



CENTRO DI INFORMAZIONE SUL PVC

**“LE CONDOTTE IN PVC PER SCARICO NEI FABBRICATI:
ACUSTICA – FUOCO – DM 37”**

Intervento di:

Fabio Scamoni - Chiara Scrosati

ITC-Istituto per le Tecnologie della Costruzione

CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche



***LA VERIFICA ACUSTICA
IN LABORATORIO ED IN OPERA***

GRANDEZZE per il collaudo di impianti

INDICE DI VALUTAZIONE DELLE GRANDEZZE

L'indice di valutazione delle grandezze per la rumorosità degli impianti che possono essere determinate secondo la normativa europea

	Valore ponderato A	Valore ponderato C
Livello massimo di pressione sonora, ponderazione temporale «S »	$L_{ASmax}^{1)}$ $L_{ASmax,nT}^{2)}$ $L_{ASmax,n}^{3)}$	$L_{CSmax}^{1)}$ $L_{CSmax,nT}^{1)}$ $L_{CSmax,n}^{3)}$
Livello massimo di pressione sonora, ponderazione temporale «F »	$L_{AFmax}^{1)}$ $L_{AFmax,nT}^{2)}$ $L_{AFmax,n}^{3)}$	$L_{CFmax}^{1)}$ $L_{CFmax,nT}^{2)}$ $L_{CFmax,n}^{3)}$
Livello di pressione sonora equivalente	$L_{Aeq}^{1)}$ $L_{Aeq,nT}^{2)}$ $L_{Aeq,n}^{3)}$	$L_{Ceq}^{1)}$ $L_{Ceq,nT}^{2)}$ $L_{Ceq,n}^{3)}$

1) Nessuna normalizzazione.

2) Normalizzato a un tempo di riverberazione di 0,5 s.

3) Normalizzato a un'area di assorbimento acustico equivalente di 10 m².

II DPCM 5/12/1997

Il D.P.C.M. 5/12/97 introduce anche i limiti di rumorosità degli impianti presenti nell'edificio al fine di limitarne il disturbo nei confronti delle unità abitative diverse da quelle in cui sono installate.

Il decreto distingue tra:

- impianti a funzionamento continuo
- impianti a funzionamento discontinuo

II DPCM 5/12/1997

Impianti a funzionamento continuo

(impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento)

per i quali il parametro da verificare è costituito dal livello equivalente di pressione sonora ponderato “A”

(L_{Aeq})

N.B.: il DPCM **non** prevede la normalizzazione rispetto a T

Negli ambienti diversi da quelli in cui si trovano possono generare un livello equivalente di pressione sonora pari al massimo a ...

II DPCM 5/12/1997

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;

- categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;

- categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;

- categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;

- categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

- categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;

- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

II DPCM 5/12/1997

Impianti a funzionamento discontinuo

(scarichi, impianti idrico sanitario, rubinetteria, ecc.)

per i quali l'indicatore è costituito dal livello massimo di pressione sonora ponderato "A" con costante di tempo "slow"

(L_{ASmax})

N.B.: il DPCM **non** prevede la normalizzazione rispetto a T

Negli ambienti diversi da quelli in cui si trovano possono generare un livello equivalente di pressione sonora pari al massimo a ...

II DPCM 5/12/1997

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;

- categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;

- categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;

- categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;

- categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

- categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;

- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

LE NORME DI RIFERIMENTO

PREVISIONE:

- ✓ **Pr EN 12354-5**, “Building acoustics - Estimation of acoustic performance of building from the performance of elements - Part 5: Sounds levels due to service equipment”, CEN TC 126, July 2008

MISURE IN OPERA:

- ✓ **UNI EN ISO 16032:2005**, Acustica - Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici - Metodo tecnico progettuale
- ✓ **UNI EN ISO 10052:2005**, Acustica - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti - Metodo di controllo

LE NORME DI RIFERIMENTO

MISURE IN LABORATORIO:

- ✓ **UNI EN 14366:2005** Misurazione in laboratorio del rumore emesso dagli impianti di acque reflue
- ✓ **UNI EN ISO 3822-1:2000** Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua - Metodo di misura
- ✓ **UNI EN ISO 3822-2:2009** Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua - Condizioni di montaggio e di funzionamento dei rubinetti di scarico e miscelatori
- ✓ **UNI EN ISO 3822-3:1998** Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua - Condizioni di montaggio e di funzionamento delle apparecchiature e delle valvole sull'impianto
- ✓ **UNI EN ISO 3822-4:1998** Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua - Condizioni di montaggio e di funzionamento per apparecchiature speciali

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo - termini e definizioni

Livello di pressione sonora dell'impianto:

livello medio di pressione sonora nell'ambiente; gli indici 1 e 2 si correlano alla posizione dei punti di misurazione

$$L_{XY} = 10 \lg \left(\frac{10^{L_{XY,1}/10} + 10^{L_{XY,2}/10} + 10^{L_{XY,3}/10}}{3} \right) \quad [\text{dB}] \quad (\text{A})$$

dove:

$L_{XY,1}$ è il livello di pressione sonora ponderato quando la posizione 1 è in angolo;
 $L_{XY,2}$ e $L_{XY,3}$ sono i livelli di pressione sonora ponderato ottenuti con due misurazioni nella posizione 2 posta nel campo riverberante dell'ambiente.

- L'indice X si correla alla ponderazione in frequenza utilizzata ($X = A$ o C).
- L'indice Y caratterizza la ponderazione temporale ($Y = F, S$ o livello continuo equivalente, L_{eq}).

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo - termini e definizioni

livello di pressione sonora dell'impianto normalizzato rispetto al tempo di riverberazione:

Il livello di pressione sonora corrispondente a un riferimento del tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è designata come da $L_{XY,nT}$:

$$L_{XY,nT} = L_{XY} - k \quad [\text{dB}]$$

dove:

L_{XY} è il livello di pressione sonora dell'impianto;

k è l'indice di riverberazione.

in tal caso, k è calcolato dalla media aritmetica dei tempi di riverberazione misurati per le bande di ottava 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz.

$$K = 10 \lg 1/3 [(T_{500} + T_{1000} + T_{2000})/T_0]$$

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo - termini e definizioni

livello di pressione sonora dell'impianto normalizzato rispetto all'assorbimento acustico:

Livello di pressione sonora dell'impianto corrispondente all'area di assorbimento equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è designata da $L_{AY,n}$:

$$L_{AY,n} = L_{XY} - k - 10 \lg (A_0 T_0 / 0,16 V) \quad [\text{dB}]$$

L_{AY} è il livello di pressione sonora dell'impianto;

V è il volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi;

k è l'indice di riverberazione (vedi seguente);

in tal caso, k è calcolato dalla media aritmetica dei tempi di riverberazione misurati per le bande di ottava 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz.

$$K = 10 \lg 1/3 [(T_{500} + T_{1000} + T_{2000})/T_0]$$

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento ($T_0 = 0,5$ s);

A_0 è l'area di assorbimento di riferimento ($A_0 = 10$ m²);

0,16 ha l'unità di misura s/m.

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo - termini e definizioni

indice di riverberazione, k :

Dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto fra il tempo di riverberazione effettivo, T , dell'ambiente ricevente e il tempo di riverberazione di riferimento, T_0 . È espresso in decibel. Questa grandezza è denotata da:

$$k = 10 \lg (T/T_0) \text{ [dB]}$$

dove: $T_0 = 0,5 \text{ s}$

Dati dell'indice di riverberazione:

Per il metodo di controllo il tempo di riverberazione può basarsi sulle misurazioni o essere stimata con l'ausilio del prospetto 2 e del prospetto 3.

Per effettuare una stima degli ambienti non ammobiliati, si deve utilizzare il prospetto 2 per classificare l'ambiente secondo il tipo di pareti, pavimento, soffitto e rivestimento del pavimento. Quindi si utilizza il prospetto 3 per individuare l'indice di riverberazione che corrisponde a questa classificazione.

Per gli ambienti ammobiliati si può usare direttamente il prospetto 2. Gli indici di riverberazione sono indicati per le bande di ottava e anche per i livelli di pressione sonora ponderati A e C. Il prospetto 3 tiene conto del volume dell'ambiente ed è valido per ambienti tipici delle abitazioni. Tuttavia, questo può anche essere utilizzato per ambienti comparabili in altri tipi di edifici.

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo - termini e definizioni

Dati dell'indice di riverberazione:

Per il metodo di controllo il tempo di riverberazione può basarsi sulle misurazioni o essere stimata con l'ausilio del prospetto 2 e del prospetto 3.

Per effettuare una stima degli ambienti non ammobiliati, si deve utilizzare il prospetto 2 per classificare l'ambiente secondo il tipo di pareti, pavimento, soffitto e rivestimento del pavimento. Quindi si utilizza il prospetto 3 per individuare l'indice di riverberazione che corrisponde a questa classificazione.

Elenco dei simboli che rappresentano il tipo di costruzione

Non ammobiliata	Pavimento con rivestimento morbido		Pavimento con rivestimento rigido	
	leggero	pesante	leggero	pesante
Tipo di pavimento	leggero	pesante	leggero	pesante
Pareti/soffitti leggeri	a	b	c	d
Pareti/soffitti pesanti	e	f	g	h

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo - termini e definizioni

Si utilizza il prospetto 3 per individuare l'indice di riverberazione (ambienti ammobiliati diretta; ambienti non ammobiliati → dal prospetto 2). Gli indici di riverberazione sono indicati per le bande di ottava e per i livelli di pressione sonora ponderati A e C. I volumi sono tipici degli ambienti delle abitazioni

prospetto 3 **Dati dell'indice di riverberazione, in decibel per bande di ottava e corrispondenti a livelli di pressione sonora con ponderazione A o C**

Volume, V in m^3		$V < 15$					$15 \leq V < 35$							
Bande di ottava, in hertz		125	250	500	1 000	2 000	A, C	125	250	500	1 000	2 000	A, C	
Ambienti ammobiliati:														
	cucine	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	
	bagni	1	1	0	0	-0,5	0	1,5	1,5	0,5	0,5	0	0,5	
	altro	0	0	-0,5	-0,5	-1	-0,5	0	0	0	0	-0,5	0	
Ambienti non ammobiliati:														
tipo	a	0	1	1	1	0	0,5	1	1,5	1,5	1	0,5	1	
	b	1	2,5	3	2,5	2	2	1	3	3,5	3	2,5	2,5	
	c	0	2,5	3,5	4	4	4	1	3	4	4,5	4	4,5	
	d	0	2,5	3	4	4	4	1	3	3,5	4,5	4	4,5	
	e	3,5	3,5	3,5	3,5	1,5	3,5	3,5	4	4	4	2	4	
	f	4,5	4,5	4,5	3,5	2,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4	3	4
	g	3,5	4	4,5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5,5
	h	4	4,5	5	5	4,5	5	4,5	5	5,5	5,5	5,5	5	5
Tipo misto:	a+e	2	2,5	2,5	2,5	1	2	2,5	3	3	2,5	1,5	2,5	
	b+f	3	3,5	4	3	2,5	3	3	4	4	3,5	3	3,5	
	c+g	2	3,5	4	4,5	4,5	4,5	2,5	4	4,5	5	4,5	5	
	d+h	2	3,5	4	4,5	4,5	4,5	3	4	4,5	5	4,5	5	

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo – posizioni di misura

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DELL'IMPIANTO

Misurare il livello di pressione sonora dell'impianto nell'ambiente direttamente usando un **fonometro**. Sono utilizzate **due posizioni fisse**. Una posizione deve essere **vicina all'angolo** apparente con le superfici acustiche più rigide, preferibilmente a una distanza di 0,5 m dalle pareti. La seconda posizione deve essere nel **campo riverberante** dell'ambiente. La distanza da qualsiasi sorgente sonora (per esempio: prese di ventilazione) deve essere di almeno 1,5 m.

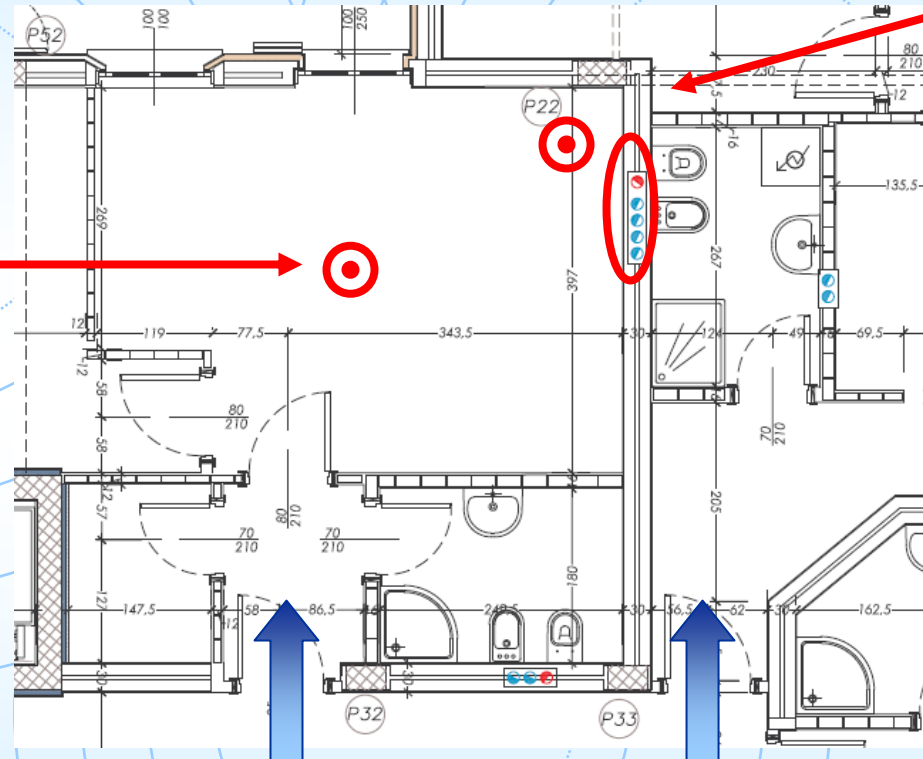
In ciascuna posizione l'intervallo di misurazione deve essere scelto in conformità ad almeno **un ciclo dell'impianto** utilizzato in condizioni normali. Usare **tre cicli** dell'impianto operante in condizioni normali. Per calcolare il livello medio di pressione sonora secondo **l'equazione (A)** ponderare la misurazione delle due posizioni di microfono come segue: considerare la misurazione nella posizione d'angolo una volta e la misurazione nel campo riverberante due volte.

Il livello di pressione sonora deve essere misurato usando filtri di bande di ottava aventi almeno le seguenti frequenze centrali, in Hertz:

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz
--------	--------	--------	----------	----------

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo – posizioni di misura



Posizione d'angolo

1 misura

Posizione nel campo riverberante

2 misure

$$L_{XY} = 10 \lg \left(\frac{1}{3} \times 10^{L_{XY,1}/10} + \frac{2}{3} \times 10^{L_{XY,2}/10} \right) \text{ dBE}$$

1 misura d'angolo

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - termini e definizioni

Livello di pressione sonora ponderato A calcolato in valori di bande di ottava nel campo di frequenze da 63 Hz a 8000 Hz:

$$L_A = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i + A_i)} \text{ dB}$$

dove:

L_i è il livello di pressione sonora in bande di ottava i , e A_i è la ponderazione A per la banda di ottava i (vedere Tabella). Il valore di L_i dipende dalle misurazioni, può essere qualunque indice (prospetto 1) e in particolare può essere L_{Smax} e L_{eq} .

	31,5 (Hz)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1 000 (Hz)	2 000 (Hz)	4 000 (Hz)	8 000 (Hz)
A (dB)	-	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - termini e definizioni

livello di pressione sonora normalizzato rispetto al tempo di riverberazione:

Livello di pressione sonora misurato in bande di ottava normalizzato rispetto al tempo di riverberazione di 0,5 s

$$L_{nT} = L - 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

dove:

L può essere L_{Smax} , L_{Fmax} , L_{eq}

T è il tempo di riverberazione, misurato in secondi

$T_0 = 0,5 \text{ s}$

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione

Strumentazione:

La misurazione del livello massimo di pressione sonora secondo il presente documento implica l'uso di un analizzatore di frequenza in tempo reale per banda di ottava. L'analizzatore deve essere in grado di leggere i valori di tutti i livelli di pressione sonora per banda di ottava al momento in cui si verifica il livello massimo di pressione sonora ponderato A o C (durante un ciclo di funzionamento specificato dell'impianto tecnico sottoposto a prova).

Campo di frequenze:

Il livello di pressione sonora degli impianti tecnici è misurato in bande di ottava nel campo di frequenze da 63 Hz a 8 000 Hz.

Valutazione:

Per la valutazione del livello di pressione sonora dell'impianto, ricavare lo spettro di banda di ottava **al momento in cui si verifica il livello massimo di pressione sonora ponderato A**. Si deve utilizzare la ponderazione temporale " S ". I risultati di banda di ottava sono corretti per il rumore di fondo e, se richiesto, normalizzati rispetto a un tempo di riverberazione di 0,5 s

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - procedimento

Si deve determinare il livello di pressione sonora degli impianti tecnici per una condizione o un ciclo di funzionamento determinato.

Il livello di pressione sonora viene misurato in **tre** posizioni microfoniche:

- una posizione in un **angolo** dell'ambiente
- due posizioni nel **campo acustico riverberante**

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - posizioni di misura

Selezione della posizione d'angolo per il microfono (posizione 1):

- ✓ Cercare l'angolo dell'ambiente con il livello massimo di pressione sonora ponderato C. La misurazione deve essere eseguita come livello massimo di pressione sonora con ponderazione temporale "S", oppure come livello di pressione sonora continuo equivalente.
- ✓ Utilizzare la condizione e il ciclo di funzionamento scelti.
- ✓ La posizione del microfono deve essere in ciascun angolo a 0,5 m dalle pareti e a 0,5 m sopra il pavimento. Se non fosse fattibile (mobili, ostacoli o altre sporgenze), aumentare l'altezza a 1,0 m oppure fino a 1,5 m rispetto al pavimento. L'altezza di misurazione deve essere identica per tutti gli angoli. La posizione del microfono deve essere ad almeno 0,2 m di distanza da tutti gli ostacoli.
- ✓ Se il livello di pressione sonora di un angolo è dominato dal suono diretto da una sorgente dell'ambiente, per esempio un'uscita di ventilazione, quest'angolo deve essere tralasciato quando si sceglie la posizione d'angolo.
- ✓ Il procedimento di selezione dalla posizione d'angolo deve essere utilizzato prima di tutte le misurazioni.

LA MISURA IN OPERA

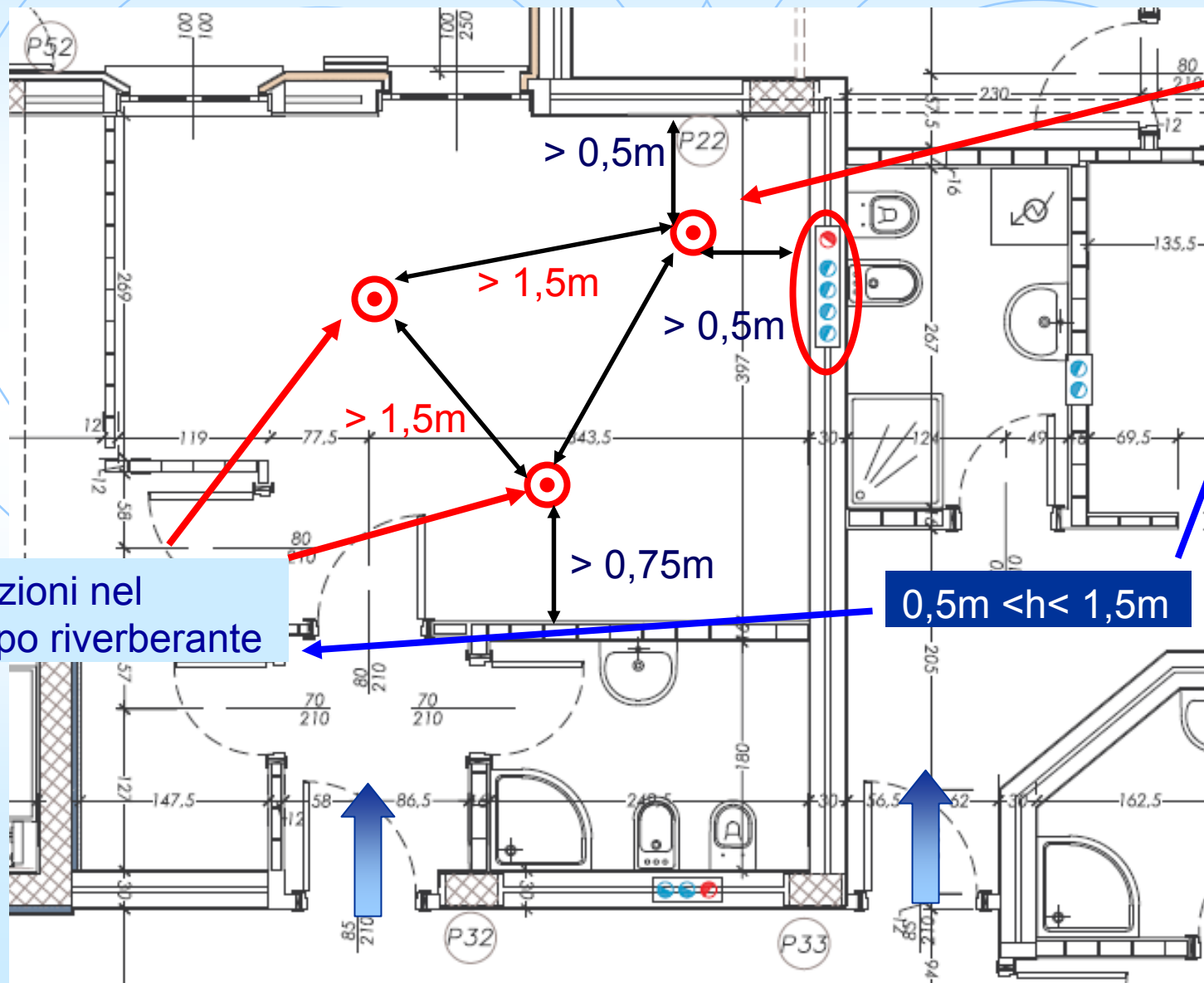
il metodo di precisione - posizioni di misura

Selezione delle posizioni del campo riverberante del microfono (posizioni 2 e 3):

- ✓ Scegliere due posizioni ulteriori (posizioni numero 2 e 3) nel campo riverberante dell'ambiente.
- ✓ Quando è praticabile, la minima distanza intercorrente tra ciascuna delle tre posizioni (1 cioè la posizione d'angolo, 2 e 3) deve essere di almeno 1,5 m.
- ✓ La distanza da qualsiasi sorgente sonora nell'ambiente deve essere di almeno 1,5 m.
- ✓ La distanza tra le posizioni 2 e 3 e qualsiasi superficie dell'ambiente deve essere di almeno 0,75 m. Nei piccoli ambienti in cui è impossibile soddisfare questo requisito, la distanza può essere ridotta a 0,5 m.
- ✓ L'altezza rispetto al livello del pavimento deve essere di almeno 0,5 m e non maggiore di 1,5 m.

LA MISURA IN OPERA

il metodo di controllo – posizioni di misura



Posizione d'angolo

Posizioni nel campo riverberante

$0,5m < h < 1,5m$

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - ripetizioni

Per la misurazione del L_{Aeq} :

Nella posizione d'angolo (posizione 1) effettuare due misurazioni consecutive del livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A, L_{Aeq} .

A questo scopo, si devono utilizzare le condizioni e i cicli di funzionamento scelti (si può utilizzare un fonometro integratore portatile).

- ✓ Se la differenza tra i risultati di due misurazioni consecutive è uguale o minore di 1,0 dB, allora è sufficiente una misurazione su ciascuna delle posizioni microfoniche 1, 2 e 3.
- ✓ Se la differenza eccede 1,0 dB, il numero delle misurazioni su ciascuna posizione microfonica deve essere uguale alla differenza di livello (arrotondata in alto al più vicino valore intero).
- ✓ **esempio:** una differenza di 2,8 dB è arrotondata a 3 dB dà luogo a tre misurazioni su ciascuna posizione.

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - ripetizioni

Per la misurazione del L_{ASmax} :

Si procede in modo analogo al caso della misurazione del L_{Aeq} . Tuttavia, specialmente per gli **eventi sonori di breve durata**, per determinare il numero richiesto di misurazioni per ciascuna posizione microfonica è **ammesso** l'uso del **livello di esposizione sonora** L_{AE} al posto del livello massimo di pressione sonora.

$$L_E = 10 \lg \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \text{ dB}$$

dove:

$p(t)$ è il livello di pressione sonora istantaneo, in Pascal;

$t_2 - t_1$ è l'intervallo di tempo indicato abbastanza lungo da comprendere tutti i suoni significativi di un evento determinato, in secondi;

p_0 è la pressione sonora di riferimento (20 μ Pa);

t_0 è il tempo di riferimento ($t_0 = 1$ s).

LA MISURA IN OPERA

il metodo di precisione - rumore di fondo

Si deve determinare il livello del rumore di fondo e **correggere** il livello di pressione sonora misurato degli impianti tecnici.

- ✓ La **misurazione** del rumore di fondo deve essere effettuata **appena prima o dopo la misurazione del livello di pressione sonora dell'impianto tecnico**.
- ✓ Il rumore di fondo deve essere determinato in bande di ottava come il livello di pressione sonora continuo equivalente su un **periodo di circa 30 s**.
- ✓ Si devono utilizzare le **stesse posizioni microfoniche** utilizzate per la misurazione del livello di pressione sonora degli impianti tecnici. Calcolare la **media energetica** del livello di pressione sonora di fondo **nelle tre posizioni** prima della correzione del livello di pressione sonora degli impianti tecnici.
- ✓ Questo metodo è adeguato solo a condizione che il rumore di fondo sia **approssimativamente costante** nel tempo.

LA MISURA IN OPERA

metodo di controllo e di precisione

Campo di frequenza:

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz
--------	--------	--------	----------	----------

- Metodo di controllo → bande di ottava con almeno le frequenze centrali
- Metodo di precisione → bande di ottava nel campo di frequenze da 63 ÷ 8000 Hz

Punti di misura:

- Metodo di controllo → 2 punti: 1 in angolo e 1 nel campo riverberante
- Metodo di precisione → 3 punti: 1 in angolo e 2 nel campo riverberante

Numero di ripetizioni:

- Metodo di controllo → 1 misura nell'angolo + 2 ripetizioni nel campo riverberante
- Metodo di precisione → dipende dalla differenza tra i risultati di due misurazioni consecutive effettuate nella posizione d'angolo

Tempo di riverbero:

- Metodo di controllo → si può utilizzare quello tabellare riportato nella norma
- Metodo di precisione → Il tempo di riverberazione è misurato in bande di ottava nel campo di frequenze da 63 ÷ 8000 Hz secondo la EN ISO 3382

LA MISURA IN OPERA

cicli operativi

Nella norma UNI EN ISO 10052 e nella UNI EN ISO 16032 sono indicate le condizioni di funzionamento e i cicli di funzionamento dei seguenti impianti/installazioni:

- ✓ installazioni ad acqua
- ✓ rubinetto per l'acqua
- ✓ cabina doccia
- ✓ bagno (vasca)
- ✓ riempimento e svuotamento di lavabi e vasche da bagno
- ✓ gabinetto con sciacquone
- ✓ ventilazione meccanica
- ✓ impianto di riscaldamento e di raffreddamento
- ✓ ascensore (elevatore)
- ✓ condotto per rifiuti
- ✓ caldaie, ventilatori, pompe e altri impianti ausiliari
- ✓ porta motorizzata di autorimessa

LA MISURA IN OPERA

cicli operativi

Gabinetto con sciacquone:

Il rumore di un gabinetto con sciacquone (water) consiste parzialmente del rumore dello sciacquone e parzialmente dal rumore generato dal riempimento della cisterna.

La misurazione è effettuata durante un ciclo completo di sciacquo/riempimento: Le valvole e le cisterne dello sciacquone devono essere azionate sino al punto di arresto. Nel caso di una cisterna per sciacquone il livello di pressione sonora è misurato quando la valvola di alimentazione è completamente aperta e sino a che la valvola si chiude.

LA MISURA IN OPERA

cicli operativi

Livello di pressione sonora massimo (L_{\max})

Il principio base per la misurazione del livello di pressione sonora massimo è che l'impianto sottoposta a prova durante la misurazione è azionato automaticamente o manualmente, entro i limiti dell'uso pratico normale.

- Per gli impianti con un livello sonoro **costante**:

il livello di pressione sonora massimo L_{\max} è determinato con un **periodo di misurazione di circa 30 s**.

- Per gli impianti con un rumore **variabile** nel tempo:

il livello di pressione sonora massimo L_{\max} è determinato per **un'operazione tipica**, per esempio, durante il periodo di apertura e chiusura di un rubinetto per l'acqua.

Livello di pressione sonora equivalente (L_{eq})

Il principio base per la misurazione del livello di pressione sonora continuo equivalente è che il tempo di integrazione corrisponde a un tipico ciclo operativo dell'impianto sottoposta a prova.

LA MISURA IN OPERA

rapporto di prova

per l'impianto:

- la descrizione degli aspetti pertinenti dell'impianto e delle sue condizioni operative (quantitativamente e qualitativamente)
- l'ubicazione della posizione d'angolo
- la nota sulla verifica del rumore di fondo, se necessario

per le installazioni ad acqua:

1) normativa:

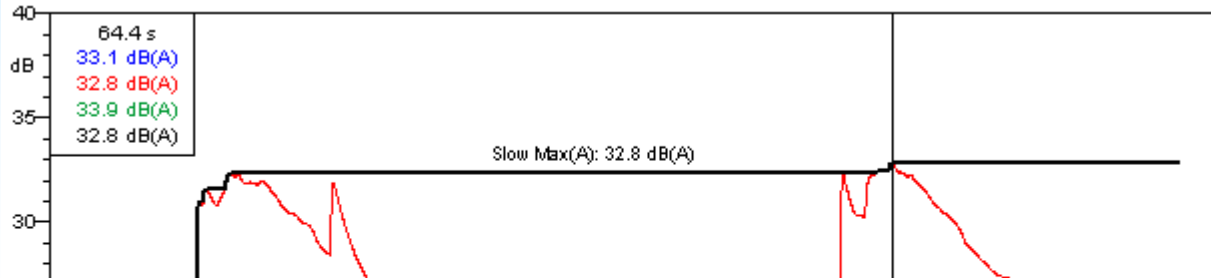
- la posizione dei dispositivi di arresto,
- la descrizione di tutti gli aspetti pertinenti dell'installazione ad acqua e delle sue condizioni operative

2) facoltativa:

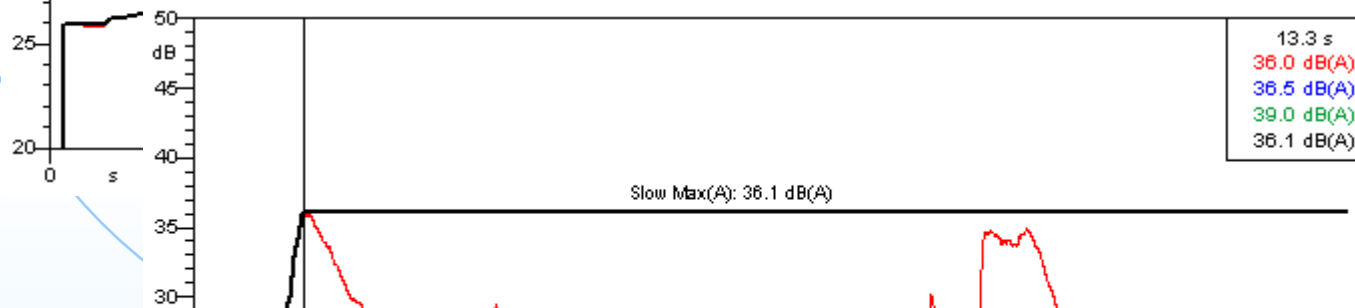
- la pressione del flusso (sistemi ad acqua fredda e calda),
- portata/tempo di riempimento per le cisterne,
- fabbricazione e destinazione della valvola o dispositivo,
- classe sonora e portata di valvole o i dispositivi classificati secondo EN ISO 3822-1
- portata, pressione statica e pressione del flusso delle valvole durante la prova
- volume e tempo di riempimento del serbatoio di livello (se possibile)

LA MISURA IN OPERA - esempio

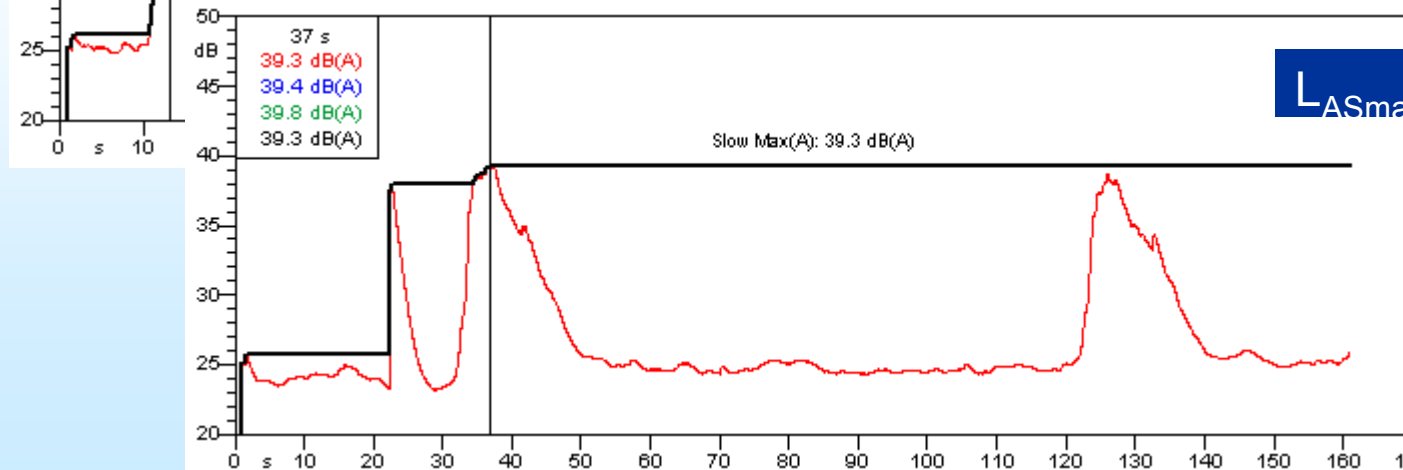
La prova si è svolta azionando gli scarichi dei tre piani superiori a quello dell'ambiente di ricezione relativi alla stessa colonna di scarico dell'ambiente di ricezione.



$L_{ASmax} = 33 \text{ dB(A)}$



$L_{ASmax} = 36 \text{ dB(A)}$



$L_{ASmax} = 39 \text{ dB(A)}$

LA MISURA IN LABORATORIO

UNI EN 14366 - Misurazione in laboratorio del rumore emesso dagli impianti di acque reflue:

- ✓ Specifica i metodi per la misura di laboratorio del rumore aereo e del rumore strutturale prodotto dagli impianti per le acque reflue e per l'acqua piovana.
- ✓ È applicabile ai sistemi di tubazioni per le acque reflue e loro parti, ma non all'effettiva fonte dell'acque di scarico (gabinetti, bagni e vasche da bagno).
- ✓ Si applica a tubi con ventilazione naturale e di qualsiasi materiale nel diametro comunemente usato (fino a 150 mm).
- ✓ I risultati ottenuti possono essere utilizzati per il confronto dei prodotti e dei materiali.
- ✓ Può servire a stimare il comportamento di sistemi di acque reflue in un edificio in determinate condizioni. Tuttavia, tale norma non fornisce una procedura normalizzata per il calcolo delle proprietà acustiche di tali impianti in un edificio.

LA MISURA IN LABORATORIO

metodo di prova

Misurazione del rumore strutturale (indice s):

- ✓ Il campione è montato al di fuori della sala prove (stanza ricevente), collegato alla parete di prova con il materiale di fissaggio indicato dal costruttore del sistema.
- ✓ Si applica un flusso costante di acqua e si misura l'importo totale del suono trasmesso nella camera di prova (L'_s).
- ✓ Il campione viene quindi disconnesso dalla parete di prova e il sistema di acqua opera in modo da poter misurare il rumore di fondo. I valori L'_s sono poi corretti con il rumore di fondo e si ottengono i valori L_s .
- ✓ Questi valori normalizzati rispetto all'area di assorbimento equivalente di 10 m^2 usando il tempo di riverberazione misurato T_r della stanza ricevente, danno i valori L_{SN} .
- ✓ I risultati sono infine corretti per la differenza di sensibilità strutturale tra il muro di prova utilizzato e il muro di riferimento.

LA MISURA IN LABORATORIO

metodo di prova

Misurazione del rumore aereo (indice a):

- ✓ Il campione è montato su un muro di prova all'interno della camera di prova (camera sorgente). Sono praticate appropriate aperture nel soffitto e nel pavimento.
- ✓ Si applica un flusso costante di acqua. Si misura il suono nella camera di prova (L'_t) prodotto sia come rumore aereo irradiato direttamente dall'oggetto (campione), ma anche come rumore strutturale irradiato dal muro.
- ✓ Il flusso di acqua viene interrotto per misurare il rumore di fondo. I valori L'_t sono poi corretti per il rumore di fondo dando i valori L_t , e normalizzati rispetto all'area di assorbimento equivalente di 10 m^2 usando il tempo di riverberazione misurato T_e della stanza emittente ottenendo i valori LTN.
- ✓ Nel calcolo si sottrae il contributo del rumore strutturale ottenendo i valori L_{an} .

LA MISURA IN LABORATORIO

allestimento di prova

Camera di prova:

- ✓ La camera di prova deve avere un volume di almeno 50 m^3 e un'altezza interna di $(3,0 \pm 0,5) \text{ m}$.
- ✓ Il muro di prova non deve essere inferiore a $3,5 \text{ m}$ di larghezza. Sono previste aperture nel soffitto e nel pavimento per l'installazione degli oggetti di prova.
- ✓ Una combinazione di due camere di prova può essere vantaggiosa, permettendo la misurazione simultanea del suono di origine aerea e strutturale.
- ✓ Sono necessari un ulteriore spazio al di sopra e al di sotto della camera di prova per garantire l'altezza di caduta standard del sistema di misura di circa 6 m .

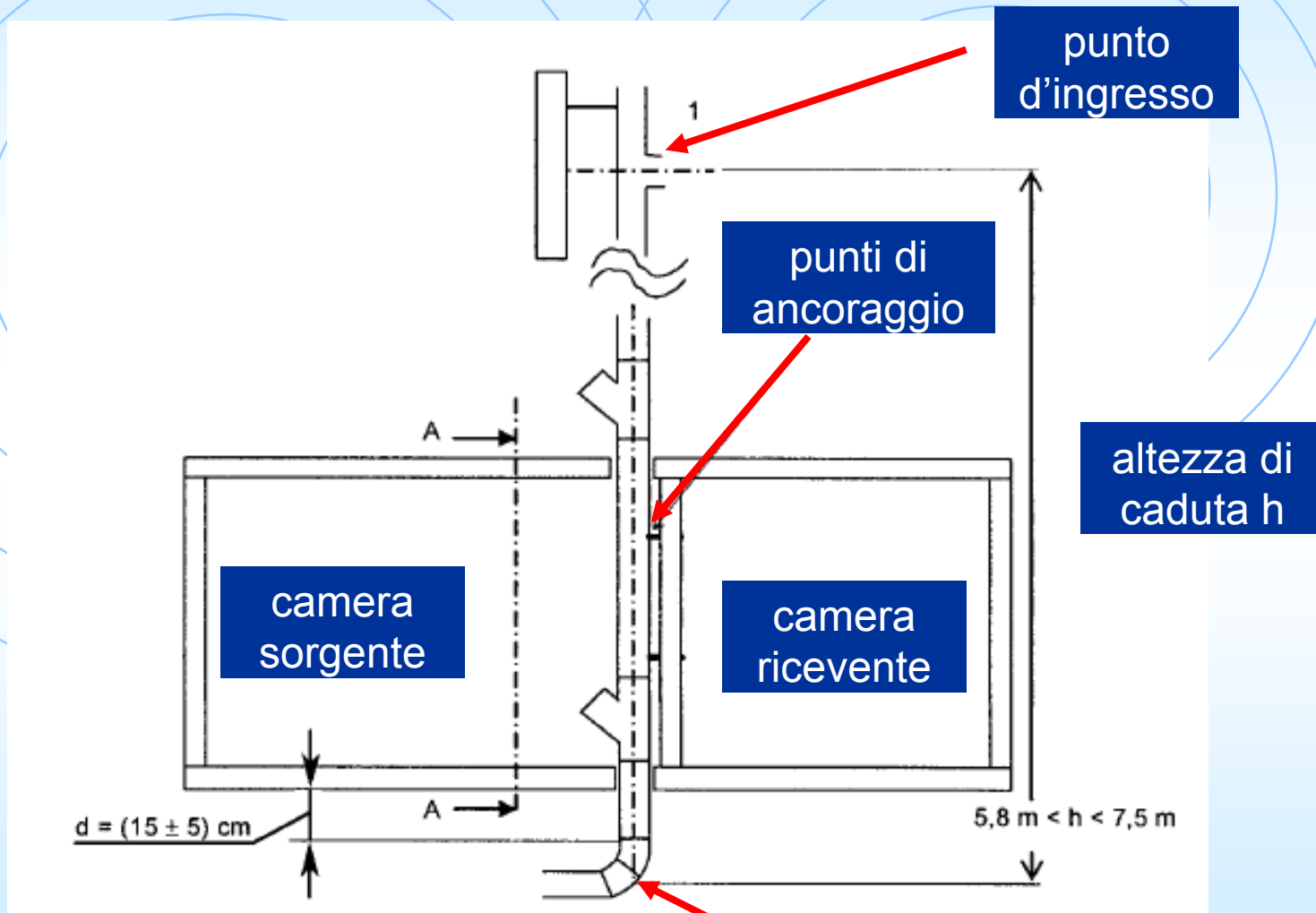
L'altezza di caduta h : deve essere nel range $5,8 \div 7,5 \text{ m}$, misurata tra il punto di ingresso e il punto d'impatto. Il punto d'ingresso è dato come punto di intersezione dell'asse del tubo di ingresso con l'asse verticale del tubo; il punto d'impatto è definito dal punto di intersezione dell'asse verticale del tubo con la curva nella zona al di sotto del muro

Muro di prova:

Il muro di prova standard è definito come un muro singolo in mattoni o blocchi pieni o in calcestruzzo, con una massa superficiale (compreso l'intonaco da entrambi i lati pari a $(200 \pm 50) \text{ kg/m}^2$.

LA MISURA IN LABORATORIO

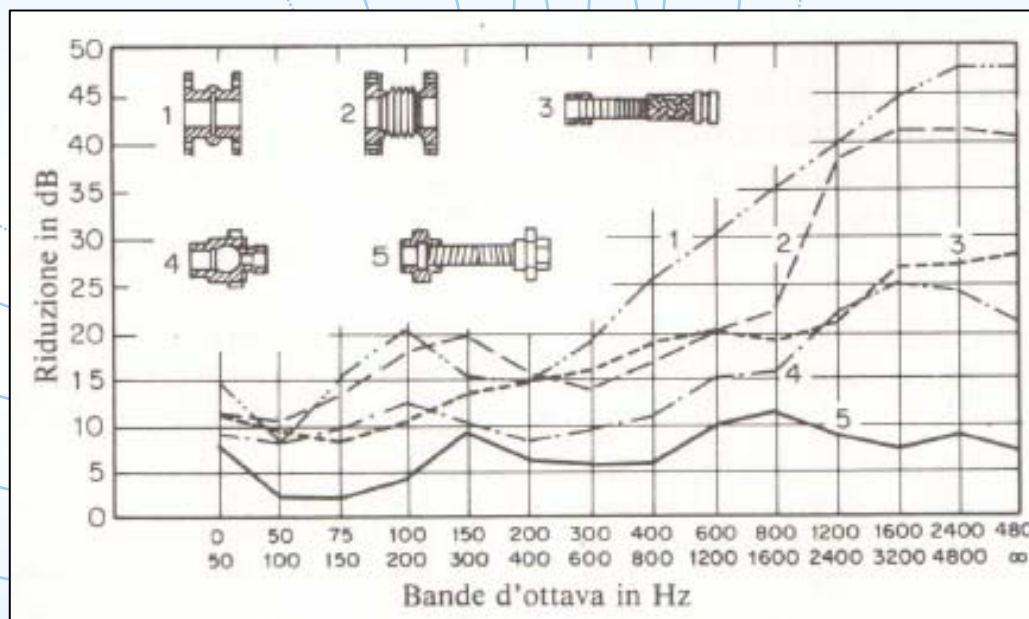
allestimento di prova



punto
d'impatto

La corretta posa degli impianti tecnologici - giunti

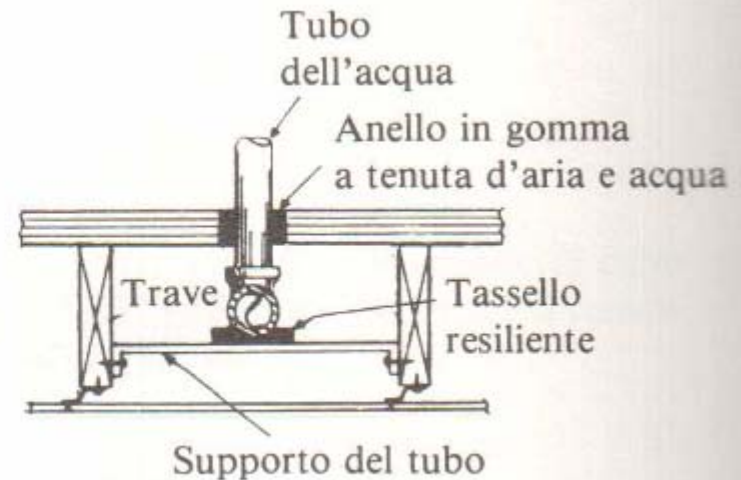
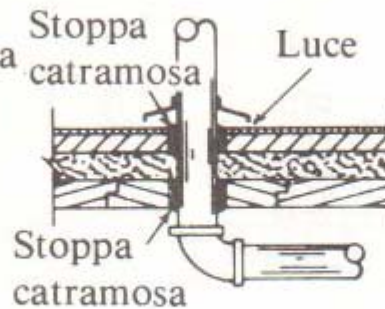
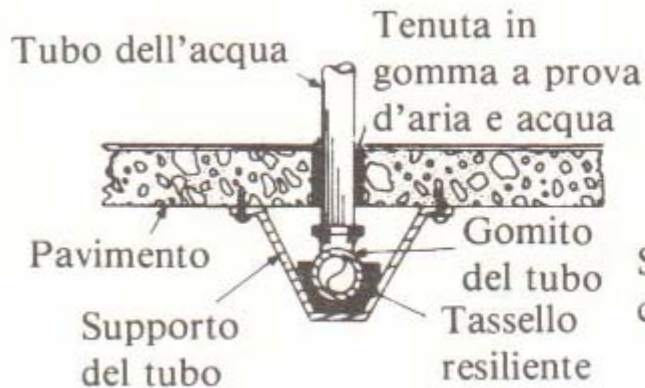
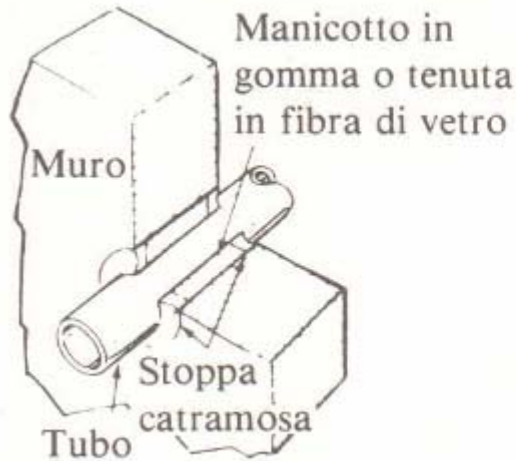
Riduzione nei livelli di vibrazione fra muro e tubo per vari tipi di connessioni flessibili. (misure effettuate a pressione atmosferica)



1) Giunto a espansione in gomma; 2) giunto ad espansione in acciaio inossidabile; 3) tubo metallico avvolto senza giunzioni, con copertura solo da una parte; 4) giunto a sfera con tenute in gomma; 5) tubo flessibile metallico con connessione a spirale

La corretta posa degli impianti tecnologici - giunti

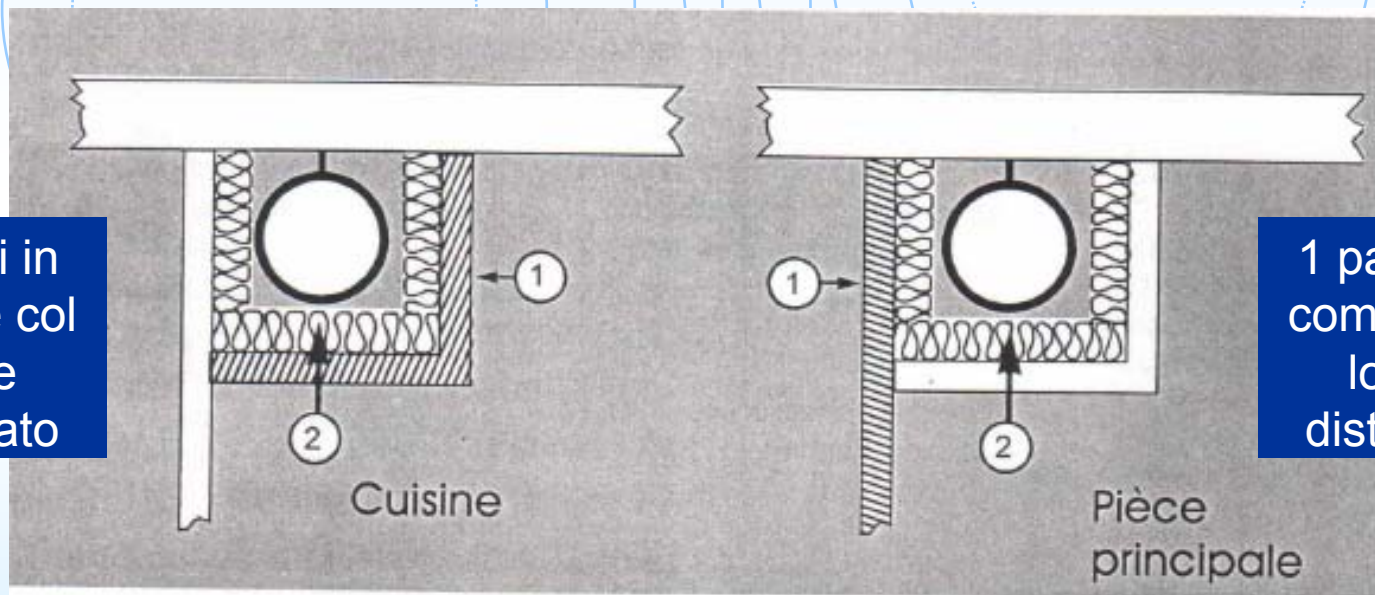
Varie tecniche per isolare un tubo dalla struttura che lo supporta



La corretta posa degli impianti tecnologici - rivestimenti

Suggerimenti riportati nella regolamentazione acustica francese
Per tubazioni con un livello L_w tra 52 e 58 dB(A) misurato in laboratorio

2 pareti in comune col locale disturbato

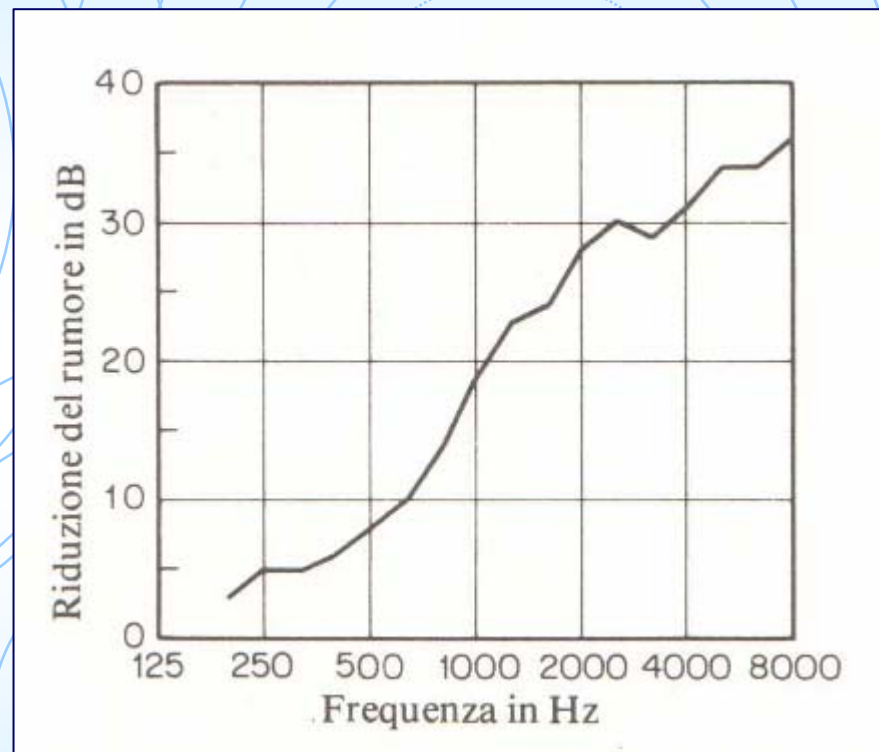
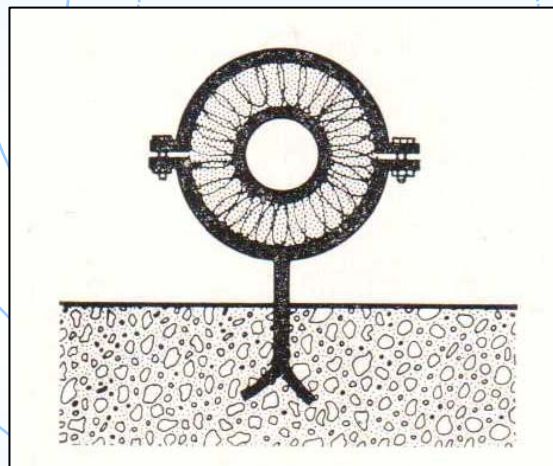


1 parete in comune col locale disturbato

2) Lana minerale > 8cm

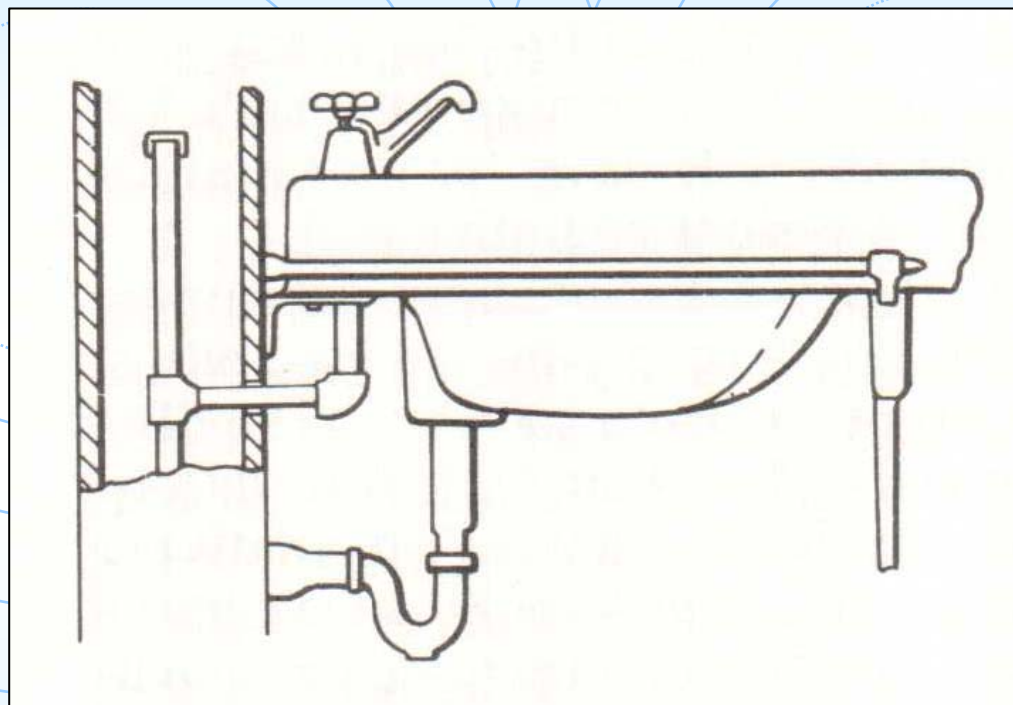
1) Muratura di rinforzo (> 5cm) o lastre di gesso rivestito con lana minerale interna

La corretta posa degli impianti tecnologici - rivestimenti



Riduzione del rumore fornita dal rivestimento di un tubo con 5cm di fibra di vetro di densità media e involucro esterno di 5kg/m²

La corretta posa degli impianti tecnologici – colpo d'ariete



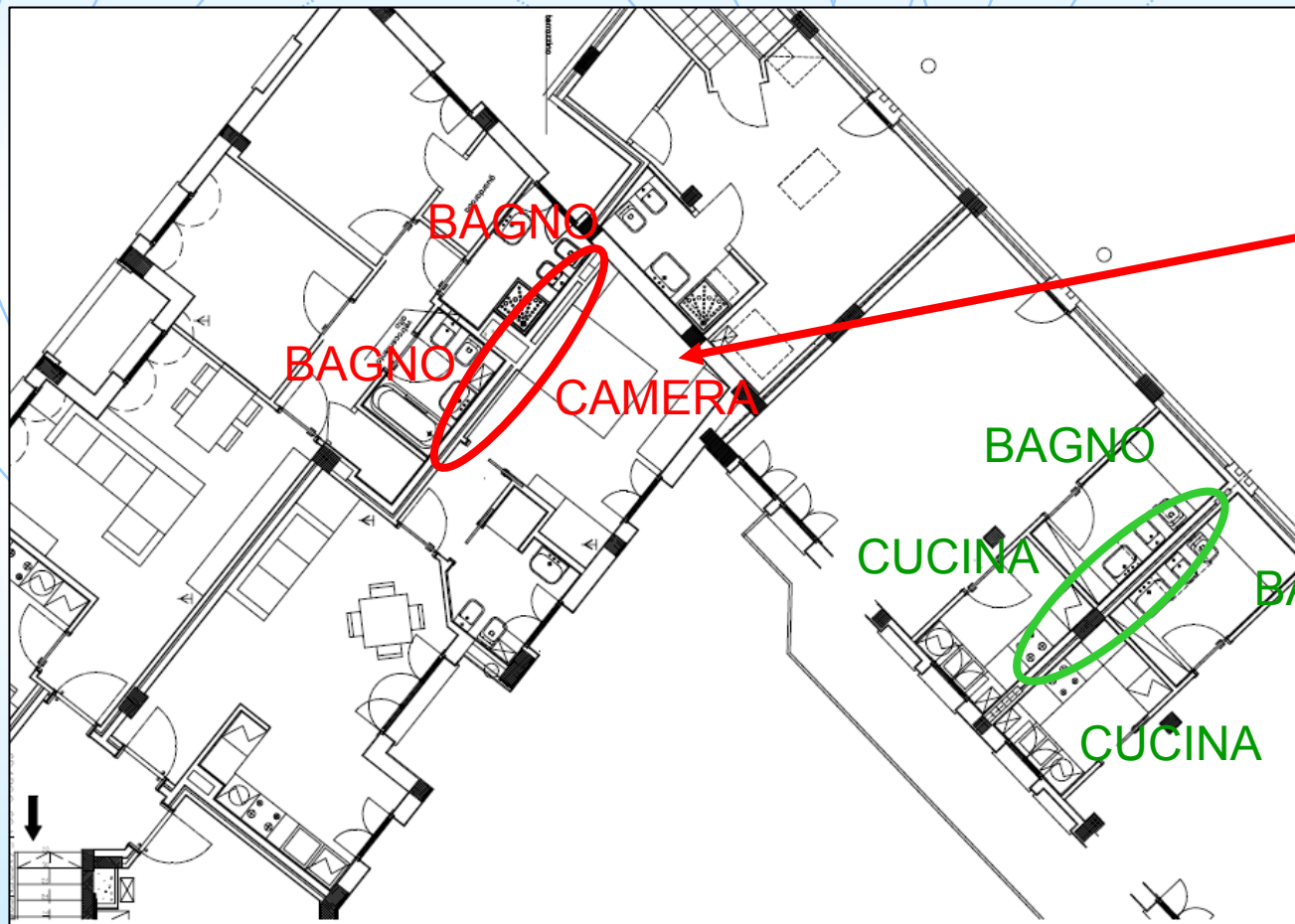
Installazione di uno spezzone di tubo verticale vicino al rubinetto per eliminare il rumore dovuto al colpo d'ariete

La corretta posa degli impianti tecnologici – colpo d'ariete



Ad esempio in Danimarca per evitare la trasmissione del rumore per via strutturale le tubazioni non sono in parete

La corretta posa degli impianti tecnologici - progettazione architettonica



ATTENZIONE
AGLI AMBIENTI
CON MAGGIORI
ESIGENZE DI
QUIETE

PREDISPORRE
DEI CAVEDI
INSONORIZZATI O
POSIZIONARE GLI
SCARICHI IN
FACCIATA

La corretta posa degli impianti tecnologici - progettazione architettonica



**ESEMPIO: IN DANIMARCA
LE CASSETTE DEI WC
SONO TUTTE ESTERNE**

In alternativa la soluzione è quella di alloggiare le cassette in una controparete ad hoc isolata strutturalmente dalla parete, per evitare la propagazione strutturale del rumore ed evitare la perdita di potere fonoisolante della parete di separazione.

La corretta posa degli impianti tecnologici - ERRORI



COLONNA DI
SCARICO
CHIUSA SOLO
CON INTONACO



CENTRO DI INFORMAZIONE SUL PVC

“LE **CONDOTTE** IN PVC PER SCARICO NEI FABBRICATI:
ACUSTICA – FUOCO – DM 37”

Grazie per l'attenzione!

Intervento di:

Fabio Scamoni

f.scamoni@itc.cnr.it



Chiara Scrosati

c.scrosati@itc.cnr.it

**LA VERIFICA ACUSTICA
IN LABORATORIO ED IN OPERA**