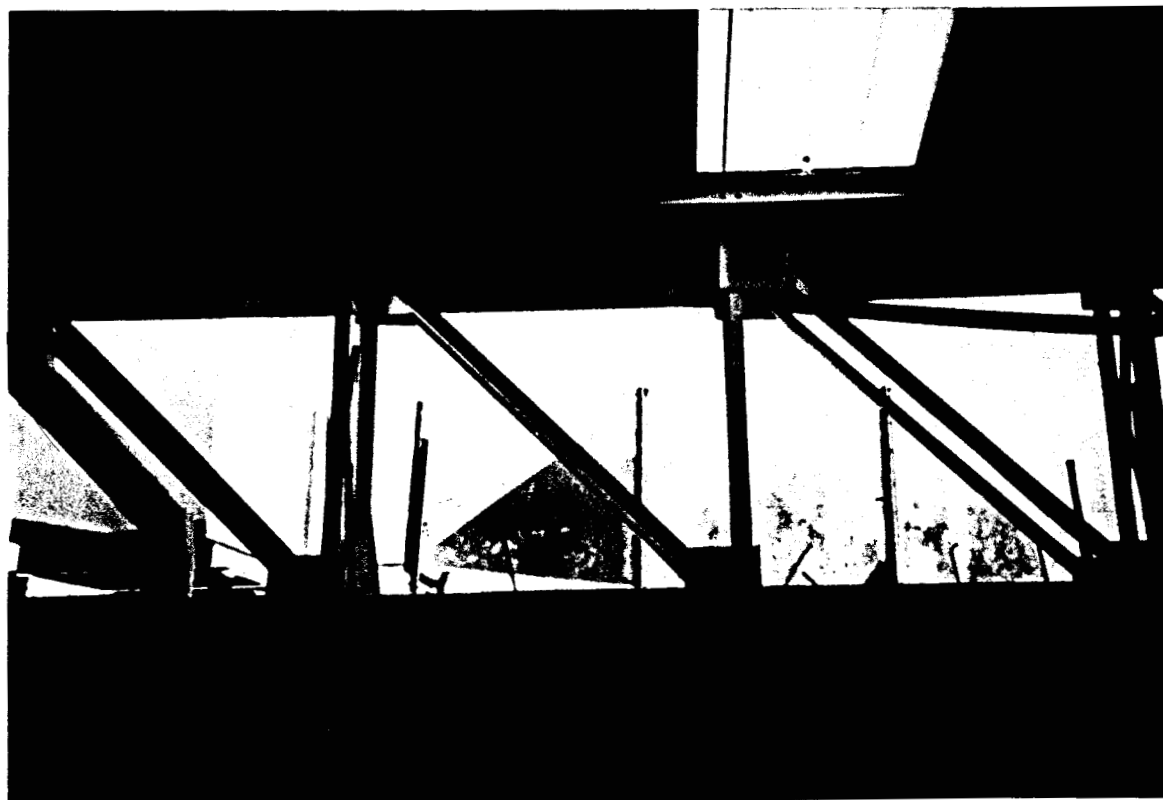
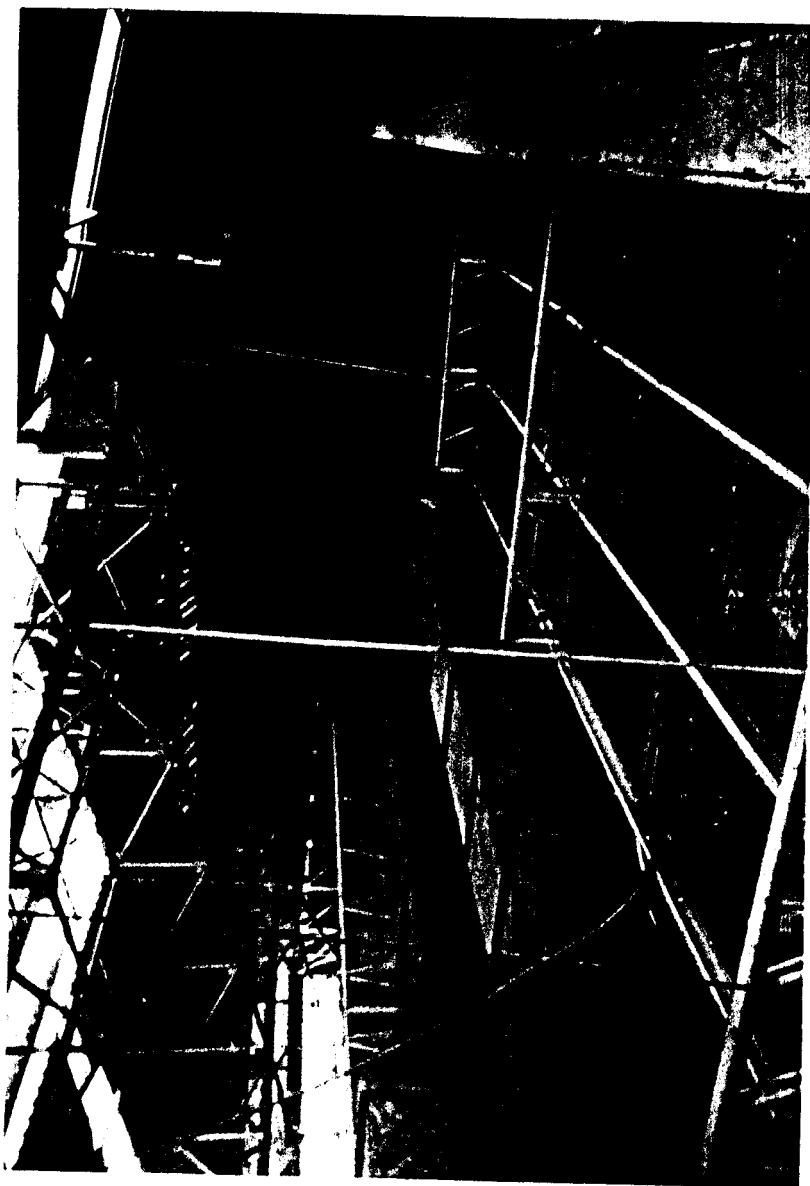


Fig. 24 VISTA DE QUIEBRES EN CARAS DE DUCTOS MONTADOS



Fig, 25 VISTA DE DUCTOS INSTALADOS CON LAS RESPECTIVAS BRIDAS DE UNION

- Los tramos cuyo lado mayor este entre 31 - 42" llevará Bar-Slip de 1".
- Los tramos cuyo lado mayor este entre 43 - 60" llevará bridas con ángulo de 1"x1"x1/8", (figs. 26 y 27).
- Los ductos tendrán refuerzos transversales hechos de la siguiente manera, estos serán remachados:
 - Lado 0-30" solo quiebre en forma de diámante.
 - Lado 31-54" ángulo de 1"x1"x1/8".
 - Lado 55-84" ángulo de 1-1/2"x1-1/2"x1/8".

Todos los codos deberán poseer un radio medio de curvatura no menor a una y media vez la medida de su ancho, salvo el caso en que así lo indiquen los planos.

Para la instalación de los collarines se deberán seguir los siguientes pasos:

- Los collarines serán construidos en plancha de hierro galvanizado y cumpliendo con la norma SMACNA para ductos de media presión.
- Los collarines irán unidos al ducto principal por medio de clips o binchas, los mismos que deberán ser debidamente sellados.

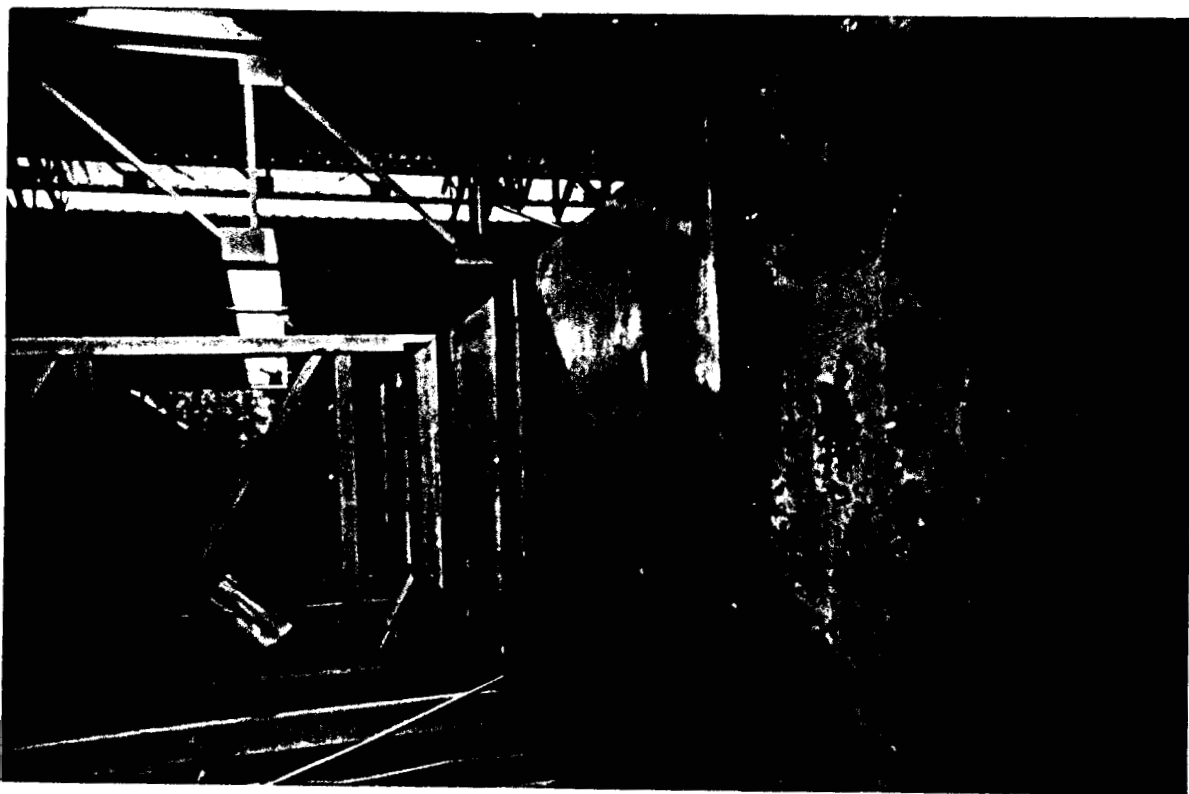


Fig. 26 VISTA DE LAS TRONCALES PRINCIPALES INSTALADOS
CON BRIDAS DE UNION

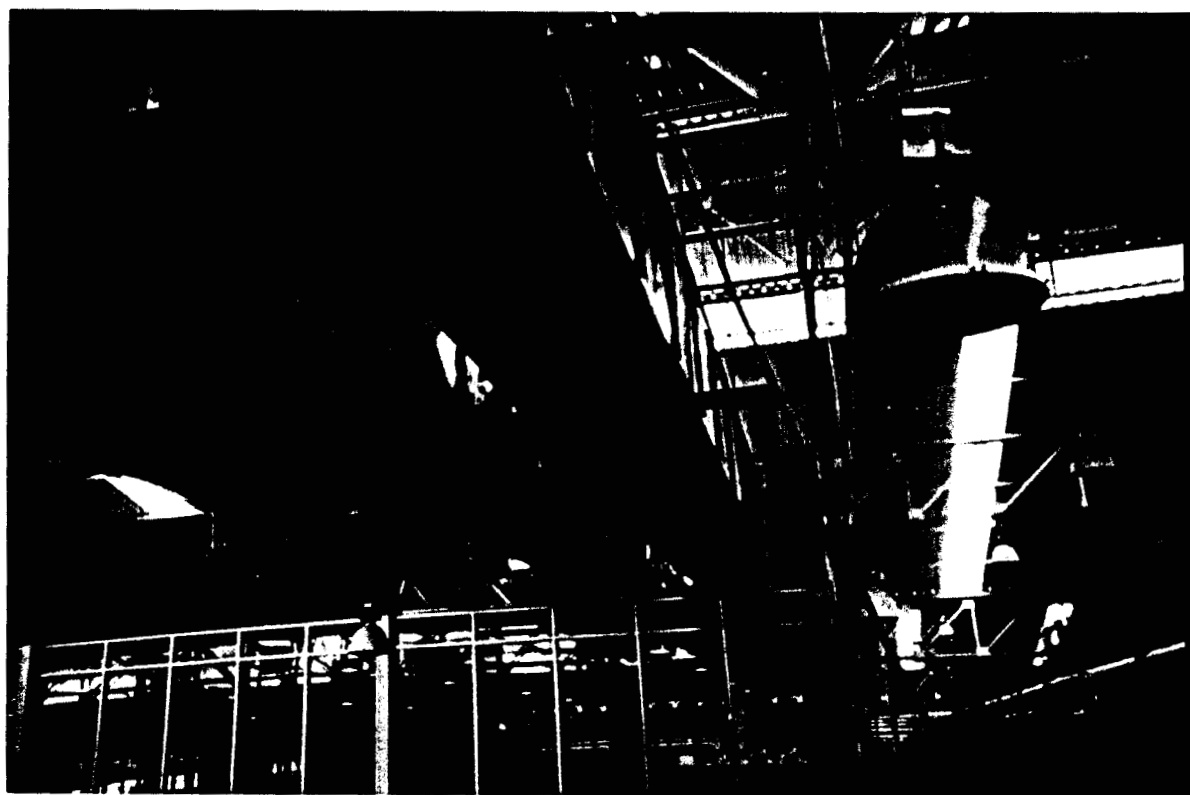


Fig. 27 VISTA DE DUCTOS INSTALADOS EN VOLADIZO CON LA
RESPECTIVA BRIDA Y REFUERZOS LATERALES

Cálculo y dimensionamiento de ductos.- Primeramente se debe saber que caudal requiere cada ramal principal así como sus respectivas ramificaciones, para ello utilizamos los valores obtenidos en la sección anterior. Los mismos que se presentan en la tabla IX con estos valores se puede saber que caudal pasa por cada troncal, (fig. 28).

Por ejemplo para el ventilador del sistema # 1 con el valor de 23.000 CFM, el valor de presión estática es de 4.00" de columna de agua. A este valor hay que disminuirle las pérdidas ocasionadas por los distintos elementos que se encuentran presentes en el sistema:

Pérdidas por Filtro Absoluto	= 0,50" de agua.
Pérdidas por Prefiltro	= 0,50" de agua.
Pérdidas por Filtro de Aluminio	= 3,05" de agua.
Pérdidas por Difusores de aire	= 0,02" de agua.
Pérdidas por Louvers	= 9,95" de agua.
Pérdidas por ductos	= 1,30" de agua.

Con todos los datos obtenidos se puede determinar la sección de cada tramo de ducto, para ello se utiliza el DUCTULATOR y se toma como pérdida por resistencias el valor promedio de 0,15 por cada 100 pies de ducto recto y una velocidad media de 2.400 pies/min, se anotará los valores encontrados en una

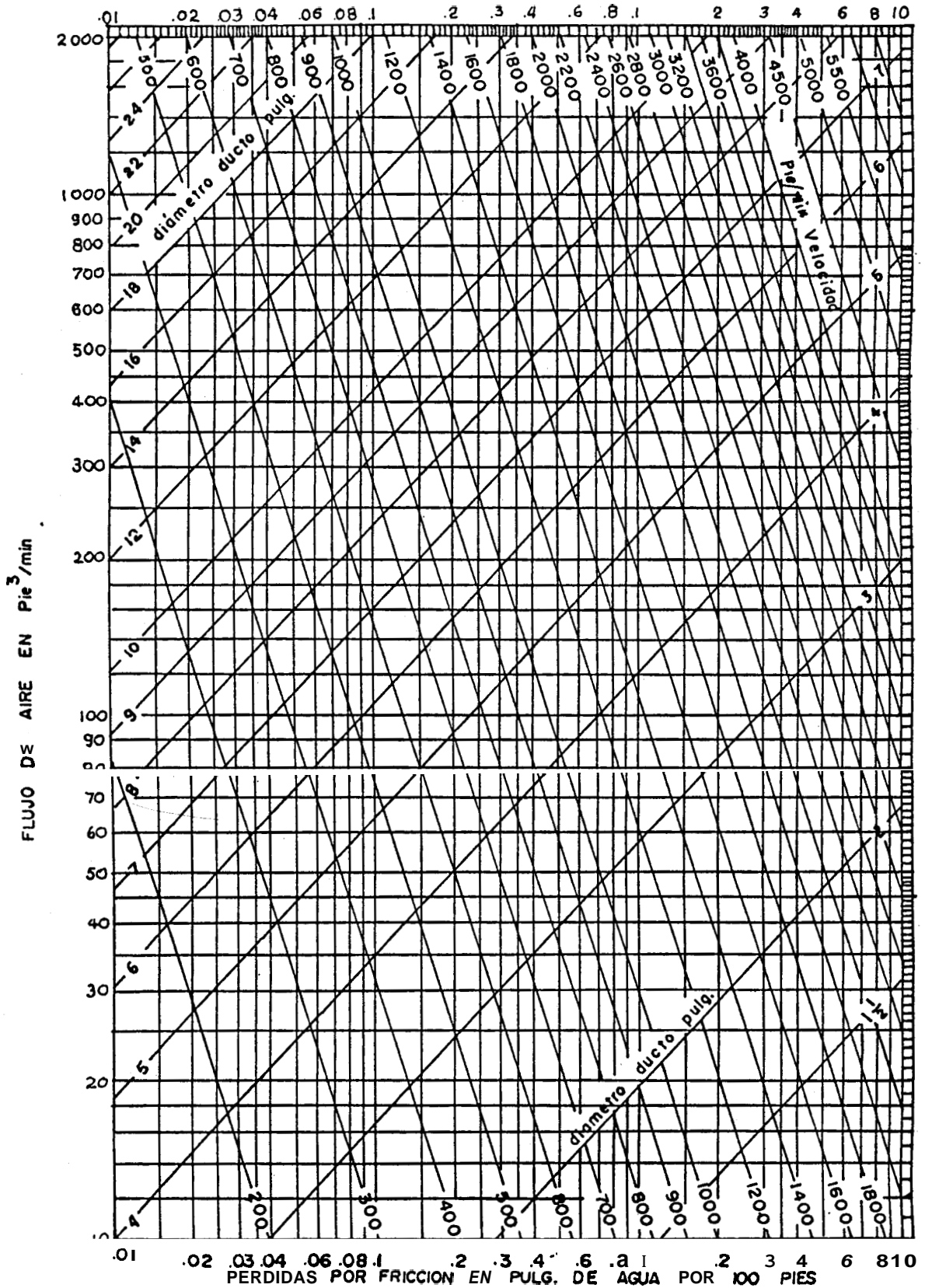


Fig. 28 CURVAS DE PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA DUCTOS

tabla, los mismos que se va trazando sobre el respectivo plano.

Este mismo procedimiento se lo repite para el sistema # 2 de suministro y para el sistema # 3 de extracción.

En la tabla XII se detallá el desgloce de los costos unitarios de este rubro.

TABLA XII

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2		DESCRIPCION E INSTALACION DE DUCTOS DE DISTRIBUCION DE AIRE Y EXTRACCION		FECHA: MAYO/95 UNIDAD: KG	
A. - EQUIPO					
DESCRIPCION	NUMERO UNIDADES	POTENCIA (HP)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL/H	
CIZALLA	1,0		3.000	3.000	
SOLDADORA	1,0		4.500	4.500	
LOCKFORMER	1,0		5.000	5.000	
-----				SUBTOTAL	
				12.500	
B. - MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	NUMERO PERSONAS	JORNAL BASICO/H	F. S. R. (HP)	COSTO TOTAL/H	
MECANICO	1,0	941,67	3,51	3.305,26	
AYUDANTE MECANICO	2,0	491,67	4,87	4.788,86	
PEONES	3,0	425,00	5,28	6.732,00	
-----				SUBTOTAL	
				14.826,12	
C. - RENDIMIENTO DE A+B		11,00	27.326,12		
D. - COSTO UNITARIO					2.484,12
E. - MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	COSTO POR UNIDAD	CONSUMO	COSTO TOTAL MATERIAL	
PLANCHA GALVANIZADA	GBL	1.850,0	1,0	1.850,00	
REMACHES POP	GBL	50,0	1,0	50,00	
ANGULOS	GBL	500,0	1,0	500,00	
PLATINAS	GBL	150,0	1,0	150,00	
PERNOS	GBL	50,0	1,0	50,00	
-----				SUBTOTAL	
				2.600,00	
F. - TRANSPORTE/MATERIALES					
DESCRIPCION	D. M. T.	COSTO POR M ³ TON/KM	CONSUMO	COSTO TOTAL TRANSPORTE	
MATERIALES	GBL			44,00	
-----				SUBTOTAL	
				44,00	
TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO				5.128,19	
COSTOS INDIRECTOS					
GASTOS GENERALES	5,0	5% (C. D)	256,41		
UTILIDADES	10,0	10% (C. D+G. GEN)	538,46		
IMPREVISTOS	5,0	5% (C. D+G. GEN+UT)	296,15		
-----				SUBTOTAL	
				1.091,02	
PRECIO UNITARIO TOTAL				6.220,00	

3.4.- DIFUSORES Y REJILLAS DE RETORNO

Todos los difusores de aire y las rejillas de retorno serán construidas de aluminio anodizado con su respectivo damper para regular el flujo de aire, en las medidas y capacidades que se indican en las respectivas planillas.

El ángulo de deflexión para los difusores de aire para el presente proyecto se lo considera variable por este motivo se considera los difusores con álabes móviles, se ha considerado que deben ser de este tipo, en razón que por cada difusor pasará el aire con una determinada velocidad y que para esta aplicación es de 1000 Pie/min, y si no tiene el espacio suficiente producirán una mayor caída de presión.

Todos los difusores de aire serán de cuatro vías.

Las velocidades en las caras de los difusores serán inferiores a 1000 pie/min.

Las rejillas de retorno tendrán un ángulo de deflexión de 45 grados y se las instalará en el tumbado.

Todas las rejillas y difusores se fijarán al collarín, usando para ello tornillos, uno por cada lado.

En la tabla XIII se detalla el costo unitario correspondiente a este rubro.

TABLA XIII

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3	DESCRIPCION E INSTALACION DE DIFUSORES Y REJILLAS DE EXTRACCION DE ALUMINIO		FECHA: MAYO/95	UNIDAD: U

A. - EQUIPO	NUMERO	POTENCIA	COSTO	COSTO
DESCRIPCION	UNIDADES	(HP)	UNITARIO	TOTAL/H
SUBTOTAL				0.000

B. - MANO DE OBRA	NUMERO	JORNAL	F. S. R.	COSTO
DESCRIPCION	PERSONAS	BASICO/H	(HP)	TOTAL/H
AYUDANTE MECANICO	2,0	491,67	4,87	4.788,86
PEGONES	2,0	425,00	5,28	4.488,00
SUBTOTAL				9.276,86

C. - RENDIMIENTO DE A+B	2,00			9.276,86

D. - COSTO UNITARIO				4.638,43

E. - MATERIALES	UNIDAD	COSTO POR	CONSUMO	COSTO TOTAL
DESCRIPCION	MEDIDA	UNIDAD		MATERIAL
DIFUSOR 26"X26" 4-VIAS	U	222.768,0	0.2900	64.602,72
DIFUSOR 24"X24" 4 VIAS	U	192.780,0	0.3520	67.858,56
REJILLA DE PXTRAC. 36"X24"	U	129.360,0	0.4020	52.002,72
SUBTOTAL				184.464,00

F. - TRANSPORTE/MATERIALES	D. M. T.	COSTO POR	CONSUMO	COSTO TOTAL
DESCRIPCION		M ³ TON/KM		TRANSPORTE
MATERIALES	GBL			316,90
SUBTOTAL				316,90

TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO				189.419,33

COSTOS INDIRECTOS				
GASTOS GENERALES	5,0	5% (C. D)		9.470,97
UTILIDADES	10,0	10% (C. D+G. GEN)		19.889,03
IMPREVISTOS	5,0	5% (C. D+G. GEN+UT)		10.938,97
SUBTOTAL				40.298,97

PRECIO UNITARIO TOTAL				229.718,30

3.5. - DIMENSIONAMIENTO DE LOS VENTILADORES

Una vez que se ha determinado el caudal de aire necesario para aplicar la ventilación requerida se analizará las características de los ventiladores a utilizar en el presente diseño.

En las presentes circunstancias las unidades seleccionadas deben ser tales que puedan manejar el caudal de aire requerido, para una adecuada selección se recurre a manuales o catálogos que entregan los fabricantes.

Para el presente trabajo se tomará como referencia el sistema de ventiladores de la GREENHECK, en este caso se trabajará ya se tiene a la mano los manuales y programa de cálculo (figs. 29 y 30).

Como ya se ha realizado el cálculo del caudal de aire necesario y se conoce las condiciones en que debe funcionar el sistema, se tomará en consideración estos factores para definir el tipo de ventiladores adecuados.

Datos del sistema a implementar:

- Flujo de aire 68.240 m³/hr (40.160 CFM), calculado en el capítulo anterior, referido en la tabla IX



Fig. 29 VENTILADOR DE EXTRACCION INSTALADO Y CON DAMPER DE DESCARGA ABIERTO

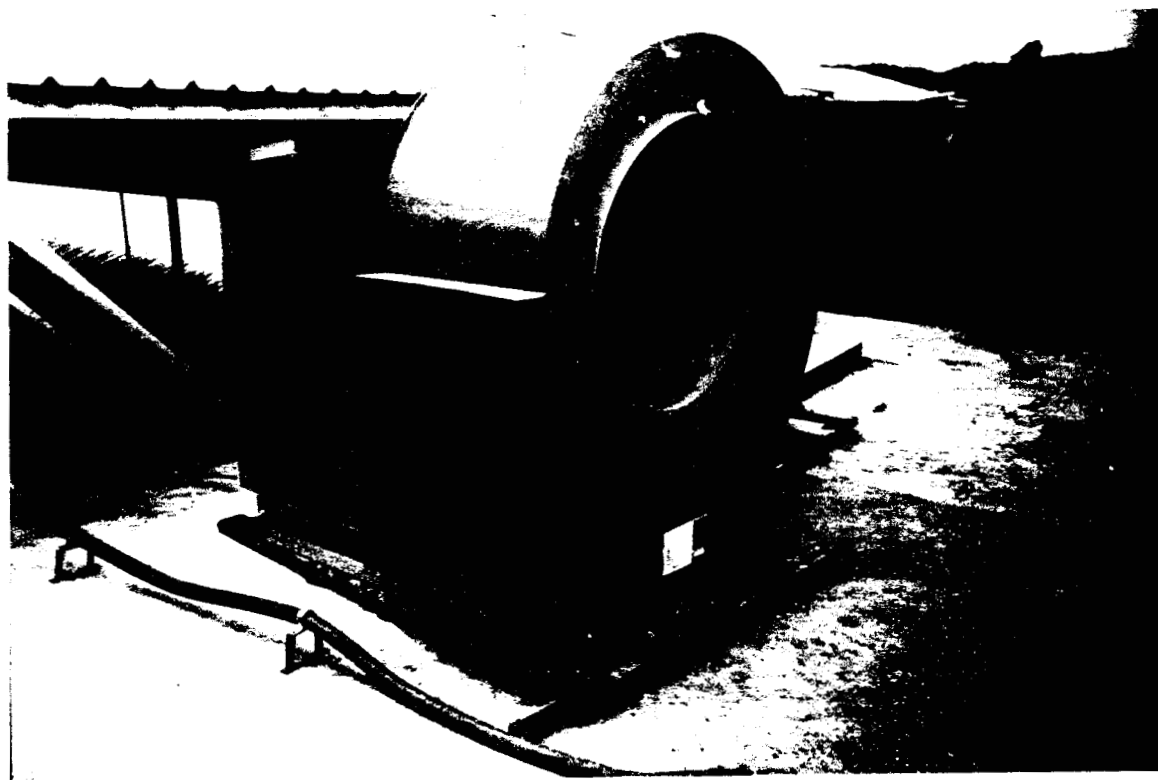


Fig. 30 VENTILADOR PARA SUMINISTRO DE AIRE PREVIO AL MONTAJE EN SU SITIO DE TRABAJO

- Las pérdidas o caída de presión en el sistema que incluye filtros, rejillas, ductos y louvers no será mayor a 2.2 " de columna de agua, referido a los datos dados por los fabricantes.
- La presión positiva estará entre 1 y 2 ", de columna de agua, es decir que la máxima caída de presión en todo el sistema será de 4" de columna de agua, se considera de esta forma por que el sistema de ductos y ventilación se lo ha considerado como un sistema de baja presión.
- La densidad del aire es la estandar para aire en condiciones normales, a nivel del mar.
- El ruido permisible es inferior a 20 Hz.
- Los motores a instalar serán del tipo autolubricados que trabajen a 220V/trifásico/60Hz
- El sistema trabajará de forma continua mientras se este envasando y normalmente será en ciclos de trabajo de 8 horas laborables.
- La cantidad de ventiladores a instalar no debe ser mayor a 2, ya que el espacio físico disponible para el paso de ductos así lo requiere.

Cuando se habla de unidades de ventilación, tal como ya se lo analizó, se tienen dos tipo de ventiladores que pueden ser aplicados y son los axiales y los centrifugos, y por lo que se ha revisado los ventiladores a implementar deben ser

centrifugos, tal como se analizará en secciones mas adelante, (figs. 31).

Para dimensionar la capacidad de los motores que se acoplarán a los ventiladores, es decir su caballaje se aplicará la siguiente relación, y tomando como referencia los valores obtenidos en la tabla IX.

$$\text{BHP} = \frac{Q \times P_{\text{ventilación}}}{K \times \eta_{\text{mec.}}}$$

Ec. 3.1

donde; Q = caudal en CFM.

K = 6356

n = eficiencia mecánica, rango 0,5 - 0,65

Pe = Presión estática de ventilación en pulgadas de agua.

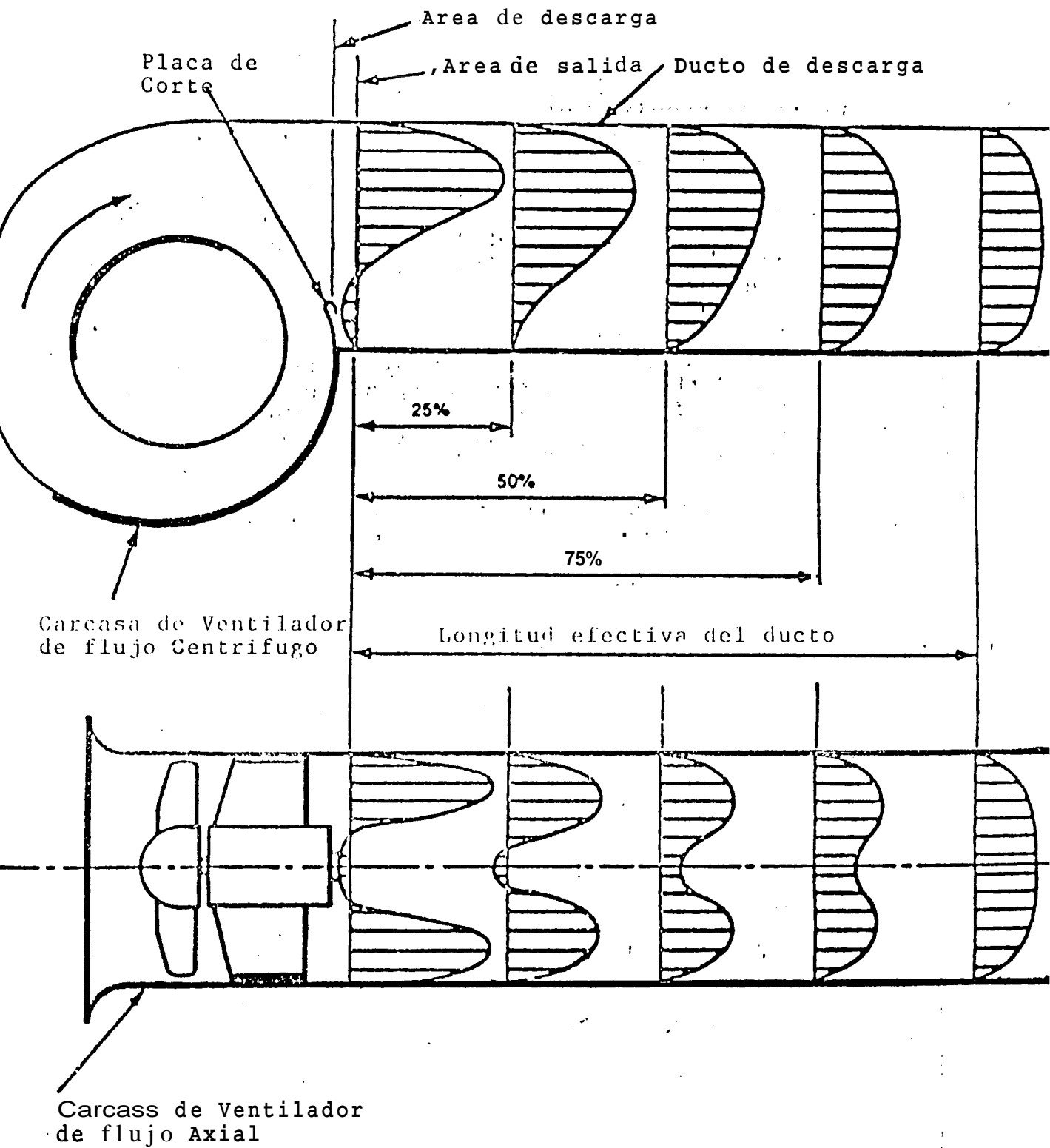


Fig. 31 DESARROLLO DEL FLUJO DE AIRE A TRVES DE UN VENTILADOR CENTRIFUGO Y UNO AXIAL

3.6.- ACOPLE DE DUCTOS UNIDADES.

Una vez que se ha procedido a ubicar cada unidad en su respectivo sitio y la troncal principal del sistema de ductos ha sido instalada, (fig. 32), se procederá a realizar el respectivo acople de la unidad ventiladora con cada parte del sistema, ductería y banco de filtros, (fig. 33).

Acople con ductos.- El acople con el ramal principal de ductos se lo realizará con un material flexible de preferencia lona o cualquier material sintético que cumpla con las mismas condiciones que la lona, la separación entre la boca de la unidad y el ducto debe ser 0,40 m. como máximo y para su acople se debe usar bridas hechas con ángulos. Se considera que las transformaciones que se van a construir deben dar una transición gradual a fin de lograr un flujo uniforme del aire, (figs. 34 y 35).

Acople con Bancos de Filtros.- El acople con los bancos de filtro y la respectiva unidad ventiladora se lo realizará confeccionando las transformaciones con plancha galvanizada, la relación de las transformaciones debe ser cuatro a uno con



Fig, 32 MONTAJE DE VENTILADORES SOBRE BASES DE CONCRETO



Fig. 33 VISTA DE VENTILADORES CONECTADOS A SUS RESPECTIVOS RAMALES DE DUCTOS TANTO EN SUMINISTRO Y EXTRACCION



'Fig. 34 VENTILADOR DE EXTRACCION MONTADO EN EL SITIO
CON BOCA DE DESCARGA REUBICADA



*Fig. 35 VISTA DE VENTILADOR DE SUMINISTRO ACOPLADO AL
DUCTO CON LONA Y BRIDA

respecto a la mayor sección. Los acoples de cada tramo se lo realizará utilizando bridas hechas con ángulos.

3.7.- ACCESORIOS DE CONTROL, SELECCION E INSTALACION.

Como elemento de control se utilizará una serie de accesorios, los mismos que servirán para controlar y regular el flujo de aire a través del banco de filtros y el caudal de aire que se requiera dentro del ambiente y por consiguiente el ciclo de arranque y apagado de las unidades.

Para el banco de filtros se suministrará e instalarán los manómetros que midan la caída de presión en el filtro absoluto y prefiltro, se los instalará en cada porta filtro, deberá medir la presión antes y después del filtro absoluto y pre filtro, (Anexo E).

Se lo instalará en la parte exterior de la respectiva caja porta filtro a una altura de 1,50 m en un lugar de fácil acceso para la lectura.

Los manómetros que miden la presión dentro del ambiente se los instalará en las paredes a una altura de 1,50 m. del piso en un lugar de fácil acceso para la lectura, de los dos tomas que posee el instrumento la una (lado de alta) debe ser instalada al interior y la otra (lado de baja) al exterior del cuarto de trabajo, (ver Anexo F).

El switch diferencial de presión debe ser instalada cerca de los manómetros antes mencionados, ya este elemento es el que activa el ventilador extracción, (ver Anexo G).

Se deberá proveer de botoneras de arranque y paro dentro del ambiente para manipular el sistema en caso de fallas.

Se dispondrá de un sistema especial de alarmas con sirenas y luces piloto que indiquen el motivo de la falla para saber en que momento se produce un daño y cual fué la causa

Como parte final de este capítulo se presenta una tabla con los valores aproximados de acuerdo al cálculo de los costos unitarios previamente efectuados por cada rubro, cabe señalar que en esta tabla hay rubros en los cuales ya fue considerada la mano de obra para esos rubros, (tabla XIV).

TABLA XIV

TABLA GENERAL DE UNIDADES Y ACCESORIOS

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	U	Ventilador 23.000 CFM, 30" Ø, 40 HP	1	15'623.343,29	15'623.343,29
2	U	Ventilador 18.000 CFM, 30" Ø, 24 HP	1	14'967.294,05	14'967.294,05
3	U	Ventilador 18.000 CFM, 30" Ø, 15 HP	1	12'533.256,31	12'533.256,31
4	Kg	Ductos de mando y extracción	7.000	4.750,00	33'250.000,00
5	U	Difusores de aire 26"x26"	10	222.768,00	2'227.680,00
6	U	Difusores de aire 24"x24"	3	192.780,00	1'735.020,00
7	U	Rejillas de extracción 36"x24"	6	129.360,00	776.160,00
8	U	Louvers varias medidas	Lote	1'060.000,00	1'060.000,00
9	U	Filtros Absolutos 24"x24"x39"	42	243.040,00	10'207.680,00
10	U	Pre filtros 24"x24"x39"	42	219.060,00	9'200.520,00
11	U	Filtros Aluminio 24"x24"x2"	42	58.800,00	2'469.680,00
12	U	Manómetros DWYER Mark II	4	120.000,00	480.000,00
13	U	Manómetros diferenciales Magnahelic	2	400.000,00	800.000,00
14	U	Panel eléctrico	1	8'200.520,00	8'200.520,00
15	U	Caja porta filtro	1	1'500.000,00	1.500.000,00
16	U	Mano de obra global	1	8'500.000,00	8'500.000,00

Nota: Hay que destacar que en los precios unitarios se esta considerando para los ventialores, las rejillas y difusores, los ductos de mando y retorno el valor por el suainistro y la instalación.

2.8.- ANÁLISIS ECONÓMICO Y COSTOS UNITARIOS

En esta parte se presentará un análisis global de los costos que se generarían para el montaje y puesta en marcha del sistema de ventilación para el cuarto de presión positiva.

En lo que respecta al análisis de los costos unitarios, se ha considerado que el rubro de ductos y unidades ventiladoras son los ítems en los cuales está la mayor cantidad del monto de la inversión y por esta razón sus costos se fijarán como referenciales a la obra, es decir que se puede detallar estos costos a fin de ir valorando la obra en cada etapa del montaje.

Se puede considerar que del 100 % del valor total de la obra se distribuye en el siguiente porcentaje

- Ductos 35 %
- Ventiladores 48 %
- Difusores y rejillas 5 %
- Accesorios 7 %
- Mano de obra 5 %

Los valores que se muestran en cada uno de los ítems corresponden a valores referenciales y que pueden variar de acuerdo al nivel del sistema económico que se presente en el momento.

3.3.- CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y SELECCIÓN ÓPTIMA.

Para lograr una adecuada selección de las unidades a implementar debemos tomar en consideración algunos factores que servirán como parámetros selectivos, estos se los puede definir de la siguiente manera:

- a.- Dimensiones de las unidades y el espacio físico que requieren para su instalación.
- b.- Unidades que puedan trabajar a la intemperie.
- c.- Mantener control sobre las condiciones ambientales interiores.
- d.- Fácil acceso para trabajos de mantenimiento.
- e.- Mantener un flujo constante.
- f.- Fácil instalación de acuerdo a las necesidades.
- g.- Bajo costo de instalación.
- h.- Bajo costo de trabajos complementarios
- i.- Bajo costo por unidad.

Con lo anotado anteriormente se confeccionará un cuadro valorativo de las unidades en el cuál se revisarán las características de cada unidad que pueda cumplir con las condiciones a lograr, podemos hacer una evaluación que lleve a la selección óptima de cada sistema, ver tabla XV.

Del análisis efectuado se ha determinado que los

TABLA XV

CUADRO VALORATIVO PARA SELECCION 3% VENTILADORES

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
AXIAL									
ASPAS	2	0	2	3	1	2	3	3	2
TUBO-AXIAL	2	0	1	0	2	2	0	2	2
VENA-AXIAL	2	0	1	0	2	2	0	2	2
CENTRIFUGO									
ALABIS HACIA ATRAS	3	3	3	3	3	2	3	3	2
ALABES HACIA ADELANTE	3	3	3	3	2	2	2	3	2
ALABPS RECTOS	0	3	1	2	2	3	2	3	3
AIRFOIL	2	3	2	2	3	0	0	0	3
ESPECIALES									
TUBULAR CENTRIFUGO	0	0	0	0	2	2	2	2	2
TIPO HONGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Rota:
- 0 - No apropiado
 - 1 - Ineficiente
 - 2 - Probable
 - 3 - Optimo

ventiladores centrífugos con alabes inclinados hacia atrás cumplen con las condiciones requeridas y son las más apropiados para instalar en este tipo de aplicación (figs. 36 y 37).

Del análisis del cuadro comparativo se dirá que:

Ventiladores Axiales.- Definitivamente este tipo de unidades no son las adecuadas para sistemas de alto caudal y alta presión, más aún si se considera las condiciones especiales de estos ambientes.

Ventiladores con Diseños Especiales.- Se podría pensar en esta alternativa, pero por la forma y diseño que tienen no se puede instalar este tipo de unidades, por razones tales como recorrido de ductos, alto costo de la unidad, costos operativos elevados, en caso de averías son difíciles de reemplazar, capacidad de operación limitada, su instalación requiere de condiciones especiales.

Ventiladores Centrifugos.- Por lo analizado se determina que este tipo de unidades son las más idóneas y apropiadas para el sistema diseñado (fig. 38).

Características Técnicas de las Unidades Seleccionadas.- Las unidades ventiladoras serán de

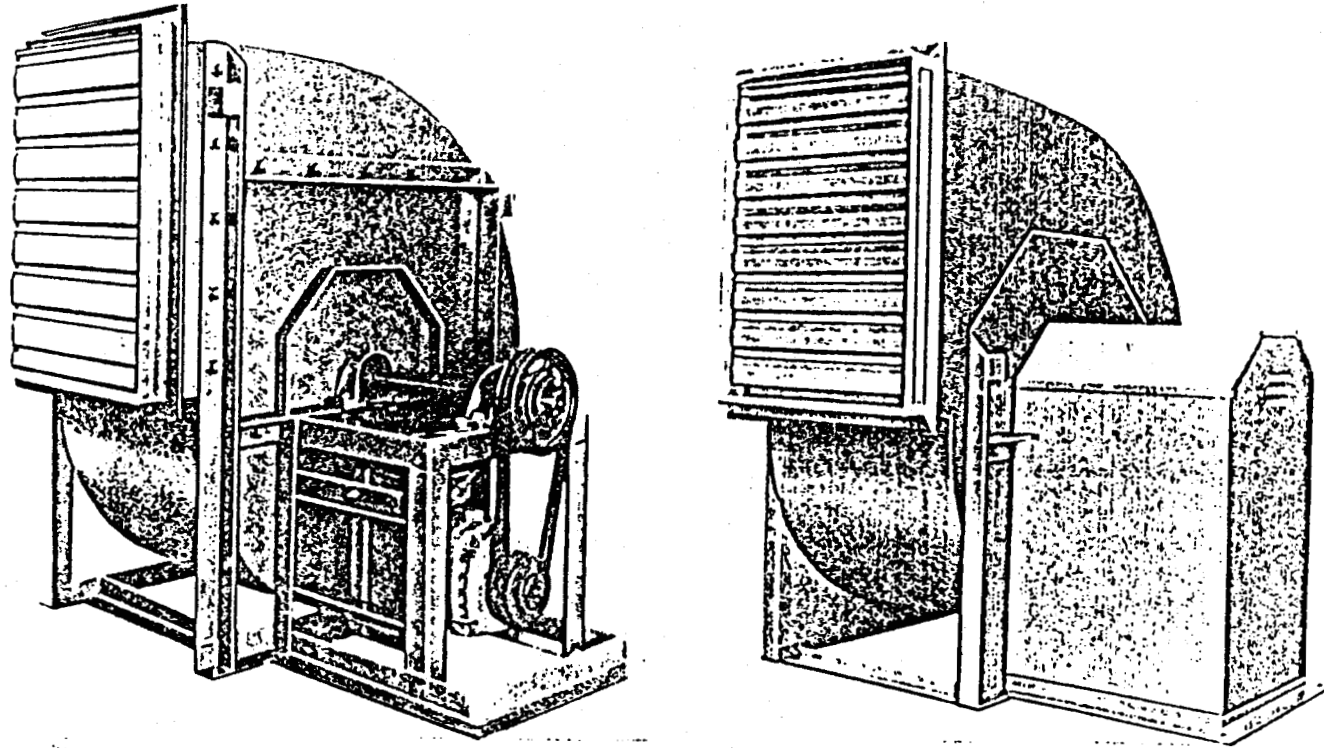


Fig. 36 ARREGLO DE VENTILADORES CENTRIFUGO SIMILARES A LOS INS'PALADOS CON DAMPER DE DESCARGA DEL TIPO MANUAL Y ACOPLE DE MOTOR Y BANDA



Fig. 37 VENTILADOR DE EXTRACCION CON LA
DESCARGA FRONTAL Y HACIA ABAJO,
LUEGO FUE MODIFICADO



Fig. 38 VENTILADOR EN OBRA A LA ESPERA DEL MONTAJE EN SITIO

alta eficiencia con álabes inclinados hacia atrás del tipo BC (Anexo II).

Unidades Ventiladoras.- Todas las unidades ventiladoras se suministrarán e instalarán en la cubierta sobre una base de concreto en las capacidades y características que se detallan en la planilla correspondiente y que tienen sellos ASHRAE y normas AMCA 5, 210-74, 2408-69, los rodamientos y chumaceras con normas AFBMA L-50, que garantizan más de 200.000 horas de uso continuo a plena carga, en las figuras 39 y 40 se presentan ciertos detalles de las posiciones de descarga de la voluta y distintos acoples con el respectivo motor eléctrico.

* Las carcazas son confeccionadas de plancha de hierro calibre 10 en las caras laterales y calibre 12 en la voluta, con acabado superficial de pintura anticorrosiva para trabajar a la intemperie.

* El rodete tiene los álabes del tipo plano y curvado, se utiliza para su construcción aleaciones de hierro para resistir esfuerzos superiores a 50 Kpsi, son balanceados electrónicamente y vienen diseñados para trabajar a 1.25 veces de su velocidad crítica.

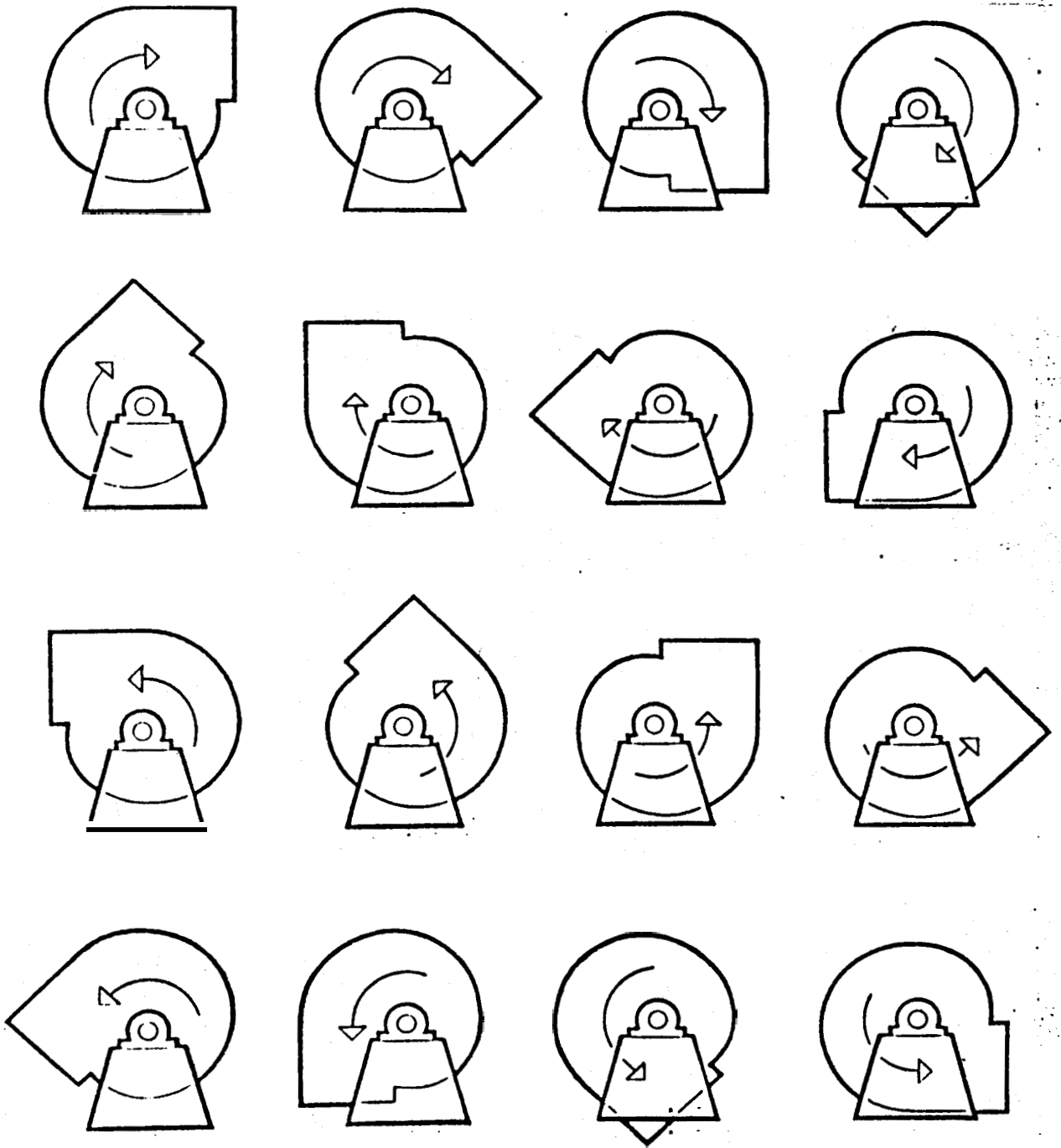


Fig. 39) DISTINTOS ARREGLOS DE VENTILADORES CENTRIFUGOS DE ACUERDO A LA POSICION DE LA BOCA DE DESCARGA

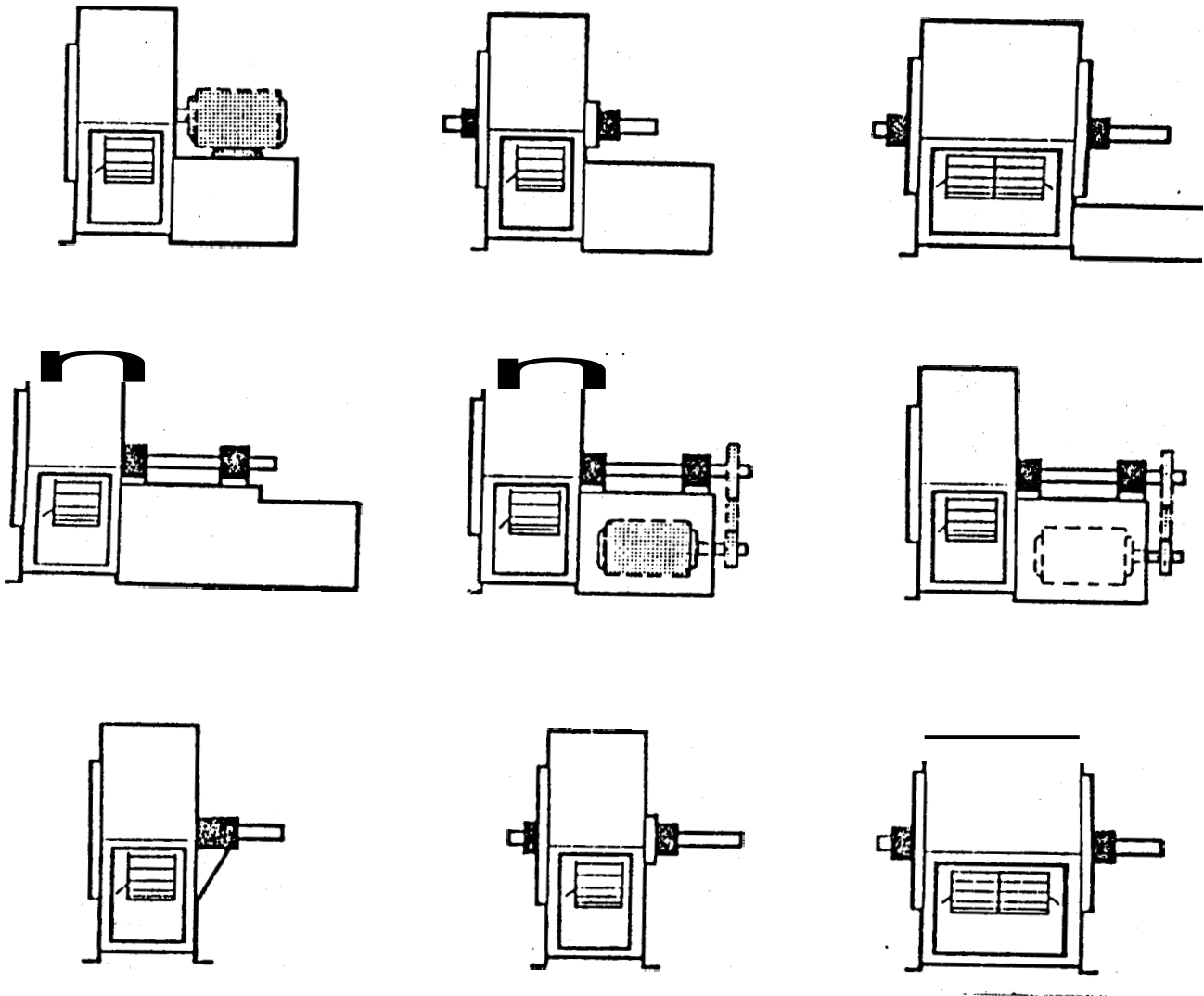


Fig. 40 DISTINTAS FORMAS DE ACOPLES DEL VENTILADOR CON SU RESPECTIVO ELEMENTO MOTOR

* El eje del rotor es de acero AISI C-1018, 1040 o 1045 rolado en caliente, conservando las tolerancias a fin de mantener un buen contacto con los rodamientos, diseñado para trabajar a 1.35 veces su velocidad crítica.

* La unidad viene montada sobre una base rígida hecha de ángulo y empernada al cuerpo del ventilador y con soportes antivibradores.

Motores Eléctricos.- Los motores eléctricos para el funcionamiento de los ventiladores tendrán sellos y normas UTL, UL, CEI, NEMA, MG1, CSA, NEC 51-111, que poseen:

* El embobinado del estator esta construido en máquinas automáticas, ajustado a la carcasa en caliente asegurando una excelente resistencia mecánica y una eficaz disipación de calor.

* El factor de potencia es de 0.95, trifásicos, con 1750 RPM y un factor de servicio 1.15.

* Carcasa con aletas de aleación de aluminio colado bajo presión para mejor disipación de calor.

* Tapas palier de hierro colado para una mayor rigidez.

* Transmisión de movimiento con poleas y bandas tipo V.

* Rotor hecho Aluminio colado bajo presión, asegurando una rigidez de la parte rotativa, diseñado en corto-circuito con jaula de ardilla, balanceado estática y dinámicamente en máquinas de alta precisión.

* Caja de bornes con prensa estopa lo que facilita la conexión de los cables y un sello hermético.

* La tapa de bornera trae la indicación de la conexión de los cables de acuerdo a las condiciones de voltaje.

Con los datos que se han ido obteniendo se puede comenzar a seleccionar los ventiladores y la características de construcción de los mismos, para ello se puede utilizar un manual para ver cuantos tipos y modelos se pueden emplear, otra forma es introduciendo todos los datos que se han obtenido en un programa para que este nos de las características de los ventiladores deseados, como

se tiene la alternativa de trabajar con un programa de computación se obtendrá de este modo las especificaciones de los ventiladores para el cuarto de presión positiva, los datos se presentan en la tabla XVI, adicionalmente en las tablas XVII, XVIII XIX se presenta el análisis de los costos unitarios de los ventiladores.

TABLA XVI

CAPACIDAD DE LOS VENTILADORES

Descripción	Ventiladores de Suministro Unidad V-1	Unidad V-2	Ventilador Extrac. Unidad V-3
Tamaño	36" BC-SISW	36" BC-SISW	54" BC-SISW
Caudal	23.000 CFM	18.000 CFM	18.000 CFM
Presión	4,0 " C.A.	4,0 " C.A.	0,5 " C.A.
Tipo Aletas	Hacia Atras	Hacia Atras	Hacia Atras
Forma Entrada	Sencilla	Sencilla	Sencilla
Ancho	Sencillo	Sencillo	Sencillo
Arreglo	N.2	N.2	N.2
Base Unidad	Tipo Resorte	Tipo Resorte	Tipo Resorte
Tipo Motor	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Capacidad	25 HP	20 HP	15 HP
Voltaje/fase	220/3f/60Hz.	220/3f/60Hz.	220/3f/60Hz.
R. P. M.	1.750	1.750	1.750
Factor Servicio	1,15	1,15	1,15
Factor Potencia	0,95	0,95	0,95
Trasmisión	Banda-Polea	Banda-Polea	Banda-Polea

TABLA XVII

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ROBRO: 1.A DESCRIPCION E INSTALACION DE UNIDAD		FECHA: MAYO/95		
VENTILADORA 23.000 CFM		UNIDAD: 0		
A. - EQUIPO				
DESCRIPCION	NUMERO UNIDADES	POTENCIA (HP)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL/H
GRUA	1,0		90.000	90.000
SOLDADURA	1,0		4.500	4.500
SUBTOTAL				94.500
B. - MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	NUMERO PERSONAS	JORNAL BASICO/H	F. S. R. (HP)	COSTO TOTAL/H
MECANICO	1,0	941,67	3,51	3.305,26
AYUDANTE MECANICO	1,0	491,67	4,87	2.394,43
PEONES	2,0	425,00	5,28	4.488,00
SUBTOTAL				10.187,69
C. - RENDIMIENTO DE A+B		0,50		104.687,69
D. - COSTO UNITARIO				209.375,38
E. - MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	COSTO POR UNIDAD	CONSUMO	COSTO TOTAL MATERIAL
PERNOS DE ANCLAJE	GBL	20.000,0	1,0	20.000,00
ANGULOS NATAICOS	GBL	35.000,0	1,0	35.000,00
VENTILADOR 23.000 CFM	U	12'583.200,0	1,0	12'583.200,00
SUBTOTAL				12'638.200,00
F. - TRANSPORTE/MATERIALES				
DESCRIPCION	D. M. T.	COSTO POR M ³ TON/KM	CONSUMO	COSTO TOTAL TRANSPORTE
MATERIALES	GBL			35.000,00
SUBTOTAL				35.000,00
TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO				12'682.575,38
COSTOS INDIRECTOS				
GASTOS GENERALES	5,0	5% (C. D)		644.128,77
UTILIDADES	10,0	10% (C. D+G. GEN)		1'352.670,41
IMPREVISTOS	5,0	5% (C. D+G. GEN+UT)		743.968,73
SUBTOTAL				2'740.767,91
PRECIO UNITARIO TOTAL				15'623.343,29

TABLA XVIII

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: I.B		DESCRIPCION E INSTALACION DE UNIDAD		FECHA: MAYO/95	
		PPNTILBDORA 18.000 CFM		UNIDAD: U	
A. - EQUIPO					
DESCRIPCION	NUMERO UNIDADES	POTENCIA (HP)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL/H	
GRUA	1,0		90.000	90.000	
SOLDADORA	1,0		4.500	4.500	
-----				SUBTOTAL	
				94.500	
B. - MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	NUMERO PERSONAS	JORNAL BASICO/H	F.S.R. (HP)	COSTO TOTAL/H	
MECANICO	1,0	941,67	3,51	3.305,26	
AYUDANTE MECANICO	1,0	491,67	4,87	2.394,43	
PEONES	2,0	425,00	5,28	4.488,00	
-----				SUBTOTAL	
				10.187,69	
C. - RENDIMIENTO DE A+B		0,50	104.687,69		
D. - COSTO UNITARIO		209.375,38			
E. - MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	COSTO POR UNIDAD	CONSUMO	COSTO TOTAL MATERIAL	
PERNOS DE ANCLAJE	GBL	20.000,0	1,0	20.000,00	
ANGULOS METALICOS	GBL	35.000,0	1,0	35.000,00	
VENTILADOR 18.000 CFM	U	12'042.240,0	1,0	12'042.240,00	
-----				SUBTOTAL	
				12'097.240,00	
F. - TRANSPORTE/MATERIALES					
DESCRIPCION	D.M.T.	COSTO POR M ³ TON/KM	CONSUMO	COSTO TOTAL TRANSPORTE	
MATERIALES	GBL			35.000,00	
-----				SUBTOTAL	
				35.000,00	
TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO				12'341.615,38	
COSTOS INDIRECTOS					
GASTOS GENERALES	5,0	5% (C.D)	617.080,77		
UTILIDADES	10,0	10% (C.D+G.GEN)	1'295.869,61		
IMPREVISTOS	5,0	5% (C.D+G.GEN+UT)	712.728,29		
-----				SUBTOTAL	
				2'625.678,67	
PRECIO UNITARIO TOTAL				14'967.294,05	

TABLA XIX

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.C DESCRIPCION E INSTALACION DE UNIDAD
VENTILADORA 18.000 CFM

BECBA: MAYO/95
DNIDAD: 0

A. - EQUIPO	NUMERO	POTENCIA	COSTO	COSTO
DESCRIPCION	UNIDADES	(HP)	UNITARIO	TOTAL/H
GRUA	1,0		90.000	90.000
SOLDADURA	1,0		4.500	4.500
SUBTOTAL				94.500
B. - MANO DE OBRA	NUMERO	JORNAL	F. S. R.	COSTO
DESCRIPCION	PERSONAS	BASICO/H	(HP)	TOTAL/H
MECANICO	1,0	941,67	3,51	3.305,26
AYUDANTE MECANICO	1,0	491,67	4,87	2.394,43
PEONES	2,0	425,00	5,28	4.488,00
SUBTOTAL				10.187,69
C. - RENDIMIENTO DE A+B	0,50			104.687,69
D. - COSTO UNITARIO				209.375,38
E. - MATERIALES	UNIDAD	COSTO POR	CONSUMO	COSTO TOTAL
DESCRIPCION	MEDIDA	UNIDAD		MATERIAL
PERNOS DE ANCLAJE	GBL	20.000,0	1.0	20.000,00
ANGULOS METALICOS	GBL	35.000,0	1.0	35.000,00
VENTILADOR 18.000 CFM	U	10'035.200,0	1.0	10'035.200,00
SUBTOTAL				10'090.200,00
F. - TRANSPORTE/MATERIALES	D. M. T.	COSTO POR	CONSUMO	COSTO TOTAL
DESCRIPCION		Nº TON/KM		TRANSPORTE
MATERIALES	GBL			35.000,00
SUBTOTAL				35.000,00
TOTAL COSTO UNITARIO DIRECTO				10'334.575,38
COSTOS INDIRECTOS				
GASTOS GENERALES	5,0	5% (C. D)		516.728,77
UTILIDADES	10,0	10% (C. D+G. GEN)		1'085.130,41
IMPREVISTOS	5,0	5% (C. D+G. GEN+UT)		596.821,75
SUBTOTAL				2'198.680,93
PRECIO UNITARIO TOTAL				12'533.256,31

CAPITULO IV

TRABAJOS COMPLEMENTARIOS , PRUEBAS , CALIBRACION Y ARRANQUES

4. 1. - INSTALACIONES ELECTRICAS.

Las instalaciones eléctricas necesarias para cada una de las unidades de ventilación tanto suministro como de extracción son las que se presentan en la tabla a continuación.

TABLA XX

PLANILLA DE CARACTERISTICAS ELECTRICAS

UNIDAD NO.	CAPACIDAD C.F.M.	POTENCIA H.P.	AMPERAJE	VOLTAJE	FASE
VE-1	23.000	24	68.0	220	3 @
VE-2	18.000	18	54.0	220	3 @
VE-3	18.000	6.6	22.0	220	3 @
DAMPER	-----	1/20	3.2	110	1 @
SENSOR	-----	-----	2.0	110	1 @

Adicionalmente se debe tener presente las siguientes especificaciones para los trabajos de instalación eléctricas de fuerza y control.

La adecuación de estas instalaciones serán responsabilidad de la Compañía de Cervezas Nacionales y para realizarlas deberá emplear material de primera calidad rigiéndose a la planilla eléctrica de cada unidad.

Se suministrarán los cables de fuerza para cada unidad, los mismos que deberán ir dentro de tubería rígida empotrada en la pared o losa según corresponda y para llegar hasta la unidad respectiva se usará funda flexible reforzada y para acoplarla a la unidad se usarán conectores o prensa estopas.

Todos los cables de control serán # 16 los mismos que deberán ir dentro de tubería rígida empotrada en la pared o losa según corresponda y para llegar a la unidad se usarán conectores o prensa estopas, todos los cables deberán ser debidamente identificados o usar un color diferente para cada cable.

Se suministrará una acometida independiente para

cada unidad, la misma que saldrá desde una caja principal de alimentación de igual forma se instalará un breaker independiente por cada unidad, los mismos que deberán ser debidamente identificados, esto corresponde al panel arranque.

4.2.- SELECCION DE ARRANCADORES.

Para la selección del tipo de arranque de cada unidad se toma como parámetro de referencia el tipo de motor, la capacidad, tipo de trabajo que debe realizar, tipo de carga, etc.

Son muchos los accionamientos que requieren de un arranque suave o una punta de corriente limitada y que por lo tanto no admiten la posibilidad de arranque directo de motores de cortocircuito.

Normalmente en estos casos se recurre a dispositivos que permiten tener un arranque suave y con corriente pico de arranque baja.

Los más conocidos son los arrancadores Estrella-Triángulo, Autotrans-formador, Arrancador Estático, Devanado Partido.

De los arrancadores enlistados se tomarón dos alternativas los del tipo Estático y Devando Partido, finalmente se seleccionó el Devanado Partido.

El Arrancador del tipo Devanado Partido puede ser usado cuando el embobinado del motor tiene el

devanado Partido, es decir posee 8 cables libres para conexión, en nuestro caso los motores a suministrar con los ventiladores son del tipo Devanado Partido.

Este tipo de arrancador acciona primero un contactor con lo que se energiza solamente una bobina del devanado del estator logrando reducir la corriente de arranque en un 60-70% y el torque en un 50% del valor normal si se energizarán ambas bobinas al mismo tiempo, la segunda bobina arranca 1 segundo después con lo que el motor queda funcionando con el 100% del estator energizado.

El arrancador del tipo Devanado Partido esta compuesto de dos contactores, dos relés térmicos, y un relé temporizador, un selector de 3 posiciones mano/paro/auto, juego de luces piloto marcha/paro térmico y un breaker.

Todos los accesorios serán ensamblados en una caja metálica donde adicionalmente se instalará un disyuntor principal (breaker) con bobina de mínima tensión, barras y terminales, supervisor integral de voltaje, relé auxiliar, portafusibles de control, programador semanal digital, regulador de tiempo,

relé, luces piloto y dispositivo de arranque

La secuencia de operación es de la siguiente manera, arranca primero el ventilador de 24,000 CFM luego de 5 segundos arranca el otro ventilador de suministro de 18.000 CFM, el ventilador de extracción arranca cuando reciba la señal del presostato diferencial de presión, en todo caso el panel esta diseñado para que por ningún motivo arranquen los ventiladores al mismo tiempo.



4.3.- DIMENSIONAMIENTO DE BASES, APOYOS, Y SOPORTES PARA DUCTOS.

Cuando se habla de un sistema de ductos normalmente se considera que los ductos deben tener un sistema de apoyos que sea seguro para el montaje de estos, dentro del tipo de herrajes que comunmente se utilizan para este tipo de instalaciones se tiene desde el fleje hecho con la misma plancha galvanizada, hasta la confección de estructuras metálicas para el soporte de los mismos, (figs. 41 y 42).

En el montaje del sistema de ducteria se utilizó soportes confeccionados con ángulos de $1-1/2 \times 1-1/2 \times 3/16$ ", correas de $80 \times 40 \text{ mm} \times 3/16$ ", tensores de varilla de $1/2$ " roscados. Todos estos apoyos fueron pintados con pintura anticorrosiva y acabado de esmalte.

Los ductos que fueron instalados en voladizo se les instaló apoyos con correas y tensores roscados y colocando ángulos de refuerzo en los ductos para evitar deformaciones en los lados de apoyo, (figs. 43, 44 y 45).

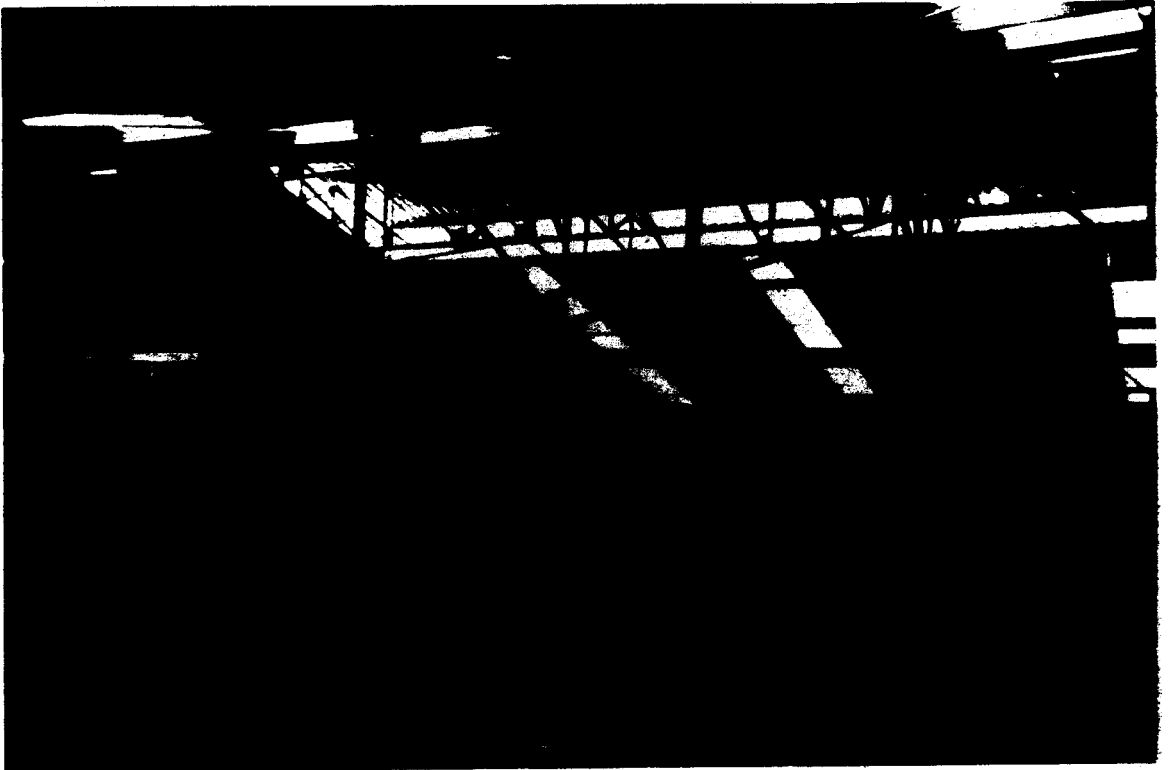


Fig. 41c DUCTOS INSTALADOS Y SOPORTADOS CON TENSORES
HECHOS DE VARILLA Y ANGULOS



Fig. 42 DUCTOS INSTALADOS APOYADOS SOBRE ESTRUCTURAS
DE LA CUBIERTA DEL CUARTO DE PRESION POSITIVA

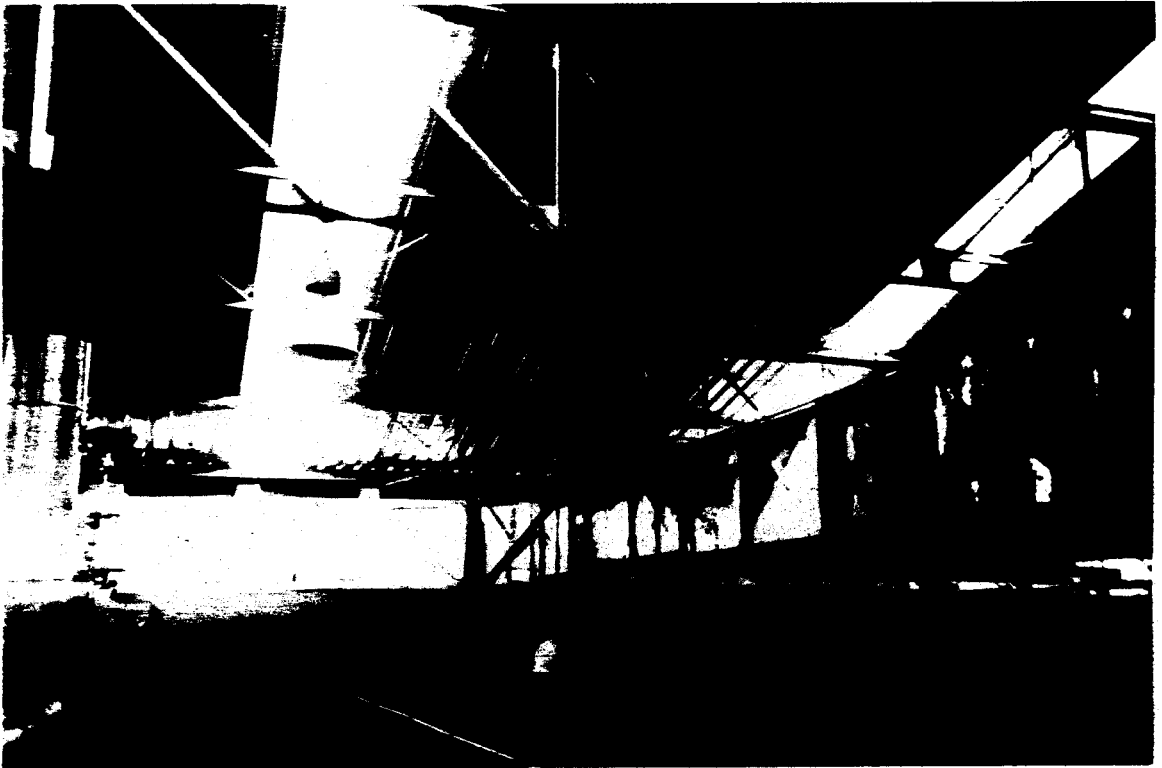


Fig. 43 VISTA DE DUCTOS MONTADOS SOBRE SOPORTES
FUERA DEL CUARTO DE PRESION POSITIVA
(ductos en voladizo)

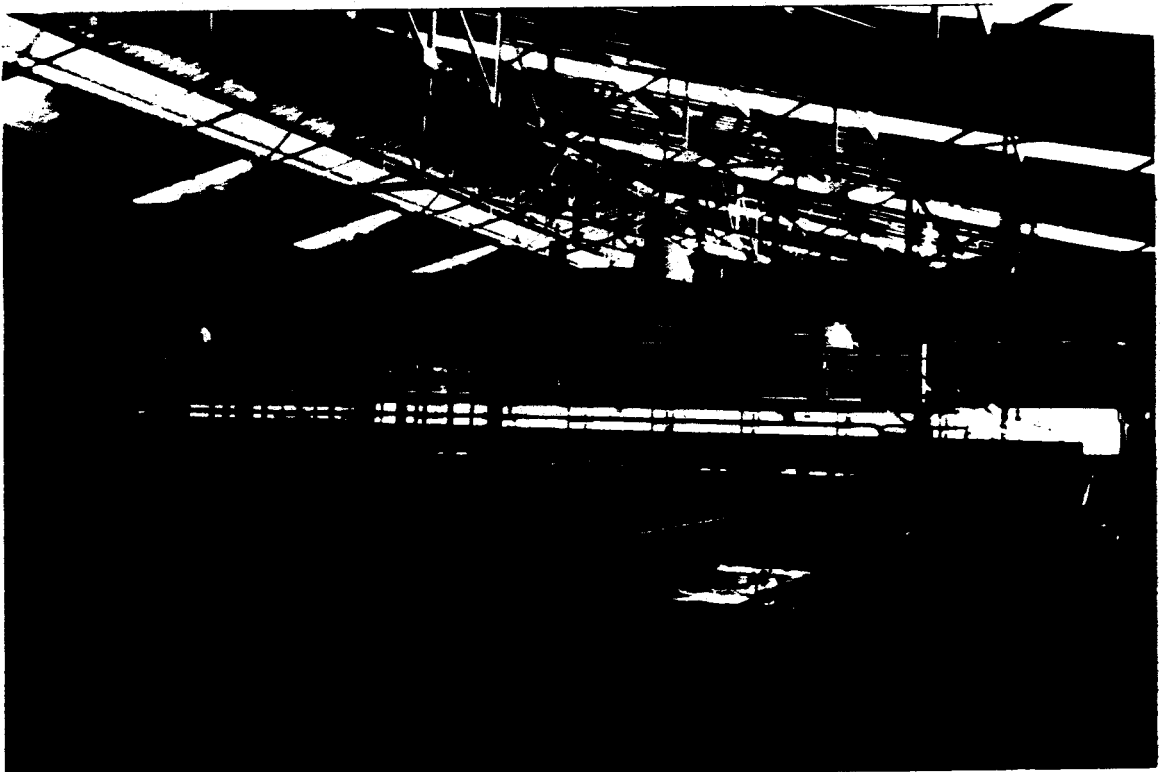


Fig. 44 VISTA DE DUCTOS INSTALADOS Y MONTAJE DE
SOPORTES HECHOS DE VARILLA Y CORREAS



Fig..45 INSTALACION DE REFUERZOS EN CARAS DE LOS DUCTOS PARA APOYARSE EN LOS SOPORTES

4.4. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS A LOS TUMBADOS Y CORTES EN ESTRUCTURAS, BASES PARA VENTILADORES, ETC

Cortes en tumbados.- Estos trabajos se los coordinará con la persona responsable de la obra civil y comprenden los boquetes en las planchas de Steel panel de la cubierta del cuarto de presión positiva para la instalación de difusores y rejillas.

Cortes en estructuras.- Estos trabajos se los coordinará con la persona responsable de la obra civil y corresponden a los trabajos de adecuación de las estructuras metálicas que permitan el paso de los ductos principales y ramales a través de las mismas. En general todas las obras necesarias para el sistema de ventilación serán por cuenta del contratista de obra civil, (figs. 46, 47 y 48).

Trabajos de Albañilería.- Se los coordinará con la persona responsable de la obra civil y se debe pedir con anticipación y por escrito la ejecución de los trabajos necesarios tales como bases para ventiladores. En estos trabajos los gastos que se generen por este concepto será de cargo y riesgo del contratista de obra civil.



Fig. VISTA DE CORTE DE DUCTOS Y PASO A TRAVES DE ESTRUCTURAS (diagonales y montantes)

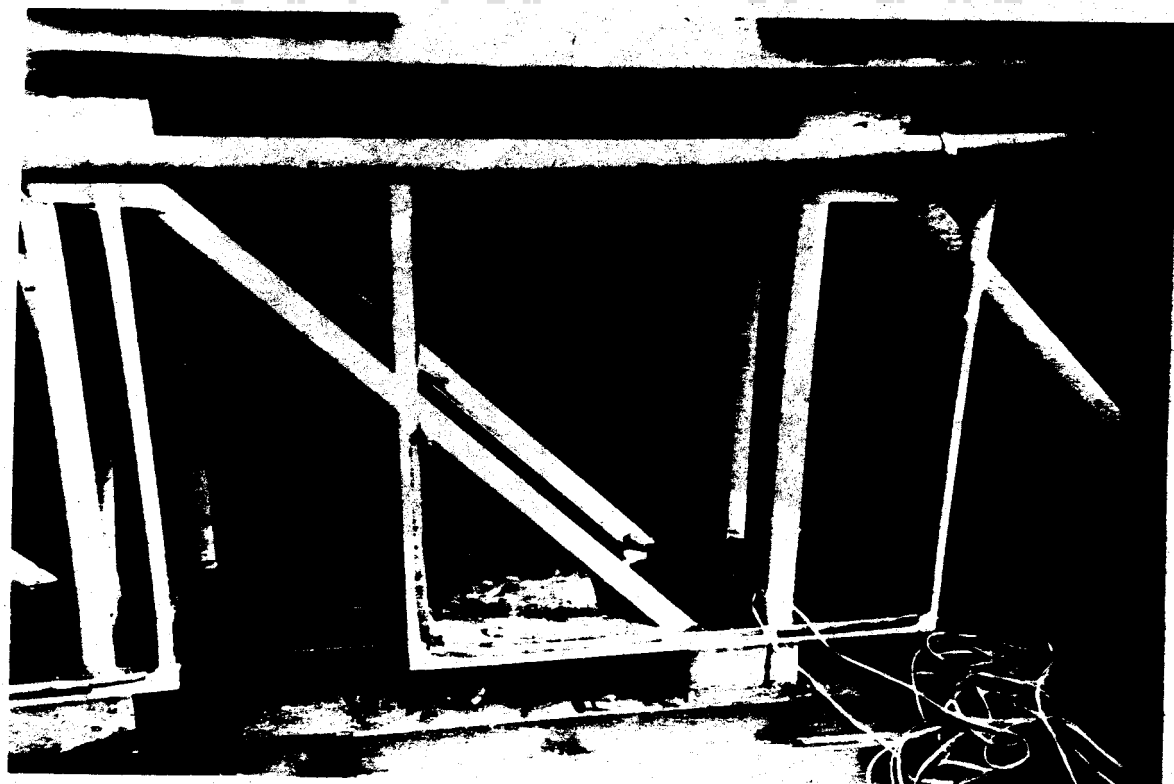


Fig. 47 VISTA DE DUCTOS INSTALADOS Y SELLADO AL PASAR POR VIGAS DE LA ESTRUCTURA

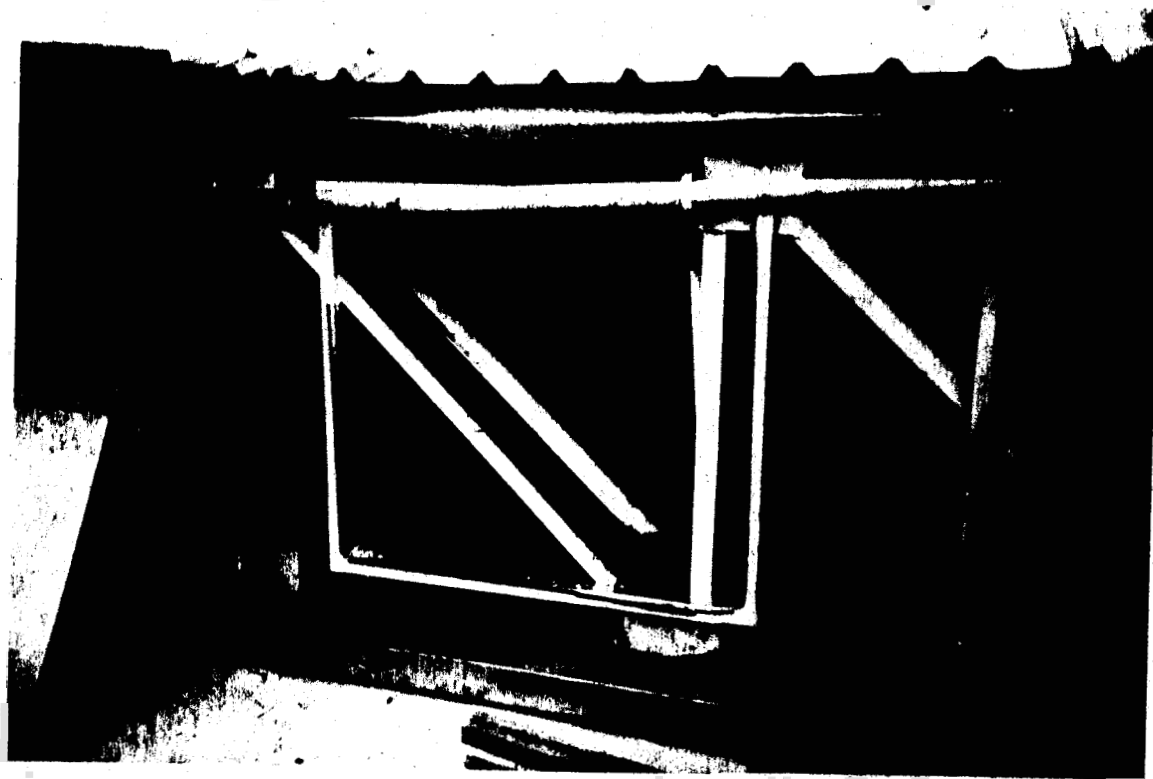


Fig. 48 VISTA DE DUCTOS Y CORTES DE DIAGONALES PARA EVITAR
PERDIDAS POR FRICCIÓN AL PASAR EL AIRE

1.5. - PRUEBAS, CALIBRACION Y ARRANQUES

Las pruebas preliminares consisten en verificar que el voltaje llegue a cada unidad en la magnitud requerida, así como una inspección a todo el cableado, en el panel de alimentación.

control a fin de verificar si el panel de control cumple con la secuencia requerida, de acuerdo al diseño y si las protecciones se activan.

A los ventiladores previo al arranque se verificó el ajuste de bandas y poleas así como la adecuada fijación de toda la unidad a la base de hormigón y del motor con su respectiva estructura.

La primera prueba con los ventiladores se la realizó sin el banco de filtros a fin de poder determinar el flujo sin obstrucción, luego se incorporó el banco de filtros y se calibró los medidores de presión instalados para determinar cuando deben ser cambiados los filtros.

El sistema de ductos será balanceado completamente, debiéndose para ello medir el flujo de aire a la salida de cada difusor y rejilla de extracción.

logrando así el flujo requerido de acuerdo a las planillas respectivas, la medida del flujo de aire se lo puede efectuar con un medidor de flujo directo o por cualquier instrumento que nos permita obtener un dato adecuado, se debe recalcar que se deberán realizar por lo menos cuatro lecturas por rejilla.

Para el presente caso se utilizó un medidor directo de flujo, fue necesario realizar varias mediciones a fin de obtener un promedio, el medidor utilizado para efectuar las lecturas trabaja con dos parámetros fijos que son la sección de la rejilla y la cantidad de aire que pasa a través del instrumento una vez que este se estabiliza y se puede efectuar la lectura.

Para obtener la cantidad total de aire que maneja cada unidad solo es necesario sumar los valores obtenidos por cada difusor o rejilla.

Una vez que se ha realizado el respectivo balanceo de aire se procederá al arranque de cada una de las unidades, debiéndose previamente verificar que el

la salida de cada ventilador así como el flujo

total de aire de la unidad.

Se tomará lecturas en los manómetros para filtros de aire, voltaje y amperaje en cada unidad, luego se confeccionará una hoja técnica con todos estas lecturas, a continuación se presenta el formato de cada hoja que se elaboró una por cada unidad (Anexo I).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que se ha detallado todo el proceso y luego de haber efectuado el análisis del diseño correspondiente y en base a los datos obtenidos en las pruebas, como parte culminante de este trabajo se dará algunas recomendaciones y conclusiones con la finalidad de tener elementos de juicio para futuros proyectos y como se los puede mejorar.

Se requiere de tener una renovación del 100 % para mantener ambientes presurizados con la suficiente presión a fin de lograr mantener las condiciones de calidad del aire y un flujo continuo de aire hacia el exterior, a fin de evitar que una excesiva presión dentro del ambiente cause molestias tanto a las personas como al buen funcionamiento del sistema se debe observar regularmente que el presostato diferencial de presión se accione de acuerdo a los rangos indicados en el diseño, es decir cuando se logre una presión en el ambiente que este entre 1 y 2 " de columna de agua.

La razón primordial para que no se utilice un solo ventilador de suministro de aire exterior se basa en

considerar lo siguiente: en caso de que por cualquier circunstancia se dañe el motor de uno de los extractores el otro quedará funcionando, hasta que el daño sea superado; otra razón se la considera la parte técnica ya que un ventilador para manejar todo el caudal necesario resultaría con dimensiones y tamaño desproporcionado para el espacio físico disponible inclusive mantener una unidad tan grande siempre trae complicaciones además del personal y las herramientas que se requieren.

El porque no se utilizó más de dos unidades ventiladoras para el suministro de aire al ambiente, se lo considera desde el punto de vista técnico como lo ideal el poner no más de las dos unidades suministradas, ya que demasiadas unidades conlleva el riesgo de tener un gran número de elementos de control y con ello se incrementan las posibilidades que el sistema falle, desde el punto de vista económico el tener varias unidades da lugar a que los trabajos complementarios tanto en instalaciones eléctricas como en obras civiles sea mayor la inversión y finalmente desde el punto de vista espacio físico se hubiera tenido problema con la adecuada instalación de varias unidades en una zona pequeña.

A través del desarrollo del presente proyecto se ha podido observar que en nuestro medio si existe mano de obra calificada para realizar proyectos de gran magnitud, este

comentario se lo puede sintetizar de la siguiente forma:

- Mano de obra calificada para la confección y el montaje de ductos, ya que el sistema implementado es de gran magnitud, además de contar con todas las maquinarias y herramientas tales como: dobladoras, lockformer, cizallas, remachadoras, soldadoras, punzadoras, taladros, etc.
- Mano de obra calificada para el montaje de las unidades y el posterior arranque, inclusive para efectuar las pruebas fue necesario adaptar e implementar todo un grupo de elementos y acciones a fin de poder tener las lecturas adecuadas, se conto con el apoyo de maquinaria pesada tales como gruas, montacargas, tecles, etc.

Además se pudo constatar que en nuestro medio existen empresas especializadas que se dedican a la venta y distribución de productos y accesorios de control y secuencia de operación del tipo dispositivos eléctricos y electrónicos en estado sólido, que en el presente caso fueron necesarios y no se tuvo que realizar una importación directa sino que se brindó asesoramiento para poder seleccionar lo más adecuado, en este caso específico los los arrancadores para los motores de los ventiladores.

Un inconveniente que se presento en el montaje de los

ductos fue el paso a través de las estructuras de las cerchas principales, ya que las personas responsables de la obra civil en un principio no habían fijado exactamente las cotas del paso de ductos, fue necesario instalar ciertas guidores de flujo para evitar que al pasar los ductos por los montantes principales y que no se pudo cortar las estructuras se produzcan pérdidas o caídas de presión que en un inicio no se las considero en el proyecto, este inconveniente genero un retraso de 3 semanas en el avance de la obra.

En lo que concierne al resultado del tiempo invertido contra el presupuesto presentado el retraso antes mencionado generó un egreso considerable, ya que por cada día de atraso se aplicaba una multa diaria, inclusive en esta época nuestro país estaba en conflicto bélico con los vecinos del sur y las importaciones también se demoraron por este concepto.

En lo que respecta al presupuesto inicial se presentó un alcance por concepto de materiales y mano de obra, ya que el proyecto inicial no contaba con los problemas que en la seguridad nacional se vivio y los costos por imprevistos que se asumieron no cubrían el desfase económico que se presento, a pesar del analisis presentado la compañía contratante no tomó en cuenta esta sugerencia y por lo tanto el costo de la obra quedo con un desfinanciamiento

considerable, que a pesar del esfuerzo económico realizado no se lo pudo cubrir, pero en todo caso el sistema pudo ser arrancado y probado.

ANEXO I

HOJAS TECNICAS DE LECTURAS FINALES

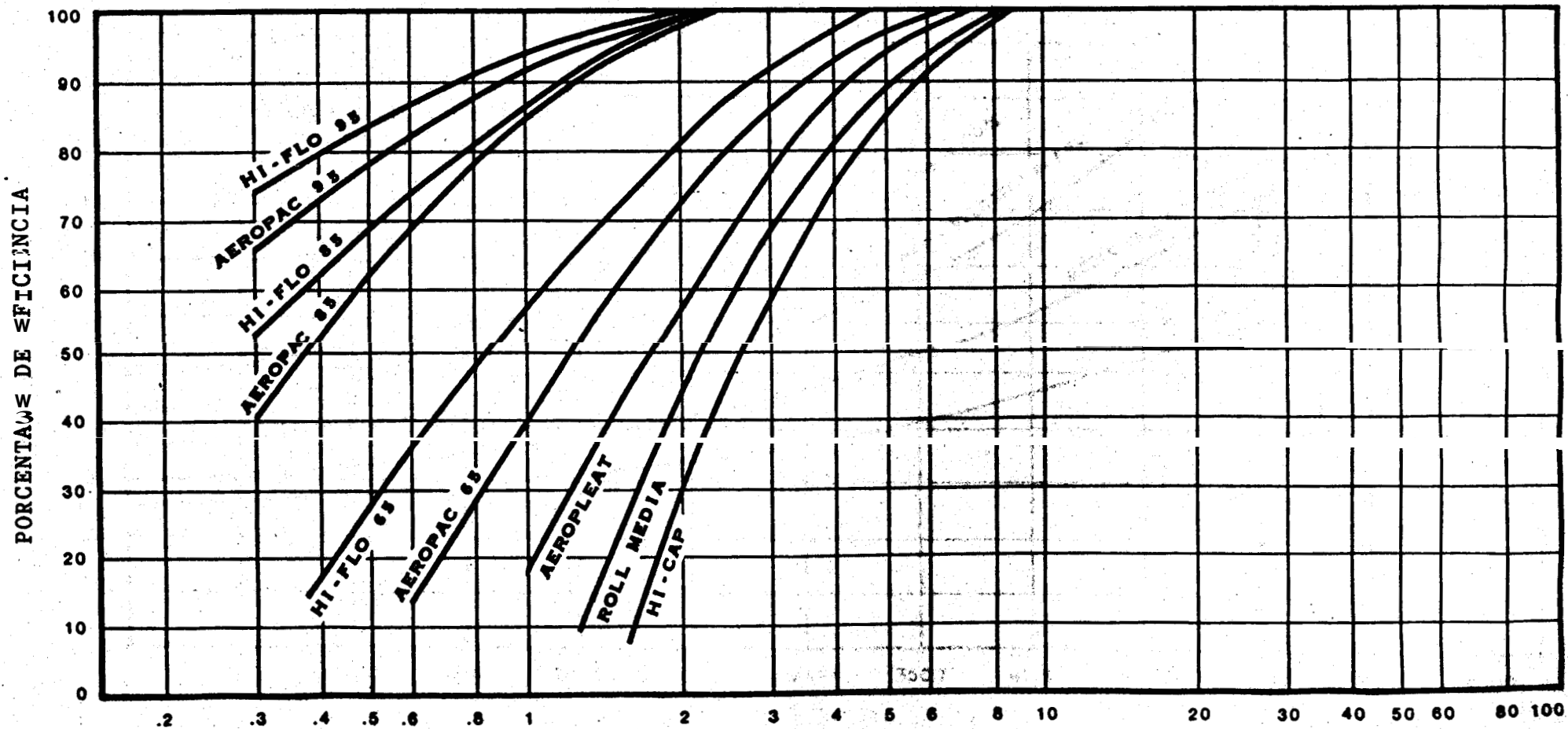
Obra : _____
Tipo de Sistemas : _____
Tipo de ventilador: _____
Area Ventilada : _____
Fecha de Arranque : _____

Unidad Ventiladora #
Marca : Serie :
Modelo: Capacidad:

C. F. M. MANDO : _____ CFM.
DIFUSORES _____
TEMPERATURA _____ OC.
HUMEDAD RELATIVA : _____ %
RENOVACION _____ %
TIPO DE FILTROS : _____
LECTUHA MANOMETHO: _____ ABSOLUTO
LECTURA MANOMETRO: _____ PREFILTRO
AMPERAJE MOTOR : A M P .
VOLTAJE MOTOR : _____ VOLT.
FASE _____
R. P. M. _____
TIPO DE ARRANQUE : _____
BANDAS _____

ANEXO A . = CURVAS DE FILTROS DE ALTA EFICIENCIA

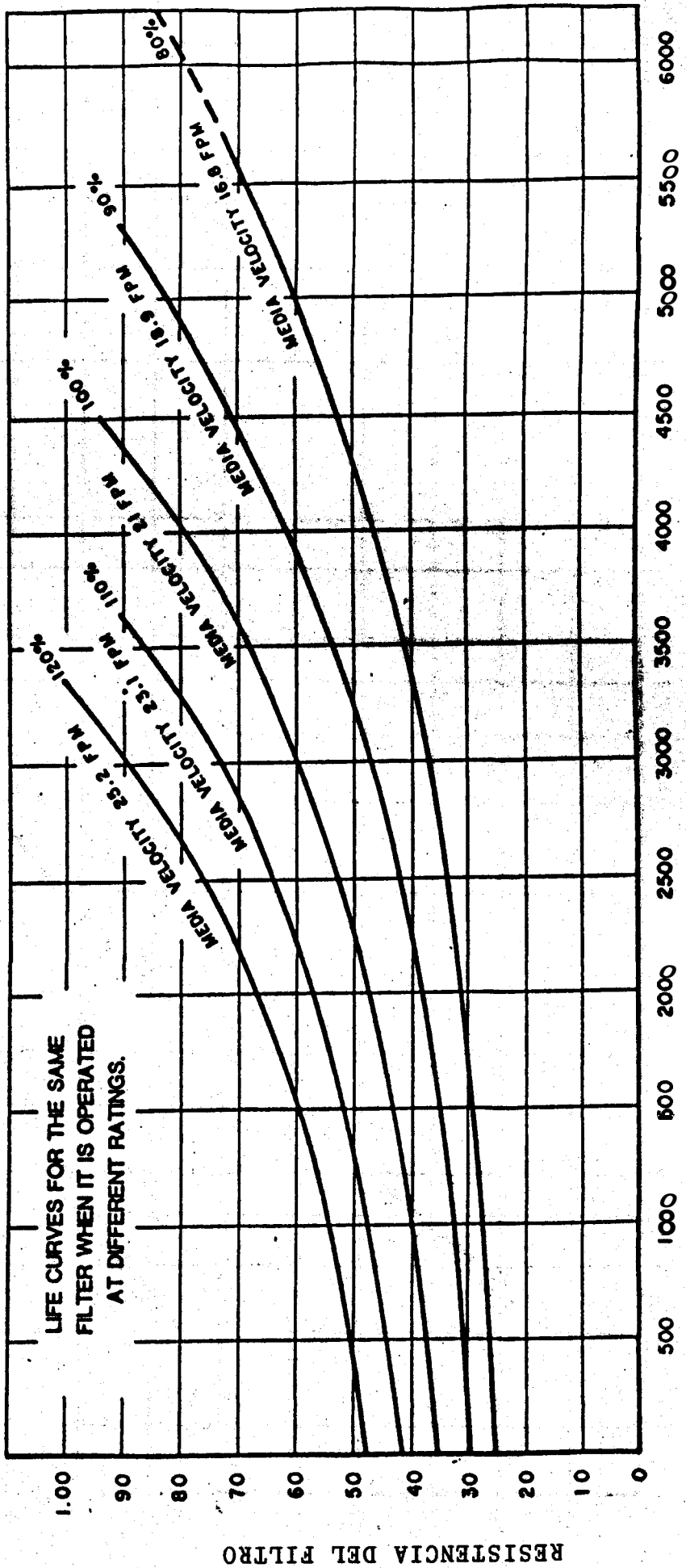
DATOS DE PRUEBAS DE EFICIENCIA CON LASER FRACCIONAL



TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN MICRONES

ANEXO B . = CURVAS DE FILTROS

CURVA TIPICA DE VIDA

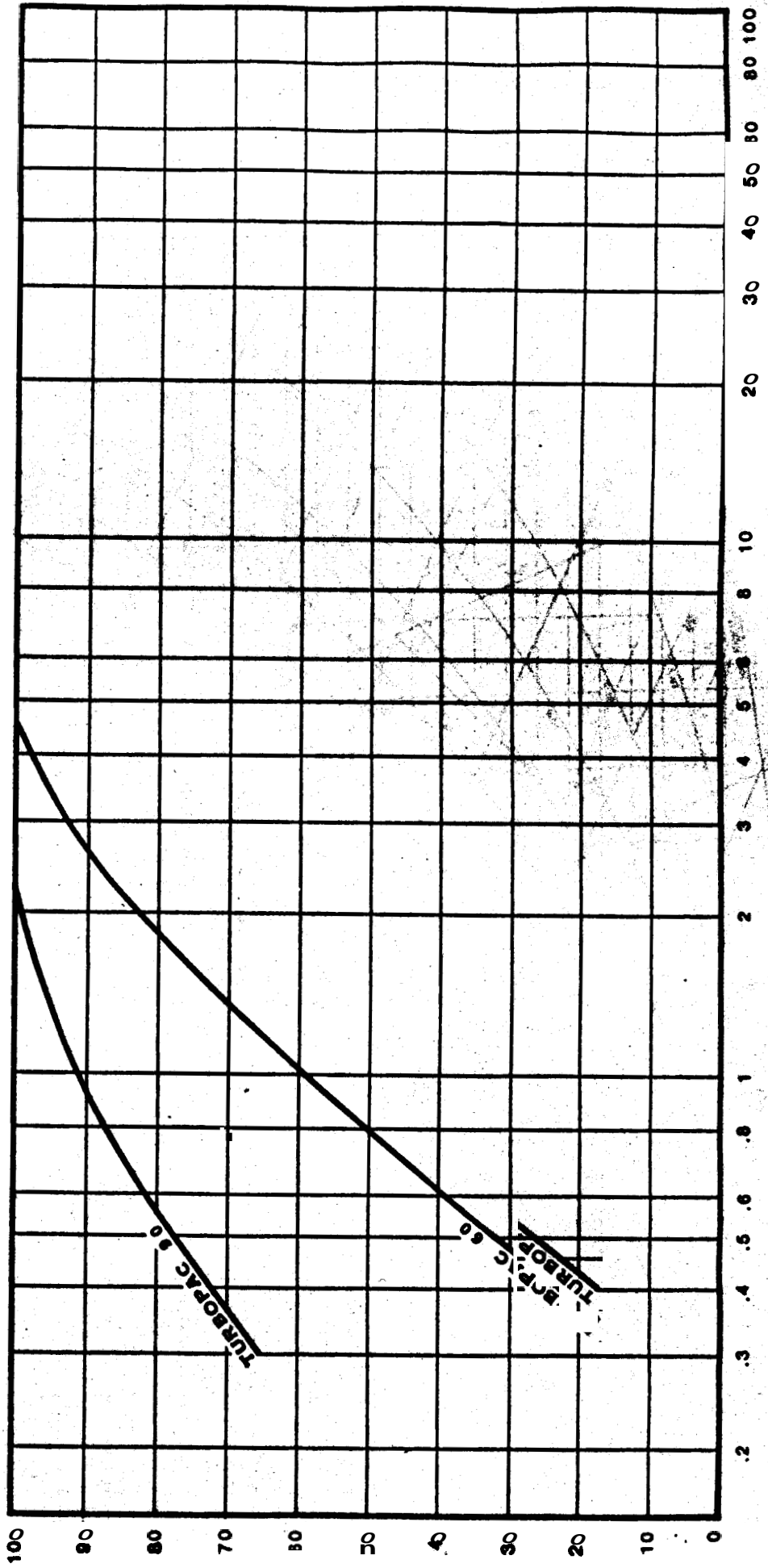


HORAS DE OPERACION

RESISTENCIA DEL FILTRO

ANEXO C . = CURVAS DE EFICIENCIA DE FILTROS

DATOS DE PRUEBAS DE EFICIENCIA CON LASER FRACCIONAL



PORCENTAJE DE EFICIENCIA

TAMAÑO DE PARTICULAS EN MICRONES

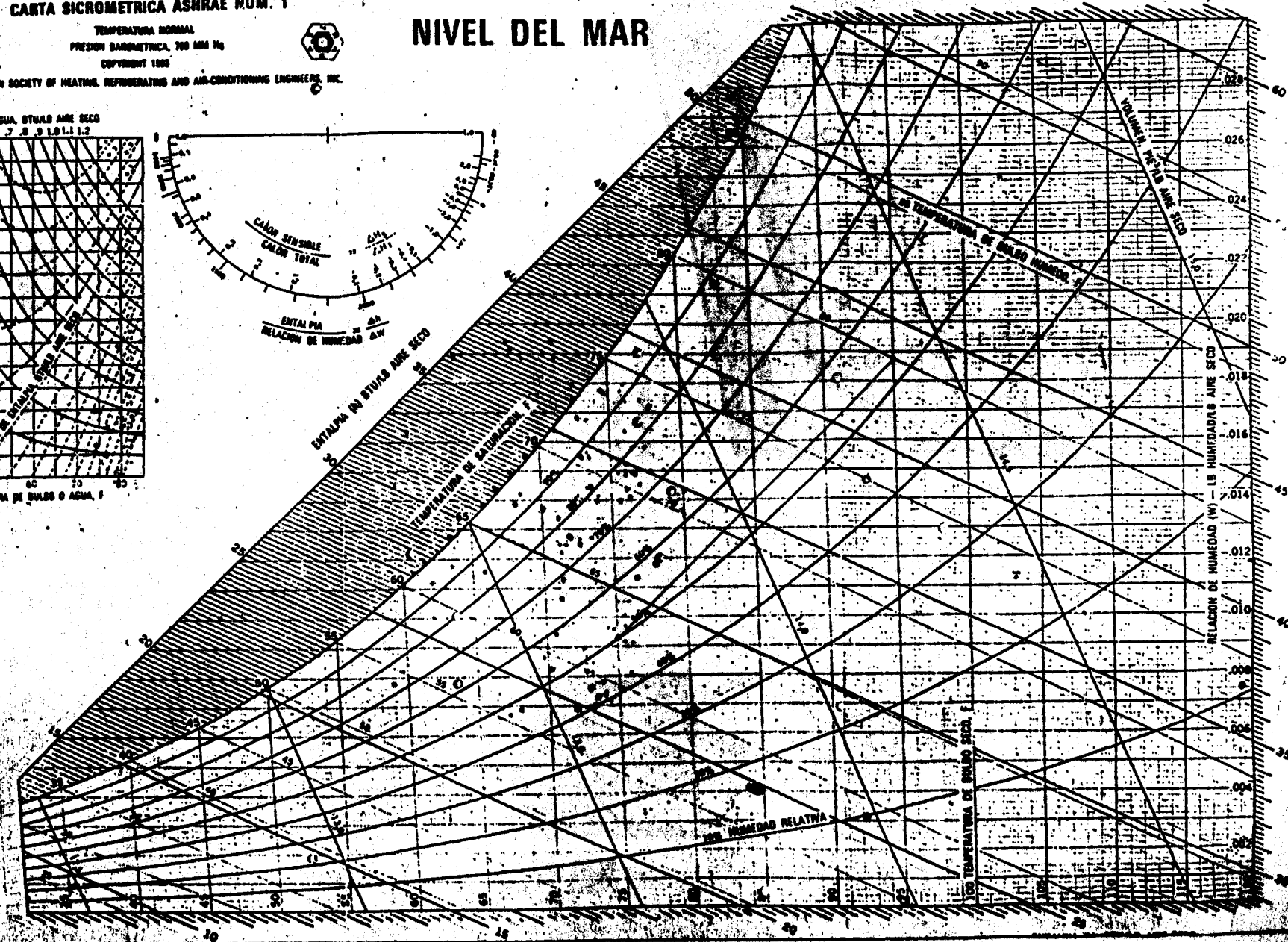
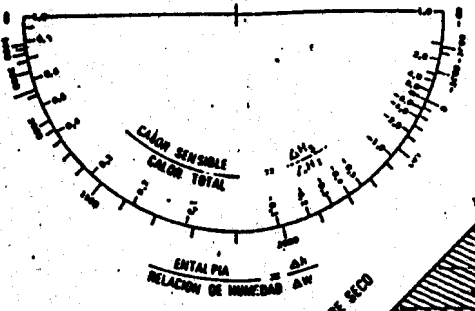
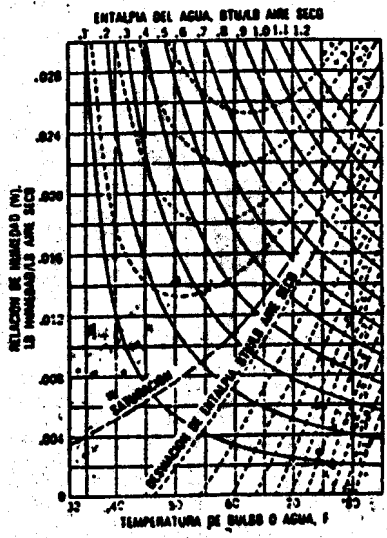
ANEXO D = CARTA PSICROMETRICA
CARTA PSICROMETRICA ASHRAE NUM. 1

TEMPERATURA NORMAL
PRESION BAROMETRICA 760 MM Hg
COPYRIGHT 1955

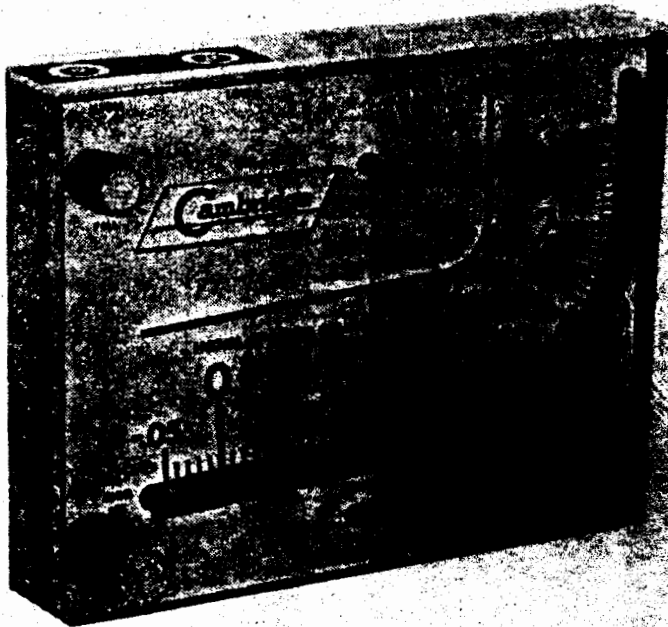


NIVEL DEL MAR

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



ANEXO E . = MANOMETRO PARA BANCOS DE FILTROS



FOOLPROOF LIFETIME ACCURACY —

... no gears, no bearings, no linkages to necessitate recalibration, 3% accuracy guaranteed ... logarithmic curve tube gage gives wider increments at lower readings.

SIMPLE CONSTRUCTION —

... molded, one-piece, practically indestructible gray Tenite 11 plastic housing and clear plastic indicating tube.

MINIMUM MAINTENANCE —

... semi-annual filling of fluid reservoir and occasional, simple adjustment of fluid level. Wipes clean.

QUICK, EASY INSTALLATION —

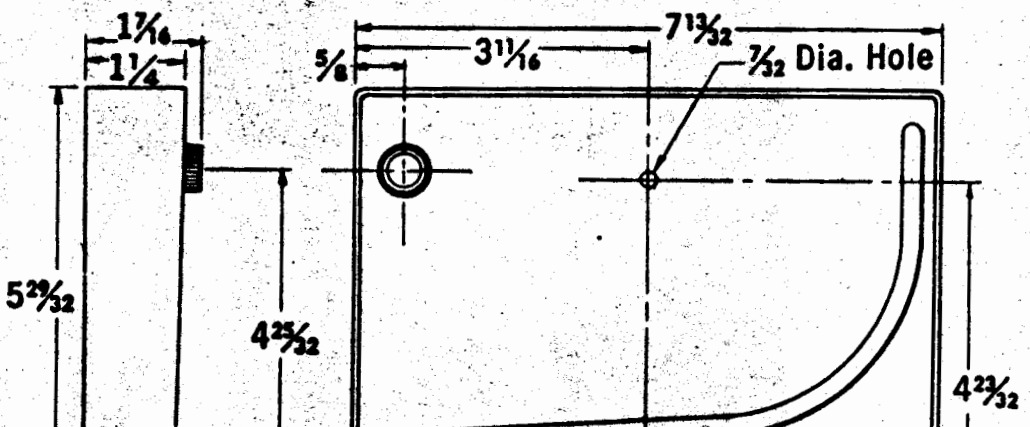
... self-tapping screws secure unit to wood or metal surface — then fill reservoir, adjust fluid level, connect fittings and piping. Gage is operating.

COMPLETE UNIT —

... comes with 8' of flexible 2000 column plastic tubing, 2 connector fittings for 1/8" pipe or sheet metal ducts, 2 mounting screws, 3/4 oz. replacement fluid and full installation instructions.



DIMENSIONS

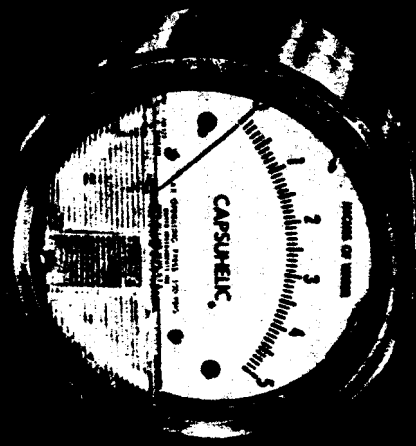


ANEXO F . = MEDIDOR DE PRESSION AMBIENTAL

Dwyer

SERIES
4000

Capsuhelic Differential Pressure Gages



Capsuhelic Pressure Gages are a Dwyer Specialty

Model No. 4000

FIG. 4-10

© 1970

Standard No. 4000-1000

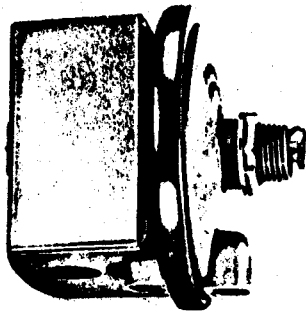
ANEXO G . = SWITCH DIFERENCIAL



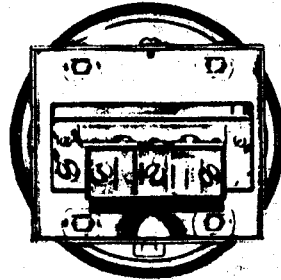
SERIES
1800

Low Differential Pressure Switches for General Industrial Service

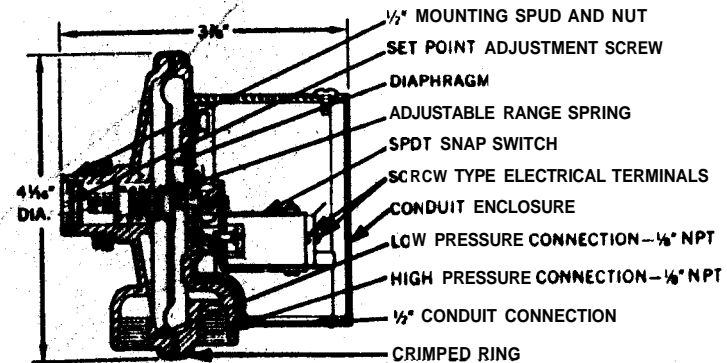
Compact, economically priced switches in 8 standard ranges. Set points from 0.15" to 80" W.C. Repetitive accuracy within 2%. U.L. and C.S.A. listed, F.M. approved.



Model 1823 pressure switch. U.L. and C.S.A. listed. F.M. approved.



Series 1823 pressure switch. Conduit enclosure removed to show electric switch.

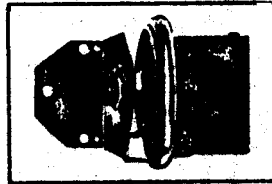


Construction and dimensions. Series 1823 pressure switches.

ANEXO G . = SWITCH DIFERENCIAL

One of our most popular pressure switches. Combines small size and low price with 2% repeatability for enough accuracy for all but the most demanding applications. Set point adjustment inside the mounting stud mounting switch on one side of a wall or panel with adjustment easily accessible on the opposite side. U.L. and C.S.A. listed, EM approved.

A-389 Mounting bracket (optional) is 16 ga. steel, zinc plated, dichromate dipped for corrosion resistance. Provides rugged, permanent mounting and speeds installation.



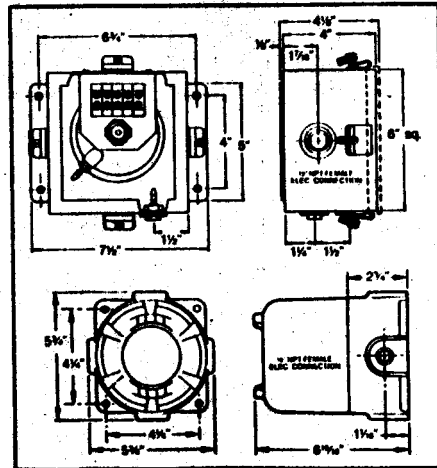
Environmental (MIL) Construction. Unlisted Model 1820 can be furnished with a special snap switch sealed against the environment for high humidity, exposure to fungus, and/or for military applications. Similar to Model 1823 except dead band is slightly greater and some lower set points may not be available. Specify Model 1820 - (Range No.) - "MIL" and required set point in ordering.

Weatherproof Enclosure

16 ga. steel enclosure for unusually wet or oily conditions. Withstands 200 hour salt spray test. Gasketed cover. Weight 5½ lbs. Switch must be installed at factory. Specify "WP" in addition to switch catalog number.

Explosion-Proof Housing

Cast iron base and aluminum dome cover. Approximate weight 7½ lbs. Specify "EXPL" in addition to switch catalog number.



SPECIAL MODELS AVAILABLE

(See page 2 for OEM models).

How to Order: See price list, Bulletin S-26.

PHYSICAL DATA

Temperature limits: -30°F for dry air or gas to 180°F.

Maximum surge pressure: 25 psig.

Rated pressure: 10 psig.

Pressure connections: ¼" NPT.

Electrical rating: 15 amps, 120-480 volts, 60 Hz. A.C. Resistive ¼ H.P. @ 125 volts, ¼ H.P. @ 250 volts, 60 Hz A.C. Derate to 10 amps for operation above 130°F or at high cycle rates.

Wiring connections: 3 screw type, common, normally open and normally closed.

Set point adjustment: Screw type inside mounting stud.

Housing: Aluminum die casting. Steel fittings zinc plated, dichromate dipped for 200 hour salt spray test.

Diaphragm: Silicone rubber on dacron with aluminum support plate.

Calibration Spring: Stainless steel.

Mounting stud: ½" pipe thread.

Weight: 1lb., 5 oz.

Installation: Diaphragm vertical.

CAUTION: FOR USE ONLY WITH AIR OR COMPATIBLE GASES.

MODEL 1823 SWITCHES: OPERATING RANGES AND DEAD BANDS.

Model Number	Operating Range Inches, W.C.	Set Point	
		At Min.	At Max.
1823-0	0.15 to 05	006	006
1823-1	0.3 to 1.0	008	008
1823-2	05 to 20	010	012
1823-5	1.5 to 5.0	014	028
1823-10	20 to 10	018	045
1823-20	3 to 22	035	070
1823-40	5 to 44	056	1.1
1823-80	9 to 85	13	3.0

Suggested Specification

Differential pressure switches shall be diaphragm operated with 4" diaphragm to actuate a single pole double throw snap switch. Motion of the diaphragm shall be restrained by a calibrated spring that can be adjusted to set the exact pressure differential at which the electrical switch will be actuated. Motion of the diaphragm shall be transmitted to the switch button by means of a direct mechanical linkage. Switches shall be Dwyer Instruments, Inc. Catalog No. 1823-_____ for the required operating ranges.

ANEXO H . = CURVAS DE PERFORMACE DE VENTILADORES

Mark : U3 Model : 54-BISW Elev.: 0 (Ft) Temp.: 80 (F)

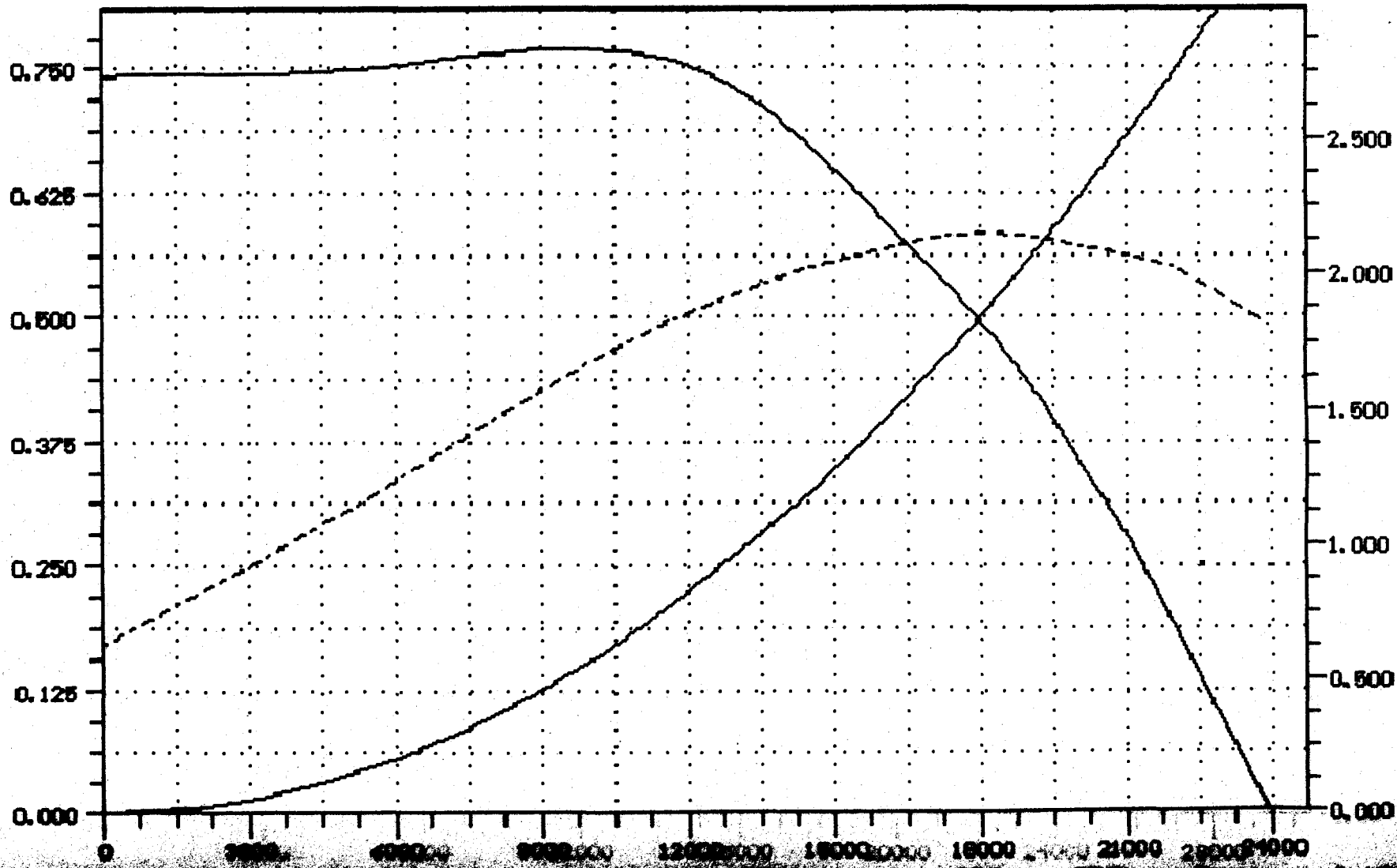
Volume : 18000 (CFM) SP : 0.500 (In WC)

Ps (In WC)

FRPM : 257

Pouer : 2.17 (BHp)

(BHp) Power



ANEXO H = CURVAS..DE PERFORMACE DE VENTILADORES

Mark : U2 Model : 36-BISW Elev.: 0 (Ft) Temp.: 80 (F)

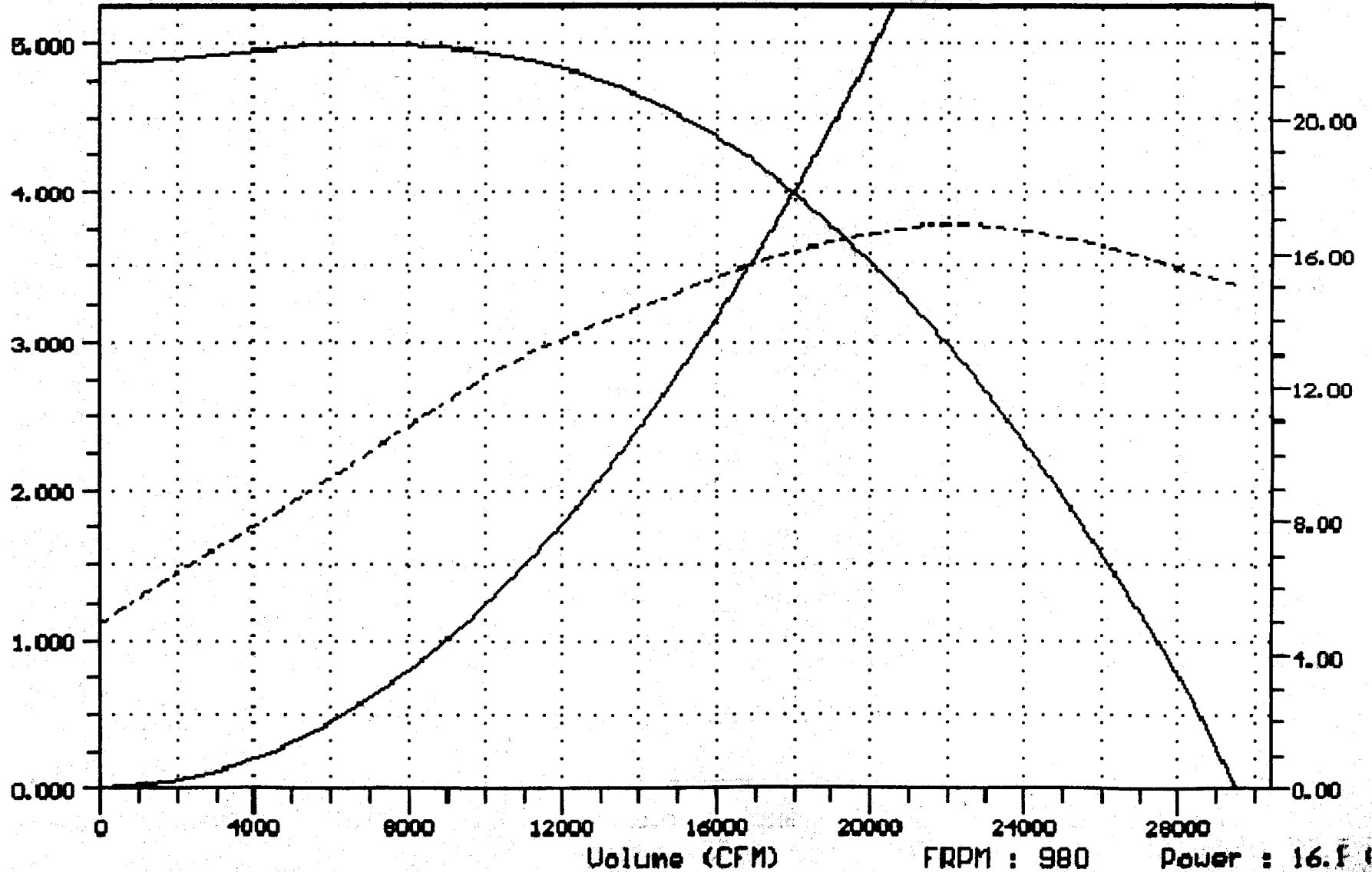
Voluns : 18000 (CFM) SP : 4.000 (In WC)

Ps (In WC)

FRPM : 980

Power : 16.1 (BHp)

(BHp) Power



ANEXO H. = CURVAS DE PERFORMANCE DE VENTILADORES

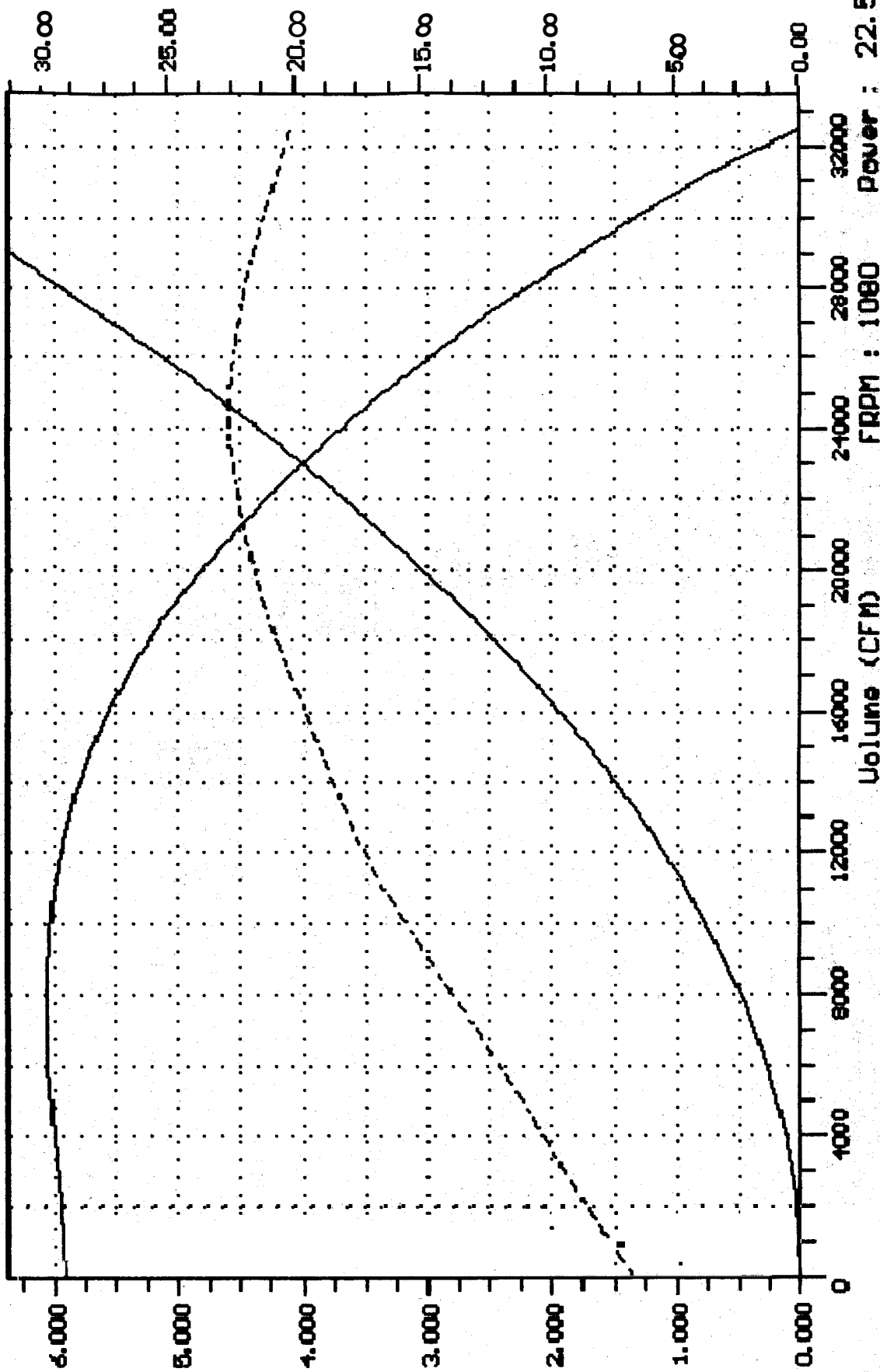
Mark : U1 Model : 36-BISU Elev.: 0 (Ft) Temp.: 80 (F)

Volume : 23000 (CFM) SP : 4.000 (In WC)

FRPM : 1080 Power : 22.5 (BHp)

(BHp) Power

Ps (In WC)



FRPM : 1080

Volume (CFM)

Power : 22.5

ANEXO . = SALECCION DE ARRANCADORES

SELECTION TABLE

TO AID IN THE SELECTION OF A CONTROLLER BEST SUITED FOR A PARTICULAR CHARACTERISTIC

CHARACTERISTIC WANTED	TYPE OF STARTER TO USE (Listed In order of desirability)	COMMENTS
Smooth Acceleration	1. Solid State (Class 8660) 2. Primary Resistor (Class 8647) 3. Wye-Delta (Class 8630) 4. Autotransformer (Class 8606) 5. Part Winding Part (Class 8640)	• Little choice between 3 and 4.
Minimum Line Current	1. Autotransformer (Class 8606) 2. Solid State (Class 8660) 3. Wye-Delta (Class 8630) 4. Part Winding (Class 8640) 5. Primary Resistor (Class 8647)	
High Starting Torque	1. Autotransformer (Class 8606) 2. Solid State (Class 8660) 3. Primary Resistor (Class 8647) 4. Part Winding (Class 8640) 5. Wye-Delta (Class 8630)	
High Torque Efficiency (Torque v a Line Current)	1. Autotransformer (Class 8606) 2. Wye-Delta (Class 8630) 3. Part Winding (Class 8640) 4. Solid State (Class 8660) 5. Primary Resistor (Class 8647)	• Little choice between 3, 4 and 5.
Suitability For Long Acceleration	1. Wye-Delta (Class 8630) 2. Autotransformer (Class 8606) 3. Solid State (Class 8660) 4. Primary Resistor (Class 8647)	• For acceleration time greater than 5 seconds, primary resistor requires non-standard resistors. • Part winding controllers are unsuitable for acceleration greater than 2.
Suitability For Frequent Starts	1. Wye-Delta (Class 8630) 2. Solid State (Class 8660) 3. Primary Resistor (Class 8647) 4. Autotransformer (Class 8606)	• Part winding is unsuitable for frequent starts.
Flexibility In Selecting Starting Characteristics	1. Solid State (Class 8660) 2. Autotransformer (Class 8606) 3. Primary Resistor (Class 8647)	• For primary resistor, resistor change required to change starting characteristics. • Starting characteristics cannot be changed for Wye-Delta or part winding controllers.

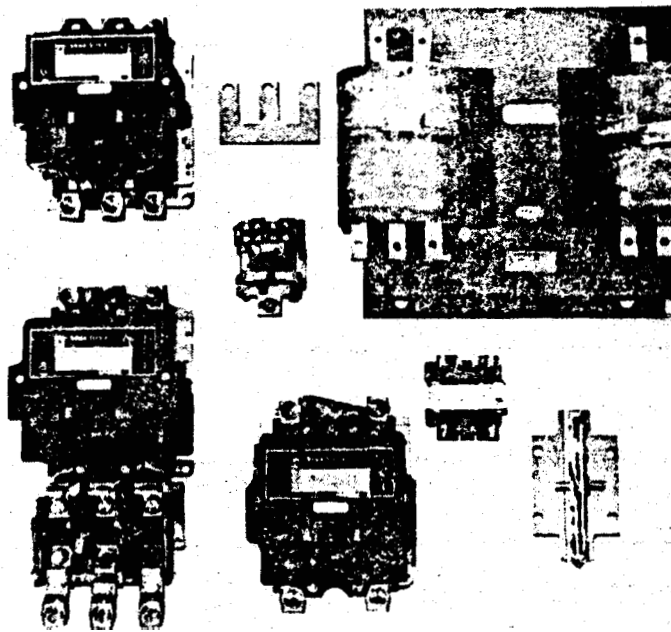
REDUCED VOLTAGE CONTROLLERS O.E.M. KITS

Electromechanical, reduced voltage controllers are now available in kit form. The kit is supplied with all components required to build the basic controller. The kit includes the starter(s), contactor(s) and timing relay plus any components required for the specific controllers such as an autotransformer, resistors, mechanical interlock, etc. Also included with the kit is an elementary wiring diagram, mounting template for each starter and contactor, instruction sheet, service bulletins and a thermal overload and short circuit protection selection guide. The kits do not include wiring or sheet metal.

Controllers available in kit form are listed in the table. For kit selection and pricing, refer to the appropriate selection table on pages 313-315.

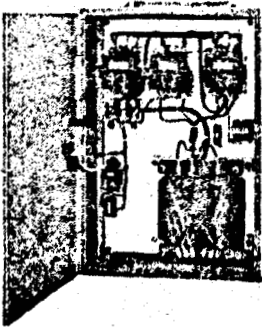
ORDERING INFORMATION REQUIRED ON ALL CLASS 8600 DEVICES

1. Class and type number.
 2. Horsepower, voltage, phase and hertz.
 3. Control voltage — if different than line supply.
 4. Special features or factory installed modifications.
 - Modifications for Class 8606, 8630, 8640, 8647, 8650
- Controllers listed on pages 737-742.
- Modifications for Class 8660, Solid State Controller listed on pages 330-331.



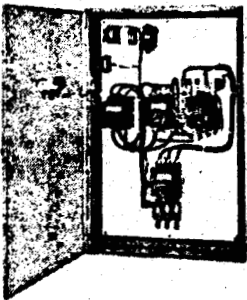
Class	Type	NEMA Size
8606	Autotransformer	3-6
8630	Wye-Delta (open transition)	3YD-6YD
8630	Wye-Delta (closed transition)	3YD-8YD
8640	Part Winding	2PW-5PW
8647	Primary Resistor	3-5

ANEXO . = SELECCION DE ARRANCADORES



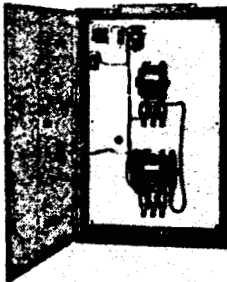
AUTOTRANSFORMER — CLASS 8606

Starting Characteristics in Percent Of Full Voltage Values			Advantages	Disadvantages
Voltage at Motor	Line Current	Starting Torque		
Taps			1. Provides highest torque per ampere of line current, high torque efficiency. 2. Flexibility in selecting starting characteristics. 3. Suitable for long starting periods 4. Closed transition starting.	1. In lower HP ratings, is most expensive sign. 2. Low power factor.
80	64	64		
65	42	42		
50	25	25		



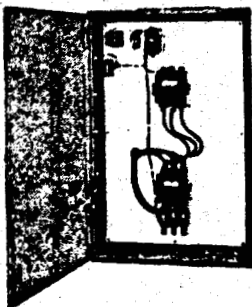
WYE-DELTA — CLASS 8630

100	33	33	1. Moderate cost. 2. Suitable for high inertia, long acceleration, loads. 3. High torque efficiency.	1. Requires special motor design. 2. Starting torque is low. 3. Inherently open transition — closed transition available at added cost. 4. No flexibility in selecting starting characteristics.
-----	----	----	--	---



PART WINDING — CLASS 8640

100	65	48	1. Least expensive reduced voltage controller. 2. Closed transition starting. 3. Small size.	1. Unsuitable for long acceleration or frequent starting. 2. Requires special motor design. 3. No flexibility in selecting starting characteristics.
-----	----	----	--	--



PRIMARY RESISTOR — CLASS 8647

70	70	49	1. Smooth acceleration — motor voltage increases with speed. 2. High power factor during start. 3. Closed transition starting. 4. Inexpensive in lower HP ratings.	1. Resistor gives off heat. 2. Starting time in excess of 5 seconds requires non-standard resistor, more expensive. 3. No flexibility in selecting starting characteristics.
----	----	----	---	--



SOLID STATE — CLASS 8660

▲ Adjustable	▲ Adjustable	▲ Adjustable	1. Greatest flexibility in selecting starting characteristics. 2. Low to moderate price considering special features. 3. Energy savings. 4. Solid state overload protection. 4. LED diagnostics.	1. SCRs give off heat. 2. Limits on operating ambient temperature. 3. Susceptible to large voltage surges.
25 to 70	25 to 70	6 to 49		

▲ Starting voltage, line current and starting torque are not independent of one another. Selecting one will determine the remaining two (motor voltage set for 50%, line current will be 50% and starting torque will be 25% of full load values.)

Straightforward design assures maintenance-free performance

Bezel provides flange for flush mounting in panel.

"O" ring seal for cover assures dust tight integrity of case.

Clear plastic front cover is highly resistant to breakage. Provides undistorted viewing of pointer and scale.

Precision scale, litho-printed on aluminum, is accurate and easy to read.

Red tipped pointer of heat treated aluminum tubing is easy to see. It is rigidly mounted on helix shaft.

Pointer stops of molded rubber prevent pointer over-travel without damage.

Samarium cobalt magnet mounted at end of range spring rotates helix without mechanical linkages.

"Wishbone" assembly provides mounting for helix, helix bearings and pointer shaft.

Thin wall magnetic "window" is well braced and of minimum area for maximum pressure capability.

Sapphire bearings for helix are shock-resistant mounted. They provide virtually friction-free rotation for helix. Rotation is damped with high viscosity silicone fluid.

Helix is precision milled from an alloy of high magnetic permeability, deburred and annealed in a hydrogen atmosphere for best magnetic qualities. Mounted in sapphire bearings, helix rotates to align with magnetic field of magnet and transmit pressure indication to pointer.

Zero adjustment screw is conveniently located in plastic cover, accessible without removing cover. "O" ring seal provides dust seal.

Range spring calibration is screw adjusted. Rate adjust and rate adjust lock are coaxial and are factory set and sealed.

Top low pressure connection (for Air or Gas) connects to chamber in back of diaphragm. High pressure air or gas port (cut away; not shown) connects with chamber in front of diaphragm through passageways in case.

Precision made case is offered in two materials. Standard is die cast aluminum coated inside with Teflon[®] for resistance to most oils and similar fluids. Optional forged brass case is recommended when using water or water based liquids. One case size for all pressure ranges — can be either surface or flush mounted.

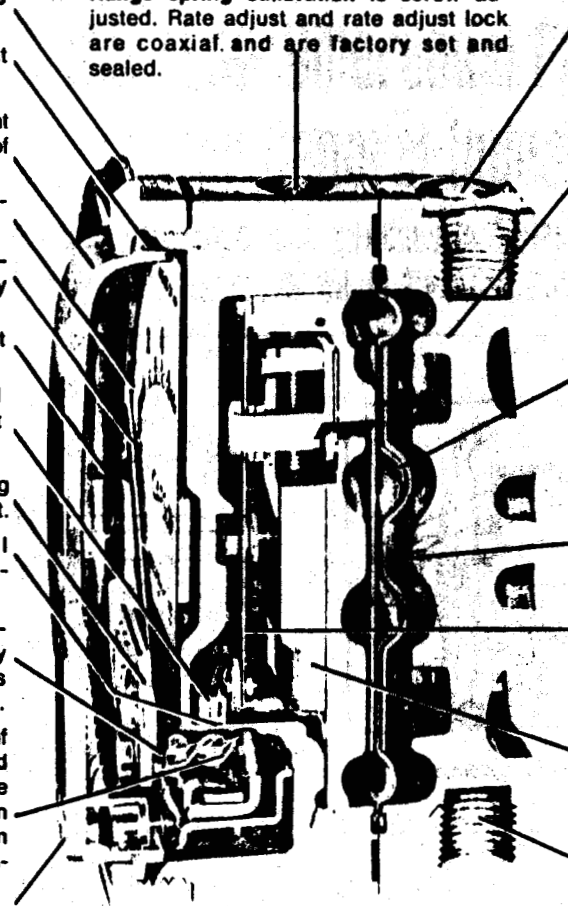
Silicone rubber diaphragm with integrally molded "O" ring is sealed between the case and backplate. Diaphragm motion is restricted to prevent damage due to over-pressure. Double convolution allows choice of effective areas to suit range at time of assembly.

Diaphragm support plate of stainless steel minimizes position or attitude sensitivity.

Calibrated range spring is a flat leaf of stainless steel. Small amplitude of motion assures consistency and long life. It reacts to pressure on diaphragm. Live length factory adjusted for calibration.

Range spring mounting plate provides mounting for rate adjust screw and for the calibration range spring and magnet assembly.

Bottom high pressure connection (for Liquids) connects to chamber in front of diaphragm. Low pressure liquid connection (not visible) connects with chamber in back of diaphragm through passageways in case.



B I B L I O G R A F I A

- 1.- Ingeniería del Ambito Térmico, por James L. Threlkeld, 1973.
- 2.- Manual de Ventilación Industrial, editado por Ing. Eduardo Donoso, profesor principal de la Espol
- 3.- Folleto del Seminario " Ventilación y Sistemas de Aire, dictado por Dr. J. Barrier Graham, Dr. Victor W. Goldschmidt.
- 4.- La Transmisión de Calor, principios fundamentales, por F. Kreith y William. Z. Black, 1980.
- 5.- Manual de Ventilación y Climatización, por Octavio Blanes, 1989.
- 6.- Tesis de Grado del Ingeniero Jaime Balladares M.
- 7.- Handbook of Aire Conditioning System Desing, Carrier, parte 1 y 2, 1978.

- 8.- Revistas editadas por la ASHRAE.
- 9.- HVAC Systems Duct Desing, normas SMACNA, 1981.
- 10.- Cooling and Heating, Load Calculation Manual, ASHRAE GRP 158, 1984.
- 11.- Manual de terminologia publicado por la ASHRAE. segunda edición, editada en 1991.
- 12.- Manual de la FLANDRES para filtros de alta eficiencia, publicado en 1988.
- 13.- Air Filtration: Resistances, Energy, and Service Life, por R. H. Avery, Cambridge Filter Corp., Boletín 224 A, 1971.
- 14.- Air Hygiene for Hospitals, por Henry F. Allen, American Medical Association, 1979.
- 15.- Energy = Effective Air Filtration, por Robert H. Avery, Cambridge Filter Corp, Boletín 240, 1978.
- 16.- Air Filtration Systems. por Robert H. Avery, Cambridge Filter Corp., Boletín 225, 1975.
- 17.- ASHRAE technical data Bulletin, Fire and Smoke



Control, volumen 1 publicado en 1985

- 18.- Varios folletos e información técnica editada y publicada por ASME y Reportero Industrial.
- 19.- ASHRAE Pocket Handbook, editado y publicado en 1987.
- 20.- Tablas de vapor editado y publicado por la ESPOL, año 1985.