



**CIRI EDILIZIA E COSTRUZIONI**

CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA INDUSTRIALE  
ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Prot n. 387 del 14/6/2017

Committente

**ArcoAcustica**

via dell'Industria 31, 40138 Bologna  
P.I. e C.F. 02286061201

**RIGIDITÀ DINAMICA**

**RESISTIVITÀ AL FLUSSO**

**Relazione tecnica**

**Direttore**

**Prof. Ing. Claudio Mazzotti**

**CIRI - EDILIZIA E COSTRUZIONI**  
ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
Via del Lazzaretto, 15/5 - 40131 - BOLOGNA - ITALIA  
C.F. 80007010376 - P.I. 01131710376

**Responsabile Scientifico**

**Ing. Luca Barbaresi**

**ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**  
**CIRI EDILIZIA E COSTRUZIONI**

CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA INDUSTRIALE  
VIA DEL LAZZARETTO 15/5 - 40131 - BOLOGNA - ITALIA - TEL. + 39 0512090355 - FAX. ++ 39 0512090322

CIRI EDILIZIA E COSTRUZIONI  
Via ...  
Tel. ...  
Fax ...  
E-mail ...

**INDICE**

1	PREMESSA.....	4
2	DESCRIZIONE DEI MATERIALI .....	4
2.1	Arco HPS mm 15.0 .....	4
2.2	Arco HPS mm 10.0 .....	5
2.3	Arco HPS mm 7.0 .....	5
3	RIGIDITÀ DINAMICA .....	6
3.1	Tecnica di misura .....	6
3.2	Strumentazione di misura.....	7
4	PROVE DI RESISTIVITÀ AL FLUSSO D'ARIA.....	8
4.1	La resistenza al flusso .....	8
4.2	Metodo di misura .....	9
5	RISULTATI.....	12
5.1	Arco HPS mm 15.0 .....	12
5.2	Arco HPS mm 10.0 .....	13
5.3	Arco HPS mm 7.0 .....	14
5.4	Attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio, $\Delta L$ , di pavimenti galleggianti .....	15

## 1 *PREMESSA*

La presente relazione è stata predisposta nell'ambito del contratto tra CIRI Edilizia e Costruzioni dell'Università di Bologna e la ditta ArcoAcustica, per lo studio della rigidità dinamica e resistività al flusso di materiali resilienti a base di poliuretano da utilizzare come sottofondo per la posa di pavimentazioni o massetti galleggianti.

Le misurazioni effettuate hanno lo scopo di caratterizzare i materiali forniti dalla Committenza per valutare quali tra loro presentino migliori caratteristiche di rigidità dinamica.

La metodologia di prova è conforme a quanto indicato nella norma UNI EN 29052:1993 e ISO 9053:1991 sono stati testati tre campioni per singola tipologia di materiale. Le misure di rigidità dinamica e resistività al flusso sono state effettuate rispettivamente il 10/05/2017 e 17/05/2017.

## 2 *DESCRIZIONE DEI MATERIALI*

Le misure sono state effettuate sui seguenti materiali:

### 2.1 *Arco HPS mm 15.0*



Lato superiore



Lato inferiore

Agglomerato di poliuretano

Spessore medio dei campioni: 14.7 mm

Densità media dei campioni: 52.9 kg/m<sup>3</sup>

## 2.2 Arco HPS mm 10.0



Lato superiore



Lato inferiore

Agglomerato di poliuretano  
Spessore medio dei campioni: 10mm  
Densità media dei campioni: 52.9 kg/m<sup>3</sup>

## 2.3 Arco HPS mm 7.0



Lato superiore



Lato inferiore

Agglomerato di poliuretano  
Spessore medio dei campioni: 8 mm  
Densità media dei campioni: 98.2 kg/m<sup>3</sup>  
Il lato superiore presenta uno strato di “Tessuto non tessuto”

### 3 RIGIDITÀ DINAMICA

#### 3.1 Tecnica di misura

Il metodo per la determinazione della rigidità dinamica si basa sulla misura della frequenza di risonanza fondamentale di un sistema “massa-molla-massa” (Figura 3-1). La piastra ed il materiale resiliente sono stati posizionati su una base inerziale in c.a. con superficie di appoggio in marmo di 5 cm di spessore.

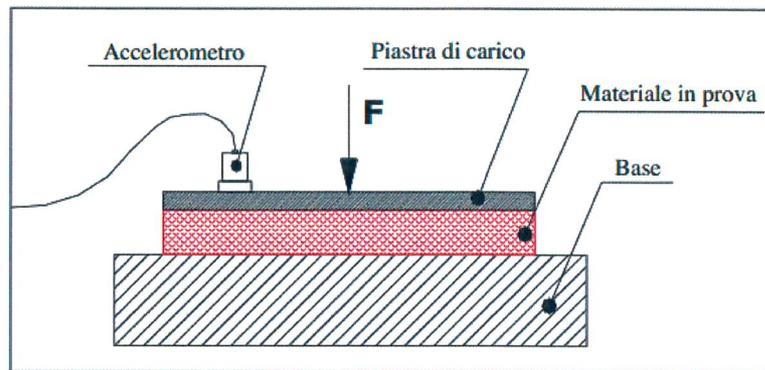


Figura 3-1 Sistema massa-molla-massa

Come prevede la normativa, per la prova di rigidità dinamica sono state utilizzate piastre di carico da  $(8 \pm 0,5)$  kg di dimensioni  $(20 \pm 0,3)$  cm x  $(20 \pm 0,3)$  cm.

Non è stato necessario applicare vasellina sui bordi dei provini in quanto i materiali sono a celle aperte. Non è stato applicato gesso perché la superficie dei campioni risultava regolare e priva di asperità maggiori di 3 mm.

La rigidità dinamica è una proprietà intrinseca del materiale ed è correlata con il modulo di elasticità  $E$  (modulo di Young) e lo spessore sotto-carico del materiale  $d$  secondo la seguente relazione:

$$s' = \frac{E}{d} \frac{[MN]}{[m^3]}$$

Il valore della rigidità dinamica per unità di superficie  $s'$  del materiale è dato dalla somma di due contributi: la rigidità dinamica apparente per unità di superficie del provino  $s'_i$  e la rigidità dinamica apparente del gas contenuto nel provino  $s'_a$ .

La rigidità dinamica apparente per unità di superficie è legata alla frequenza di risonanza del sistema dalla seguente formula:

$$s'_t = 4\pi^2 m'(f_r)^2 \frac{[MN]}{[m^3]}$$

La normativa, a seconda del grado di rigidità dinamica che presenta un materiale, impone degli intervalli di forza di eccitazione:

$$0,1 \text{ N} < F < 0,4 \text{ N} \text{ per } s' \leq 50 \text{ MN/m}^3$$
$$0,2 \text{ N} < F < 0,8 \text{ N} \text{ per } s' > 50 \text{ MN/m}^3$$

Il segnale di eccitazione è stato generato a tre differenti forze di eccitazione: 0,1 N, 0,2 N e 0,4 N. Dai valori di frequenza di risonanza ottenuti nei tre differenti punti di misura sulla piastra è stato estrapolato il valore della frequenza di risonanza  $f_0$  a forza nulla.

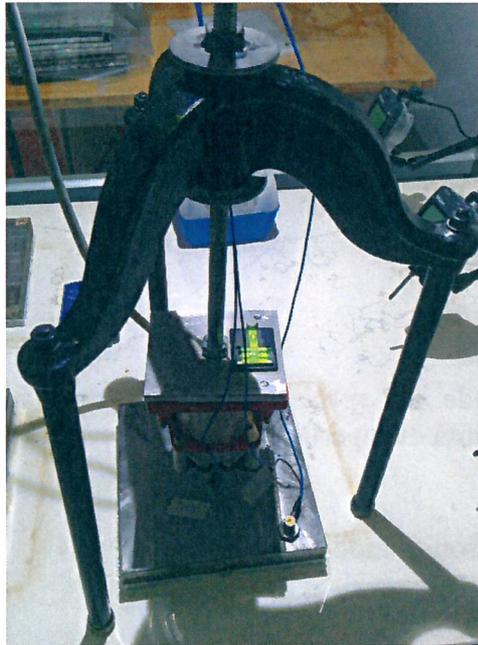
È possibile quindi ricavare il valore della frequenza di risonanza da inserire in un foglio di calcolo per ottenere il valore della rigidità dinamica  $s'$  ed il rispettivo valore.

### 3.2 *Strumentazione di misura*

L'apparecchiatura di misura risponde alle specifiche richieste dalla norma UNI EN 29052-1 per la misura della rigidità dinamica per unità di superficie.

Il set-up di misura è composto da:

- 3 Accelerometri PCB Piezotronics mod. 352C33
- Shaker Brüel&Kjær LDS V201 M4-CE (Figura 3-2)
- Amplificatore di potenza Brüel&Kjær LDS PA25E PowerAmplifier
- Trasduttore di forza PCB mod. 482C
- Scheda Audio RME Fireface 802
- Scheda di acquisizione dB4 01dB
- Software dB Suite 01dB
- Rilevatore di temperatura ed umidità



**Figura 3-2 Shaker collegato al treppiede e piastra d'acciaio**

Lo shaker, alimentato con un rumore bianco limitato superiormente a 500 Hz, è a contatto con la piastra di carico attraverso una sferetta di diametro pari a ½ pollice. Con l'utilizzo della sfera è possibile trasmettere solo le componenti normali della forza d'eccitazione sul campione, senza che si generino componenti tangenziali e/o rotazionali.

In questo caso, il dispositivo (shaker) è non appoggiato sulla piastra d'acciaio perciò non gravano sul materiale. L'apparato di eccitazione e misurazione è fissato su un treppiede.

Per le misurazioni è stata impiegata una piastra in acciaio di 8.24 kg.

Alla piastra, sono stati fissati 3 accelerometri distanti almeno 2 cm dal bordo. La grandezza misurata è il livello di accelerazione.

## **4 PROVE DI RESISTIVITÀ AL FLUSSO D'ARIA**

### **4.1 La resistenza al flusso**

La resistenza al flusso  $R_f$  è uno dei parametri principali per la caratterizzazione di un materiale poroso ed il suo comportamento in ambito acustico.

Essa è definita come:

$$R_f = \frac{\Delta p}{q_v} \quad \left[ \frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}^3} \right]$$

con  $\Delta p$  definita come differenza di pressione e  $q_v$  come portata del flusso d'aria che attraversa il materiale. L'unità di misura della resistenza al flusso è Pascal per secondo al metro cubo.

Dal prodotto di  $R_f$  per l'area  $A$  della sezione trasversale del materiale si ottiene la resistenza al flusso specifica  $R_s$ , parametro che dipende dal solo spessore del materiale:

$$R_s = \frac{\Delta p}{u} \quad \left[ \frac{Pa \cdot s}{m} \right]$$

dove  $u$  è la velocità lineare del flusso d'aria (m/s).

Per ottenere la resistività al flusso d'aria  $r$  si divide la resistenza specifica per lo spessore del materiale:

$$r = \frac{R_s}{d} = \frac{\Delta p}{q_v} \cdot \frac{A}{d} \quad \left[ \frac{Pa \cdot s}{m^2} \right]$$

dove  $d$  è lo spessore del materiale. La resistività al flusso è fondamentale per la correzione del parametro di rigidità dinamica  $s'$ , infatti la norma UNI EN 29052-1 prevede tale correzione nel caso in cui:

$$10 \frac{kPa \cdot s}{m^2} \leq r < 100 \frac{kPa \cdot s}{m^2}$$

la rigidità dinamica  $s'$  va calcolata come segue:

$$s' = s'_t + s'_a$$

dove  $s'_t$  è la rigidità dinamica descritta precedentemente e  $s'_a$  è la rigidità dinamica dovuta alla componente gassosa contenuta nel materiale, tipicamente aria, ed è definita:

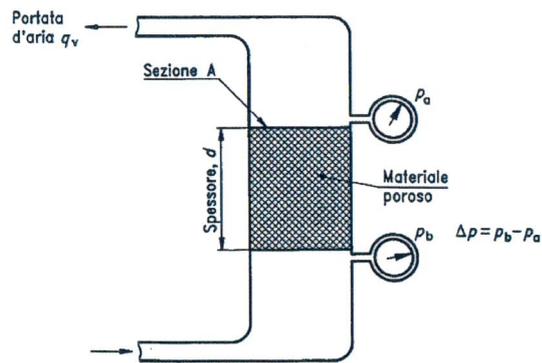
$$s'_a = \frac{\rho_0}{d \cdot \varepsilon} \quad \frac{[MN]}{[m^3]}$$

Nel caso in cui la resistività al flusso si trovi al di fuori dell'intervallo descritto la misura della rigidità dinamica si considera attendibile misurando la sola componente materica, trascurando il contributo gassoso.

$$s' = s'_t$$

## 4.2 Metodo di misura

La determinazione della resistività al flusso d'aria è normata dalla ISO 9053. Il principio della norma si basa sulla misura della differenza di pressione di un flusso d'aria che attraversa il materiale di studio. Le misure riportate in relazione fanno riferimento al metodo con flusso d'aria continuo.

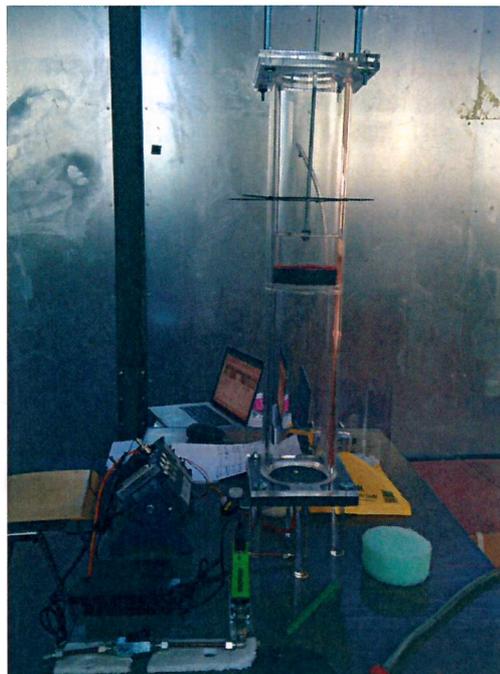


**Figura 4-1 Principio di base del metodo con flusso d'aria continuo**

La norma descrive le caratteristiche geometriche della cella di misura che deve avere un diametro di circa 90 mm (questo perché la sezione della cella è cilindrica) ed altezza pari ad almeno 100 volte lo spessore del campione. La velocità del flusso d'aria, nel caso in cui sia continuo, è di almeno 0,5 mm/s.

La strumentazione utilizzata per l'attuazione delle misure è composta da:

- Cella di misura cilindrica dove inserire il campione
- Compressore d'aria
- Regolatore del flusso d'aria Sensirion SFRC4200
- Manometro differenziale Sensirion SDP1000
- Software LabView NI
- Scheda di acquisizione C-RIO NI



**Figura 4-2 Cella di misura e strumentazione**

Sono state effettuate misure su 3 campioni per 5 valori diversi di portata.



**Figura 4-3** Campioni oggetto di studio

## 5 RISULTATI

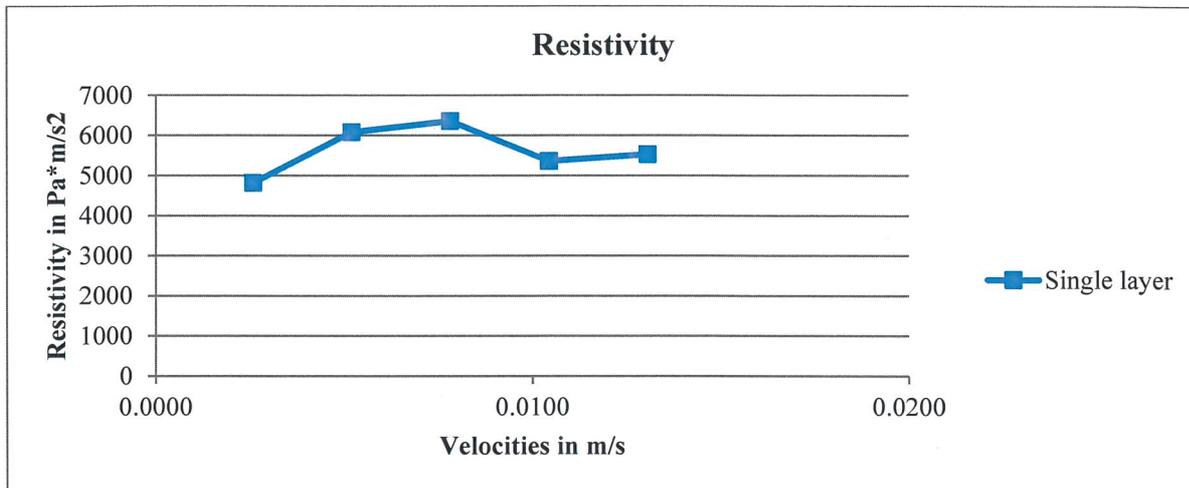
### 5.1 Arco HPS mm 15.0

#### Rigidità dinamica

Campione	Rigidità dinamica s' a forza nulla	$\xi$ medio	RH (%)	T (°C)
A	8,9	0,16	62,1	19,3
B	9,0	0,20		
C	8,3	0,21		
<b>MEDIA</b>	<b>8,8</b>	<b>0,19</b>		

#### Resistività al flusso

	$q_v$ [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta p$ [Pa]			$\Delta p$ [Pa]	$v$ [m/s]	$R_f$ [Pa·s/m <sup>3</sup> ]	$R_s$ [Pa·s/m]	$r$ [Pa·s/m <sup>2</sup> ]	$r$ medio [Pa·s/m <sup>2</sup> ]
1	1,6E-05	0,15	0,14	0,15	0,15	0,0026	8942,5	67,43	4816,2	5632
2	3,3E-05	0,37	0,37	0,38	0,37	0,0052	11299,2	85,20	6085,4	
3	5,0E-05	0,58	0,59	0,59	0,59	0,0078	11808,8	89,04	6359,9	
4	6,6E-05	0,75	0,8	0,8	0,78	0,0104	11811,4	75,12	5365,7	
5	8,3E-05	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0130	12174,6	77,43	5530,7	



Bologna, li 30/05/2015

Responsabile scientifico

Ing. Luca Barbaresi

DIN

Scuola di Ingegneria e

Architettura

Università di Bologna

CIRI - EDILIZIA E COSTRUZIONI  
ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
Via del Lazzaretto, 15/5 - 40131 - BOLOGNA - ITALIA  
C.F. 800307010576 - P.I. 01131710576

*Luca Barbaresi*

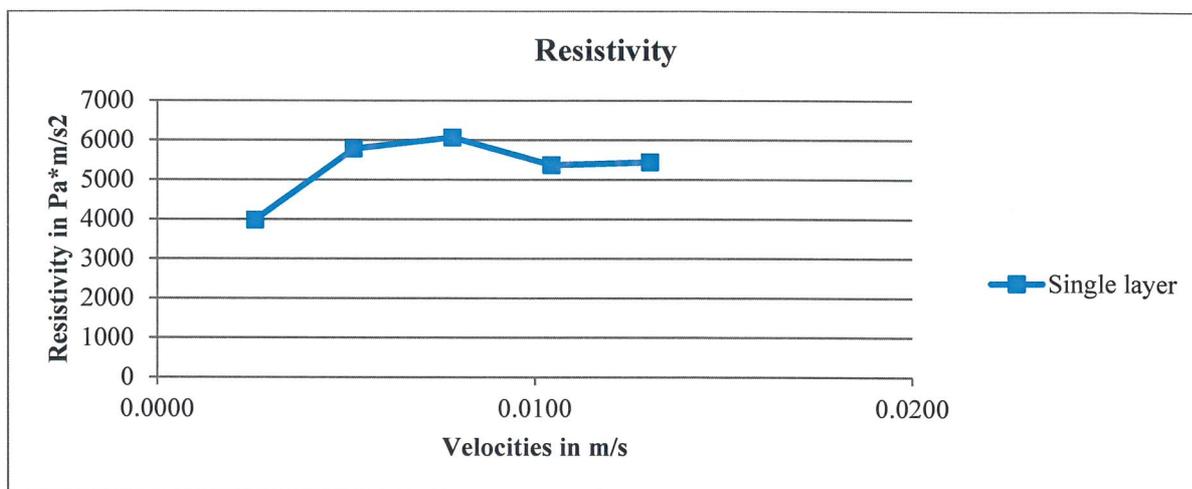
## 5.2 Arco HPS mm 10.0

### Rigidità dinamica

Campione	Rigidità dinamica s' a forza nulla	$\xi$ medio	RH (%)	T (°C)
A	12,3	0,18	62,1	19,3
B	12,2	0,19		
C	13,2	0,17		
<b>MEDIA</b>	<b>12,6</b>	<b>0,18</b>		

### Resistività al flusso

	$q_v$ [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta p$ [Pa]			$\Delta p$ [Pa]	$v$ [m/s]	$R_f$ [Pa·s/m <sup>3</sup> ]	$R_s$ [Pa·s/m]	$r$ [Pa·s/m <sup>2</sup> ]	$r$ medio [Pa·s/m <sup>2</sup> ]
<b>1</b>	1,6E-05	0,05	0,11	0,1	0,09	0,0026	5284,2	39,84	3984,3	<b>5330</b>
<b>2</b>	3,3E-05	0,25	0,26	0,25	0,25	0,0052	7667,3	57,81	5781,1	
<b>3</b>	5,0E-05	0,39	0,41	0,4	0,40	0,0078	8051,5	60,71	6070,8	
<b>4</b>	6,6E-05	0,56	0,56	0,56	0,56	0,0104	8443,9	53,70	5370,3	
<b>5</b>	8,3E-05	0,7	0,72	0,71	0,71	0,0130	8558,4	54,43	5443,1	



Bologna, li 30/05/2015

Responsabile scientifico

Ing. Luca Barbaresi

DIN

Scuola di Ingegneria e

Architettura

Università di Bologna

  
 CIRI - EDILIZIA E COSTRUZIONI  
 ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
 Via del Lazzaretto, 15/5 - 40131 - Bologna - Italy  
 C.F. 80000000770 - P.I. 00770000770

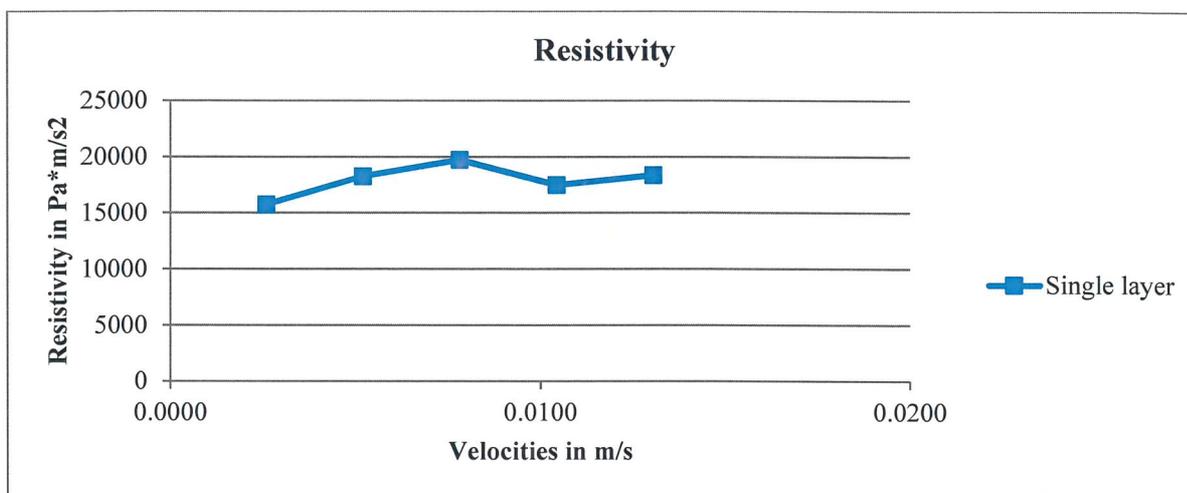
### 5.3 Arco HPS mm 7.0

#### Rigidità dinamica

Campione	Rigidità dinamica s' a forza nulla	$\xi$ medio	RH (%)	T (°C)
A	19,8	0,18	59,7	19,3
B	22,1	0,17		
C	17,6	0,24		
<b>MEDIA</b>	<b>19,9</b>	<b>0,19</b>		

#### Resistività al flusso

	$q_v$ [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta p$ [Pa]			$\Delta p$ [Pa]	v [m/s]	$R_f$ [Pa·s/m <sup>3</sup> ]	$R_s$ [Pa·s/m]	r [Pa·s/m <sup>2</sup> ]	$r$ medio [Pa·s/m <sup>2</sup> ]
1	1,6E-05	0,24	0,24	0,24	0,24	0,0026	14633,1	110,33	15762,0	17920
2	3,3E-05	0,56	0,56	0,56	0,56	0,0052	16948,7	127,79	18256,2	
3	5,0E-05	0,91	0,91	0,91	0,91	0,0078	18317,1	138,11	19730,1	
4	6,6E-05	1,28	1,28	1,27	1,28	0,0104	19250,1	122,43	17490,1	
5	8,3E-05	1,68	1,67	1,68	1,68	0,0130	20210,6	128,54	18362,8	



*Nota:* la misura di resistività al flusso è stata effettuata con lo strato di “Tessuto-non tessuto” applicato sul lato superiore con flusso d’aria in direzione normale ad esso. In assenza di tale strato la resistività al flusso è paragonabile ai valori misurati per ARCO HPS 15mm e ARCO HPS 10mm.

Bologna, li 30/05/2015

Responsabile scientifico

Ing. Luca Barbaresi  
DIN

Scuola di Ingegneria e  
Architettura  
Università di Bologna

CIRI - EDILIZIA E COSTRUZIONI  
ALMA MATER STUDIO...  
Via del...  
C.P. 80070/053...  
40138 Bologna

*Luca Barbaresi*

#### 5.4 Attenuazione del livello di pressione sonora da calpestio, $\Delta L$ , di pavimenti galleggianti

Attraverso la conoscenza del valore della rigidità dinamica è possibile prevedere l'attenuazione del rumore di calpestio utilizzando le formule C.1 e C.2 dell'appendice C della norma UNI EN 12354-2.

La rigidità dinamica è una grandezza che valuta la capacità di smorzare le vibrazioni di un materiale: minore è il suo valore, migliore è la prestazione acustica del materiale, poiché ad un basso valore di  $s'$  corrisponde un ridotto valore della frequenza di risonanza del sistema; al crescere della rigidità dinamica aumenta invece la rigidezza del materiale e diminuiscono le sue proprietà smorzanti.

Sperimentalmente è possibile correlare i risultati di misure in laboratorio di  $s'$  sui materiali con i valori dell'attenuazione del rumore di calpestio. L'indice di attenuazione del rumore di calpestio è direttamente legato all'efficienza del massetto galleggiante attraverso i valori di rigidità dinamica  $s'$  e della massa superficiale  $m'$  posta sopra il materiale resiliente:

$$\Delta L_w = 18 + 15 \text{Log} \frac{m'}{s'}$$

Arco HPS 15mm		Arco HPS 10mm		Arco HPS 7mm	
$S'_t = 8.8 \text{ MN/m}^3$		$S'_t = 12.5 \text{ MN/m}^3$		$S'_t = 19.9 \text{ MN/m}^3$	
$m'_{\text{massetto}} = 125 \text{ kg/m}^2$		$m'_{\text{massetto}} = 125 \text{ kg/m}^2$		$m'_{\text{massetto}} = 125 \text{ kg/m}^2$	
$\Delta L_w = 35.3 \text{ dB}$		$\Delta L_w = 33.0 \text{ dB}$		$\Delta L_w = 30.0 \text{ dB}$	
$f_0 = 42.5 \text{ Hz}$		$f_0 = 50.6 \text{ Hz}$		$f_0 = 63.8 \text{ Hz}$	
100	11.2 dB	100	8.9 dB	100	5.8 dB
125	14.1 dB	125	11.8 dB	125	8.8 dB
160	17.3 dB	160	15.0 dB	160	12.0 dB
200	20.2 dB	200	17.9 dB	200	14.9 dB
250	23.1 dB	250	20.8 dB	250	17.8 dB
315	26.1 dB	315	23.8 dB	315	20.8 dB
400	29.2 dB	400	26.9 dB	400	23.9 dB
500	32.1 dB	500	29.8 dB	500	26.8 dB
630	35.1 dB	630	32.9 dB	630	29.8 dB
800	38.3 dB	800	36.0 dB	800	32.9 dB
1000	41.2 dB	1000	38.9 dB	1000	35.8 dB
1250	44.1 dB	1250	41.8 dB	1250	38.8 dB
1600	47.3 dB	1600	45.0 dB	1600	42.0 dB
2000	50.2 dB	2000	47.9 dB	2000	44.9 dB
2500	53.1 dB	2500	50.8 dB	2500	47.8 dB
3150	56.1 dB	3150	53.8 dB	3150	50.8 dB



Alma Mater Studiorum Università di Bologna

CIRI – Edilizia e Costruzioni

via del Lazzaretto, 15/5 - 40131 Bologna - Italia - P. IVA 01131710376 - C.F. 80007010376

email: ciriedilcostr.info@unibo.it -http://ciri-ec.unibo.it

### Rapporto di prova n° 1a/ARCO

Prot n. 388 del 14/6/2017

### UNI EN ISO 10534-2:2001 - Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza - Metodo della funzione di trasferimento

**Cliente:** ArcoAcustica  
via dell'Industria 31, 40138 Bologna  
P.I. e C.F. 02286061201

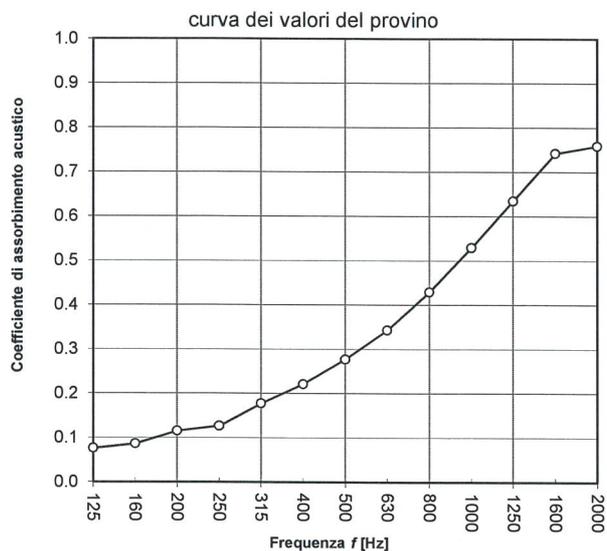
**Data della prova:** 31/05/2017

**Identificazione campione di prova:** Arco Fiber 40. Pannello in fibra di poliestere 40 mm di spessore.  
Densità 37.8 kg/m<sup>3</sup>

**Identificazione dell'apparato di prova:** Tubo di impedenza di 100 mm di diametro interno

**Provino realizzato da:** N. 3 campioni di prova del diametro nominale di 100 mm realizzati da ArcoAcustica

Frequenza <i>f</i> [Hz]	<i>R</i> [dB] 1/3 ottava
100	-
125	0.08
160	0.09
200	0.12
250	0.13
315	0.18
400	0.22
500	0.28
630	0.34
800	0.43
1000	0.53
1250	0.63
1600	0.74
2000	0.76



**Identificazione dell'apparato di prova:** Tubo di impedenza di 100 mm di diametro interno, intervallo di frequenza misurabile: 245-2291 Hz e 98-883 Hz. Due microfoni B&K 4190, condizionatore di carica B&K 2829, sistema di acquisizione NI DAQ 7.

**Condizioni di prova:** Temperatura: 21,3 °C - UR= 42%



Bologna, 20/06/2017

Il Direttore del CIRI - EDILIZIA E COSTRUZIONI  
Prof. Ing. Claudio Mazzotti

Il Responsabile scientifico  
Ing. Luca Barbaresi

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna  
Via del Lazzaretto, 15/5 - 40131 - BOLOGNA - ITALIA  
C.F. 80007010376 - P.I. 01131710376



**Rapporto di prova n° 2a/ARCO**

Prot n. 390 del 14/6/2017

**UNI EN ISO 10534-2:2001 - Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza - Metodo della funzione di trasferimento**

**Cliente:** ArcoAcustica  
via dell'Industria 31, 40138 Bologna  
P.I. e C.F. 02286061201

**Data della prova:** 31/05/2017

**Identificazione campione di prova:**

Arco Tech. Agglomerato di poliuretano di 40 mm di spessore realizzato dall'incollaggio di 2 lastre di 20 mm ciascuna. Densità 81.1 kg/m<sup>3</sup>

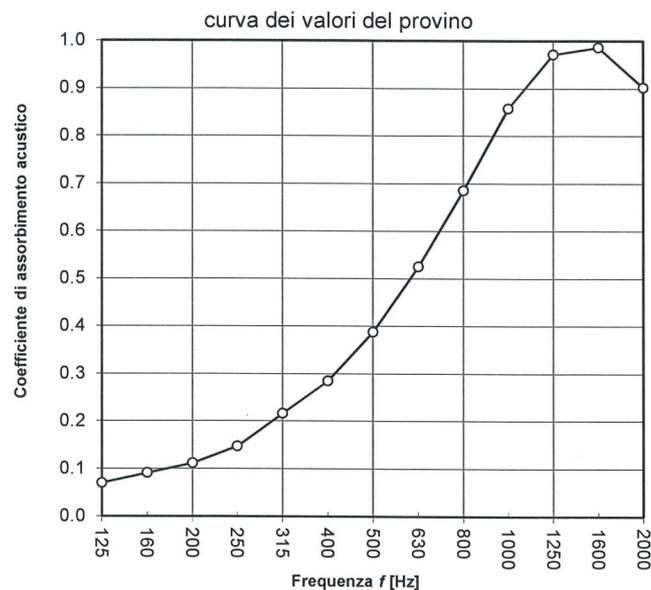
**Identificazione dell'apparato di prova:**

Tubo di impedenza di 100 mm di diametro interno

**Provino realizzato da:**

N. 3 campioni di prova del diametro nominale di 100 mm realizzati da ArcoAcustica

Frequenza f [Hz]	R [dB] 1/3 ottava
100	-
125	0.07
160	0.09
200	0.11
250	0.15
315	0.22
400	0.28
500	0.39
630	0.53
800	0.69
1000	0.86
1250	0.97
1600	0.99
2000	0.90

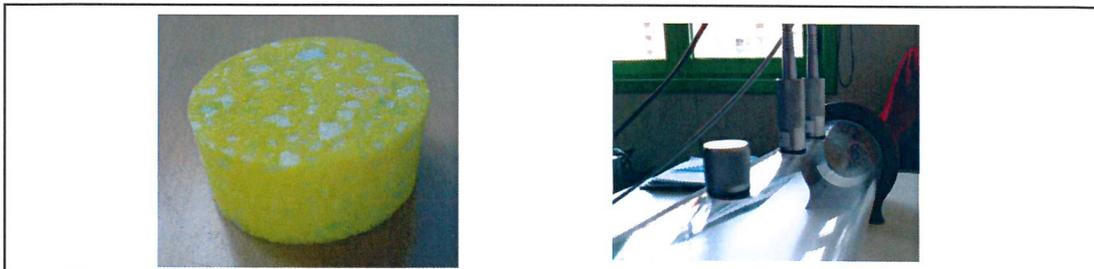


**Identificazione dell'apparato di prova:**

Tubo di impedenza di 100 mm di diametro interno, intervallo di frequenza misurabile: 245-2291 Hz e 98-883 Hz. Due microfoni B&K 4190, condizionatore di carica B&K 2829, sistema di acquisizione NI DAQ 7.

**Condizioni di prova:**

Temperatura: 21,5 °C - UR= 42%



Bologna, 20/06/2017

Il Direttore del CIRI  
Prof. Ing. Claudio Mazzotti

Il Responsabile scientifico  
Ing. Luca Barbaresi



**Rapporto di prova n° 3a/ARCO**

Prot n.

**UNI EN ISO 10534-2:2001 - Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza - Metodo della funzione di trasferimento**

**Cliente:** ArcoAcustica  
via dell'Industria 31, 40138 Bologna  
P.I. e C.F. 02286061201

**Data della prova:** 31/05/2017

**Identificazione campione di prova:** Arco Tech. Agglomerato di poliuretano di 60 mm di spessore realizzato dall'incollaggio di 3 lastre di 20 mm ciascuna. Densità 81.1 kg/m<sup>3</sup>

**Identificazione dell'apparato di prova:** Tubo di impedenza di 100 mm di diametro interno

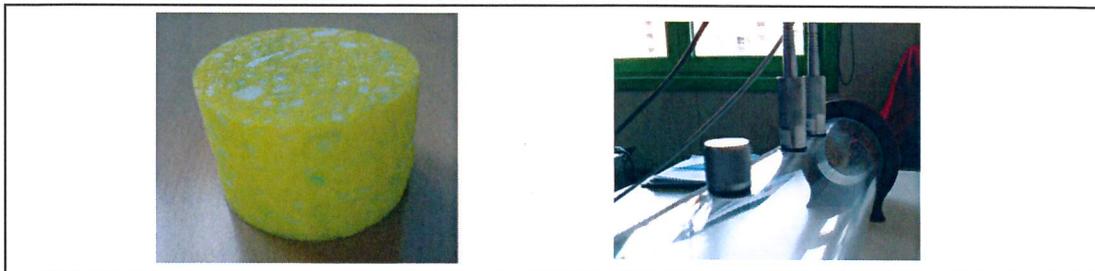
**Provino realizzato da:** N. 3 campioni di prova del diametro nominale di 100 mm realizzati da ArcoAcustica

Frequenza f [Hz]	R [dB] 1/3 ottava
100	-
125	0.11
160	0.16
200	0.21
250	0.29
315	0.44
400	0.57
500	0.73
630	0.88
800	0.97
1000	0.98
1250	0.93
1600	0.85
2000	0.82



**Identificazione dell'apparato di prova:** Tubo di impedenza di 100 mm di diametro interno, intervallo di frequenza misurabile: 245-2291 Hz e 98-883 Hz. Due microfoni B&K 4190, condizionatore di carica B&K 2829, sistema di acquisizione NI DAQ 7.

**Condizioni di prova:** Temperatura: 22,1 °C - UR= 45%



Bologna, 20/06/2017

Il Direttore del CIRI  
Prof. Ing. Claudio Mazzotti

CIRI - EDILIZIA E COSTRUZIONI  
ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
Via del Lazzaretto, 15/5 - 40131 - BOLOGNA - ITALIA  
C.F. 80007010376 - P.I. 01131710376

Il Responsabile scientifico  
Ing. Luca Barbaresi