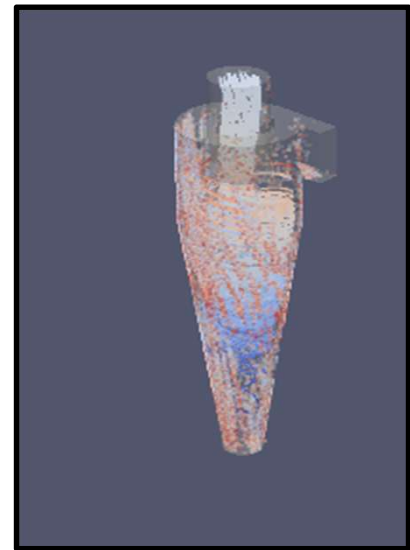
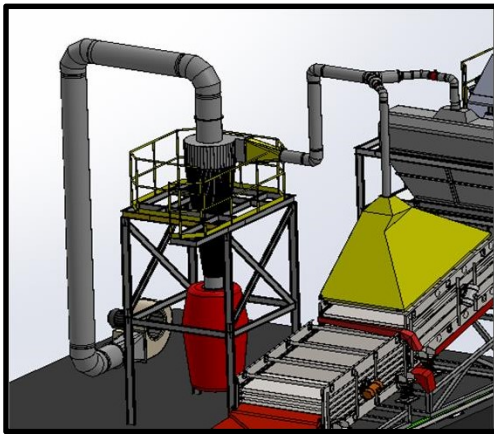


INGENIERIA PREPARADA POR:

MARCOLIN BRUNO  
M-6361/4

## DIMENSIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN DE CICLÓN PARA MATERIAL PARTICULADO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE SEMILLA.

**PLANTA:** PLANTA DE BENEFICIO DE SEMILLA  
**SECCION:** DESCARGA DE NORIA Y ZARANDAS  
**ITEM:** CLASIFICACION POR TAMAÑO  
**PARTE:** SEPARADOR CICLONICO



1. OBJETIVO
2. RESUMEN
3. OBSERVACIONES
4. REFERENCIAS
5. PROCEDEMIENTO DE CALCULO
6. VERIFICACIÓN CICLON
7. DISEÑO CONDUCTOS DE ASPIRACIÓN

REVISIONES				
Nro.	Descripción	Preparó	Verificó	Aprobó
A	PRELIMINAR PARA CORRECCION	BRUNO 08/06/2020		

## 1-OBJETIVO

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo sentar las bases para el diseño del sistema de limpieza de aire de la planta de beneficio de semillas, con la finalidad de disminuir las concentraciones de materiales particulados, reduciendo así el impacto que este genera sobre la salud de los operarios y el daño sobre los componentes electrónicos.

## 2- REFERENCIAS

Se han tomado como referencia los siguientes documentos

Leyes decretos y normas:

\* Ordenanza provincial 5820/94

Planos de referencia

\* Planos varios de piezas y componentes

Bibliografía

\* Diseño óptimo de ciclones- Carlos Alberto Echeverri Londoño- Universidad de Medellín

\* Disminución de contaminantes aéreos en una planta de balanceados mediante la propuesta de un extractor de polvo- L. Buchelli Carpio y Miguel Reinoso Sanchez.

## 3- OBSERVACIONES

Dentro de lo que respecta al proceso de investigación, no se pudo contar con valores exactos de los caudales máxicos de material a extraer, ni la distribución exacta de los tamaños del material particulado, por lo que se tomo como datos de entrada los desarrollados en otros trabajos de investigación a plantas de procesos productivos similares, confiando en la fidelidad de los resultados obtenidos en tales proyectos. Los mismos son citados en el apartado "Bibliografía".

## 4- REFERENCIAS

El resultado de esta memoria de cálculo, permitió definir las dimensiones de el ciclón a instalar en planta y además determinar la eficiencia del mismo, por un modelo de cálculo detallado en el informe de este trabajo. Este cálculo de eficiencia sera luego comparado a los resultados obtenidos por las simulaciones DEM, llevadas a cabo en la sección de validaciones de este proyecto.

Distribución de tamaños de las partículas			
Rango de Tamaño (micrones)		%Máxico	Dp(μm)
5	18	43,2	11,5
36	74	30,6	55
74	150	18,6	112
150	215	5,1	182,5
100	200	2,5	150

## 5- PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

PARAMETROS DE DISEÑO				
ID	ATRIBUTO	VALOR	UNIDAD	OBS
$\rho_p$	Densidad de partículas	1000	kg/m <sup>3</sup>	-
T	Temperatura de operación	300,00	K	-
$\rho_{ai}$	Densidad de aire	1,21	kg/m <sup>3</sup>	-
P	Presión de operación	85,3	Kpa	-
-	Concentración de partículas	2	g/m <sup>3</sup>	-
E <sub>req</sub>	Eficiencia de separación mínima	80	%	-
V <sub>i</sub>	Velocidad de entrada al ciclón	16	m/s	-
L <sub>c</sub>	Longitud campana	0,8	m	-
Ac	Ancho campana	2	m	-
$\mu$	viscosidad del gas portador	3,57E-05	kg/ms	-
R	Proporción partículas/aire en masa	0,15%	-	-
m <sub>p</sub>	Caudal másico estimado de extracción	10	Kg/h	-

Siguiendo el principio establecido en diversas bibliografías, una concentración en masa del 0,15% de partículas contaminantes en el seno del aire, no genera problemas de deposición en los ductos, se procede a determinar el caudal de aire necesario y con ello se dimensiona el diámetro de ciclón, para posteriormente dimensionar los demás componentes del mismo, que se hallan estandarizados en función del diámetro según el tipo de ciclón. Como cerca del 44% de las partículas están cercanas a los 10  $\mu\text{m}$  se eligió un ciclón del tipo de alta eficiencia "Stairmand".

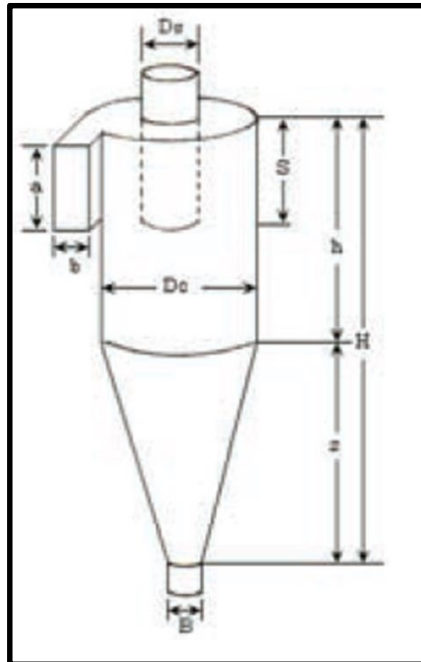


Fig (I)- Dimensiones características de un ciclón.

CÁLCULOS DIMENSIONES				
ID	DESCIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	OBS
Q	Caudal de aire	1,53	m <sup>3</sup> /s	
A	Área ducto de entrada	0,10	m <sup>2</sup>	
V <sub>pe</sub>	Velocidad en punto de extracción	0,96	m/s	
D <sub>c</sub>	Diámetro ciclón	0,98	m	
a	Altura entrada ciclón	0,49	m	
b	Ancho de entrada	0,20	m	
s	altura de salida	0,49	m	
D <sub>s</sub>	Diámetro de salida	0,49	m	
h	Altura parte cilíndrica	1,47	m	
z	Altura parte cónica	2,45	m	
H	Altura total ciclón	3,91	m	
B	Diámetro salida de partículas	0,37	m	

Se procedió a efectuar posteriormente el cálculo de la eficiencia del equipo.

CÁLCULO EFICIENCIA				
ID	DESCIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	OBS
W	Velocidad equivalente	0,68	m <sup>2</sup>	-
V <sub>s</sub>	Velocidad de saltación	12,04	m/s	-
V <sub>sc</sub>	Volumen evacuado S/salida	0,14	m <sup>3</sup>	-
L	Longitud natural del ciclón	2,42	m	-
K <sub>I</sub>	Factor de dimensiones lineales	0,52	m	-
V <sub>R</sub>	Volumen del ciclón evacuado S la long	1,84	m <sup>3</sup>	-
K <sub>c</sub>	Factor dim. de las prop. Vol del ciclón	1,13	m	-
K <sub>a</sub>	Relación altura entrada y diámetro ciclón	0,50	m	-
K <sub>b</sub>	Relación ancho entrada y diámetro ciclón	0,20	m	-
G	Factor de configuración	906,51	-	-
n	Exponente de vortice	0,66	-	-
NH	Número de cabezas de velocidad	6,40	-	-
ΔP	Caída de presión	991,23	Pa	-

Finalmente mediante la teoría de Leitch y Licht se procedió a calcular la eficiencia fraccional, como la sumatoria del producto de las eficiencias fraccionales por la masa fraccional.

EFICIENCIA FRACCIONAL				
%Másico	Dp(μm)	Ti (s)	ni	nixmi
43,2	11,5	2,06E-04	0,74	31,95
30,6	55	4,71E-03	0,97	29,63
18,6	112	1,95E-02	0,99	18,51
5,1	182,5	5,18E-02	1,00	5,10
2,5	150	3,50E-02	1,00	2,50
EFICIENCIA TOTAL %				87,68

## 6- VERIFICACIÓN CICLON

VERIFICACIONES			
Parámetro a evaluar	Criterio	Valor	Observación
Diamétero del cyclon	$D_c < 1 \text{ m}$	0,98	VERIFICA
Relación velocidades	$V_i/V_s < 1,35$	1,33	VERIFICA
Condición L<H-S	$L < H-S$	3,42	VERIFICA
Caída de presión	$\Delta P < 2488 \text{ Pa}$	991,23	VERIFICA
Eficiencia total	$E_{cal} > E_{req}$	87,68	VERIFICA

Obs: para detalles sobre los modelos de cálculo desarrollados, consultar informe del proyecto.

## 7- DISEÑO CONDUCTOS DE ASPIRACIÓN.

En la siguiente instancia se procederán a determinar velocidades y secciones de las tuberías para los puntos de extracción. Según la densidad de las partículas en suspensión las mismas tienen distintas velocidades de transporte para evitar la deposición de las mismas.

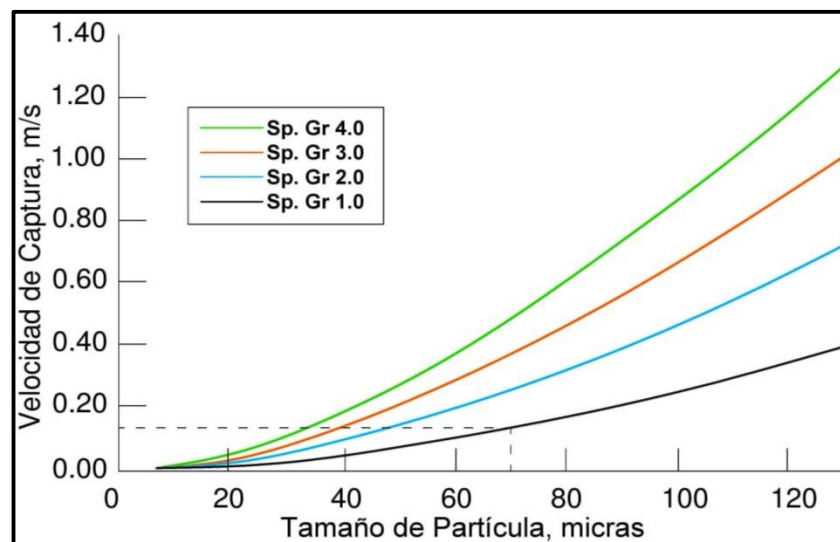
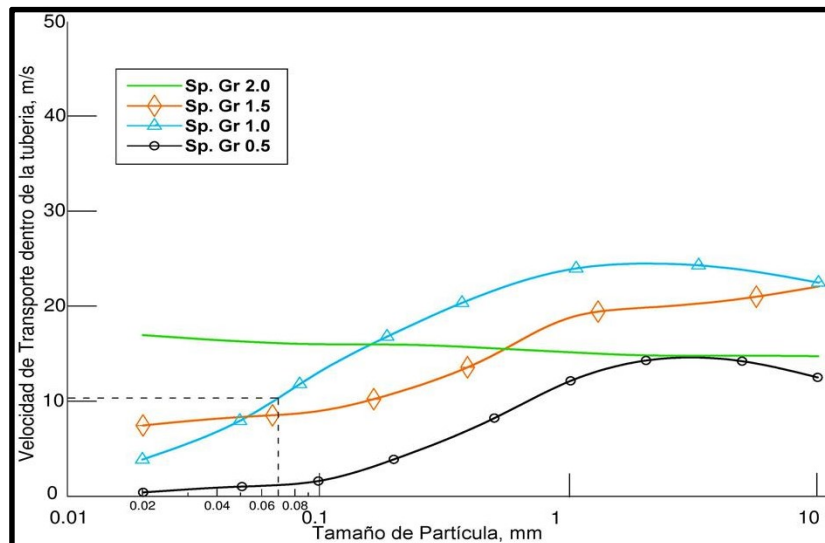


TABLA (1) - Velocidad de captación Vs Tamaño de partícula

En base a los tamaños de las partículas y su densidad se define la velocidad de captación, que según la tabla (1) nos da que la misma ronda los 0,15 m/s.





**TABLA (2)- Velocidad de transporte por tubería Vs Tamaño de partícula**

Por otro lado se determina en la tabla (2) la velocidad mínima de transporte en tuberías con la finalidad de evitar la deposición de las partículas en el ducto y dificultar el transporte neumático.

Así en base al caudal de trabajo se procedió a calcular la sección máxima de las tuberías que proporciona la velocidad de transporte deseada y además las dimensiones de la campana de extracción.

SECCIONES TUBERIAS SISTEMAS DE VENTILACIÓN				
ID	Atributo	Valor	Unidad	Observacion
V_mc	Velocidad mín. de captación de partículas	0,15	m/s	Sec. Cuadrada
V_mcn	Velocidad mín. circuito neumático	10	m/s	
Q	Caudal de aire	1,53	m <sup>3</sup> /s	
A_a	Seccion máxima punto de aspiración	3,19	m <sup>2</sup>	
D_cn	Diámetro max. tubería de aspiración	0,31	m	
D_cnd	Diámetro tub. aspiración de diseño	0,25	m	

Calculadas las secciones, se procedió a efectuar el tendido de la instalación (estimativo) y con ello calcular las pérdidas de carga tanto por altura como por accesorios y potencia requerida en el soplador.

El tendido aproximado del circuito se corresponde con el de las fig. (II), se adjunta también una breve lista de los accesorios del circuito, para luego calcular las pérdidas de carga pertinentes. El material empleado para efectuar el tendido es chapa galvanizada (CG de aquí en adelante).

SECCIONES TUBERIAS SISTEMAS DE VENTILACIÓN				
Párametro	Diametro de la tubería [m]	Longitud	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Velocidad de flujo [m/s]
X1	0,5	1,85	5509,64	7,79
X2	0,5	3,14	5509,64	7,79
X3	0,25	1,5	5509,64	31,18
X4	0,25	0,4	2754,82	15,59
X5	0,25	1,3	5509,64	31,18
X6	0,16	0,42	2754,82	38,06
X7	0,16	0,2	2754,82	38,06
X8	0,16	0,4	2754,82	38,06
X9	0,25	0,4	2754,82	15,59
Y1	0,5	7,1	5509,64	7,79
Y2	0,5	1,2	5509,64	7,79
Y3	0,16	2,2	2754,82	38,06
Y4	0,16	0,2	2754,82	38,06
Y5	0,25	2,1	5509,64	31,18

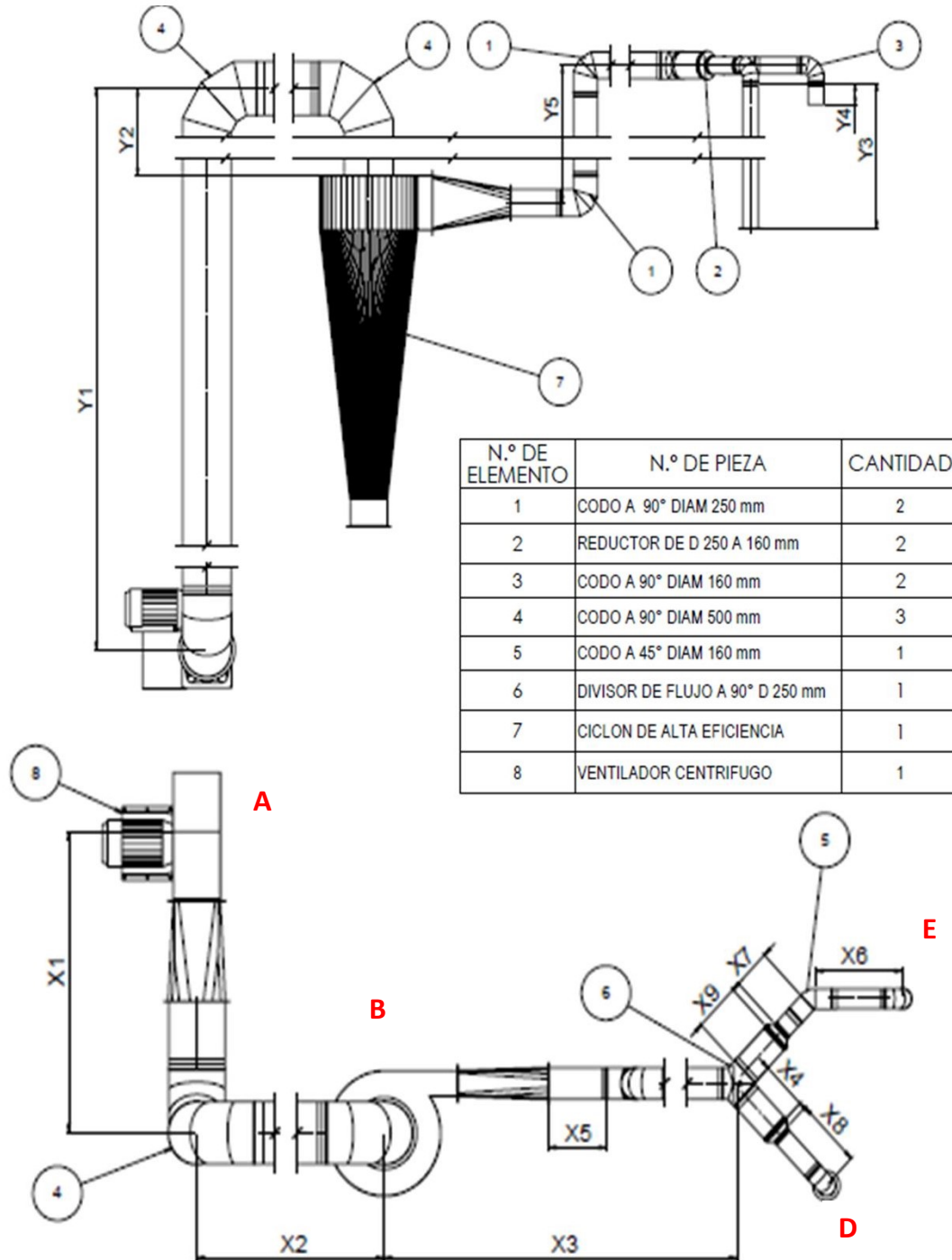


Fig (II)- Trazado estimado de ductos de aspiración. Detalles en vista lateral y superior.



Determinación de pérdidas de carga en segmentos rectos			
Tubería	Parámetro j [mmca/m]	Pérdida de carga (mmca)	Presión dinámica [mmca]
X1	0,136	0,251	3,73
X2	0,136	0,426	3,73
X3	4,402	6,602	59,64
X4	1,179	0,472	14,91
X5	4,402	5,722	59,64
X6	11,082	4,655	88,87
X7	11,082	2,216	88,87
X8	11,082	4,433	88,87
X9	1,179	0,472	14,91
Y1	0,136	0,963	3,73
Y2	0,136	0,163	3,73
Y3	11,082	24,381	88,87
Y4	11,082	2,216	88,87
Y5	4,402	9,243	59,64

Pérdidas de cargas por accesorios		
Accesorio	Parámetro	Valor K
Cod 90° 500	Relacion R/D =2	0,55
Cod 90° 250	Relacion R/D =2	0,55
Codo 90° 160	Relacion R/D =2	0,55
Codo 45° 160	Relacion R/D =2	0,275
Empalme 250	Angulo de emplame: 90 [°]	1
Reducción	Relacion de areas: 0,41	0,37
Campana D	K entrada	0,25
	K ranura	1,6
Campana C	K entrada	0,3
	K ranura	1,6
Brida	K	0,49
Valv. abierta	K	0,2

Determinación de las pérdidas de carga por tramos		
Tramo	Sumatoria de K	Perdida de carga en mmca
AB	2,63	11,606
BC	2,59	176,03
CD	3,51	341,20
CE	3,735	341,47

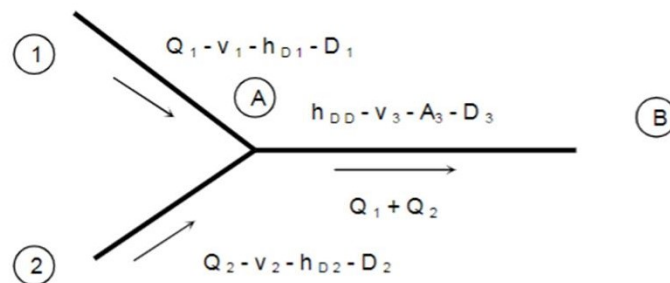
Obs: En ninguna de estas pérdidas de carga se considera la provocada por el ciclón que según lo calculado por el modelo de cálculo en la sección previa equivale a:

Perdida de carga en ciclón 99,12 mmca

Así resulta finalmente las pérdidas de cargas entre los extremos de la red desde los puntos de toma hasta el ventilador centrífugo:

TRAMO	PÉRDIDA DE CARGA EN mmca	UNIDAD
AD	627,961	mmca
AE	628,229	mmca

Con estos datos vemos que en primer lugar se verifica el concepto de equilibrio dinámico en el nudo, planteando como dato de entrada que los caudales son idénticos en ambos ramales CD y CE, puesto que de no haberse cumplido hubiese existido la necesidad de iterar hasta hallar los valores de caudales que producen pérdidas de cargas idénticas en ambos ramales.

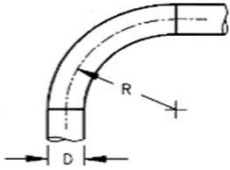


Balance de presión dinámica en el nudo

Con los datos obtenidos de pérdidas de carga de la instalación procedemos a calcular la potencia mínima del equipo centrífugo.

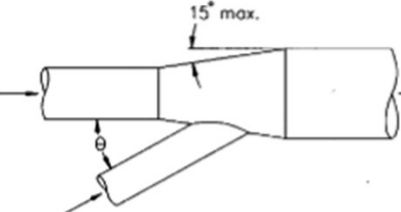
Potencia (W) ventilador	$P=Q.\Delta P_{tv}=Q.h_{tv}.\rho_a.g$	9,4	(KW)
----------------------------	---------------------------------------	-----	------

Tablas de interes usadas para el desarrollo de la memoria de cálculo:



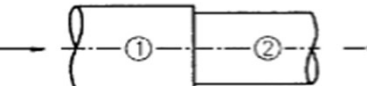
R/D	Pérdida de carga Fracción de PD
2,75	0,26
2,50	0,22
2,25	0,26
2,00	0,27
1,75	0,32
1,50	0,39
1,25	0,55

CODOS DE SECCIÓN CIRCULAR



Ángulo $\theta$ grados	Pérdida de carga en el conducto lateral Fracción de PD
10	0,06
15	0,09
20	0,12
25	0,15
30	0,18
35	0,21
40	0,25
45	0,28
50	0,32
60	0,44
90	1,00

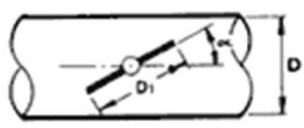
Nota: La pérdida de carga se produce en el conducto lateral y se debe contabilizar en el mismo.  
No incluir el cálculo de la recuperación de presión en los conductos laterales con uniones progresivas.



Estrechamiento brusco  
 $PE_2 = PE_1 - (PD_2 - PD_1) - K (PD_2)$

Relación $A_2/A_1$	K
0,1	0,48
0,2	0,46
0,3	0,42
0,4	0,37
0,4	0,32
0,6	0,26
0,7	0,20

A = Sección del conducto m<sup>2</sup>



REGISTROS

D1/D	0°	20°	40°	60°
0,5	0,2	0,37	0,61	0,86
0,6	0,2	0,48	0,94	1,5
0,8	0,2	0,87	2,6	6,1
1	0,2	1,8	11	115

Valores de n