

ACONDICIONAMIENTO HIGROTÉRMICO DE EDIFICIOS DISTRIBUCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

- **Principios y pautas de diseño a considerar en un proyecto de distribución de aire**
- **Dimensionamiento de la red de conductos**
- **Dimensionamiento de los equipos terminales**

PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO



PAUTAS DE DISEÑO

- Resolución formal del edificio
- Resolución funcional del edificio
- Elección del sistema de acondicionamiento
 - Simpleza de la instalación
 - Mantenimiento mínimo
 - Confiabilidad de funcionamiento

PRINCIPIOS A CONSIDERAR EN UN PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO

DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

- Elección de unidades adecuadas
 - Elección del tipo de distribución
 - Dimensionado de conductos, difusores, rejillas y compuertas
 - Cálculo de frigorías
 - Cálculo instalación eléctrica
 - Cálculo torres de recuperación
 - Diseño tuberías agua
 - Diseño bombas de circulación de agua
- CONDENSACIÓN POR AGUA**

DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS

MÉTODOS DE CALCULO DE CONDUCTOS

a. Reducción de velocidad.

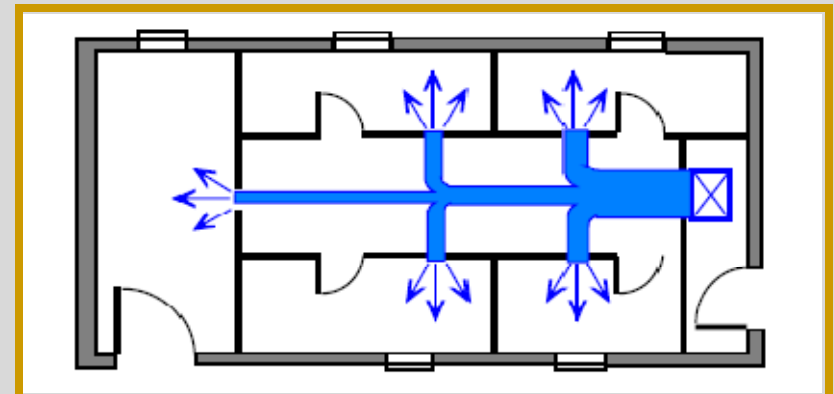
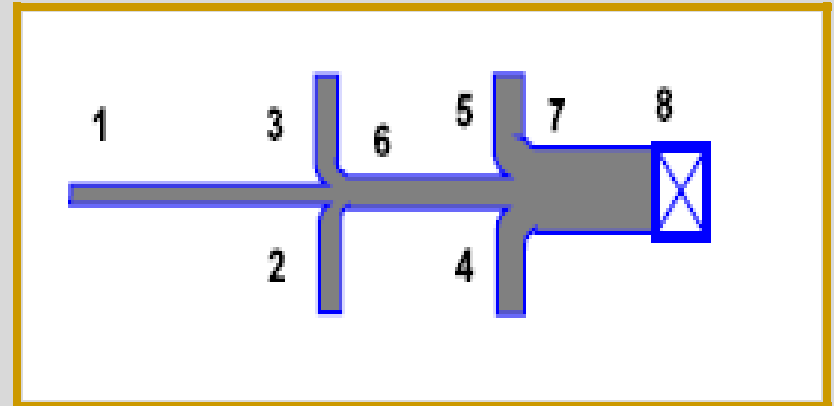
Dimensionado fijando la velocidad de salida del ventilador de impulsión y reduciendo empíricamente dicha velocidad en los tramos sucesivos, normalmente en correspondencia con alguna de las derivaciones. Poco empleado, se adapta a casos más sencillos.

b. Igualdad de pérdida por rozamiento o Pérdida de Carga Constante.

Basado en la hipótesis de que se mantenga constante la pérdida de carga por metro lineal en toda la red. Es el más utilizado en baja presión.

c. Recuperación de presión estática.

Se considera que la velocidad del aire en el conducto es reducida en cada derivación o equipo terminal en proporciones tales que la conversión de presión dinámica en presión estática así obtenida equilibre exactamente a la caída de presión del aire en el tramo de conducto sucesivo.



DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS

DETERMINACION CAUDAL DE AIRE A CIRCULAR - según N. Quadri

CAUDAL TOTAL

$$C = Q_{si} / 170$$

C: Caudal de inyección al interior en m³/min

Q_{si}: Ganancia total de calor sensible en interior

170: Constante (peso aire, Δt, factor conversión)

POR LOCAL

$$Cl = Q_{si} \times S / 170$$

Cl: Caudal de inyección al interior en m³/min p/local

Q_{si}: Ganancia total calor sensible interior x unid. sup.

S: Superficie local a refrigerar

170: Constante (peso aire, Δt, factor conversión)

DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS DE BAJA VELOCIDAD - según V. Díaz R. Barreneche

$$Q_{sl} = 0.35 \times Caml \times (ti - te)$$

Q_{sl}: Ganancia o pérdida de calor sensible del local [W]

Caml: Caudal de aire que se inyecya al local [m³/h]

ti: temperatura interior [°K]

te: temperatura exterior [°K]

PLANTAS LIBRES

$$Cam \text{ boca} = Q_{sl} / n^{\circ} \text{ bocas}$$

PLANTAS COMPARTIMENTADAS

$$Q_{sl} = Q_{sl} \text{ local 1} + Q_{sl} \text{ local 2} + Q_{sl} \text{ local n}$$

$$Cam \text{ boca 1} = Q_{sl} \text{ local 1} / n^{\circ} \text{ bocas local 1}$$

DIMENSIONAMIENTO DE CONUCTOS Baja Velocidad

DETERMINACIÓN DE VELOCIDADES Y CAUDALES

- **Caudal m^3/min**
- **Velocidad media en conductos**
- **Determinación Gradiente R p/pérdida de carga**

Velocidades recomendadas y máximas para sistemas de baja velocidad [m/min]

DESIGNACIÓN	RESIDENCIAS		Escuelas – teatros – edificios públicos		Edificios industriales	
	Recom.	Máximo	Recom.	Máximo	Recom.	Máximo
Tomas de aire exterior	150	240	150	270	150	360
Salida ventilador	400	500	500	600	600	800
Conducto principal	250	300	350	400	500	600
Ramales horizontales	180	250	200	300	300	400
Ramales verticales	150	200	200	300	250	400



CALCULO DE CONDUCTOS

Pérdidas por rozamiento

Conductos de sección circular equivalente

- Misma longitud
- Mismo caudal
- Misma pérdida de carga por rozamiento que un conducto rectangular

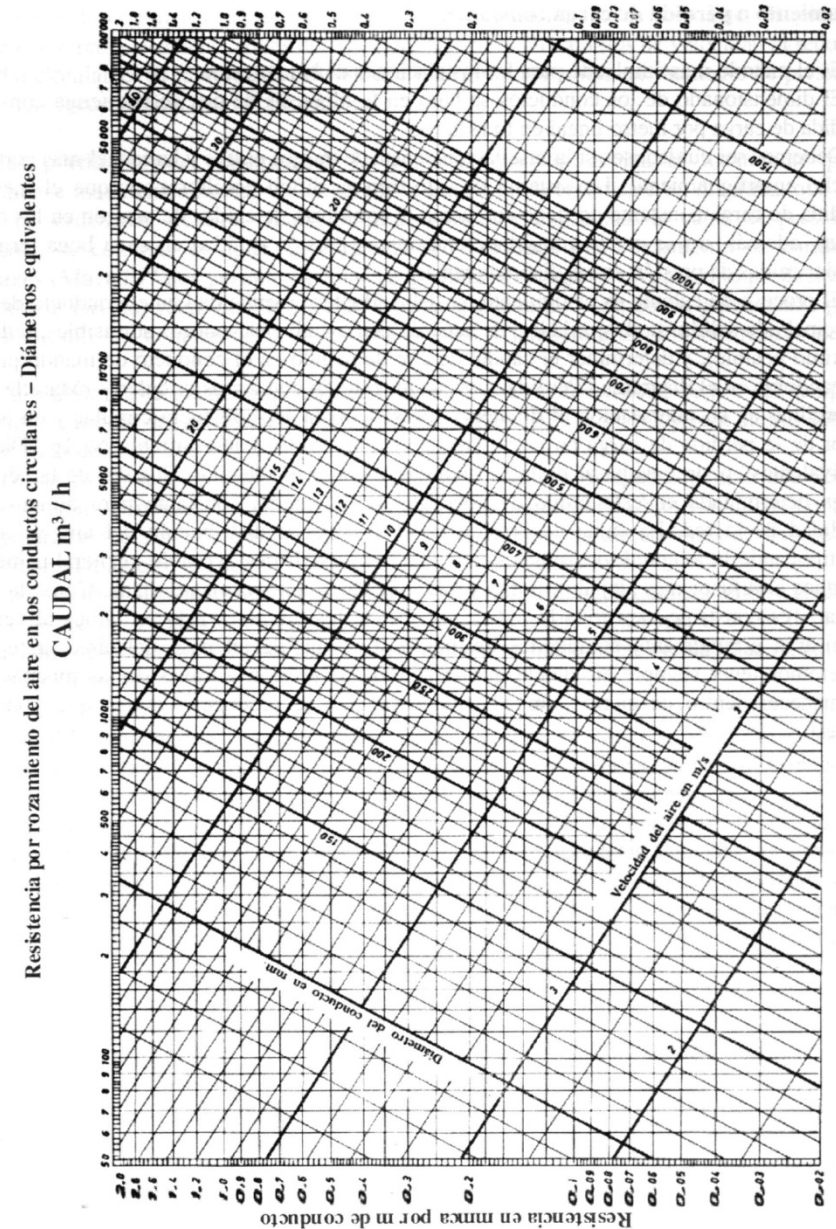
Pérdidas localizadas o accidentales

Pérdidas de carga por:

- Acoplamientos
- Curvas
- Derivaciones
- Obstrucciones

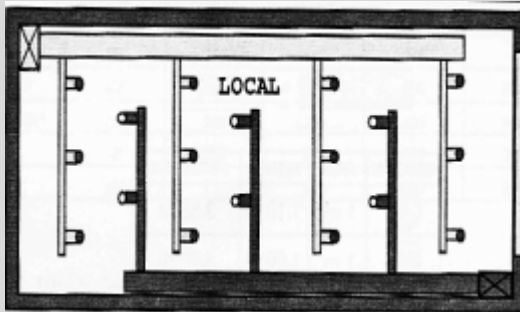
DIAGRAMA PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO DEL AIRE EN LOS CONDUCTOS CIRCULARES (Marelli)

Conducto circular rectilíneo de sección constante construido en Chapa Galvanizada por el que circula el aire a 760 mm hg y 294 °K (21 °C)

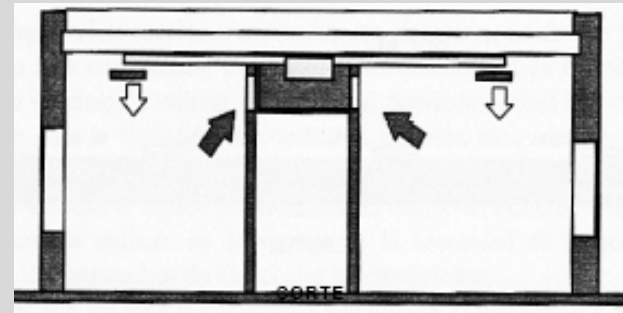


DISTRIBUCIÓN DE AIRE

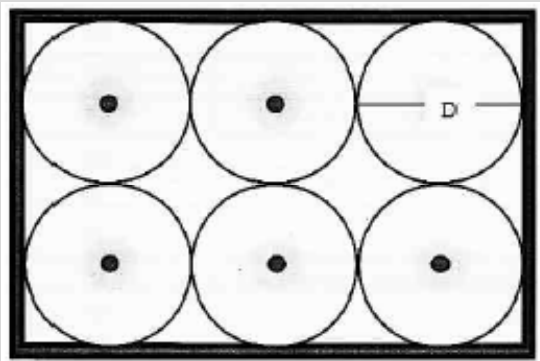
ESQUEMA TRAZADO DE CONDUCTOS



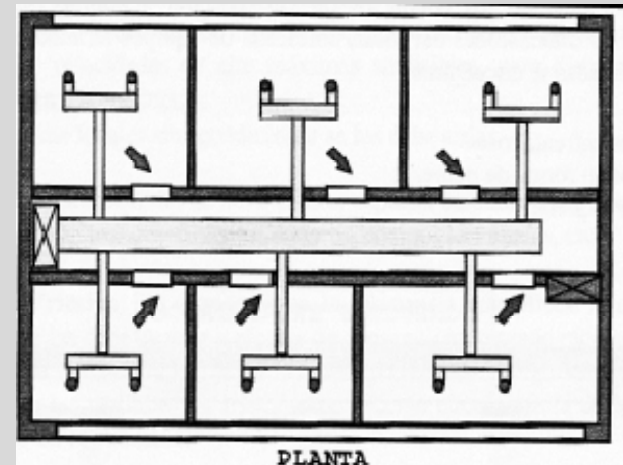
Conductos de inyección y retorno en forma de peine



Pleno de retorno por circulación



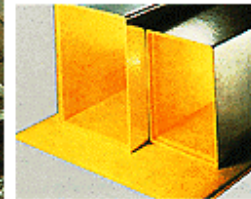
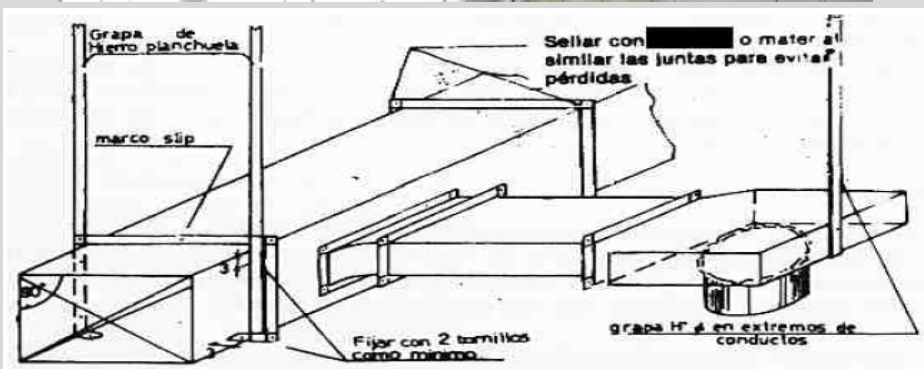
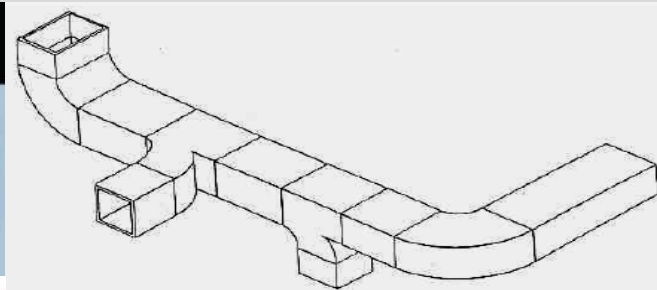
Distribución de difusores (D=3.00m)



PLANTA

LOS CONDUCTOS

Conductos chapa hierro galvanizado, flexibles o lana de vidrio
Hasta 0.75m chapa BWG 24 – espesor: 6mm = 5 kg/m²
Desde 0.75m hasta 1.50m BWG 22 – espesor: 7,5mm = 6 kg/m²
Aislación térmica: 25 mm a 50 mm + barrera de vapor

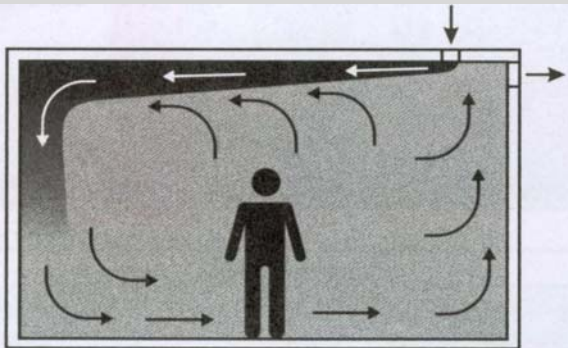


Edificio La Segunda

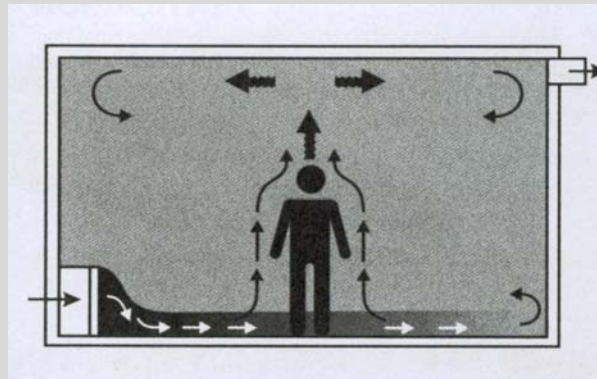


SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

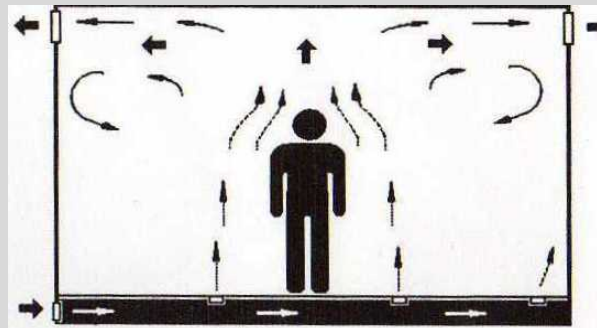
Por mezclado.



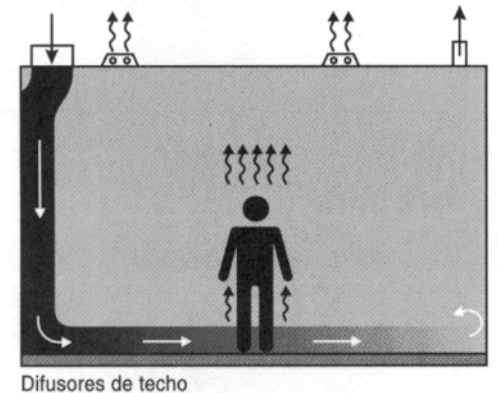
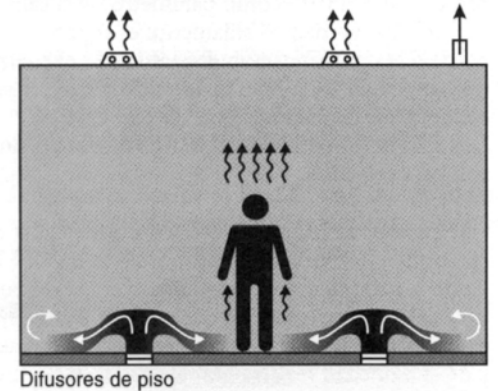
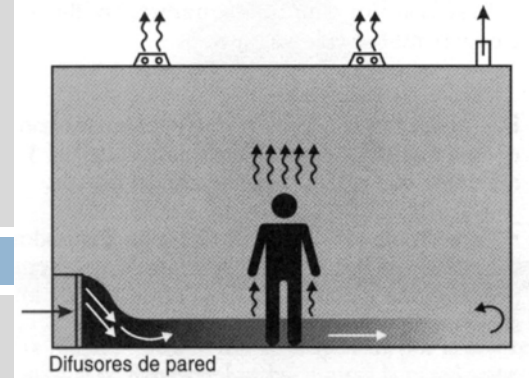
Por desplazamiento.



Movimiento del aire en un local con flujo turbulento.

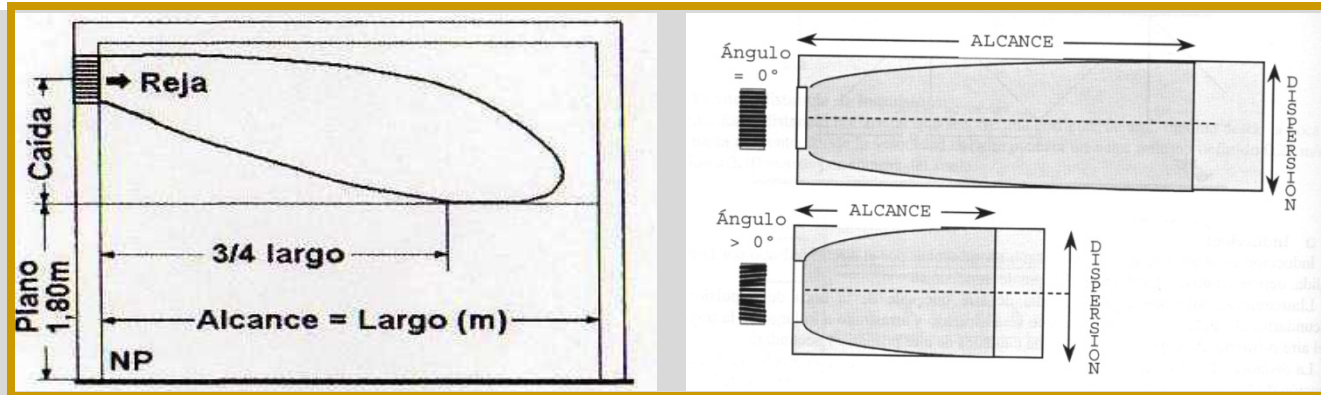


Movimiento del aire en un local con flujo de desplazamiento.



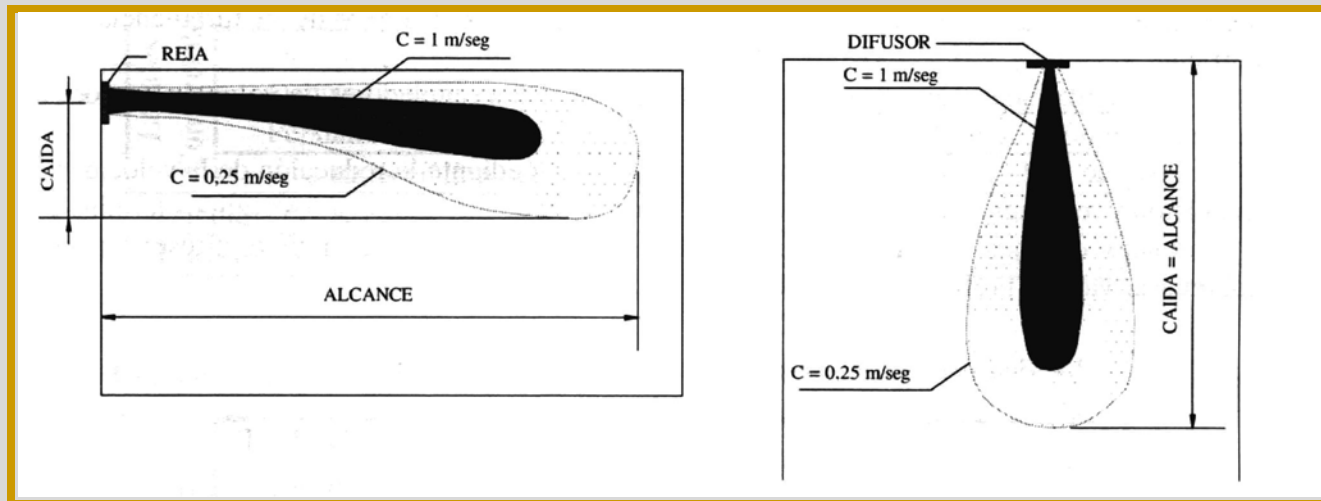
Opciones de difusores para flujo de desplazamiento.

COMPONENTES DEL SISTEMA REJA Y DIFUSOR



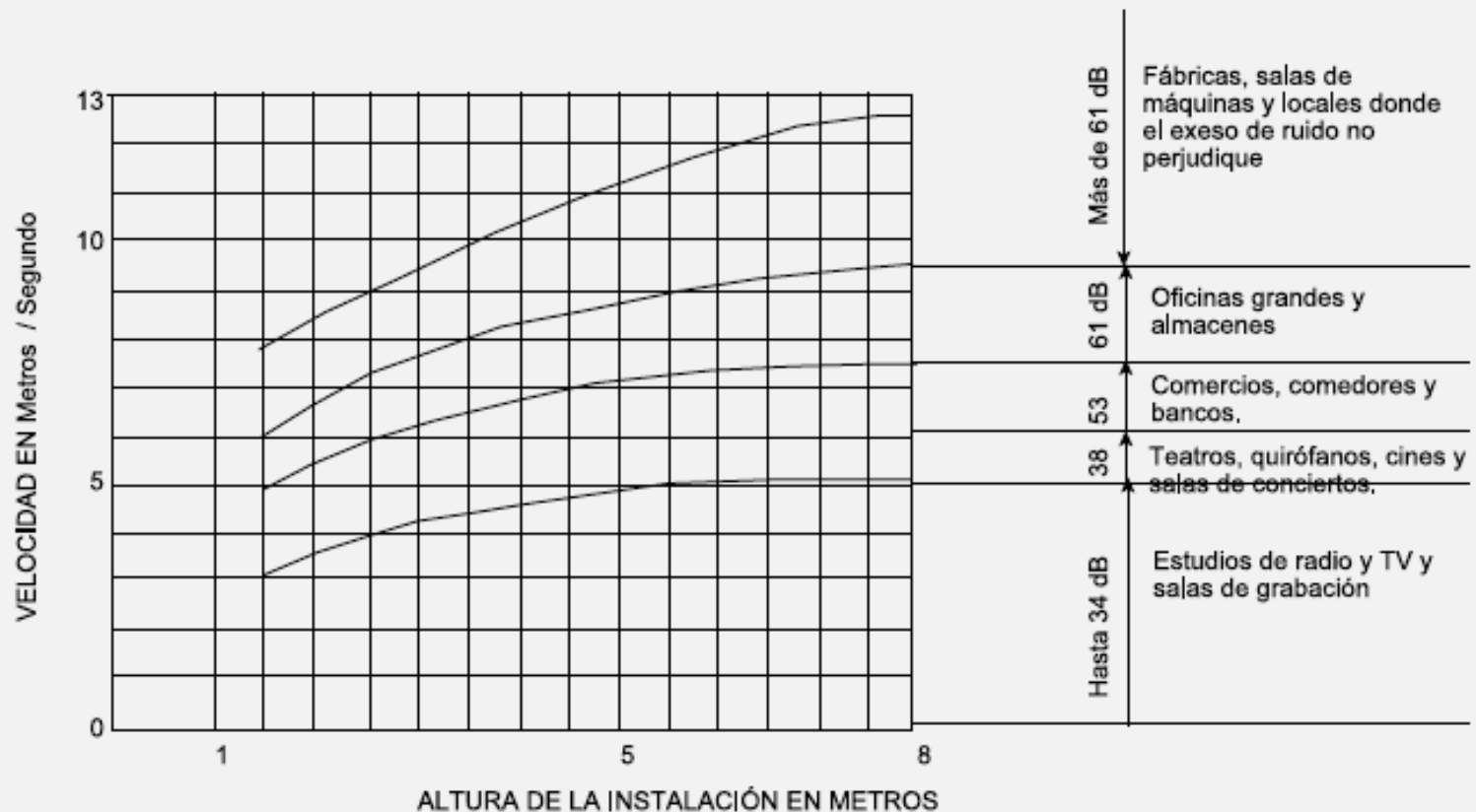
SELECCIÓN EQUIPOS TERMINALES: Rejas y difusores

Forma - Distancia - Alcance - Inducción - Separación - Caída - Caudal de aire - Velocidad de inyección y retorno - Ubicación de equipos terminales - Espacio a acondicionar

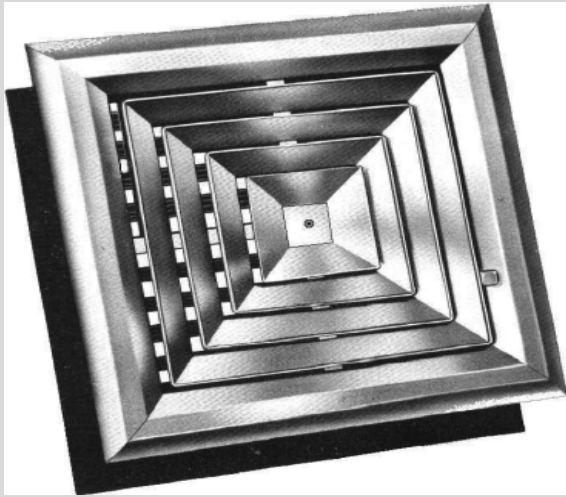


RUIDO

INDICE DE RUIDO EN DIFUSORES



DIFUSORES - MODELOS



Difusor aletas rectas



Difusor aletas curvas

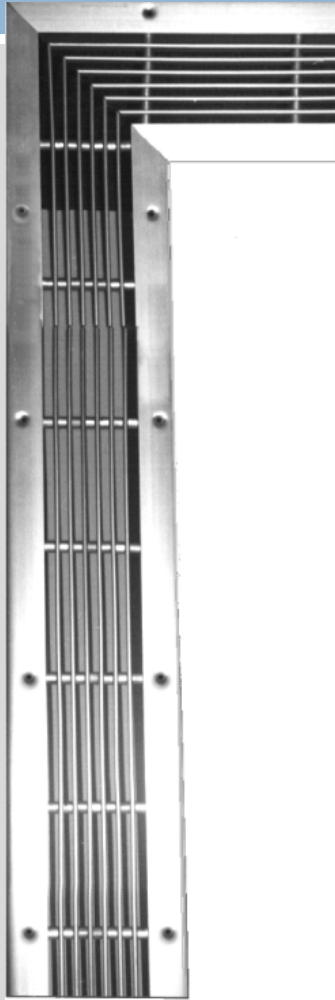


Difusores redondos

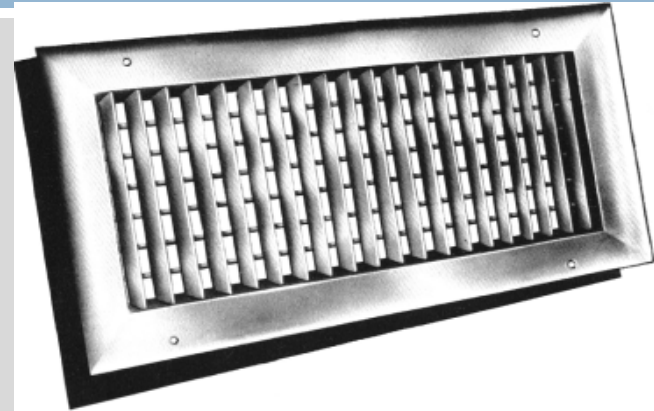


Difusor para piso elevado

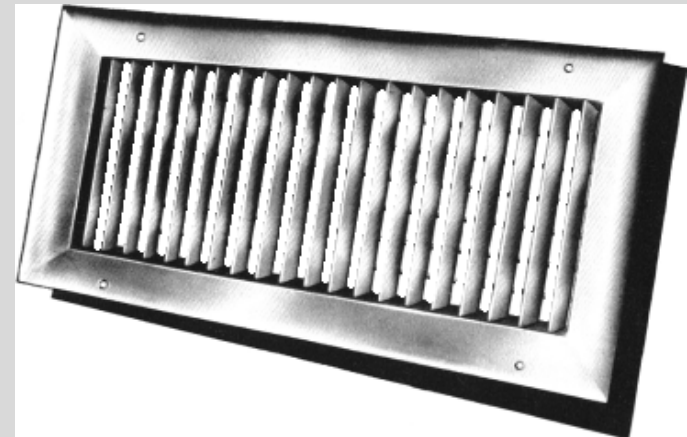
DIFUSORES Y REJAS - MODELOS



Difusor lineal
Tipo barra y de ranura



Rejilla impulsión doble deflexión

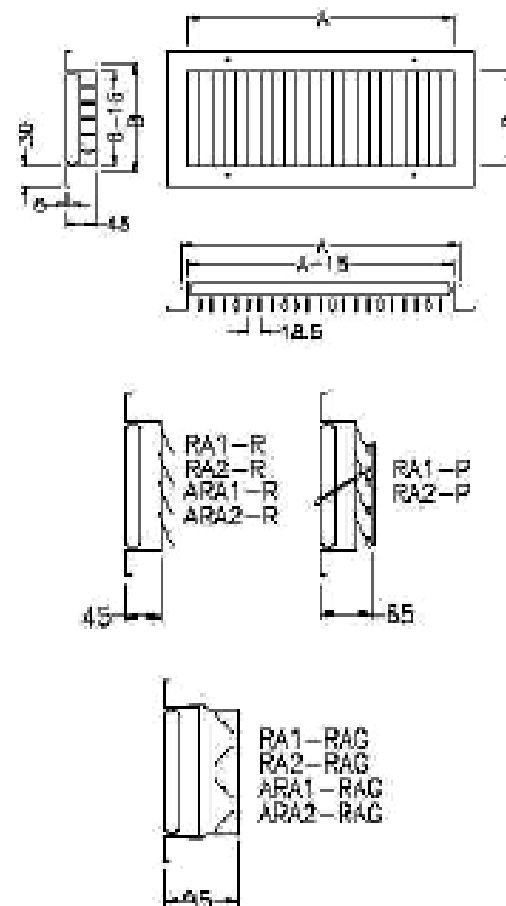


Rejilla impulsión simple deflexión

VELOCIDADES RECOMENDADAS EN REJAS DE INYECCIÓN

TABLA 2: Rejillas de Impulsión


VELOCIDAD DE SALIDA DEL AIRE EN REJILLAS	
LOCAL	Velocidad (m/seg)
Residencias de lujo	1,5 - 2,5
Departamentos	2,5 - 3,75
Viviendas	2,5 - 3,75
Iglesias	2,5 - 3,75
Habitaciones de hotel	2,5 - 3,75
Teatros	2,5 - 3,75
Despachos privados insonorizados	2,5 - 3,75
Despachos privados no insonorizados	2,5 - 4,0
Cines	4,5 - 5,5
Oficinas generales y bancos	5,0 - 6,25
Cafeterías	6,0 - 8,0
Salas de fiesta	6,0 - 8,0
Grandes almacenes: piso superior	6,5 - 7,5
Grandes almacenes: Planta baja	9,0 - 10,0



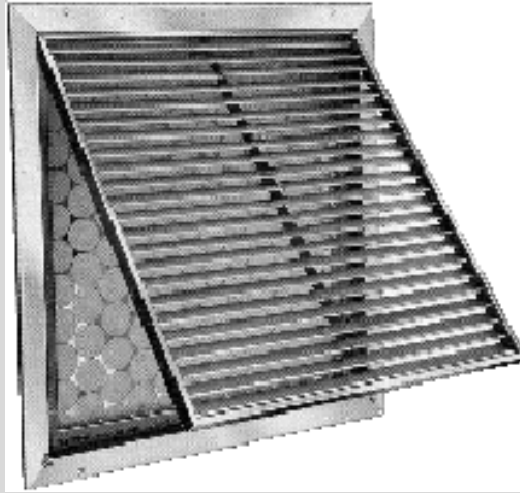
REJAS DE IMPULSIÓN

TABLA DE SELECCIÓN PARA REJAS DE IMPULSIÓN -																								
RIS	L x H	200 x 100			300 x 100 200 x 150			400 x 100			300 x 150													
RID	L x H							200 x 200																
Qo m ³ /h	Aef	0.012			0.019			0.026			0.031													
	Deflexión β							30°	45°	0°	30°	45°												
100	Veff																							
	X																							
	Apt																							
150	Veff																	1,8	2,3	1,3	1,5	1,8		
	X																	2,5	1,7	3	2,1	1,5		
	Apt																	3,2	4,1	1,9	2,2	2,5		
200	Veff																	2,4	2,9	1,8	2,1	2,5		
	X												6,4	4,5	3,1	5,1	3,6	2,6	4,5	3,1	2,3	4	2,7	2
	Apt												21	28	33	8,2	11	13	4,3	5,6	7,1	3,2	4,3	5,2
300	Veff												6,9	7,9	9,7	4,4	5,1	6,2	3,2	3,7	4,5	2,7	3,1	3,8
	X	9,4	6,5	4,7	8	5,5	4	7	4,8	3,5	6	4,4	3											
	Apt	47	61	74	19	25	31	10	13	16	7,1	9,4	11											
400	Veff				5,8	6,7	8,2	4,3	4,9	6,1	3,6	4,1	5,6											
	X				10,5	7,3	5,2	9	6,2	4,5	8	5,5	4											
	Apt				22	44	52	18	26	29	13	16	21											

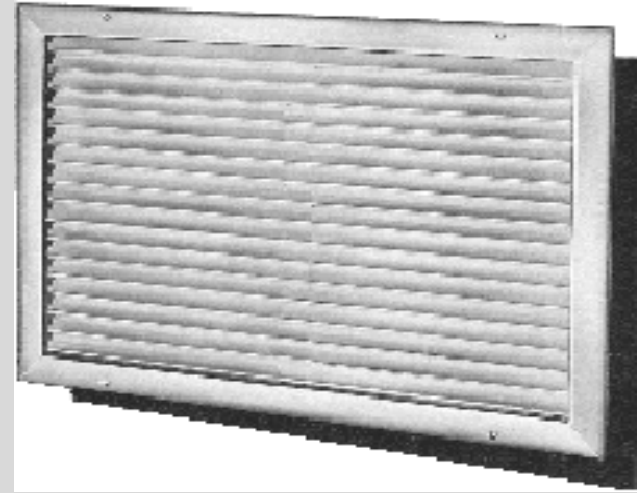
DIMENSIONADO DE DIFUSORES

TABLA DE SELECCIÓN - DIFUSORES CIRCULARES					
DIMENSIÓN	Aef		VELOCIDAD EN CUELLO (m/sg)		
NOMINAL	(m2)		2	2,5	3
8"	0,014	Q	230	280	340
		APt	15	24	34
		Vef	4,6	5,7	6,9
		X0,25	2,7	3,4	4,1
		X0,5	1,4	1,7	2
		Lw (A)	36	40	44
10"	0,02	Q	350	440	530
		APt	19	30	43
		Vef	4,9	6,2	7,4
		X0,25	3,5	4,4	5,3
		X0,5	1,8	2,2	2,6
		Lw (A)	39	43	47

REJILLAS Y DIFUSORES DE RETORNO



Rejilla retorno con filtro incorporado



Rejilla de retorno aletas fijas

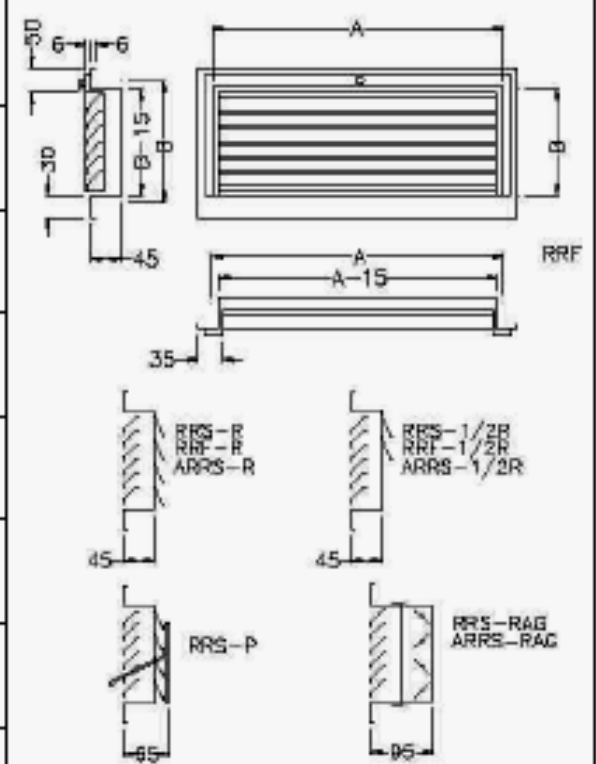


Difusor retorno para piso elevado

VELOCIDADES RECOMENDADAS EN REJAS DE RETORNO

TABLA 3: Rejillas de Retorno

VELOCIDAD DE SALIDA DEL AIRE EN REJILLAS	
LOCAL	Velocidad (m/seg)
Acondicionamiento de viviendas	2,0
Bocas de habitación	3,0
Bocas de pasillo	3,5
Acondicionamiento industrial	4,0
Acondicionamiento comercial	4,0
Locales públicos y salas de fiesta	4,0
Tomas de aire exterior	3,5



Las rejillas se piden por las medidas AXB (cm), en ese orden.
Las cotas son en mm.

EJEMPLO DE DIMENSIONADO DE CONDUCTOS

Datos:

Sistema de conductos para una oficina pública, sin sectorizar

Cam = Caudal total de aire a impulsar = 4400 m³/h

10 Difusores que suministran Cam boca = 440 m³/h

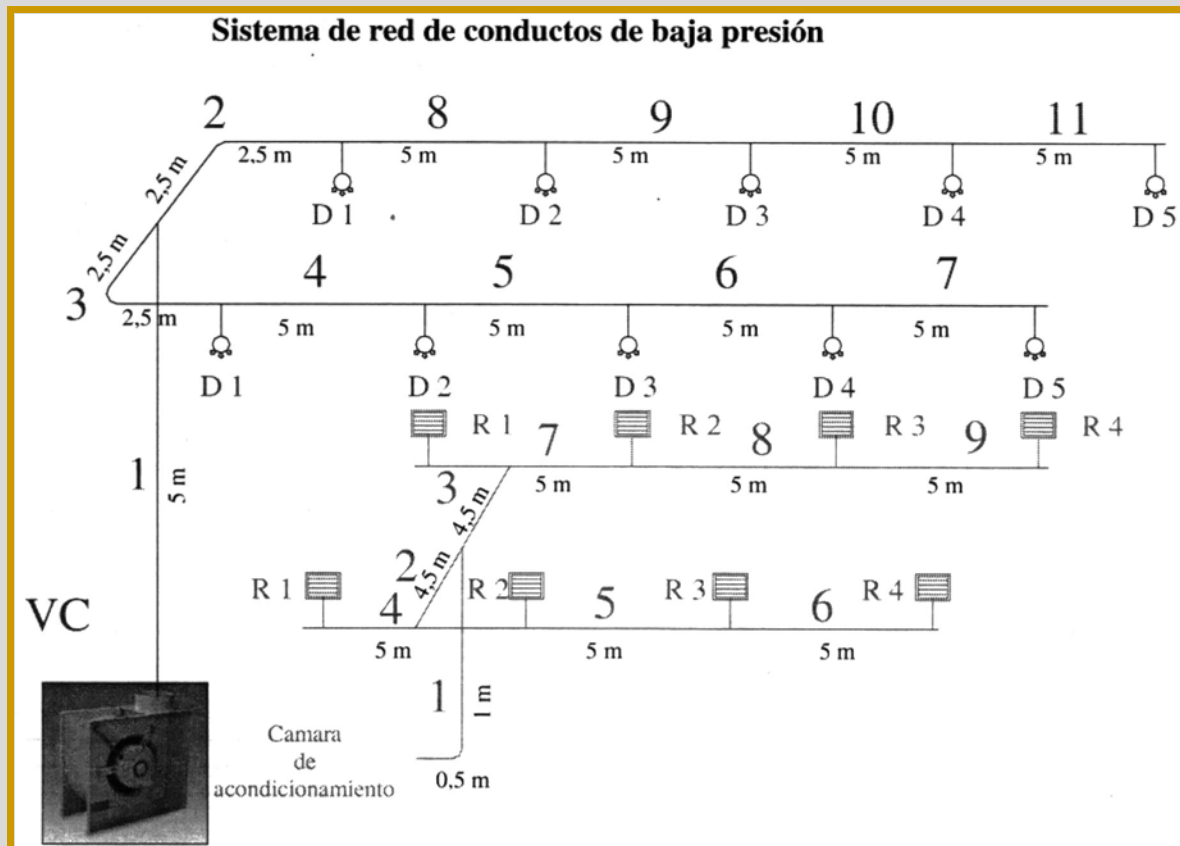
8 Rejas de retorno Car boca = 440 m³/h

Car = Caudal total aire de retorno = 3520 m³/h

Radio de los codos R/D = 1,5

Presión en los difusores = 3 mmca

Presión en las rejas = 2 mmca



DIMENSIONADO POR MÉTODO DE PÉRDIDA POR ROZAMIENTO CONSTANTE

Sección del conducto tramo 1:

Se adopta una velocidad de 5 m/s

$$S_{am} = 4400 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 \text{ seg} \times 5 \text{ m}/\text{seg} = 0,244 \text{ m}^2$$

$$D = 560 \text{ mm}$$

Conducto rectangular equivalente:

$$L = 755 \text{ mm} \quad H = 350 \text{ mm}$$

Pérdida de carga unitaria para conducto

$$D = 560 \text{ mm} \text{ y } Q = 4400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p_{e} = 0,048 \text{ mmca}/\text{m}$$

Pérdidas por accidentes (long. equiv. adicional)

$$\text{Leq Curva } 90^\circ = 12 \times L \quad \text{para } L/D = 1,5$$

Codo en T curvilíneo igual que la leq Curva a 90°

Los restantes tramos pueden dimensionarse tomando como base la pérdida de carga unitaria

$$\Delta p_{e} = 0,048 \text{ mmca}/\text{m}$$

y en función de sus respectivos caudales:

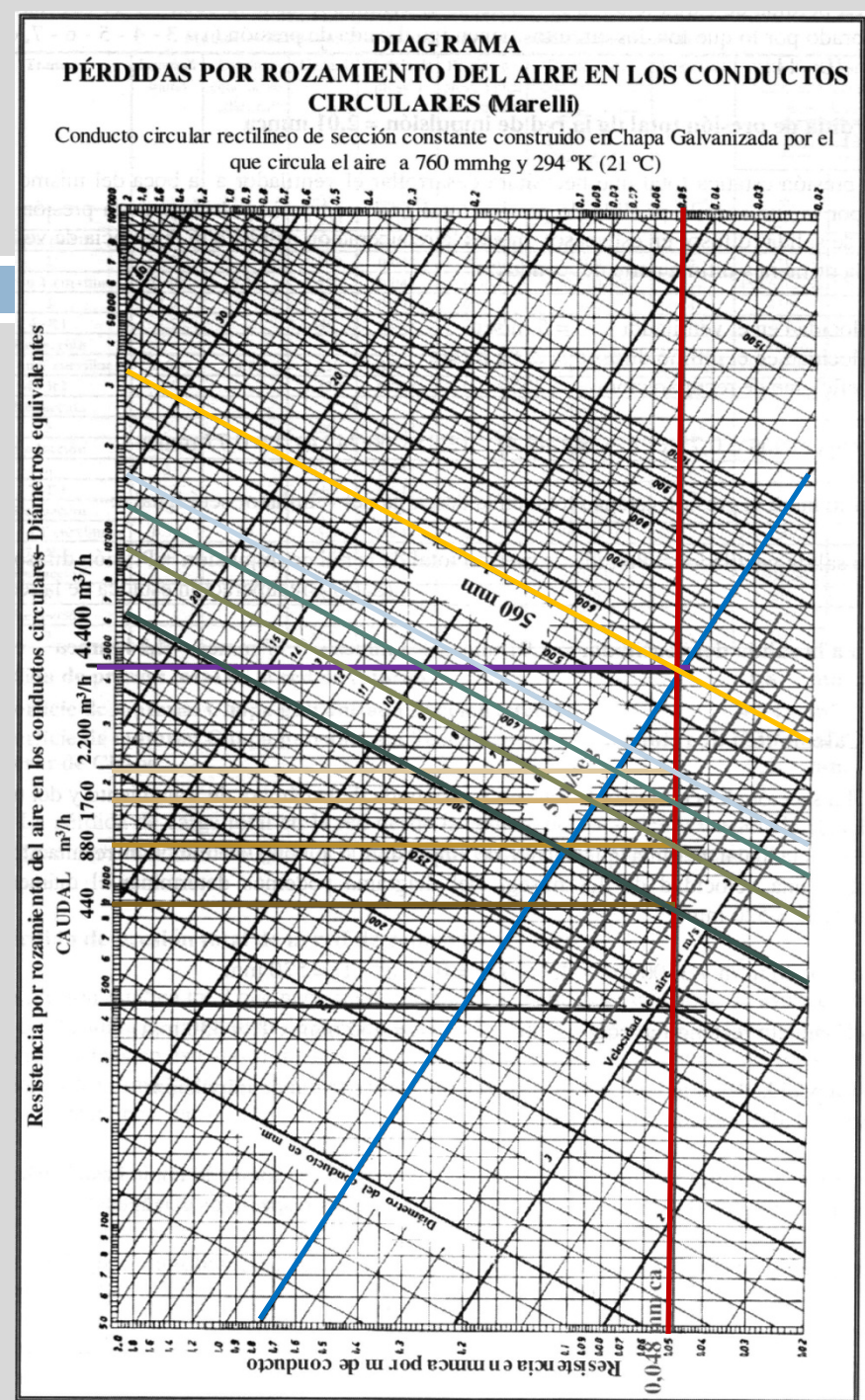
$$2200 \text{ m}^3/\text{h}; D = 435 \text{ mm}$$

$$1760 \text{ m}^3/\text{h}; D = 400 \text{ mm}$$

$$1320 \text{ m}^3/\text{h}; D = 360 \text{ mm}$$

$$880 \text{ m}^3/\text{h}; D = 305 \text{ mm}$$

$$440 \text{ m}^3/\text{h}; D = 235 \text{ mm}$$



DIMENSIONADO CONDUCTOS DE IMPULSIÓN

CALCULO CONDUCTOS DE IMPULSIÓN									
Método de pérdida de presión constante -Material Chapa galvanizada									
Tramo	Longitud tramo	Longitud equivalente adicional	Caudal	Pérdida de presión	Pérdida de presión total en el tramo	Diámetro del conducto circular	Velocidad	Dimensiones conducto cuadrado o rectangular equivalente	
								L mm	H mm
	l m	leq m	Cam m ³ /h	Ap mmca/m	Apt mmca	D mm	Vef m / seg		
1	5		4.400	0,048	0.240	560	5	755	350
Codo en T curvilíneo	0,74	6,72	4.400	0,048	0.323	435/560/435	4,6	450/755/450	350
2	5		2.200	0,048	0.240	435	4,2	450	350
3	5		2.200	0,048	0.240	435	4,2	450	350
Curva de 90°	0,51	5,22	2.200	0,048	0.251	435	4,1	450	350
Reducción						435/400		450	350/300
4	5		1.760	0,048	0.240	400	4	450	300
Reducción						400/360		450/350	300
5	5		1.320	0,048	0.240	360	3,7	350	300
Reducción						360/305		350/300	300
6	5		880	0,048	0.240	305	3,35	300	300
Reducción						305/235		300/150	300
7	5		440	0,048	0.240	235	2,85	150	300
Curva de 90°	0,51	5,22	2.200	0,048	0.251	435	4,1	450	350
Reducción						435/400		450	350/300
8	5		1.760	0,048	0.240	400	4	450	300
Reducción						400/360		450/350	300
9	5		1.320	0,048	0.240	360	3,7	350	300
Reducción						360/305		350/300	300
10	5		880	0,048	0.240	305	3,35	300	300
Reducción						305/235		300/150	300
11	5		440	0,048	0.240	235	2,85	150	300

Velocidad en ventilador = **5 m/s**

Vel. último difusor = **2,85 m/s**

Coef. recuperación = **75%**


Pérdida de presión total en la red de impulsión = **2,01 mmca**

Δp salida vent. = Apt red imp. + Ap boca salida (difusor) – recuperación estática red

Recuperación = $0,75 \times [(5 \times 60/242,4)^2 - (2,85 \times 60/242,4)^2] = 0,77 \text{ mmca}$

Δp salida ventilador = **2,01 mmca + 3 mmca – 0,77 mmca = 4,24 mmca**

DIMENSIONADO CONDUCTOS DE RETORNO

CALCULO CONDUCTOS RED DE RETORNO									
Método de Pérdida de Presión Constante - Material Chapa galvanizada									
Tramo	Longitud tramo	Longitud equivalente adicional	Caudal	Pérdida de presión	Pérdida de presión total en el tramo	Diámetro del conducto circular	Velocidad	Dimensiones conducto cuadrado o rectangular equivalente	
	l m	leq m	Car m ³ /h	Ap mmca/m	Apt mmca	 D mm	Vef m / seg	L mm	H mm
1	1.5		3.520	0,048	0,072	520	4,7	650	350
Curva de 90°	0.61	6,24	3.520	0,048	0,300	520	4,7	650	350
2	4.5		1.760	0,048	0,216	400	4	450	300
Codo en T curvilíneo	0.69	6,24	3.520	0,048	0,300	400/520/400	4,4	450/650/450	350/300
3	4.5		1.760	0,048	0,216	400	4	450	300
4 - R1	2.5		440	0,048	0,120	235	2,85	150	300
Reducción						235/360		150/350	300
Codo en T curvilíneo	0.54	4,8	1.320	0,048	0,230	360/400/360	2,85 - 3,7	350/450/350	300
4 - R2	2.5		1.320	0,048	0,120	360	3,7	350	300
Reducción						360/305		350/300	300
5	5		880	0,048	0,240	305	3,35	300	300
Reducción						305/235		300/150	300
6	5		440	0,048	0,240	235	2,85	150	300
7 - R1	2.5		440	0,048	0,120	235	2,85	150	300
Reducción						235/360		150/350	300
Codo en T curvilíneo	0.54	4,8	1.320	0,048	0,230	360/400/360	2,85 - 3,7	350/450/350	300
7 - R2	2.5		1.320	0,048	0,120	360	3,7	350	300
Reducción						360/305		350/300	300
8	5		880	0,048	0,240	305	3,35	300	300
Reducción						305/235		300/150	300
9	5		440	0,048	0,240	235	2,85	150	300

$\Delta p = 0,048$ mmca/m (igual imp.); Velocidad = 4,8 m/s (diagrama); D = 520 mm
 Velocidad en ventilador = **4,7 m/s** Sar = 3520 m³/h/3600 seg x 4,7 m/seg = 0,21 m² L = 755 mm x H = 350mm
 Vel. último difusor = **2,85 m/s** Pérdida de presión total en la red de retorno = **1,8 mmca**
 Coef. recuperación = **75%** Δp entrada vent. = Apt red ret. + Ap reja (dato) – rec. estática red + Ap Cám. Tratam.
 Pérdida en Cámara de Recuperación = $0,75 \times [(4,7 \times 60/242,4)^2 - (2,85 \times 60/242,4)^2] = 0,63$ mmca
 Tratamiento \cong **30 mmca** Δp entrada ventilador = **1,8 mmca + 2 mmca - 0,63 mmca + 25 = 28,17 mmca**
Total presión a desarrollar por ventilador = 32,45 mmca

Bibliografía

Carrier Air Conditioning Company. *Manual de Aire Acondicionado*. Edit. Marcombo, España, 1980.

ISBN: 84-267-0115-9

Diaz V. y Barreneche R. *Acondicionamiento térmico de edificios*. Ed. Nobuko. Bs. As. 2005.

ISBN: 987-1135-94-7

Quadri, N. *Instalaciones de aire acondicionado y calefacción*. Editorial Alsina. Bs. As. 2007.

ISBN: 9505531554

Revista Clima. N° 184, Año 26 , 2004. ISSN N° 0327-5760