

Máster Universitario
en Túneles
y Obras Subterráneas



ÁREA: B8
MÓDULO: DISEÑO DE TÚNELES

VENTILACIÓN (CONTINUACIÓN)

PONENTES: Pedro Quirós

I.C.C.P.

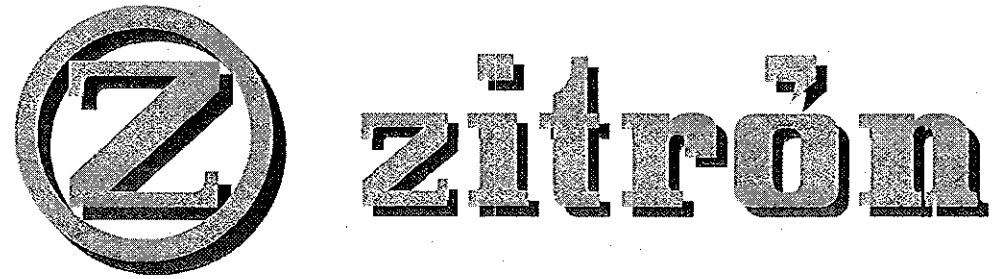
TALLERES ZITRÓN, S.A.

Día: 24/04/07

Hora: 18:15 a 20:15



***ULTIMAS
TENDENCIAS EN
SISTEMAS DE
VENTILACION***



●EL AIRE.

●EL POLVO.



- NECESIDADES DE AIRE -

- x AIRE PARA LAS PERSONAS**
- x AIRE PARA DILUCION DE HUMOS
DE LA VOLADURA**
- x AIRE PARA DILUCION DE HUMOS
DE VEHICULOS DIESEL**
- x VELOCIDAD MINIMA EN RETORNO**



zitrón

- EL POLVO -

- RIESGOS

- **LESIONES PULMONARES.**
- **LESIONES DE PIEL.**
- **INTOXICACION:**
 - * **PLOMO.**
 - * **ARSENICO.**
- **EXPLOSION:**
 - * **RIESGO PRINCIPALMENTE MINERO.**



- EL POLVO -

- LUGARES DONDE SE PRODUCE

- **OPERACIONES DE CARGA.**
- **ROZADO.**
- **TUNELADORA**
- **PROYECCION DE HORMIGON**



zitron

- LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE VENTILACION -

- 1.- LAS PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL FRENTE NECESITAN AIRE LIMPIO.**
- 2.- LOS EQUIPOS QUE TRABAJAN EN EL FRENTE NECESITAN AIRE LIMPIO PARA FUNCIONAR CORRECTAMENTE.**
- 3.- BÁSICAMENTE LO QUE TIENE QUE GARANTIZAR UN SISTEMA DE VENTILACION, CUALQUIERA QUE SEA LA NORMA APLICABLE, ES UNA BUENA ATMOSFERA EN EL FRENTE DE TRABAJO, UNA RAPIDA EVACUACION DE LOS HUMOS PRODUCIDOS POR LA VOLADURA Y SOBRE TODO UNA EFICIENTE DILUCCION DE LOS GASES DE COMBUSTION DE LOS VEHICULOS DIESEL QUE CIRCULAN POR EL TUNEL.**

- CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO -

1.- DEFINICION DEL SISTEMA DE AVANCE.

- **MAQUINAS DE ATAQUE PUNTUAL (MINADORES,ROZADORAS).**
- **MAQUINAS SECCION COMPLETA (T.B.M.).**
- **PERFORACION y VOLADURA.**

2.- CAUDALES REQUERIDOS EN EL FRENTE PARA RELIZAR:

- **DILUCION DE GASES.**
- **DISMINUCION DE TEMPERATURAS.**
- **PROPORCIONAR AIRE AL PERSONAL EN EL TUNEL.**
- **CAPTACION DEL POLVO.**

DEPENDIENDO DE ESTOS CRITERIOS NOS LLEVARAN A UN SISTEMA DE VENTILACION U OTRO.

- PARAMETROS BASICOS DE UNA VENTILACION -

1.- CARACTERISTICAS DEL TUNEL:

- ALTITUD DEL TUNEL.
- LONGITUD DEL TUNEL.
- SECCION DEL TUNEL.

2.- CAUDAL.

3.- DIAMETRO PERMITIDO DE LA TUBERIA:

- RESISTENCIA.
- FUGAS.

**PARAMETROS DE MAYOR PESO ESPECIFICO
A LA HORA DE ESTUDIAR UNA VENTILACION.**

- ESQUEMAS DE VENTILACION EN CONSTRUCCION DE TUNELES -

- **VENTILACION SOPLANTE.**
- **VENTILACION ASPIRANTE.**
- **VENTILACION MIXTA:**
 - x **SOPLANTE AL FRENTE.**
 - x **ASPIRANTE AL FRENTE**
- **VARIANTES.**

- VENTILACION SOPLANTE -

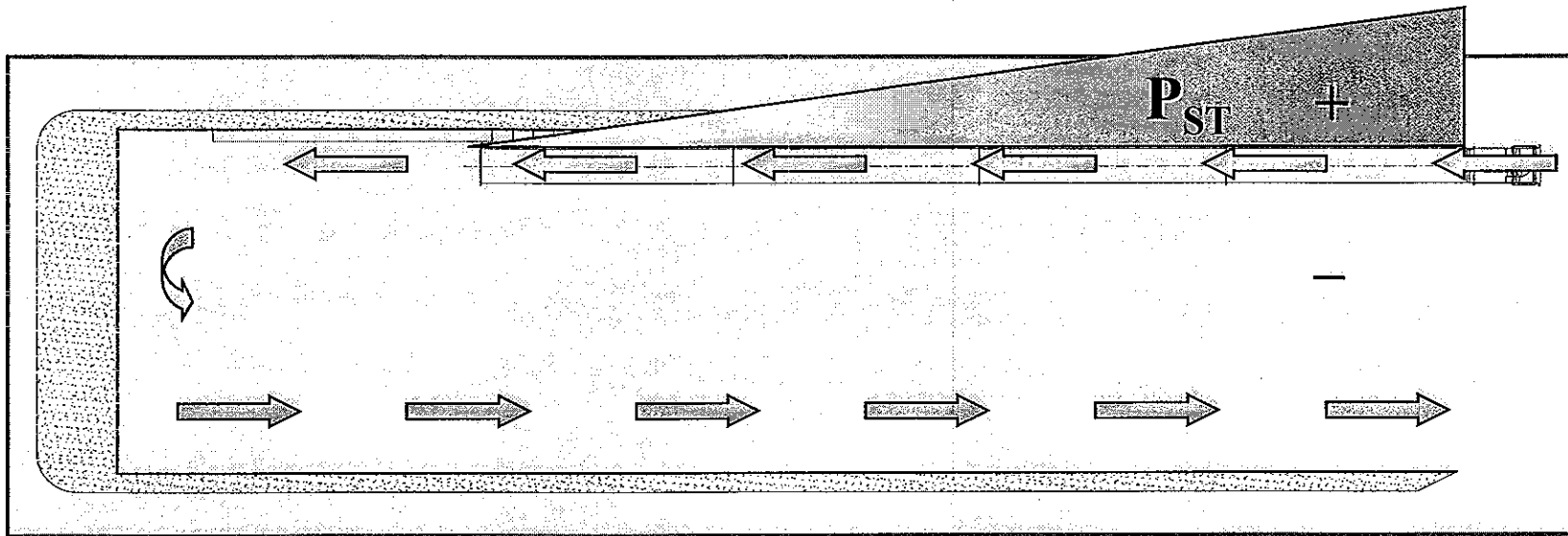
- VENTAJAS

- AIRE FRESCO Y PURO AL FRENTE PARA LAS PERSONAS MEJORANDO LAS CONDICIONES DE LA ZONA DE TRABAJO.**
- TUBERIA FLEXIBLE DE BAJO COSTE Y POCA PERDIDA DE CARGA.**
- INSTALACION SENCILLA.**
- BAJO COSTE ENERGETICO.**
- SOLUCION ECONOMICA.**

- DESVENTAJAS

- EL RETORNO DE GASES Y HUMOS ES A TRAVES DEL PROPIO TUNEL, A BAJA VELOCIDAD.**
- LA PROYECCION DE HORMIGON DA LUGAR A UNA ATMOSFERA POLVORIENTA CON VISIBILIDAD REDUCIDA.**

- VENTILACION SOPLANTE -



- CUANDO LA CORRIENTE CIRCULA DEL EXTERIOR AL FRENTE DE TRABAJO POR LA TUBERIA.
- PRESION EN EL INTERIOR DE LA TUBERIA MAYOR QUE LA PRESION ATMOSFERICA EN EL TUNEL.

- VENTILACION ASPIRANTE -

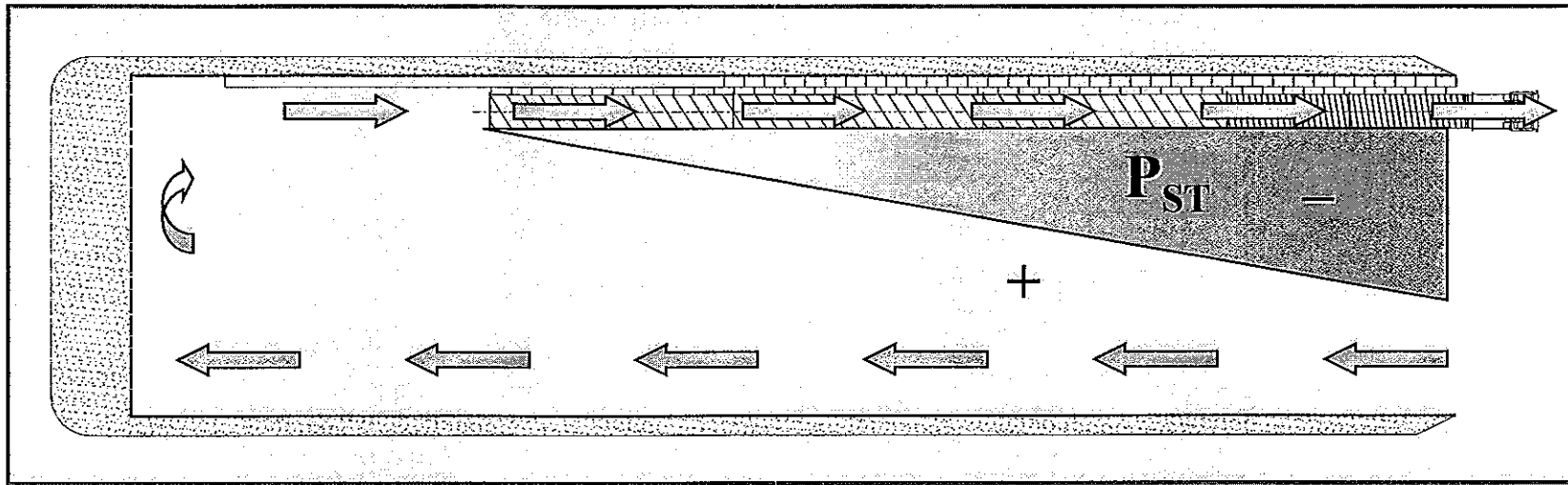
- VENTAJAS

- RAPIDA EVACUACION DEL AIRE CONTAMINADO, VOLADURA, GUNITADO, AL EXTERIOR.**

- DESVENTAJAS

- EL AIRE QUE LLEGA AL FRENTE DEL TUNEL NO ES PURO, ESTA CONTAMINADO POR LOS GASES DEL TUNEL Y ADEMAS SE HA CALENTADO.**
- TUBERIA FLEXIBLE REFORZADA CON MAYORES PERDIDAS DE CARGA.**
- INSTALACION MAS COMPLEJA.**
- MAYOR COSTE ENERGETICO.**
- SOLUCION MAS CARA QUE LA SOPLANTE.**

- VENTILACION ASPIRANTE -



- CUANDO LA CORRIENTE CIRCULA DEL FRENTE HACIA EL EXTERIOR POR EL INTERIOR DE LA TUBERIA.
- PRESION EN EL INTERIOR DE LA TUBERIA MAYOR QUE LA PRESION ATMOSFERICA EN EL TUNEL.

- VARIANTES -

- ROZADORA. CAPTACION DE POLVO

- FILTROS COMPACTOS.**
- FILTROS SEMI-COMPACTOS.**

- TUNELADORA

- CAPTACION DE POLVO**
- CASSETTES**

- VENTILACION DE 2ª FASE

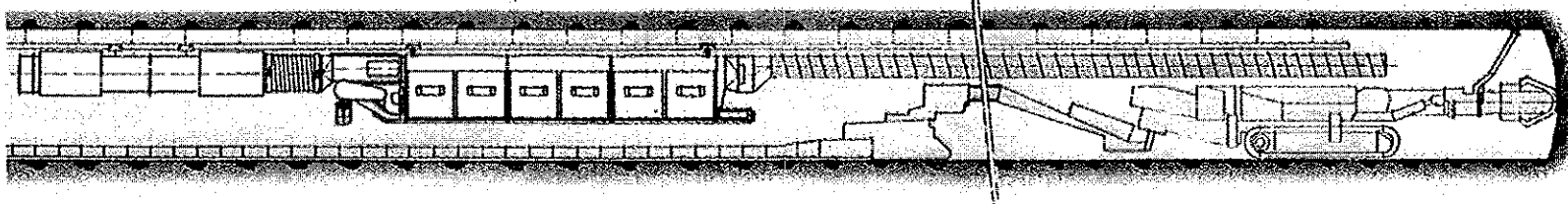
- FILTROS COMPACTOS -

Avance máquina de corte parcial

Estación de ventiladores

Desempolvador seco

Tubo de aspiración



- SISTEMA COMBINADO SOPLANTE - ASPIRANTE **LA ASPIRACION LLEVA CAPTACION DE POLVO**

- VENTAJAS

- OCUPA POCO ESPACIO EN EL TUNEL.
- TRAMO DE TUBERIA LONGTUD REDUCIDA (MAX. 80 m.).
- VENTILADORES ESTANDAR.
- FACIL MOVILIDAD.
- EL AIRE FRESCO LLEGA AL FRENTE A TRAVES DE LA LINEA SOPLANTE.

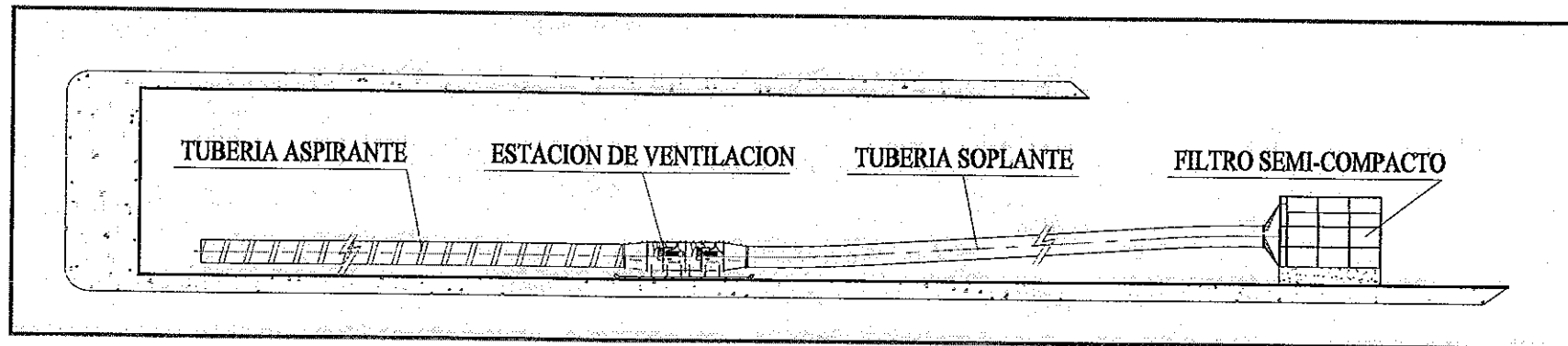
- DESVENTAJAS

- EL FILTRO REQUIERE SER ADELANTADO CON UNA PERIODICIDAD APROX. DE UNA SEMANA.
- DOS LINEAS, SOPLANTE Y ASPIRANTE.



zitrón

- FILTROS SEMI-COMPACTOS -



- VENTAJAS

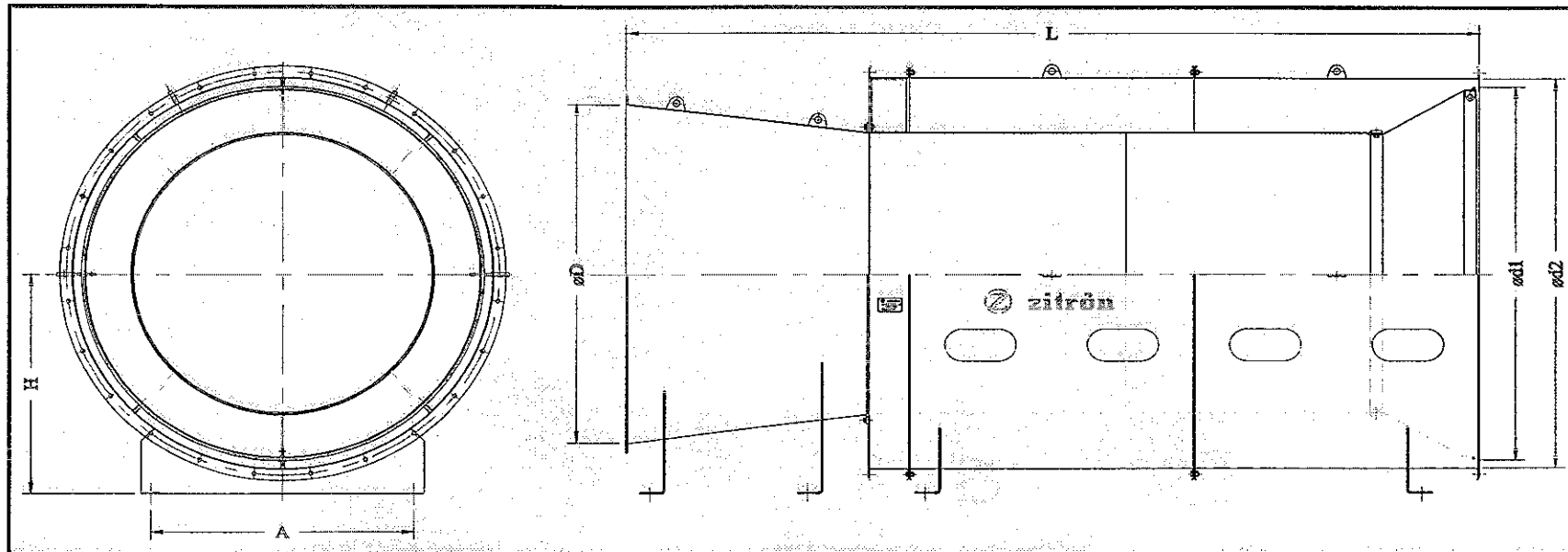
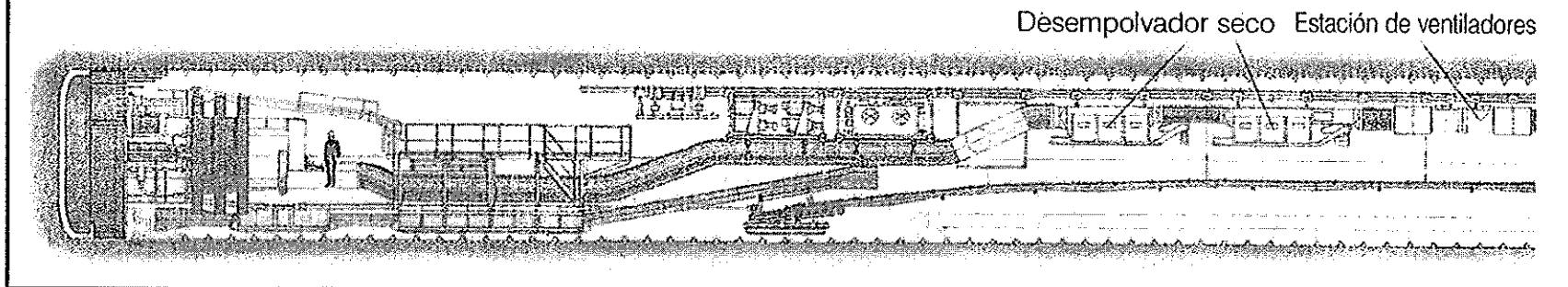
- SOLAMENTE UNA LINEA DE VENTILACION.
- EL FILTRO NO DEBE SER MOVIDO.

- DESVENTAJAS

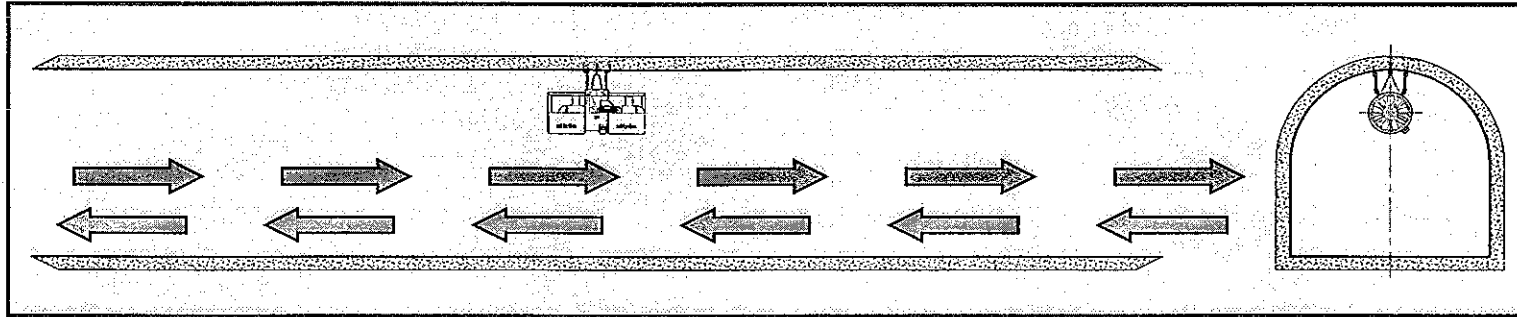
- FILTRO DE GRAN TAMAÑO.
- VENTILADORES ESPECIALES CON PROTECCIONES CONTRA EL POLVO Y ANTI-DESGASTE.
- LIMITACION DE LONGITUD DE TRAMO A 800 m. (RECOMENDADO ENTRE 500-600 m.).
- PROBLEMAS DE DECANTACION DEL POLVO EN LA TUBERIA SOPLANTE CON EL CONSIGUIENTE INCREMENTO DE LA PERDIDA DE CARGA Y DISMINUCION DE CAUDAL ASPIRADO.
- EL AIRE QUE LLEGA AL FRENTE ESTA CONTAMINADO Y CALIENTE.

- TUNELADORAS FILTROS Y CASSETTES -

Avance máquina de corte total



- VENTILACION DE 2ª FASE -

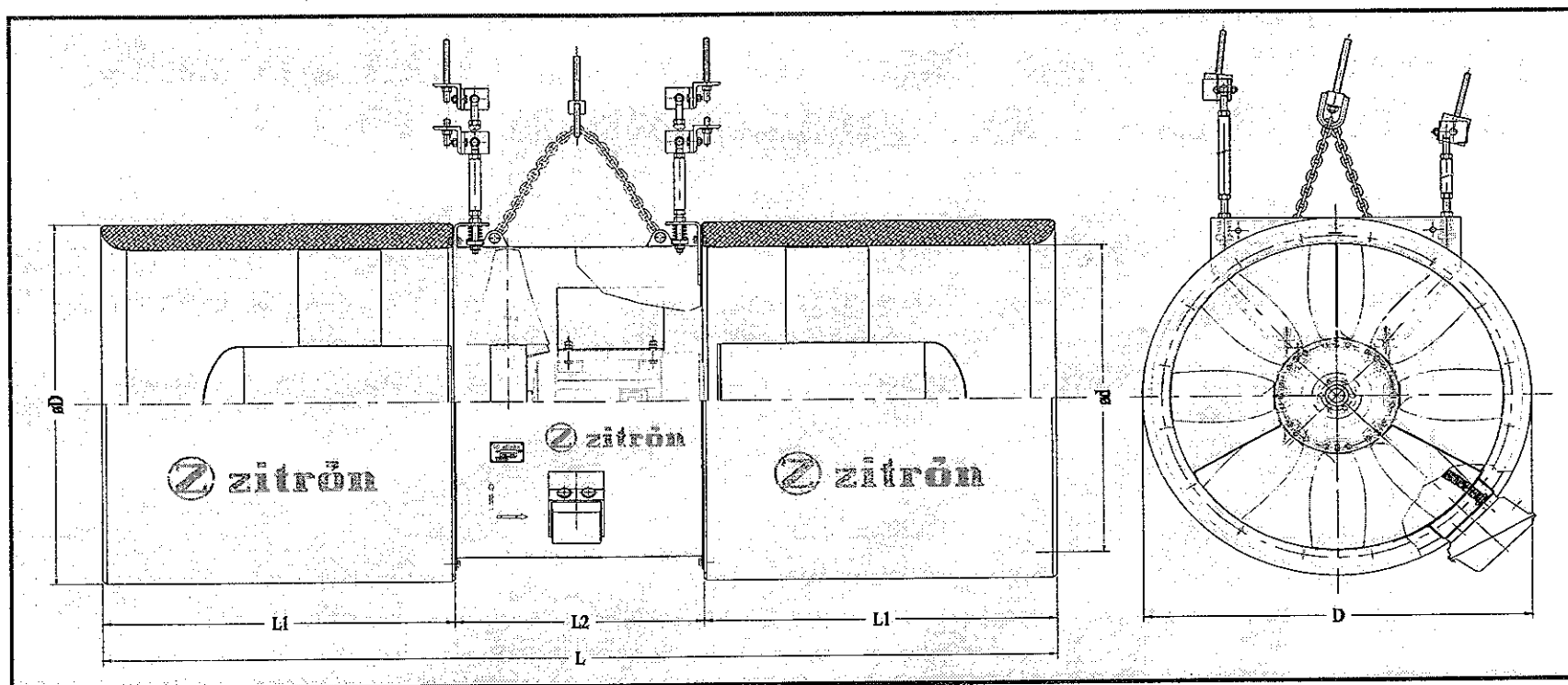


- DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCION UNA VEZ CALADO EL TUNEL Y COMIENZA LA DESTROZA O FASE DE REMATES FINALES DE LA OBRA CIVIL, YA NO SE PUEDE UTILIZAR LA TUBERIA, Y EL AIRE CIRCULA EN UN SENTIDO U OTRO DEPENDIENDO DE LOS FACTORES ATMOSFERICOS:

- **PRESION DEL AIRE EN LAS BOCAS.**
- **DIFERENCIA DE ALTURA EN LAS BOCAS.**
- **DIFERENCIA DE TEMPERATURA EN LAS BOCAS.**

- VENTILACION DE 2ª FASE -

- EN EL CASO DE QUE ESTOS PARAMETROS SEAN SIMILARES HABRA QUE ESTABLECER VENTILACION FORZADA MEDIANTE LA INSTALACION DE ACELERADORES.



- TUBERIA O CONDUCTOS DE AIRE -

LOS CONDUCTOS DE AIRE SON LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA CIRCULACION DE AIRE EN EL FONDO DE SACO.

- **FLEXIBLES.**

- * **SOPLANTE LISOS.**

- * **ASPIRANTES REFORZADOS CON AROS DE ACERO .**

- **RIGIDOS.**

- * **TUBERIAS METALICAS.**

- * **OTRAS.**

- ⊖ **PUEDEN SER TUBERIAS DE POLIETILENO U OTRO TIPO DE PLASTICOS.**

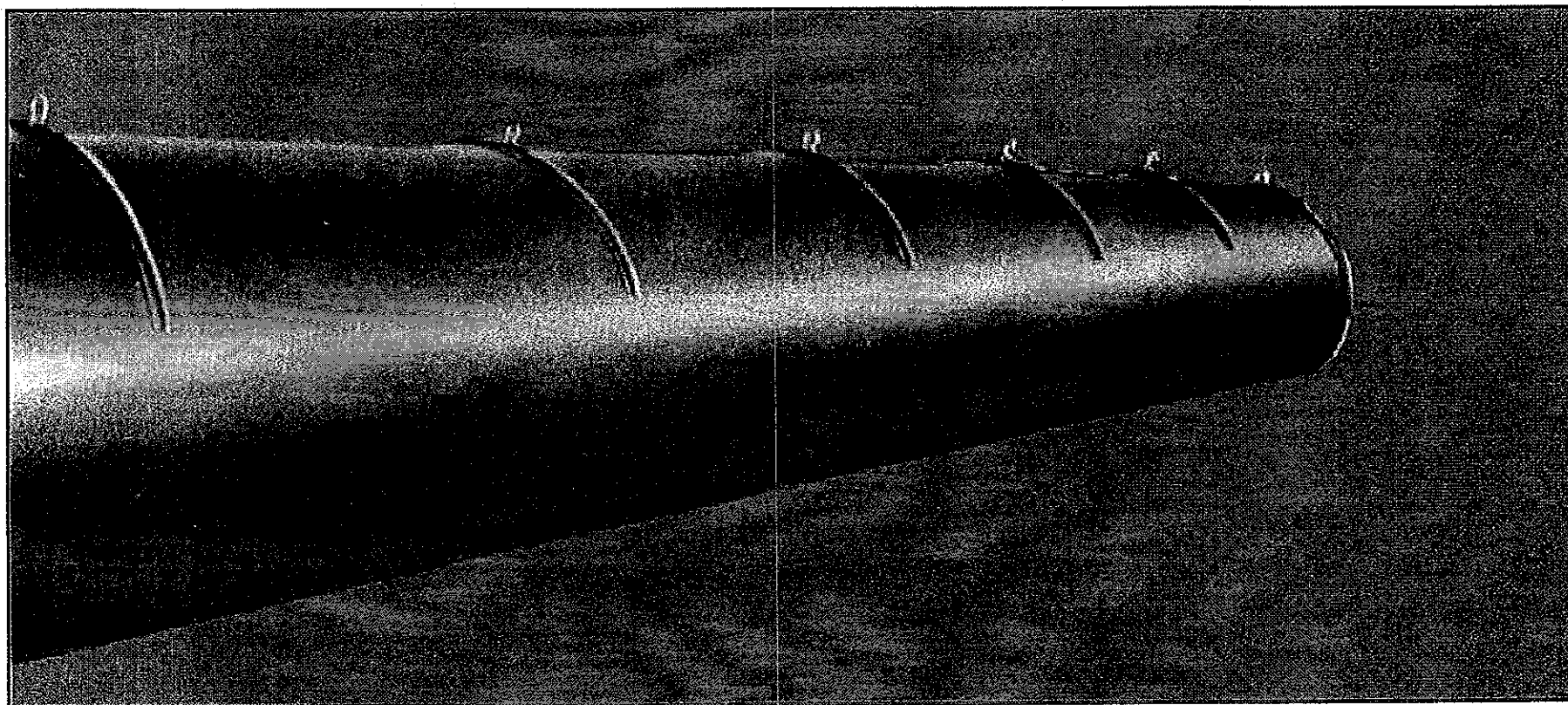


- TUBERIA SOPLANTE -

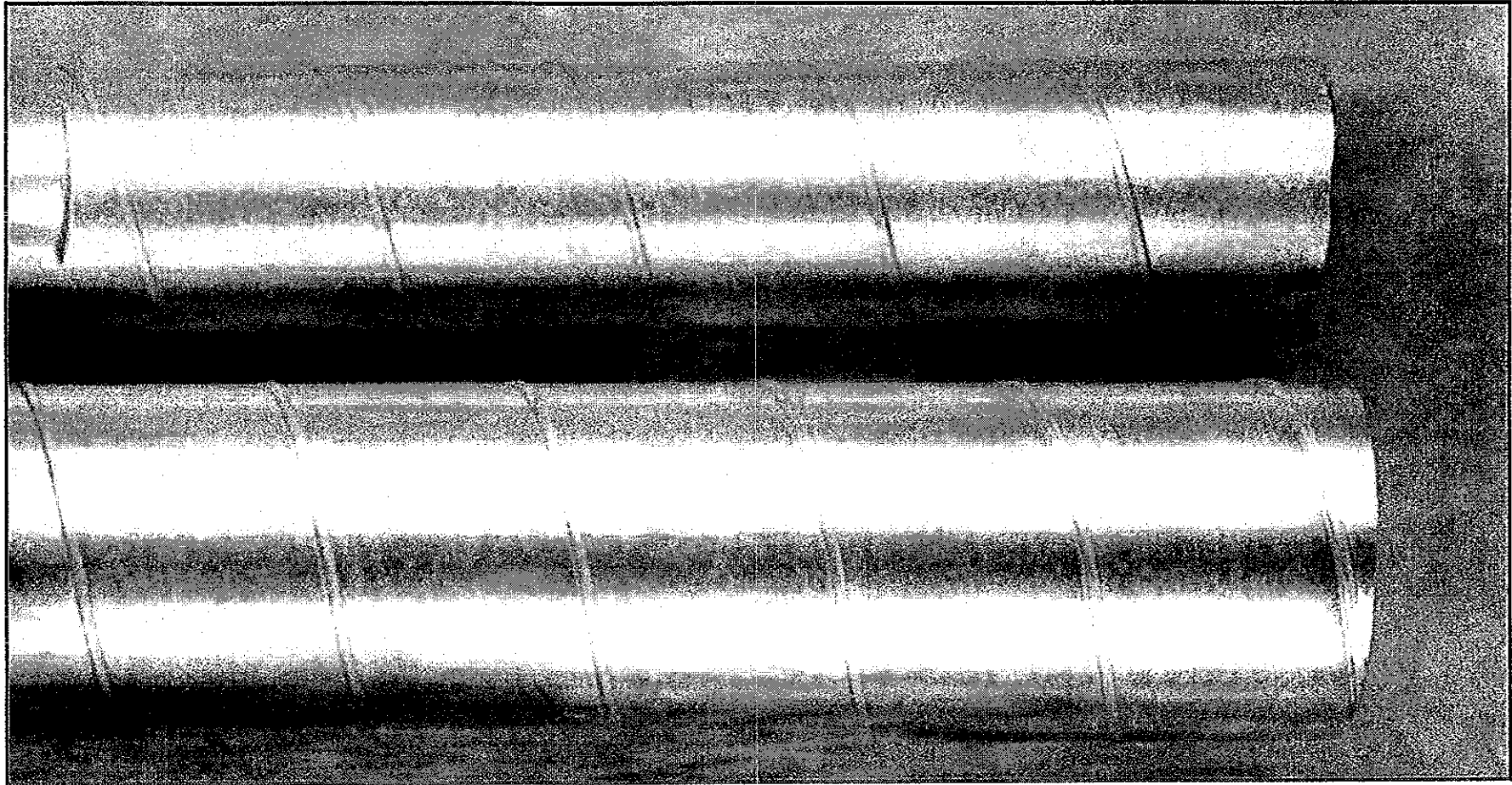
- **TIPO DE UNION.**

- * **POR COLLARIN DE GOMA.**
- * **POR COLLARIN METALICO.**
- * **POR CREMALLERA.**
- * **POR VELCRO.**

- TUBERIA ASPIRANTE -



- TUBERIA METALICA -



- * **TUBERIA DE CHAPA LISA CURVADA.**
- * **TUBERIA DE CHAPA LISA EN FABRICACION ESPIROIDAL.**

- CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES -

- **RESISTENCIA:**

ES LA CARACTERISTICA FUNDAMENTAL DE UNA TUBERIA Y DEPENDE DE DIAMETRO Y DEL TIPO DE MATERIAL.

LA UNIDAD DE MEDIDA ES EL “*MURGUE*”.

ES EL EQUIVALENTE A OHMIO ELECTRICO.

LA RESISTENCIA AL PASO DE $1\text{m}^3/\text{sg}$. DE AIRE EN UN CONDUCTO QUE DA LUGAR A LA PERDIDA DE CARGA DE 1 mm. DE COLUMNA DE AGUA ES EL “*KILOMURGUE*”

- TABLA DE RESISTENCIAS -

DIAMETRO DE TUBERIA (m.m.)	METALICA SOPLA./ASPIR. u/metro	FLEXIBLE/REF. SOPLANTE u/metro	FLEXIBLE/REF. ASPIRANTE u/metro
300	900	1.100	1.800
400	260	260	800
500	70	70	260
600	28	30	120
700	15	13,50	65
800	8	8	25
900	4	4,60	-----
1.000	2,20	3	8
1.100	1,20	1,80	3,60
1.200	0,73	1,32	2
1.300	0,40	0,80	1,50
1.400	0,22	0,70	1,10
1.500	0,20	0,45	0,80
1.600	0,15	0,36	0,50
1.700	0,12	0,26	0,35


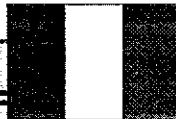

- FUGAS EN LA TUBERIA -

SE ASUME EN UNA VENTILACION DE FONDO DE SACO QUE LA TUBERIA NO ES ESTANCA Y SE PRODUCEN PERDIDAS:

- **EN LAS JUNTAS O UNIONES DE LOS DIFERENTES TROZOS DE MANGUERA.**
- **ROTURAS DE LA TUBERIA .**

ESTAS PERDIDAS DE CAUDAL EN EL RECORRIDO DEL AIRE DESDE EL EXTERIOR HASTA EL FRENTE SON LO QUE DENOMINAMOS EL CAUDAL FUGADO, EL CUAL ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA PRESION.

- NORMATIVA -


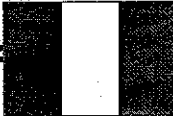

									
R.G.N.B.S.M.				A.F.T.S.			S.I.A.		
GASES	V.M.E.	V.L.E.	NO ESPECIFICA LIMITES DE TIEMPO	V.M.E.	V.L.E.	NO ESPECIFICA LIMITES DE TIEMPO	V.M.E.	V.L.E.	
CO	50	100		50			30	60	4x30
CO ₂	5.000	12.500			5.000				
NO	10	25		25			25	NO TIENE VALOR	
NO ₂					3		6	8x5	
SH ₂				5	10		20	4x10	
SO ₂	5	10		2	5		2	4	8x5
H ₂	1.000	10.000							
O ₂	NUNCA INFERIOR 19%								
CH ₄	TRATAMIENTO ESPECIAL MINERIA				1% VOL. < 10.000 ppm				

V.M.E.- VALORES MEDIOS DE EXPOSICION JORNADA DE 8 HORAS.

V.L.E.- VALORES LIMITES DE EXPOSICION.

VALORES EN p.p.m.(PARTES POR MILLON) < 1 mm³ POR m³ DE AIRE.

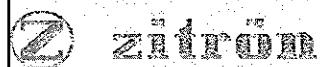
- NORMATIVA -

POLVO						
 R.G.N.B.S.M.			 A.F.T.S.	 S.I.A.		
POLVO RESPIRABLE <5 μ			NORMATIVA MINERA			
			10% SiO ₂	10 ÷ 30% SiO ₂	30% SiO ₂	
			<10mg/m ³	<6mg/m ³	<3mg/m ³	
			5mg/m ³			
			<4% SiO ₂		>4% SiO ₂	
			4mg/m ³		0,125mg/m ³	
POLVO TOTAL			10mg/m ³			

- CALCULOS DE CAUDALES DE AIRE -

EL VALOR TOMADO SERIA EL MAYOR DE LOS SIGUIENTES:

- **SUMA DE LAS NECESIDADES CALCULADAS DEL AIRE FRESCO PARA LAS PERSONAS Y DEL AIRE PARA DILUCION DE GASES DE VEHICULOS DIESEL.**
- **CAUDAL DE AIRE PARA DILUCION Y EXTRACCION DE GASES DE LA VOLADURA.**
- **CAUDAL DE AIRE PARA MANTENER UNA VELOCIDAD MINIMA DE RETORNO.**
- **CAUDAL DE AIRE PARA LA DISIPACION DE CALOR EN CASO DE EXCAVACION CON TUNELADORA.**



CÁLCULO DE AIRE FRESCO NECESARIO
CALCULATION OF FRESH AIR REQUIRED

OBRA / WORKS:
CLIENTE / CUSTOMER:

POR POTENCIA DIESEL / ACORDING TO DIESEL POWER

MAQUINARIA UTILIZADA MACHINERY	C. Q.	potencia unidad unit power C.V.	caudal necesario required power m3/min/C.V.	factor simultaneidad simultaneity factor	caudal total total flow m3/seg
CARGADORA EN EL FRENTE LOADER AT THE FACE	1	220	3.00	0.8	8.8
CAMIÓN EN EL FRENTE TRUCK AT THE FACE	1	250	3.00	0.6	7.5
CAMIÓN EN EL TÚNEL TRUCK IN OPERATION	1	250	3.00	0.7	8.8
MIXER MIXER	1	300	3.00	0.7	10.5
OTRO TIPO DE MAQUINARIA OTHER TYPE OF MACHINES	1	86	3.00	0.6	2.6
SUBTOTAL				=	38.1

POR PERSONAL / ACORDING NUMBER OF WORKERS

PERSONAS / PEOPLE	caudal de aire por persona air flow required per person m3/min/persona	caudal total total flow m3/seg
15	2.50	0.625
SUBTOTAL		= 0.625

TOTAL AIRE NECESARIO = 38.80 m3/seg
TOTAL AIR FLOW REQUIRED =

TABLA / TABLE 1.1

- CALCULOS DE
CAUDALES DE AIRE -

- AIRE FRESCO PARA
PERSONAS y DILUCION DE
DIESEL -

- CALCULOS DE CAUDALES DE AIRE -

- GASES DE VOLADURAS -

- TIPO DE EXPLOSIVO.
- CANTIDAD DE EXPLOSIVO.
- TIEMPO DE RETORNO.

- VELOCIDAD DE RETORNO -

R.G.N.B.S.M.	0,2 ÷ 8,0 m/s.
S.I.A 196-98	> 0,3 m/s.
USO COMUN	0,35 ÷ 0,5 m/s.

- CALCULOS DE CAUDALES DE AIRE -

- DISIPACION DE CALOR -

- **MAQUINAS ELECTRICAS.**
 - * **DISIPACION DE PERDIDAS QUE SE TRANSFORMAN EN CALOR.**
- **CALOR DE LA ROCA.**
 - * **CALOR GENERADO POR LA PROPIA ROCA SEGUN LA PROFUNDIDAD.**
- **SISTEMAS DE REFRIGERACION.**

- CALCULOS DE LAS PERDIDAS DE CARGA -

- DETERMINACION DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA -

- **GALIBOS DISPONIBLES EN EL TUNEL.**
- **LONGITUD DE LA INSTALACION.**
- **VELOCIDAD DEL AIRE ESTE ENTRE $10 \div 12$ m/s.**

- SELECCIÓN DE VENTILADOR / ES -

ES EL OTRO ELEMENTO ESENCIAL EN UNA VENTILACION EN FASE DE CONSTRUCCION. PROPORCIONA EL CAUDAL Y LA PRESION NECESARIA PARA VENCER LA RESISTENCIA QUE OFRECE UNA TUBERIA AL PASO DEL AIRE.

- LOS PARAMETROS TECNICOS QUE DEFINEN UN VENTILADOR SON:

- **DIAMETRO DEL VENTILADOR.**
- **CAUDAL.**
- **PRESION.**
- **POTENCIA MOTRIZ.**
- **CURVA CARACTERISTICA.**

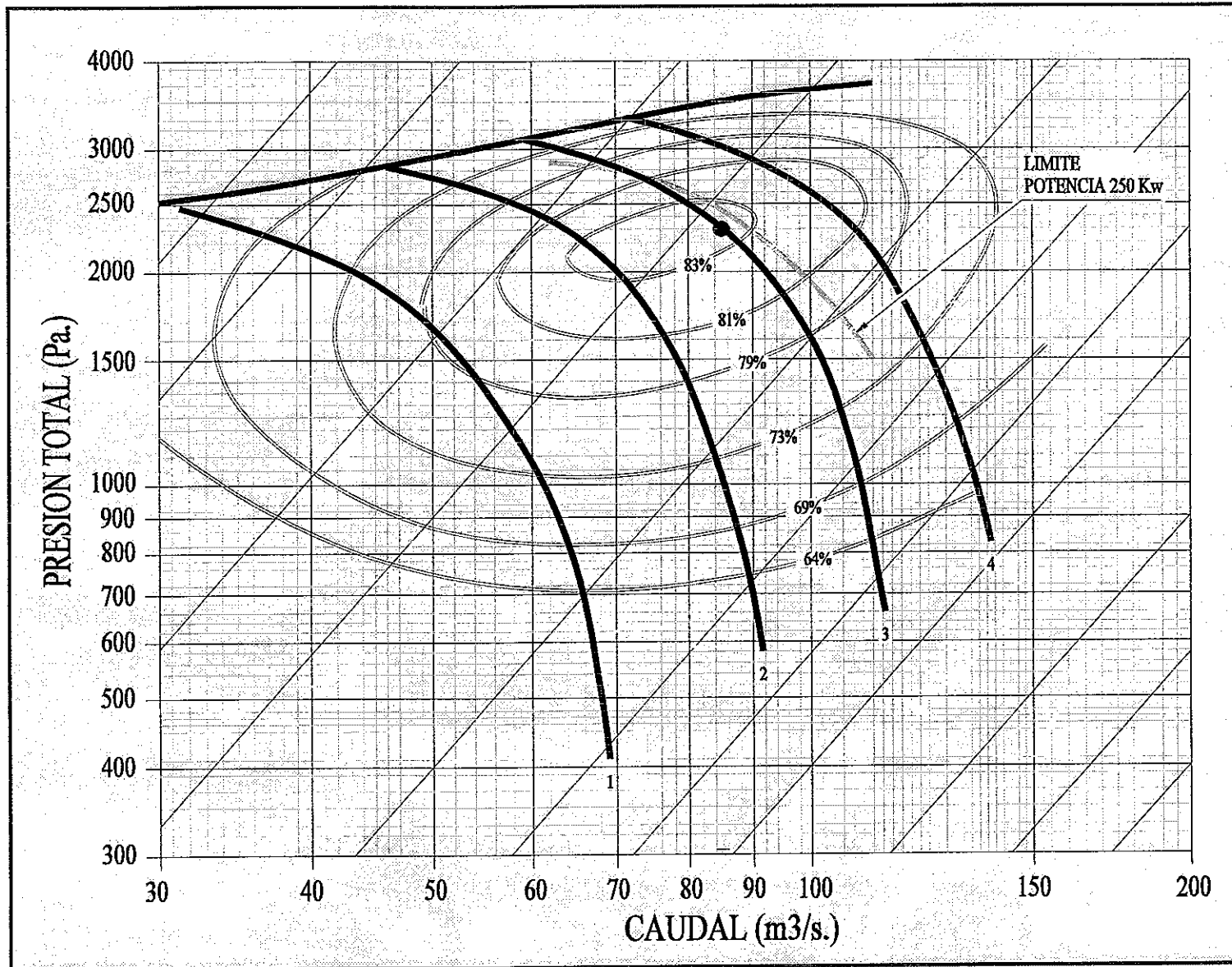
**ES POR ESTO QUE EN EL PROYECTO SE DEBE
DEFINIR MUY BIEN:**

- Q = CAUDAL VENTILADOR
- Q_F = CAUDAL FRENTE
- $Q - Q_F$ = CAUDAL FUGADO
- R = RESISTENCIA TOTAL DE
LA TUBERIA

MUY IMPORTANTE

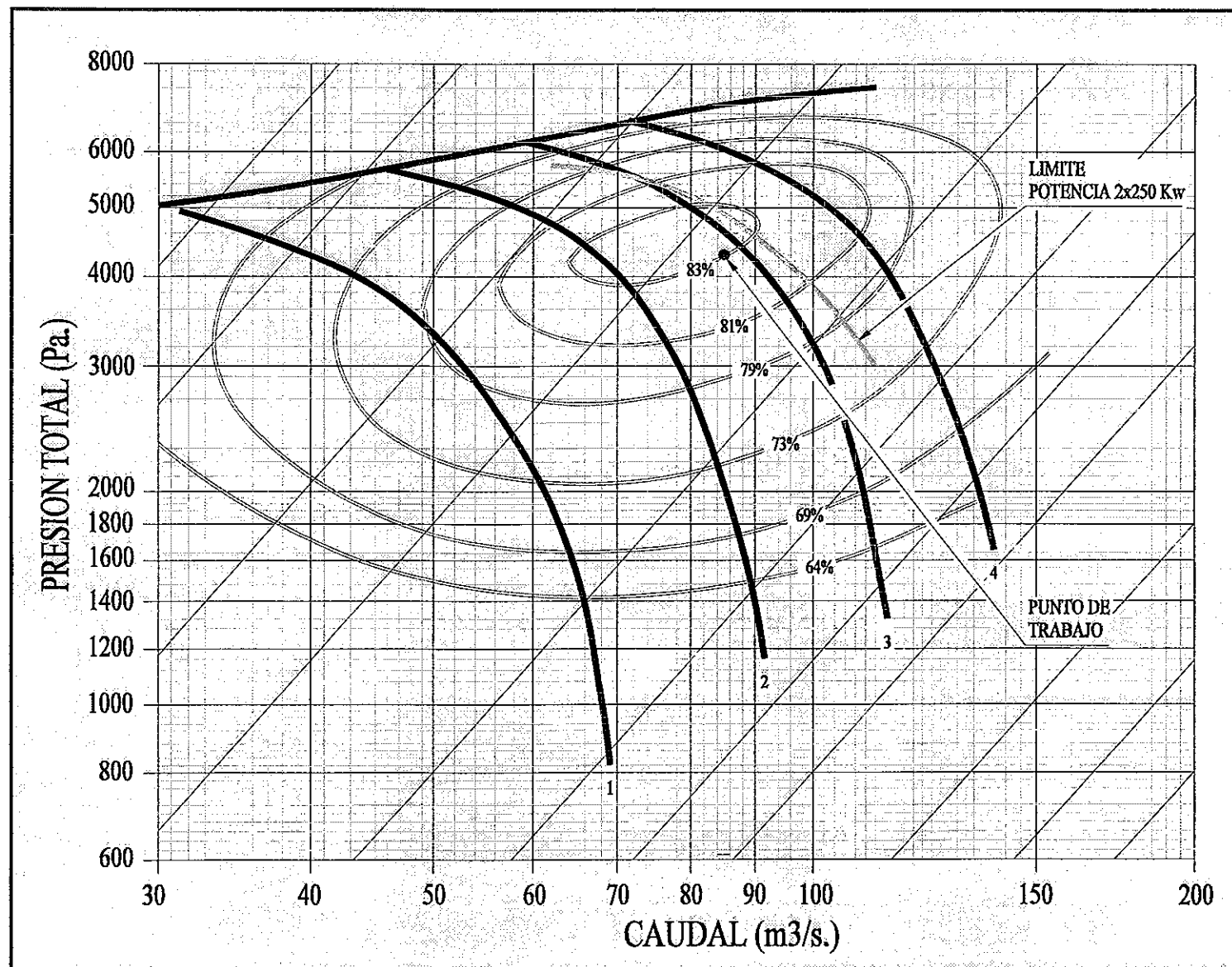
**CONTROLAR ESTOS PARAMETROS DURANTE LA
EJECUCION DEL PROYECTO DE MANERA QUE
LA REALIDAD DE LA OBRA SE AJUSTE AL
PROYECTO.**

- EJEMPLO DE APLICACION -



VENTILADOR ZVN 1-18-250/4

- EJEMPLO DE APLICACION -

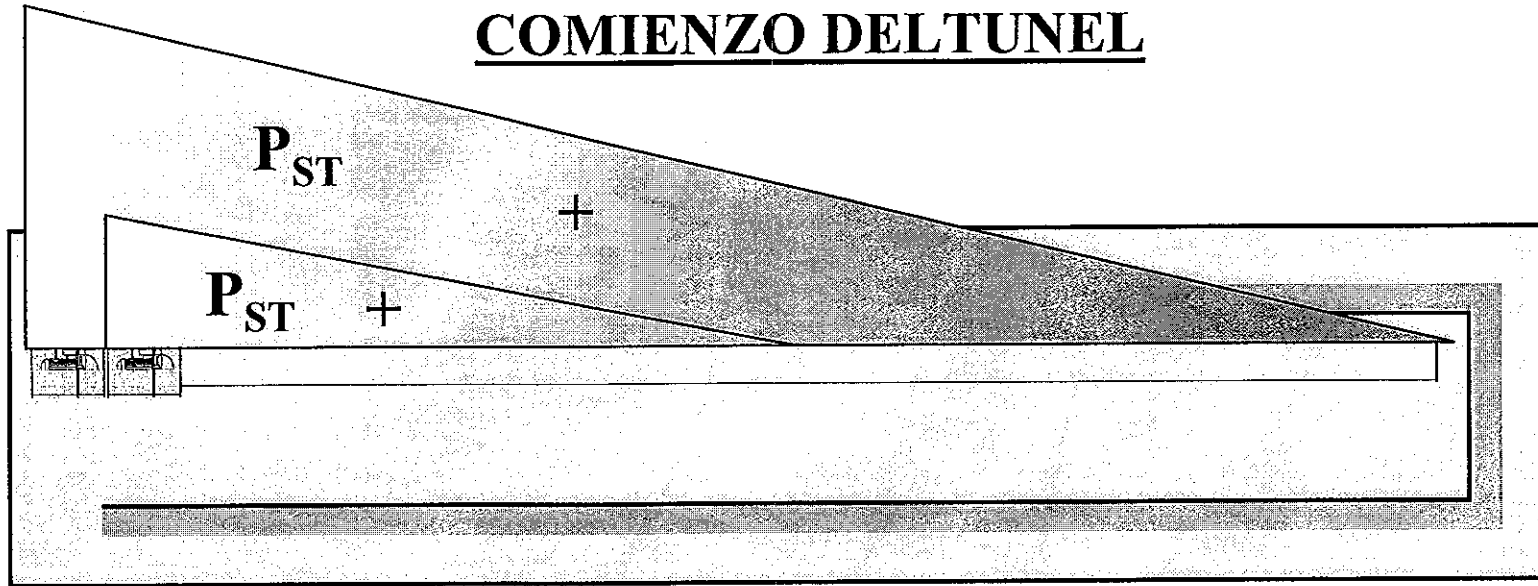


VENTILADOR ZVN 2 x 1-18-250/4

- COLOCACION DE VENTILADORES -

VENTILADORES EN SERIE UNIDOS AL

COMIENZO DEL TUNEL



- VENTAJAS:

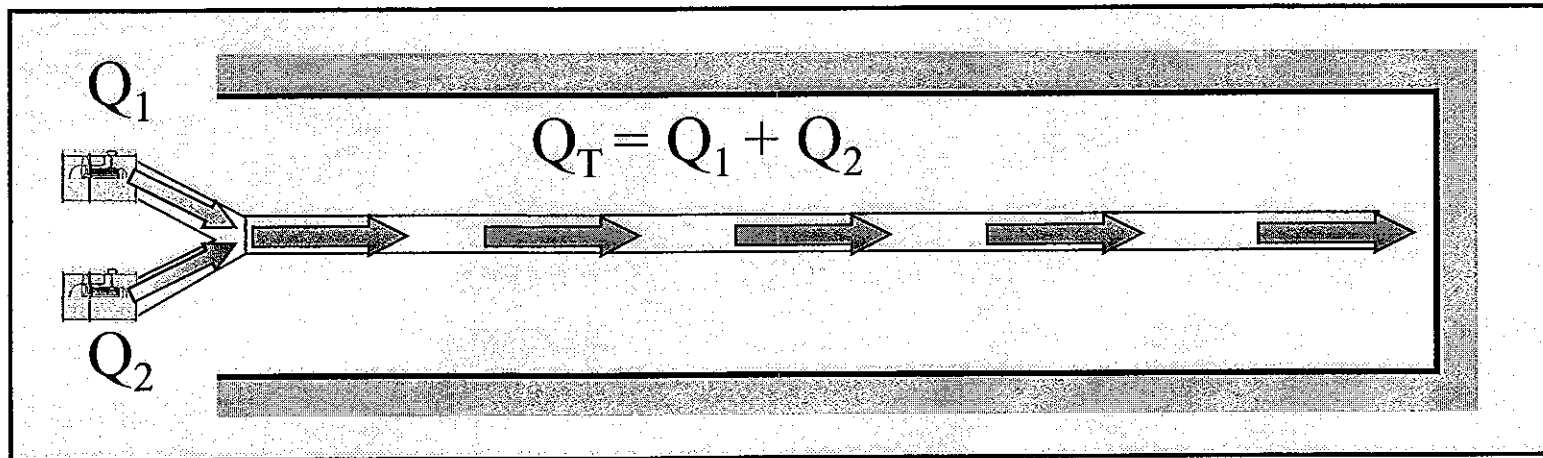
- LA ENERGIA ESTA EN LA BOCA.

- INCOVENIENTES:

- GRANDES PRESIONES EN EL COMIENZO TUBERIA.
- REQUIERE MUY BUENA INSTALACION DEBIDO A LAS FUGAS.

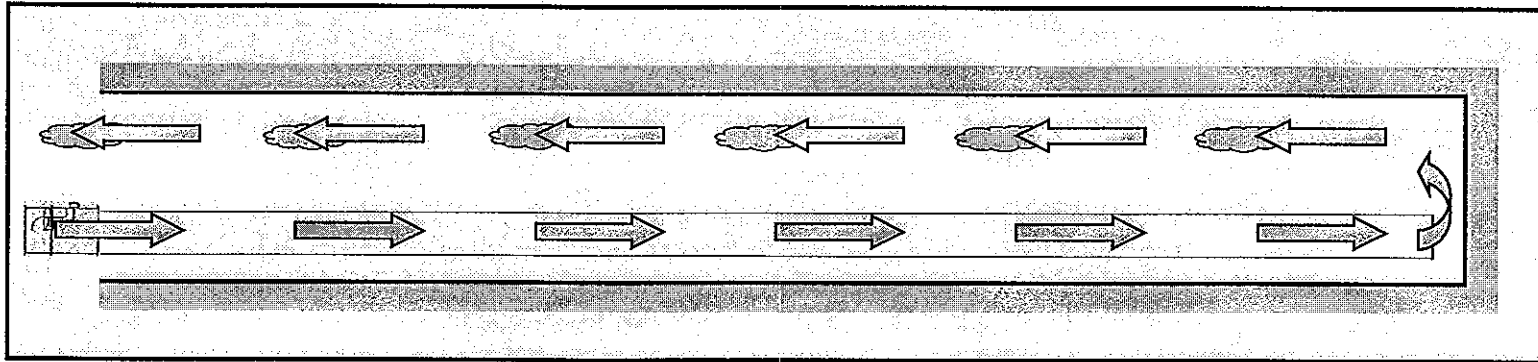
- COLOCACION DE VENTILADORES -

VENTILADORES EN PARALELO



- ESTE SISTEMA CONSISTE EN COLOCAR LOS VENTILADORES EN PARALELO.**
- SE SUMAN LOS CAUDALES DE LOS VENTILADORES.**
- SE EVITA TENER QUE DISPONER DE MAQUINAS DEMASIADO GRANDES DE DIFICIL APLICACION POSTERIOR.**

- VENTILACION EN FONDO DE SACO -



- FORMULAS PARA EL CALCULO -

1.- REGLAMENTACION.

ES APLICABLE EL REGLAMENTO GENERAL DE NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD MINERA, DE ACUERDO CON NORMATIVA EUROPEA VIGENTE.

2.- DATOS DE PARTIDA PARA EL ESTUDIO.

**VENTILACION EN FONDO DE SACO DE LAS
SIGUIENTES CARACTERISTICAS:**

- **LONGITUD 480 mts.**
- **SECCION 56 m².**
- **POTENCIA DIESEL INSTALADA 2.100 C.V.**
- **FACTOR DE SIMULTANEIDAD 60%**
- **Nº DE PERSONAS EN EL TUNEL 28**
- **VELOCIDAD REQUERIDA EN AIRE
DE RETORNO 0,5 m/sg.**
- **INSTALACION Soplane**
- **TIPO DE TUBERIA Flexible**
- **DIAMETRO DE TUBERIA 1.800 mm.**

3.- CALCULO DE CAUDAL DE AIRE NECESARIO.

3.1.- POR PERSONAL:

SEGÚN ITC 04.07.1 SON NECESARIOS 40 l/sg. DE AIRE POR PERSONA.

$$Q^1 = \frac{28 \text{ PERSONAS} \times 40 \text{ l/PERSONA sg.}}{1.000} = 1,12 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

3.2.- POR C.V. DIESEL:

SE RECOMIENDA 30 l/sg. POR C.V. DIESEL CATALIZADOS DENTRO DEL TUNEL.

$$Q^2 = \frac{2.100 \text{ C.V.} \times 60\% \times 30 \text{ l/C.V./sg.}}{1.000} = 37,8 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

3.3.- POR VELOCIDAD DE RETORNO:

SE HA ACORDADO QUE LA VELOCIDAD DEL AIRE POR LA GALERIA DEBE SER DE 0,5 m/sg. SIEMPRE DENTRO DE LOS LIMITES PRESCRITOS EN LA ITC 04.07.1 CON VALORES DE VELOCIDAD DEL AIRE EN LAS GALERIAS COMPRENDIDAS ENTRE 0,2 Y 8 m/sg.

$$Q_3 = S \times V$$

S = SECCION GALERIA m²

V = VELOCIDAD AIRE RETORNO.

$$Q_3 = 56 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m/sg.} = 28 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

- RESULTADOS:

$$Q_1 + Q_2 = 1,12 + 37,8 = 38,92 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

$$Q_t = 38,92 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

Q_t ES EL VALOR MAYOR

PARA EL CALCULO SE CONSIDERA Q = 38,92 m³/sg. COMO CAUDAL DE AIRE EN EL FRENTE DE LA GALERIA.

4.- CALCULO DE FUGAS DE CAUDAL y **PERDIDAS DE CARGA**

4.1.- CALCULO DE LAS FUGAS DE CAUDAL:

**AL NO SER LA TUBERIA TOTALMENTE
HERMETICA, SE DEBE CONSIDERAR TAMBIEN
UN CAUDAL FUGADO.**

**PARA ESTE CASO SE APLICA LA LEY DE
FUGAS EQUIVALENTE A UNA INSTALACION
MEDIocre.**

$$\text{LEY DE FUGAS} = 5 \times 10^{-4} = 0,0005$$

LA PERDIDA DE CAUDAL SE HALLA POR LA FORMULA:

θ = LEY DE FUGAS.

ΔH = PRESION EN mm.c.a.

$$Q_f = \theta \times \Delta H^{1/2} \times \Delta L$$

**1/2 = REGIMEN DE FUGA, SE
CONSIDERA 0,5 REGIMEN
TURBULENTO.**

ΔL = LONGITUD DE CONDUCTO.

4.2.- CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA:

PARA DIMENSIONAR ADECUADAMENTE LA ESTACION DE VENTILACION, ES NECESARIO CONOCER LAS PERDIDAS DE CARGA ORIGINADAS EN LA TUBERIA FLEXIBLE.

EL CIRCUITO DE VENTILACION ESTA FORMADO POR 1 TRAMO DE TUBERIA FLEXIBLE LISA EN INSTALACION SOPLANTE DE 1.800 mm. DE DIAMETRO Y 480 m. DE LONGITUD.

5.- RESULTADOS.

5.1.- EN EL FRENTE DEL CONDUCTO:

CAUDAL: $Q_t = 38,92 \text{ m}^3/\text{sg.}$

VELOCIDAD: $V = \frac{Q_t}{S} = \frac{38,92}{(0,9)^2 \times \pi} = 15,29 \text{ m/sg.}$

PRESION DINAMICA: $\Delta P = \frac{V^2}{2 \times g} = \frac{1,2 \times (15,29)^2}{2 \times 9,81} = 14,3 \text{ mm. c. a.}$

5.- RESULTADOS.

5.2.- EN EL VENTILADOR:

$$\begin{aligned}\text{CAUDAL FUGADO: } Q_f &= \theta \times \Delta H^{1/2} \times \Delta L \\ &= 0,0005 \times 14,3^{1/2} \times 480 \\ &= 0,90 \text{ m}^3/\text{sg.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{CAUDAL EN VENTILADOR: } Q_v &= Q_t + Q_f \\ &= 38,92 + 0,90 \\ &= 39,82 \text{ m}^3/\text{sg.}\end{aligned}$$

LA PERDIDA DE CARGA, POR LA FORMULA:

$$\Delta P = r \times Q^{\alpha} \times \Delta L$$

ΔP = PERDIDA DE CARGA (PRESION) QUE TIENE LUGAR EN LA CONDUCCION.

r = RESISTENCIA AERODINAMICA POR METRO LINEAL DE LA TUBERIA EN KILOMURGES (0,220/1000).

Q = CAUDAL A CIRCULAR POR LA TUBERIA (39,82).

α = COEFICIENTE IGUAL 1,7 PARA TUBERIA FLEXIBLE

ΔL = LONGITUD DE LA CONDUCCION (480 m.).

$$\Delta P = r \times Q^{\alpha} \times \Delta L = (0,220/1000) \times (39,82)^{1,7} \times 480 = 55,44 \text{ mm.c.a.}$$

- PUNTO DE TRABAJO DEL VENTILADOR.

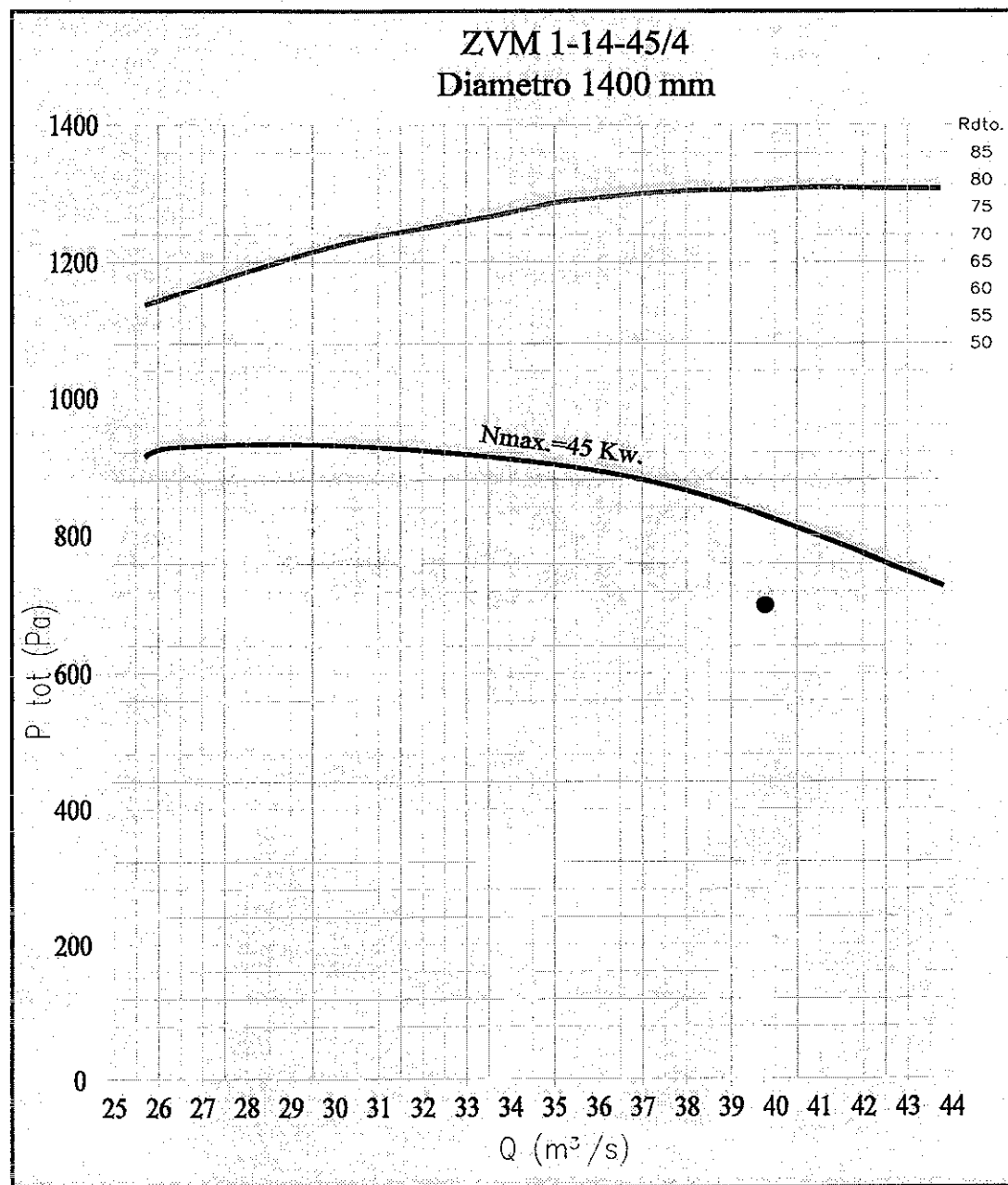
EL PUNTO DE TRABAJO QUEDA DEFINIDO POR EL CAUDAL Y LA PRESION.

$$Q_v = 39,82 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

P_v = LA SUMA DE LA PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA MAS LA PRESION DINAMICA EN EL FRENTE. ESTO ES:

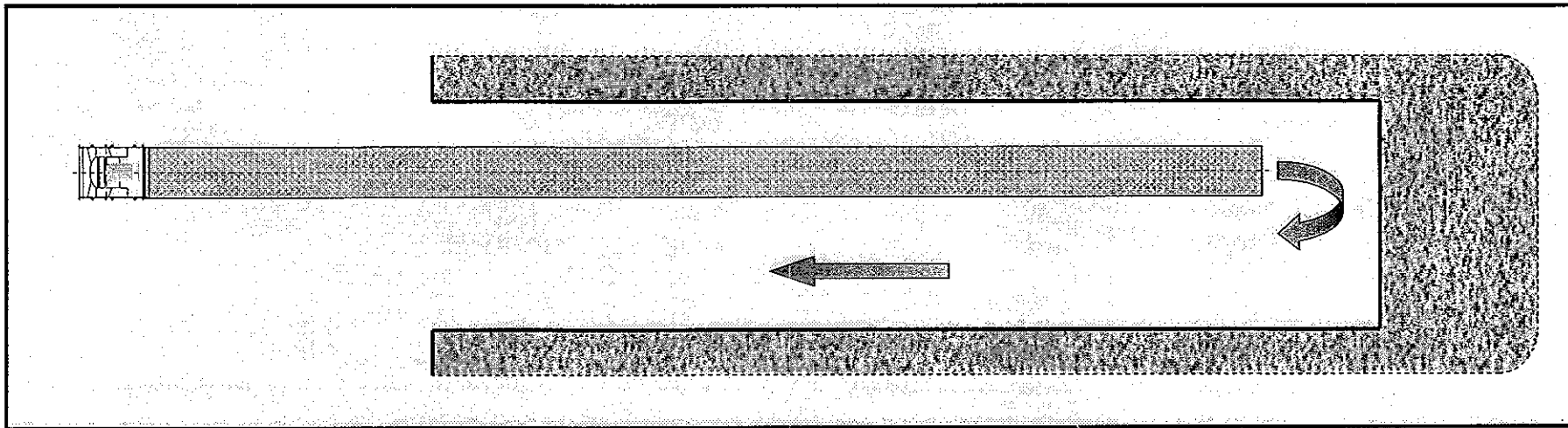
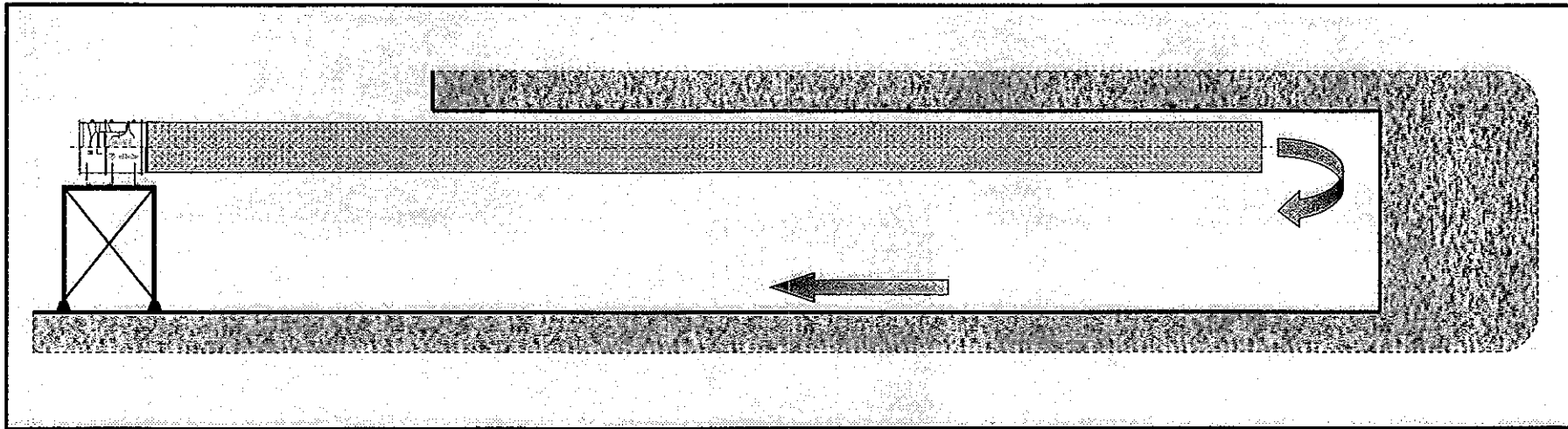
$$P_v = 55,44 + 14,3 = 69,74 \text{ mm.c.a.} \quad \underline{\text{APROX. 70 mm.c.a.}}$$

- PUNTO DE TRABAJO DEL VENTILADOR.



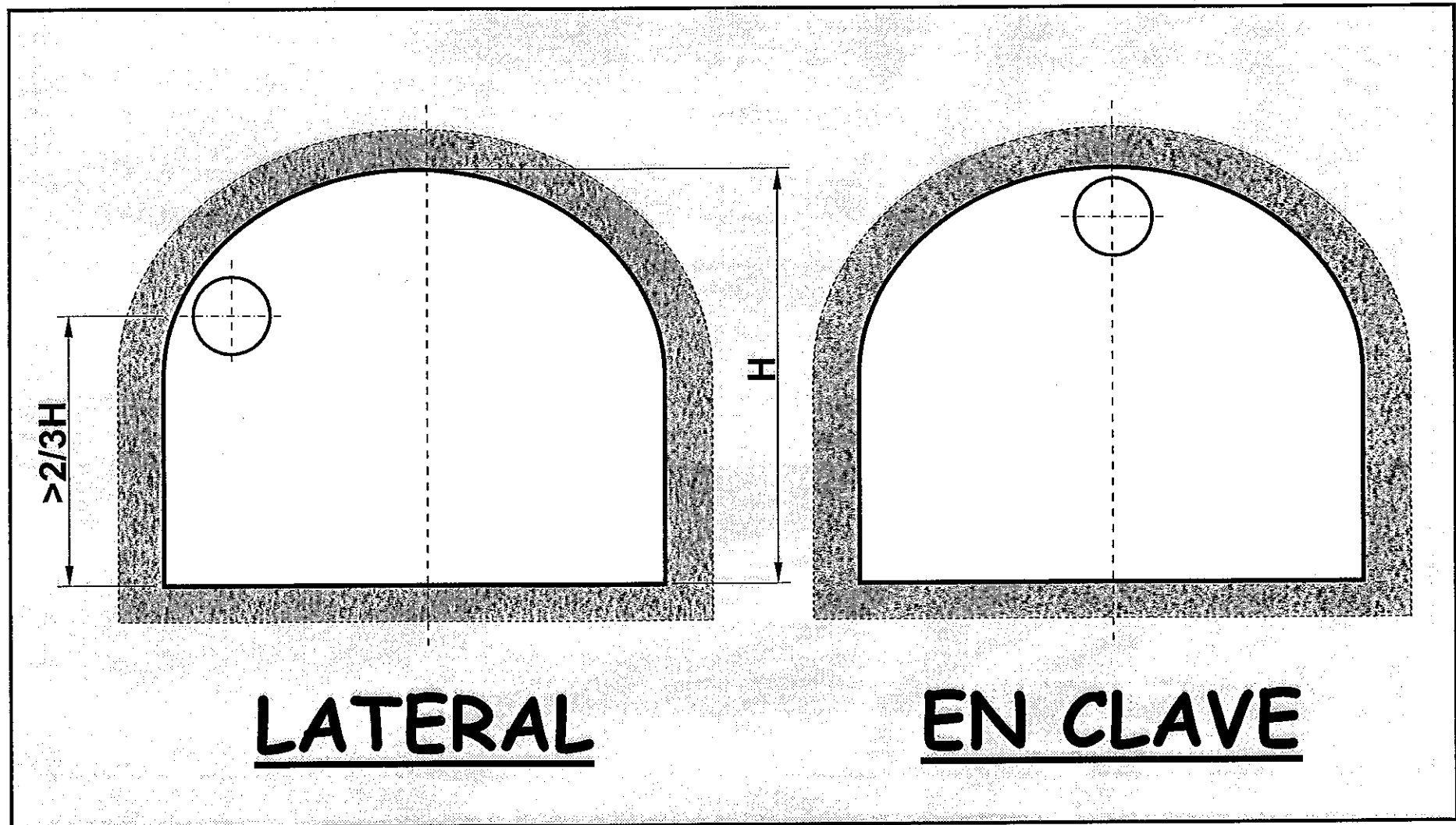
- ANEXO -

TUNEL TIPICO



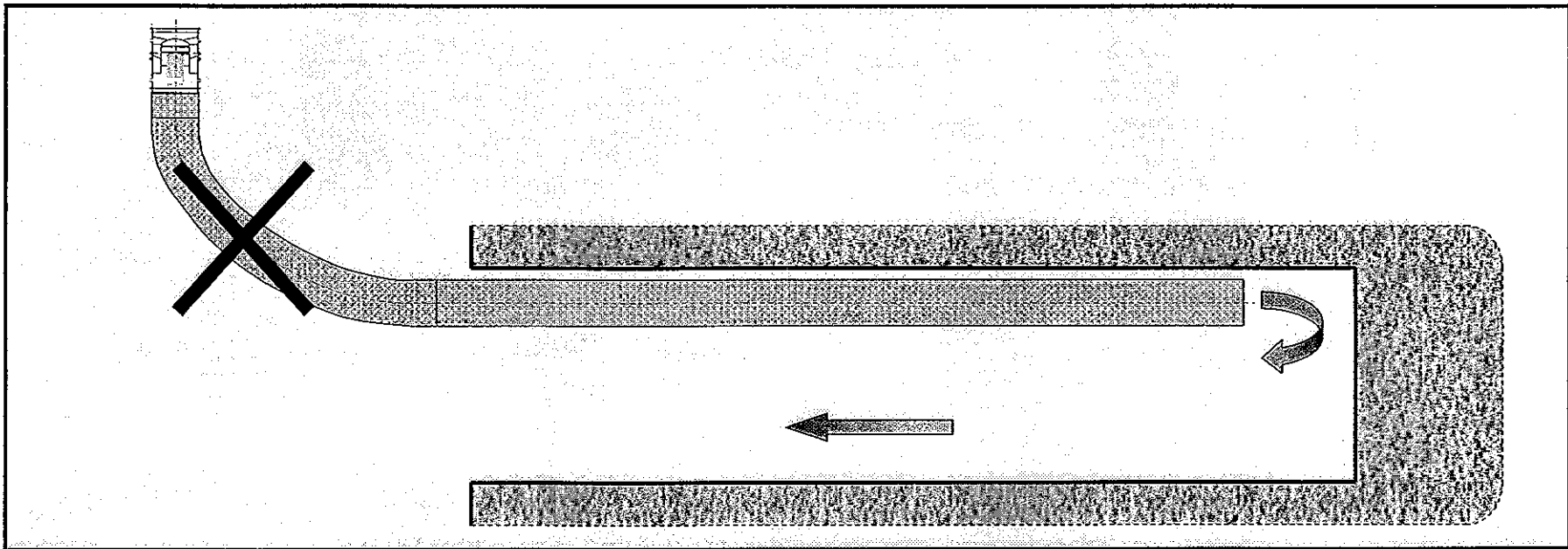
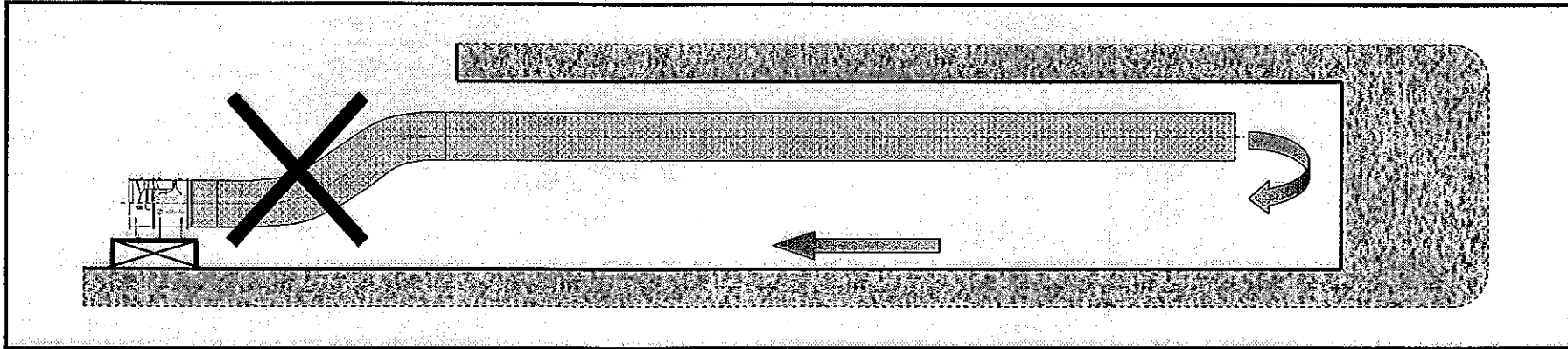
MEJOR DISEÑO

TUNEL TIPICO



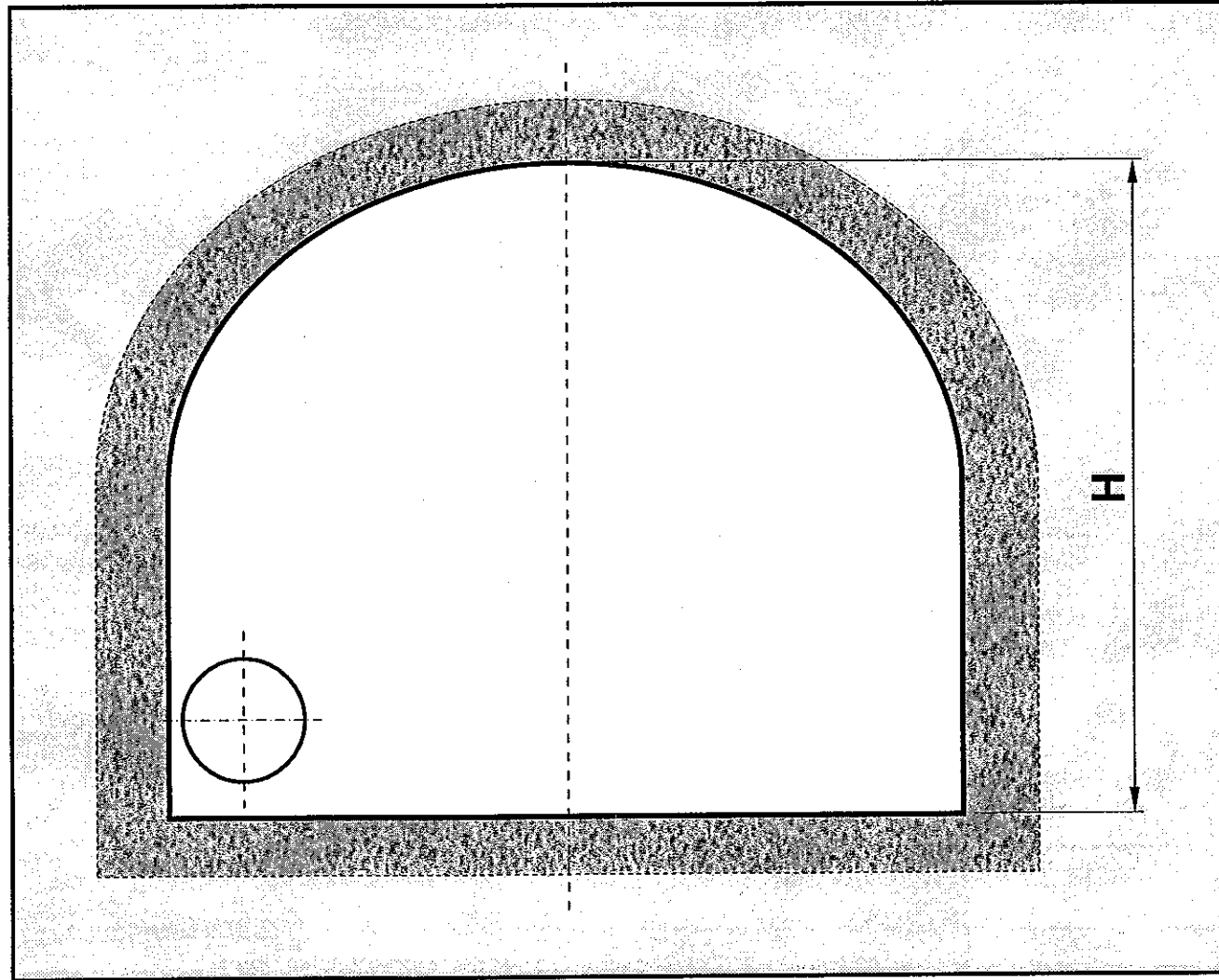
MEJOR DISEÑO

TUNEL TIPICO



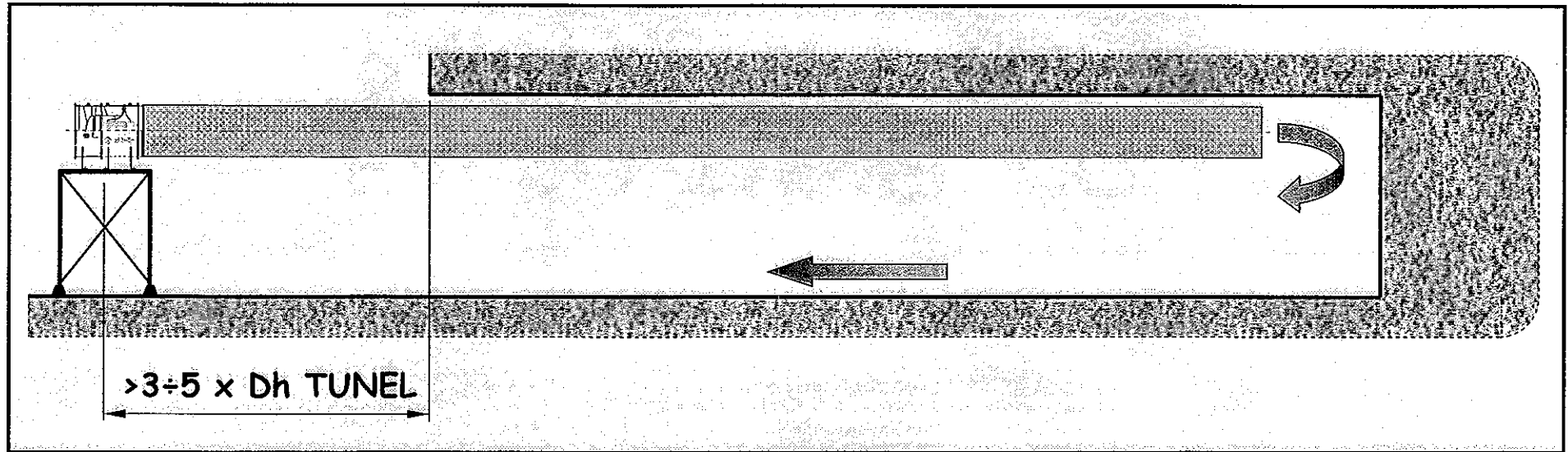
DISEÑOS NO RECOMENDADOS

TUNEL TIPICO



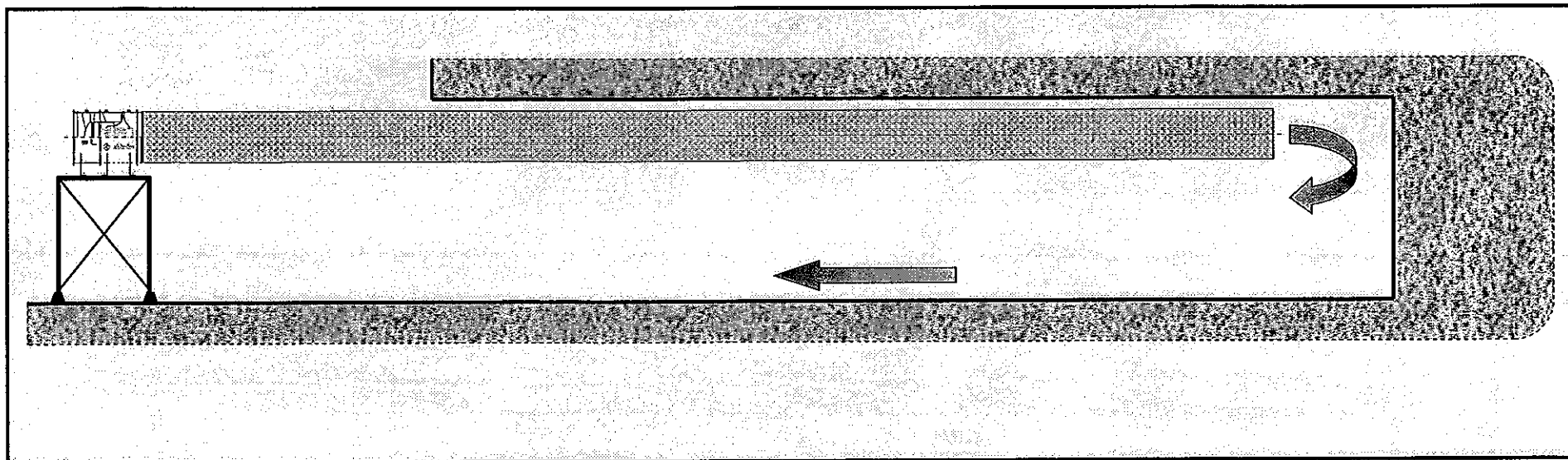
DISEÑOS NO RECOMENDADOS

TUNEL TIPICO

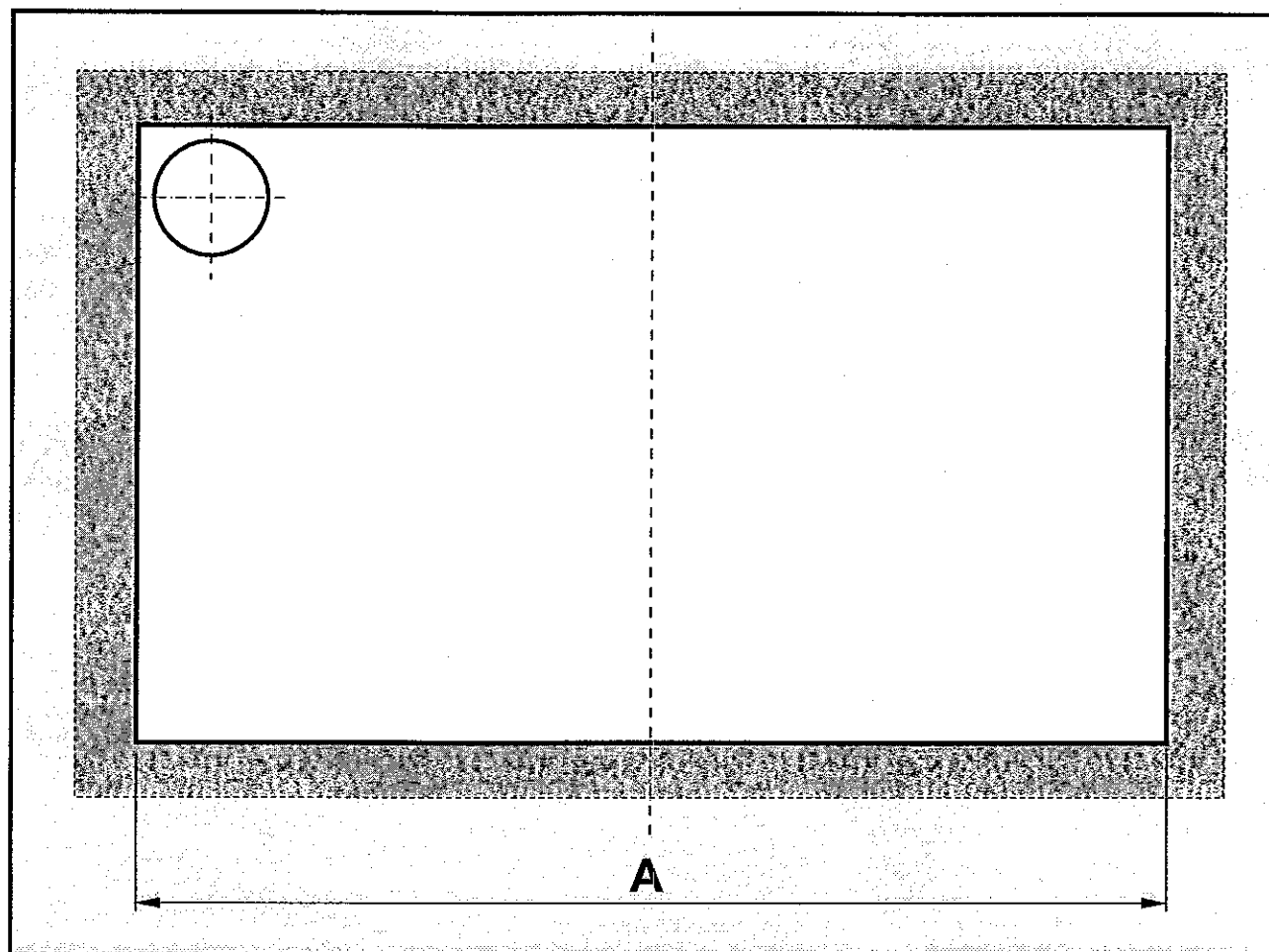


$$D_h = \frac{4 \times S_a}{P}$$

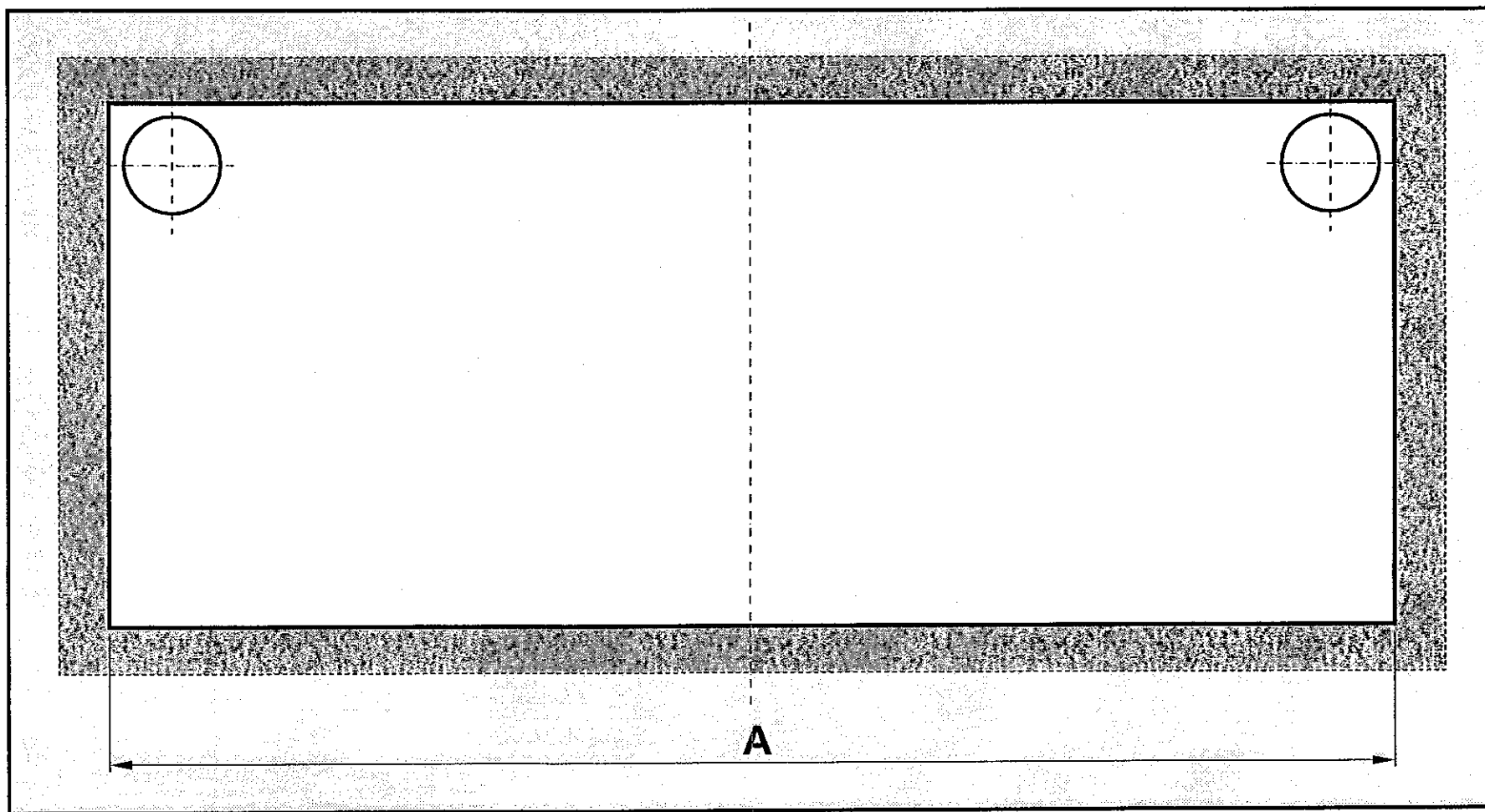
S_a = Sección avance
 P = Perimetro



FALSO TUNEL CON
PANTALLA Y LOSA
DESDE LA BOCA

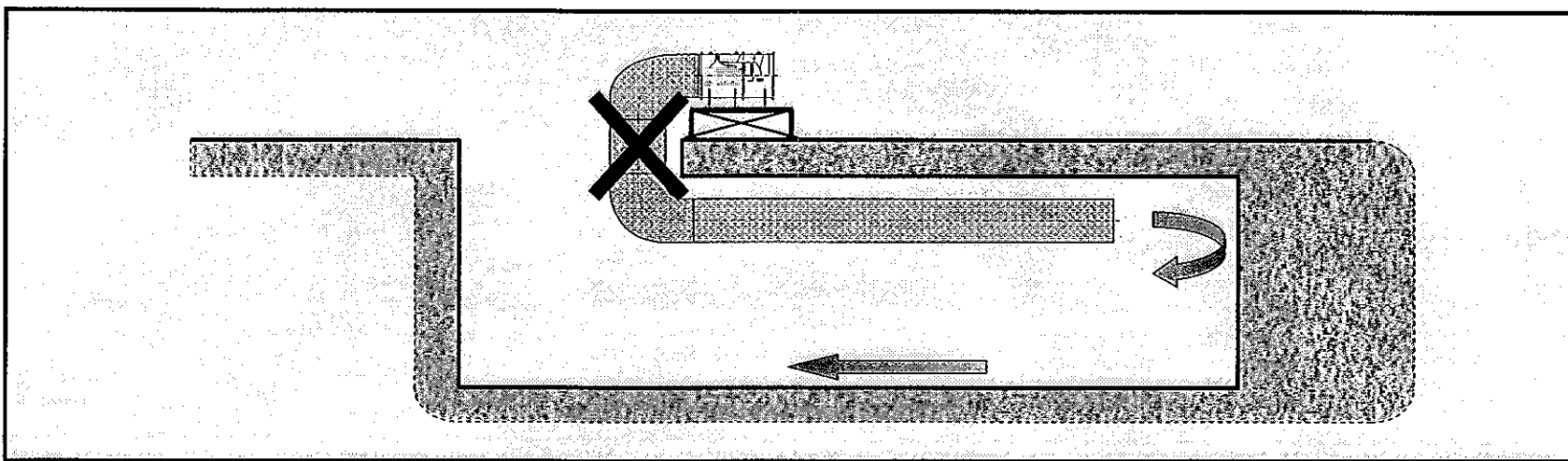
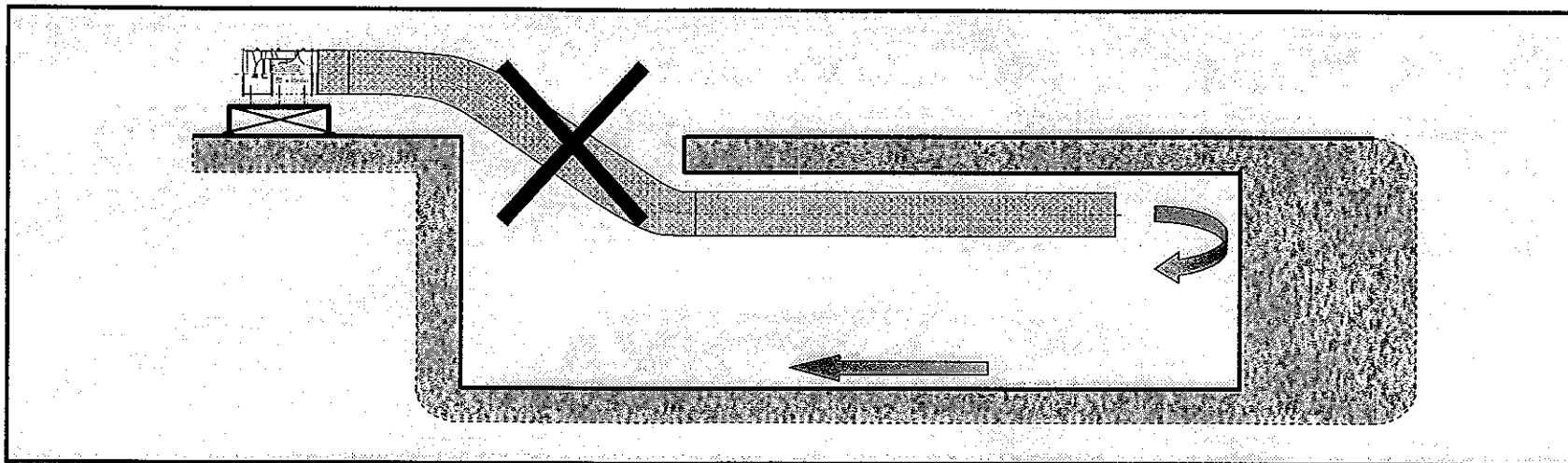


SI "A" TOMA UN VALOR ALTO, >15 m. ES RECOMENDABLE COLOCAR 2 TUBERIAS EN PARALELO.



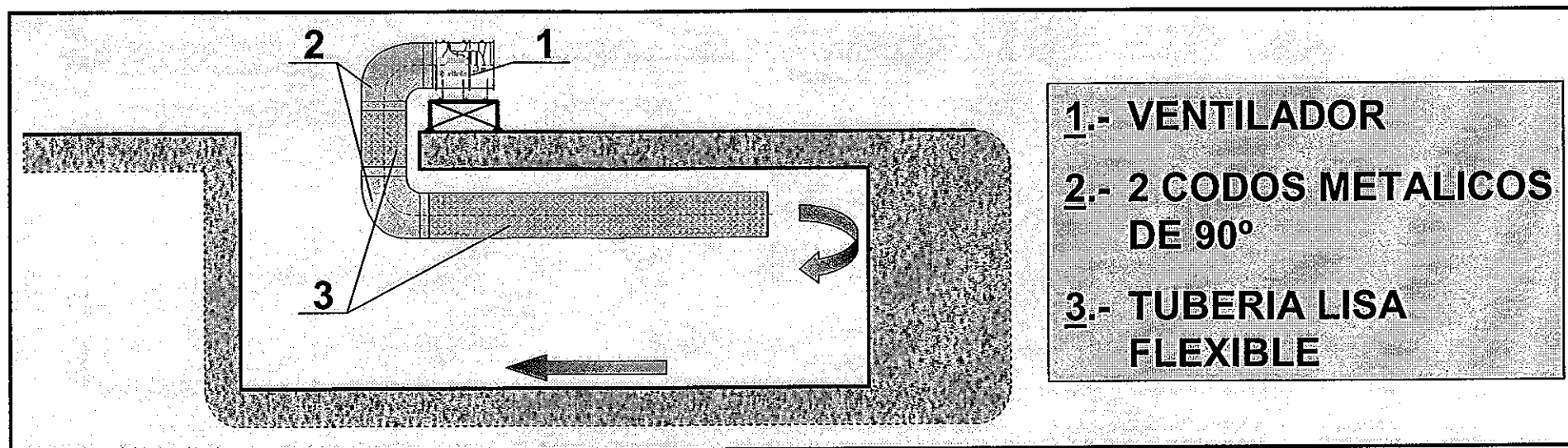
DOS INSTALACIONES INDEPENDIENTES

SOBRE LOSA



ESTAS SITUACIONES SON POCO RECOMENDABLES
DEBIDO A LOS CODOS Y CURVAS

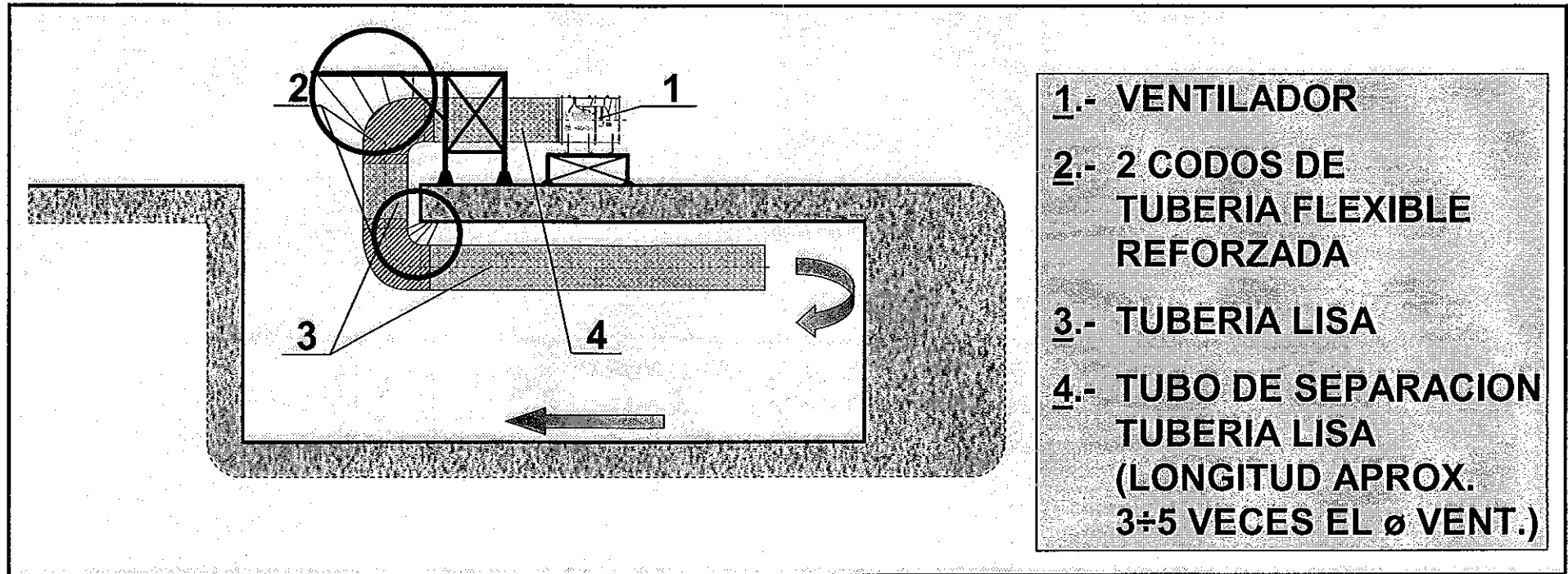
SOBRE LOSA



VARIANTE

LOS CODOS METALICOS PUEDEN SER SUSTITUIDOS POR TUBERIA FLEXIBLE MUY REFORZADA (HELICE DE PASO 40 mm). ESTA SITUACION ES PEOR YA QUE SE GENERAN MOVIMIENTOS PULSANTES DEBIDO A LOS MOVIMIENTOS DE LA TUBERIA.

SOBRE LOSA



**LOS CODOS TIENEN QUE ESTAR LO MAS
ARRIOSTRADOS POSIBLE PARA MINIMIZAR LAS
OSCILACIONES**

- BIBLIOGRAFIA -

Société suisse des
ingénieurs et des architectes

Sia Recommandation
Edition 1998

196

Remplace la recommandation SIA 196 (1983)

Ventilation des chantiers souterrains

Terminologie
Bases et références
Etude du projet
Calculs
Matériel de ventilation
Exécution
Prestations et fournitures
Contrôle et entretien

Editeur:
Société suisse des ingénieurs et des architectes
Case postale, 8039 Zurich

- SIA -

AFTES

RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA

VENTILATION DES OUVRAGES SOUTERRAINS

EN COURS DE CONSTRUCTION

L'A.F.T.E.S. recueillera avec intérêt toute suggestion relative à ce texte.

Version 01 – approuvée par le Comité Technique.

Ont participé au travail du Groupe de Travail GT 27 "Ventilation des Tunnels en phase de Chantier",
à l'élaboration et à la rédaction de la présente Recommandation et des 2 Annexes les personnes dont les noms figurent ci-après :

J.P. BAUD (APAS MBTP) - **J.P. BARRAL** (TEC INGENIERIE) - **Dr BOULAT** (Médecin Conseil) - **B. BROUSSE** (CETU)
R. FREANT (BORIE SAE) - **D. GABAY** (RATP) - **J.P. GUICHARD** (CRAM Rhône Alpes) - **P. HINGANT** (SCETAUROUTE) -
G. LECUYER (RAZEL) - **M. LETOUBLON** (OPPBTP) - **A. MERCUSOT** (CETU) - **J.P. MEYER** (INRS) -
M.C. MICHEL (OPPBTP) - **D. PAYOT** (SOTRABAS) - **J. PHILIPPE*** (SNCF) - **J. RICARD** (ALPETUNNEL / SNCF) -
M.O. SENCE (SEITHA) - **D. VALLET** (CRAM Rhône-Alpes) - **J.S. VILLEGAS** (VINCI Construction)

La Recommandation et les Annexes ont été relues par les personnes dont les noms figurent ci-après

A. GUILLAUME (SOCATOP) - **G. PIQUEREAU** (CAMPENON TP) - **P. LONGCHAMP** (BOUYGUES)
G. COLOMBET (COYNE et BELLIER) - **P. FAUVEL** (SNCF)

*Jean PHILIPPE a largement contribué aux lancement et à la constitution du GT.

- AFTES -

Association
mondiale
de la Route



World Road
Association

TUNNELS ROUTIERS : EMISSIONS, VENTILATION ENVIRONNEMENT

ROAD TUNNELS : EMISSIONS, VENTILATION ENVIRONMENT

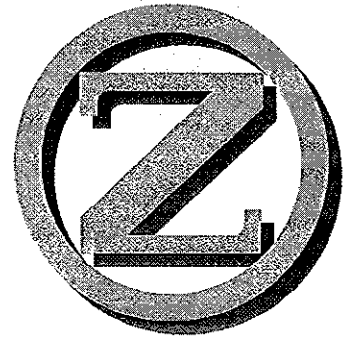
Comité AIPCR des Tunnels routiers
PIARC Committee on Road Tunnels

- **PIARC** -

DEPARTAMENTO TECNICO DE



www.zitron.com



zitrón

***GRACIAS POR
SU ATENCION***