



Universitat de Girona

Departament d'Enginyeria
Industrial

El presente informe se redacta después de haber efectuado los ensayos correspondientes y acordados en el convenio de colaboración científica sobre el estudio del comportamiento fluido-mecánico de conductos rectangulares de ventilación.

INFORME TÉCNICO

PETICIONARIO

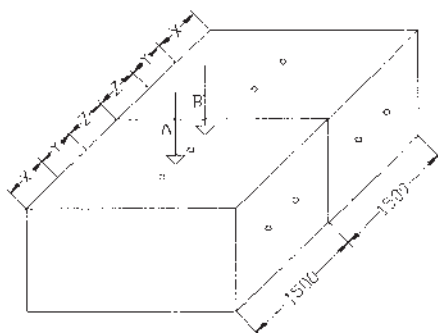
Sr. Director Técnico: Francesc Bolló.
POLIURETANOS S.A.
C/ Matamala s/n
17244 Cassà de la Selva (Girona)

OBJETO DEL ENSAYO

Determinación del comportamiento de un conducto construido con panel PIR-ALU sometido a presión y depresión. Se ensaya la deformación del material, así como el límite a rotura de los conductos.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Conducto PIR-ALU 45 de sección 1000x600 mm² y longitud 3000 mm unidos por una junta central, tal como se especifica en el esquema (se señalan las zonas de toma de deformaciones; deformación A centrada respecto a los refuerzos y deformación B centrada respecto al espacio refuerzo- junta):



x=445 y=527
z=527

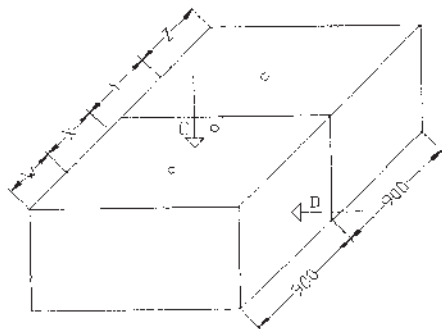
Conducto PIR-ALU 45 de sección 800x400 mm² y longitud 1800 mm unidos por una junta central, tal como se especifica en el esquema inferior (se señalan las zonas de toma de deformaciones; deformación C centrada respecto refuerzos y deformación D centrada respecto a la cara):

Avda. Ll. Santaló, s/n
17071 Girona
Tel. (972) 41 83 84
Fax (972) 41 83 99



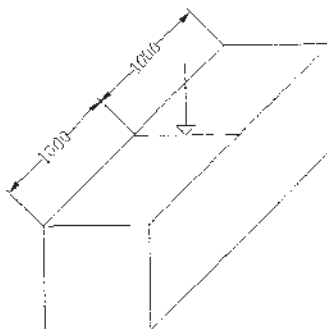
Universitat de Girona

Departament d'Enginyeria
Industrial



W=365 X=445
Y=445 Z=545

Conducto PIR-ALU 35 de secció 400x400 mm² y longitud 2000 mm. sin unió tal como se especifica en el esquema adjunto (se señalan con una flecha la zona de toma de deformaciones centrada respecto la cara):



METODO DE ENSAYO

Se realiza un ensayo de deformación sobre dos conductos cerrados bajo presión positiva y bajo depresión, según proyecto de Norma "Ductwork standard. Ductwork made of insulation ductboards" CEN/TC156/WG 3N207 apartado 6.3 (ver anexo).

RESULTADOS

* Ensayo de deformación bajo presión y depresión

-Conducto PIR-ALU 45 de sección 1000 x 600:

La prueba se ejecuta de manera que la presión se va aumentando de forma gradual con un ventilador de alta presión controlado por un variador de frecuencia. Las deformaciones se miden con un aparato comparador de precisión centésimas de milímetro.

Las mediciones se realizaron en los puntos especificados en el diagrama anterior llegando a los resultados de la tabla inferior:

Avgda. Ll. Santaló, s/n
17071 Girona
Tel. (972) 41 83 84
Fax (972) 41 83 99



Universitat de Girona

Departament d'Enginyeria
Industrial

Conducto PIR-ALU 45 : Sección 1000 x 600 mm ²			
Longitud : 1500 mm			
	Lectura medida		Lectura calculada
Presión (Pa)	Deformación A (mm)	Deformación B (mm)	(*)Deformación prevista (mm)
150	0.48	0.65	0.81
250	0.78	1.05	1.35
350	1.11	1.62	1.89
460	1.50	2.35	2.49
570	1.78	2.95	3.08

(*) La deformación prevista (y) se ha calculado en función de la separación entre refuerzos (L), la presión del ensayo (P) y el producto del módulo de Young por el momento de inercia (EI) utilizando la siguiente fórmula:

$$y = \frac{5}{0.384} \frac{PL^4}{EI}$$

Utilizando depresiones relativas

Se realiza el mismo ensayo, pero en este caso utilizando presiones relativas negativas de forma que se llegan a los siguientes datos:

Conducto PIR-ALU 45 : Sección 1000 x 600 mm ²		
Longitud : 1500 mm		
Depresión (Pa)	Deformación A medida (mm)	(*)Deformación A calculada (mm)
60	0.30	0.32
200	0.80	1.08
460	1.83	2.49
620	2.50	3.35
810	3.30	4.38
980	4.40	5.30
1210	5	6.54

-Conducto PIR-ALU 45 de sección 800 x 400:

Se realiza el ensayo del conducto de PIR-ALU 45 de sección 800 x 400 mm² y longitud 900 mm. La prueba se ejecuta de manera que la presión se va aumentando de forma gradual con un ventilador de alta presión controlado por un variador de frecuencia. Las deformaciones se miden con un aparato comparador de precisión centésimas de milímetro.

Avgda. Ll. Santaló, s/n
17071 Girona
Tel. (972) 41 83 84
Fax (972) 41 83 99



Universitat de Girona

Departament d'Enginyeria
Industrial

Las mediciones se realizaron en los puntos especificados en el diagrama anterior llegando a los resultados de la tabla inferior:

Conducto PIR-ALU 45: Sección 800 x 400 mm ²			
Longitud : 900 mm			
	Lectura medida		Lectura calculada
Presión (Pa)	Deformación C (mm)	Deformación D (mm)	(*) Deformación prevista (mm)
180	0.21	0.20	0.39
300	0.33	0.30	0.65
410	0.47	0.30	0.88
550	0.65	0.42	1.18
740	0.87	0.58	1.59
920	1.08	0.75	1.98
1130	1.30	0.92	2.43
1340	1.55	-	2.89
1500	1.83	-	3.23
2160	2.7	-	4.65

En estos ensayos se aprecia que la deformación medida ha sido siempre inferior a la deformación calculada. De acuerdo con los resultados obtenidos, esto valida el sistema de cálculo utilizado para la tabla de refuerzos de este tipo de conductos:

PIR-ALU 45 (EI= 230000 Nmm ² y Flecha máxima 0.5 %)					
Dimensión interior	Presión (Pa)				
	200	400	600	800	1000
100	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0
400	0	0	0	0	0
500	0	0	0	1	1
600	0	0	1	1	1
700	0	1	1	1	1
800	1	1	1	1	1
900	1	1	1	1	2
1000	1	1	1	2	2
1200	1	1	2	2	2
1400	1	2	2	2	3
1600	2	2	3	3	3
Separación entre refuerzos	761	604	527	479	445

Avgda. Ll. Santaló, s/n
17071 Girona
Tel. (972) 41 83 84
Fax (972) 41 83 99



Universitat de Girona

Departament d'Enginyeria
Industrial

Se ha comprobado para todas las medidas de los ensayos que la deformación es elástica, de manera que el cero de deformación del aparato se mantiene constante.

*** Ensayo a rotura**

-Conducto PIR-ALU 35 de sección 400x400:

En principio, de los datos obtenidos del ensayo de deformación para el conducto PIR-ALU 35 de sección 800 x 400 mm. se aprecia que se ha alcanzado la presión de 2200 Pa sin que se haya producido rotura en el mismo.

Por otra parte, se realiza un nuevo ensayo sobre un conducto cerrado PIR-ALU 35 de sección 400 x 400 mm. y una longitud de 2000 mm. siguiendo la normativa correspondiente. Se obtienen los siguientes resultados:

Conducto PIR-ALU 35 : Sección 400 x 400 mm ² .		
Longitud : 2000 mm.		
Presión (Pa)	Deformación medida (mm)	Deformación calculada (mm)
100	0,07	0.21
200	0,22	0.41
300	0,33	0.62
390	0,62	0.81
490	0,9	1.01
590	1,13	1.22
690	1,3	1.43
780	1.57	1.61
880	1,85	1.82
980	2	2.03
1080	2,35	2.24
1180	2,75	2.44
1270	3	2.63
1370	3,4	2.84
1470	3,75	3.04
1570	4,05	3.25
1670	4,52	3.46
1760	5,18	3.64
1860	6,03	3.85
1960	6,6	4.06
2060	7.03	4.27
2150	7,5	4.45
2250	8,2	4.66
2350	8,8	4.87
4020	ROTURA	ROTURA
Grieta lateral de unión de aproximadamente 80 mm.		

Avgda. Ll. Santaló, s/n
17071 Girona
Tel. (972) 41 83 84
Fax (972) 41 83 99



Universitat de Girona

Departament d'Enginyeria
Industrial

Como se aprecia en la tabla el conducto ha resistido una presión de 4020 Pa antes de llegar a rotura cumpliendo que la presión de rotura es del orden de 2.5 veces la presión de trabajo para este conducto de 950 Pa. Así pues, se observa que hasta este valor, la deformación medida es inferior a la deformación calculada.

Por otra parte, el ensayo realizado sobre el conducto PIR-ALU 35 de sección 400 x 400 se ha alcanzado al valor de rotura a una presión de 4000 Pa y manteniendo deformaciones superiores a los 12 mm.

Fecha del ensayo: Girona, 24 de julio de 1998.

Vº Bº
Jefe del área

Joaquim Velayos Solé.
Profesor Titular Mecánica de Fluidos

El jefe del laboratorio de fluidos

Josep R. González Castro.
Profesor Asociado Mecánica de Fluidos.

Este documento contiene seis paginas selladas.

ANEXO

(2 páginas)

Proyecto de Norma Europea "Ductwork standard. Ductwork made of insulation ductboards"
CEN/TC156/WG3N207. 4ª revisión. Apartado 6.3.

The air speed is to be measured by a pitot tube, or direct reading velometer, positioned in the center of the outlet end of the sample. Room air handled by the fan and ranging in temperature between 15 °C and 38 °C may be employed.

To regulate and control the air speed, the fan can be commanded by a variable speed motor or a damper is to be located between the fan and the inlet of the test sample.

A collecting screen consisting of a double layer of cheesecloth (5 to 6 g/m²) stretched taut on a frame sized to provide for an area not less than 5 times the inside cross sectional area of the test sample, is to be located 300 mm from the outlet end of the test sample.

Samples are not to be exposed to relative humidities greater than 70 % during the 24 hour period prior to the test.

Air is to be passed through the sample at approximately test speed with the collecting screen removed for a period of at least 1 hour but not more than 24 hours. the collection screen then is to be placed in position.

The test then is to proceed at test speed and continued for a period of 4 hours. The collecting screen is to be examined for macroscopic particles at the end of each hour during the test period by taping the screen with the adhesive side of transparent tape, or tapes, in order to remove and record any eroded particles.

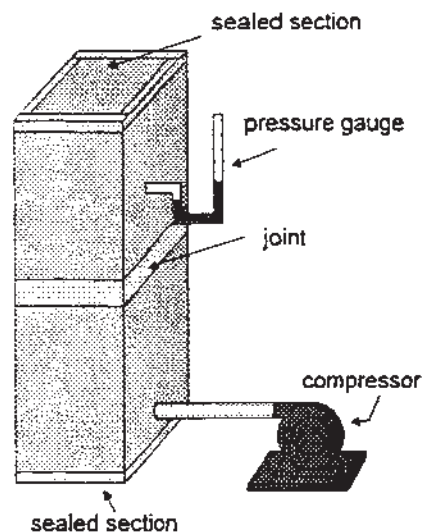
The section to be used is 300 x 300 mm .

6.3.- Pressure test

The present test has as goal to determine the fitness for purpose of the ductboard.

An air duct and connector section is to be prepared in accordance with the following figure. Each end of the sample to be tested is to be sealed airtight by any means consistent with the use of the material under test.

[Faint, illegible text or signature]



Samples are going to be used to built 2 typical rectangular sections ducts with a length of the nominal ductboard width, assembled with a peripheral joint.

The joint shall be made following the manufacturer's instructions taking into consideration that any adhesives or cements are to be allowed to cure for a period of at least 24 hours. Samples are not to be exposed to relative humidity greater than 70 % during the 24 hour period prior to the test.

A pressure tap consisting of pipe or tubing is to be sealed into one end of the test sample and connected to a water manometer or manometer wich can read directly 10 Pa. The manometer is to be checked for cero reading at the beginning and at the end of each test.

An air supply tap consisting of pipe or tubing is to be sealed into the same or the other end of the sample and connected to a source of air pressure capable of maintaining the especified air pressure in the sample.

The manufacturer's rated pressure is to be gradually attained in not less than 45 seconds nor more than 60 seconds from the initial application of the test presure. This presure is to be held for 1 minute and then is to be increased to 2,5 times the manufacturer's rated pressure in not less than 45 seconds nor more than 60 seconds. The air pressure in the test sample is to be maintained at the designated value for a period of 1 hour.