



Il Progetto De.C.I.So.

Esempi di bonifica e risultati



Caso 1



Scuola materna con aula adibita al gruppo dei piccoli ma anche a mensa:

Dimensioni circa 6 x 6 x 3 m

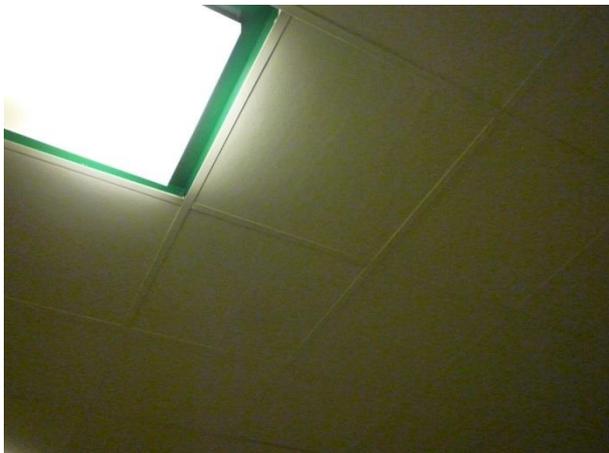
(attenzione alle forme regolari!)

Nelle scuole materne l'importanza di una buona acustica e di una corretta intelligibilità è ancora più importante che per i gradi di istruzione successivi.





Presenza di un controsoffitto precedente



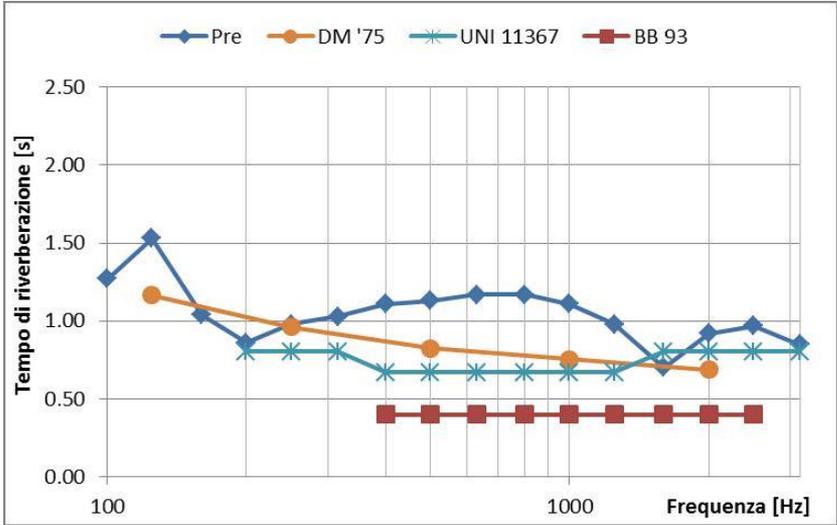


Caso 1



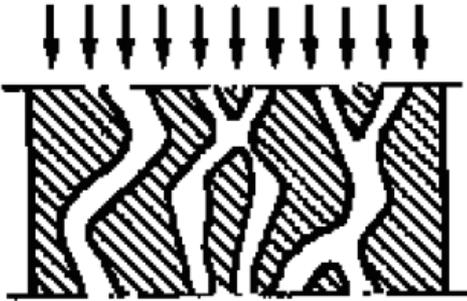
I limiti non sono rispettati!

Presenza di un controsoffitto precedente

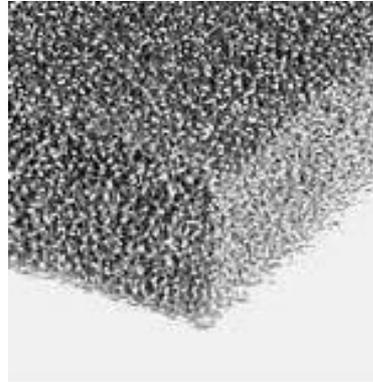




La scelta del materiale

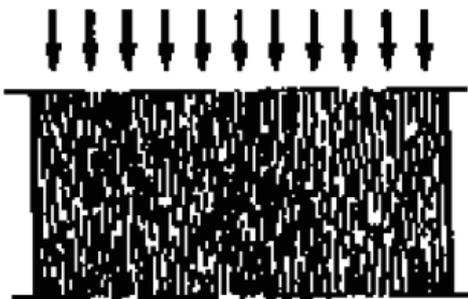


Low resistivity



E' di primaria importanza salvaguardare le superfici esposte dei materiali fonoASSORBENTI che si installano.

La maggior parte di essi infatti lavoro grazie al fenomeno detto porosità, per il quale le onde sonore di insinuano nei pori e dissipano energia al loro interno.



High resistivity



Materiali a CELLE APERTE



Materiali a CELLE CHIUSE

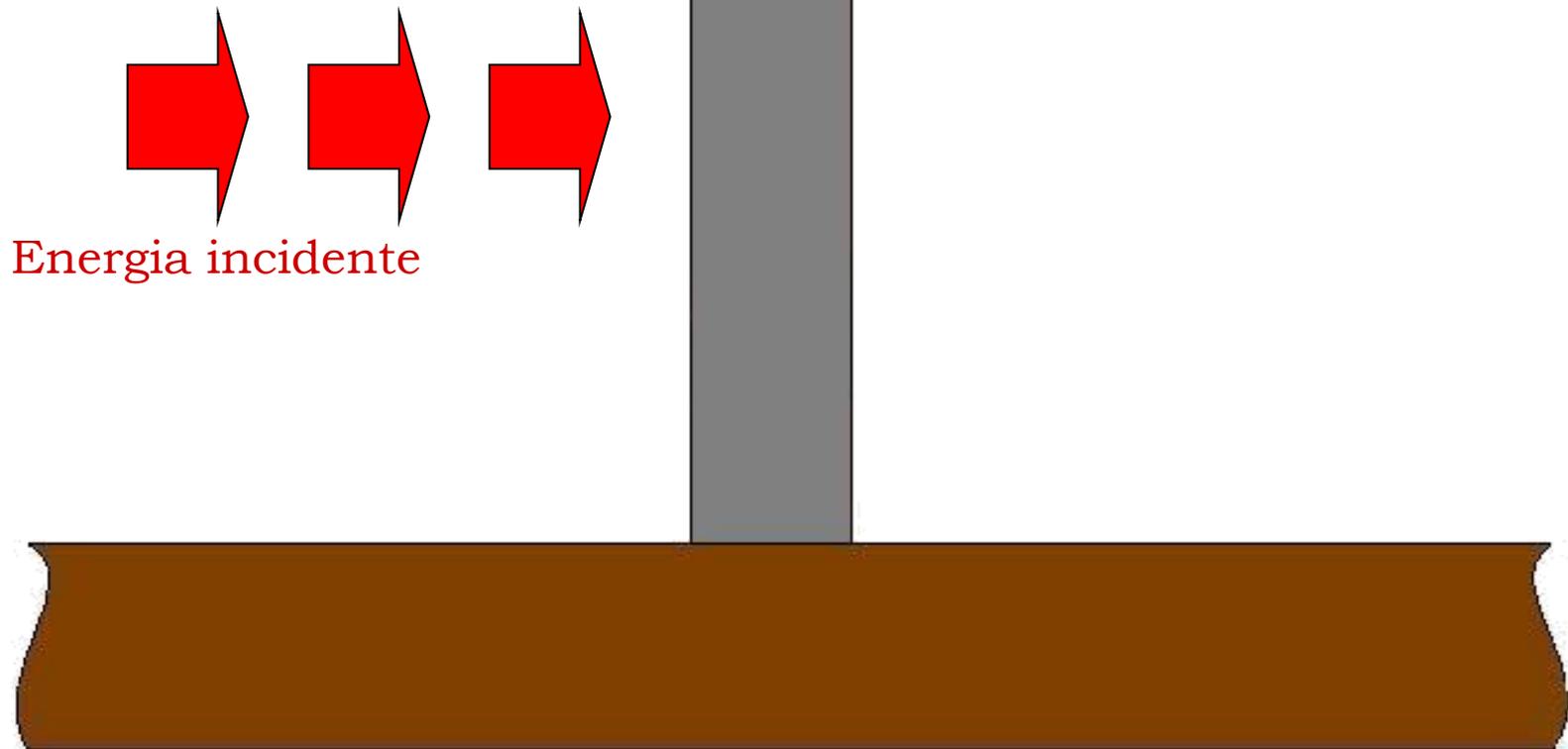


Il coefficiente di assorbimento apparente



Ambiente 1

Ambiente 2

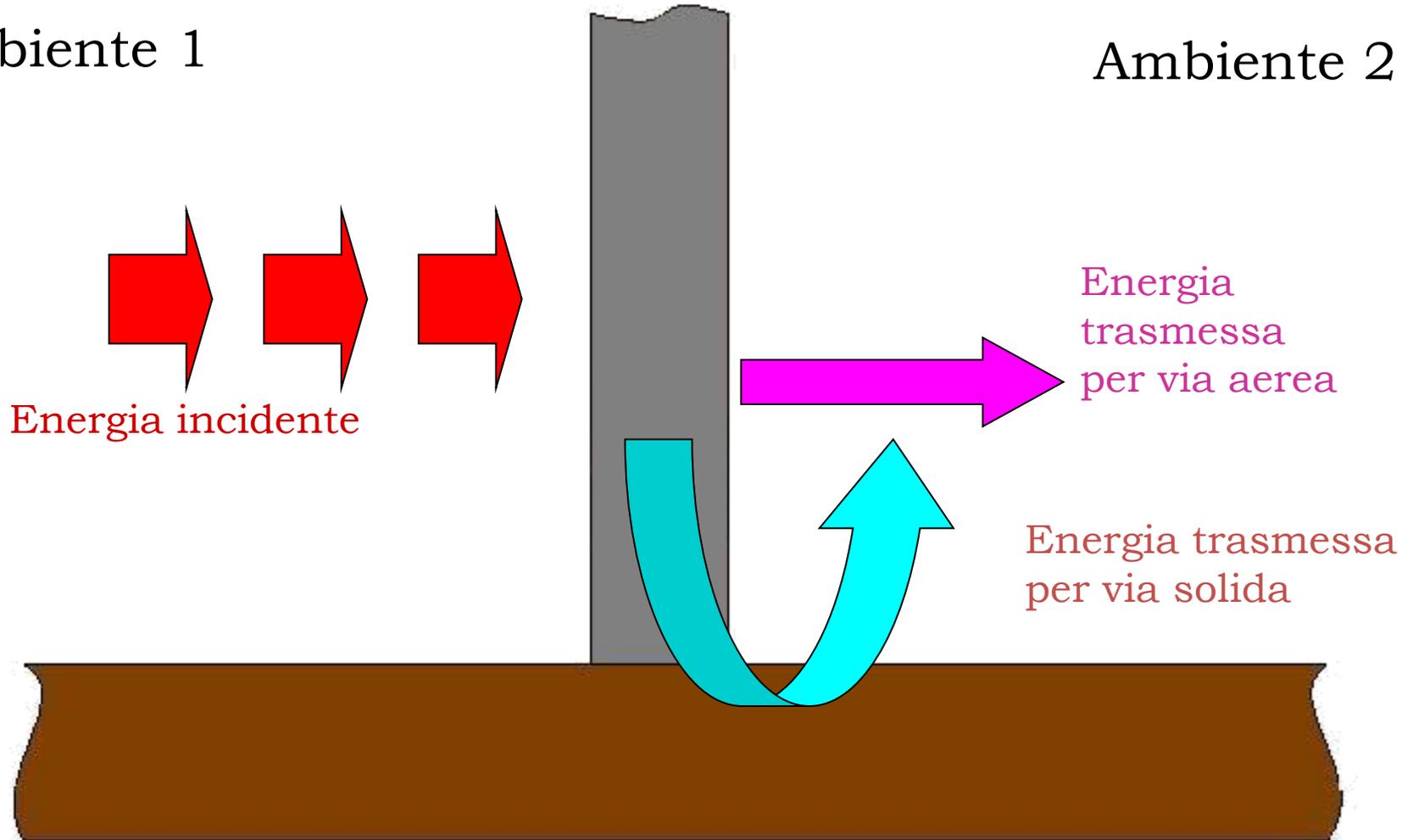




Il coefficiente di assorbimento apparente

Ambiente 1

Ambiente 2

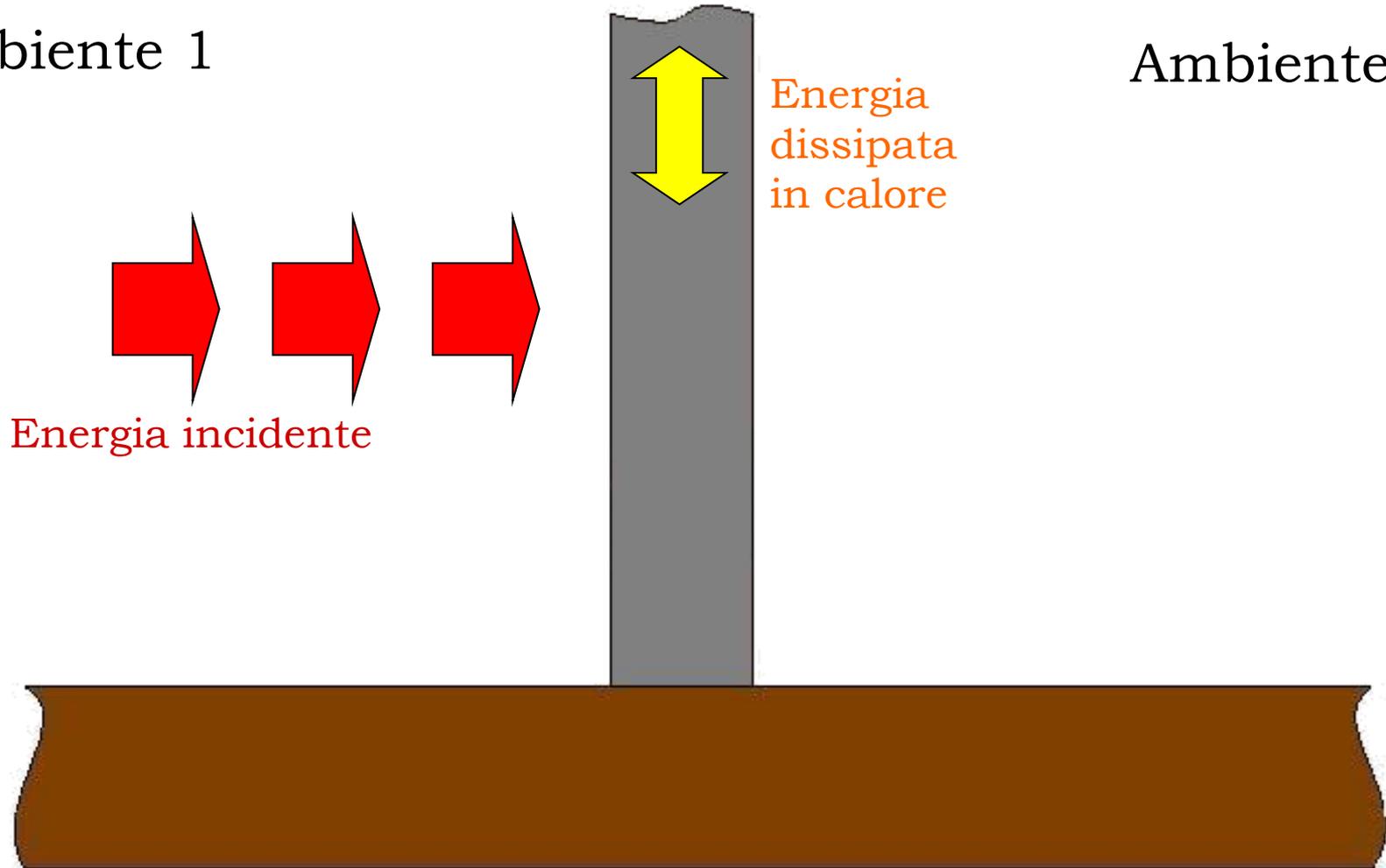




Il coefficiente di assorbimento apparente

Ambiente 1

Ambiente 2

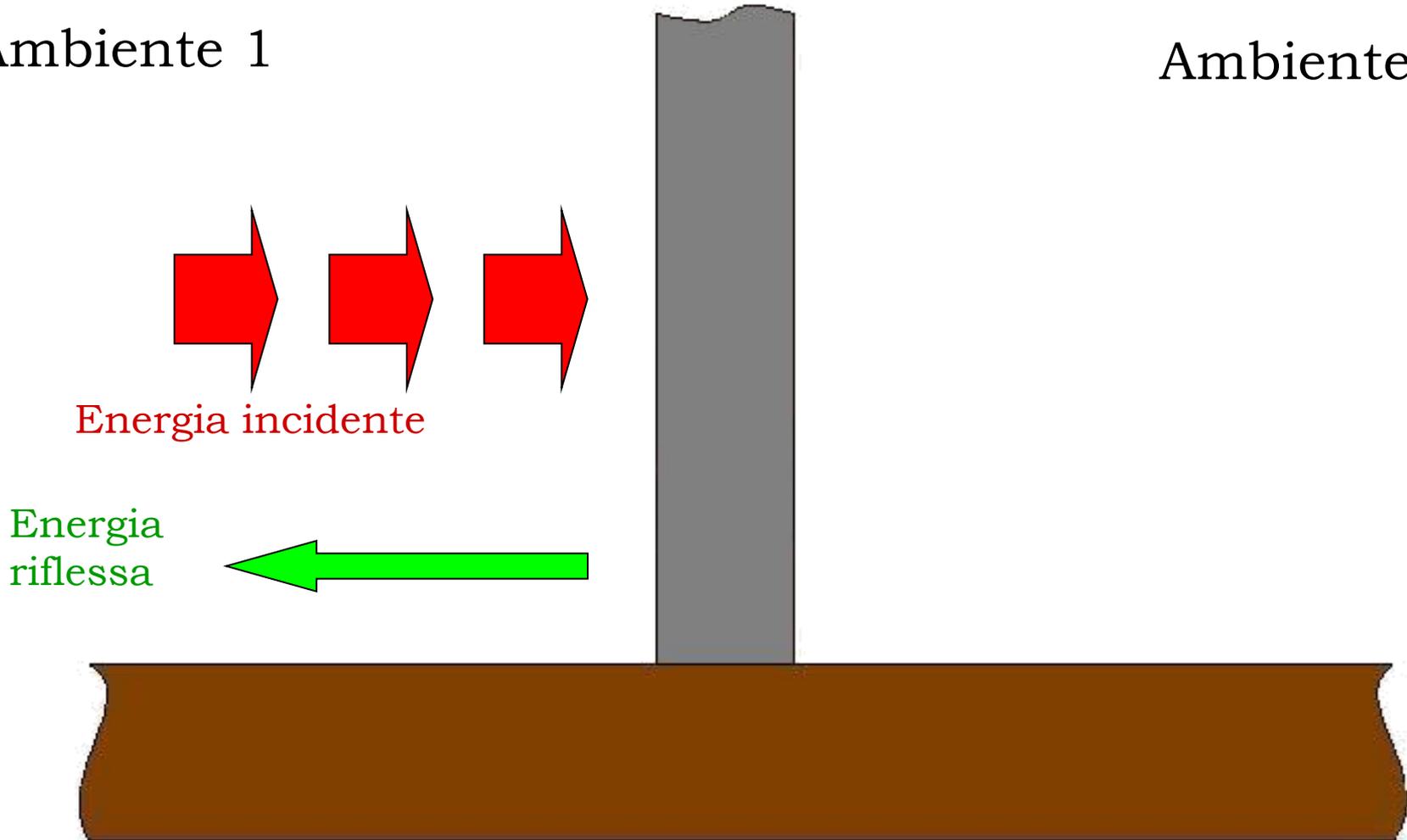




Il coefficiente di assorbimento apparente

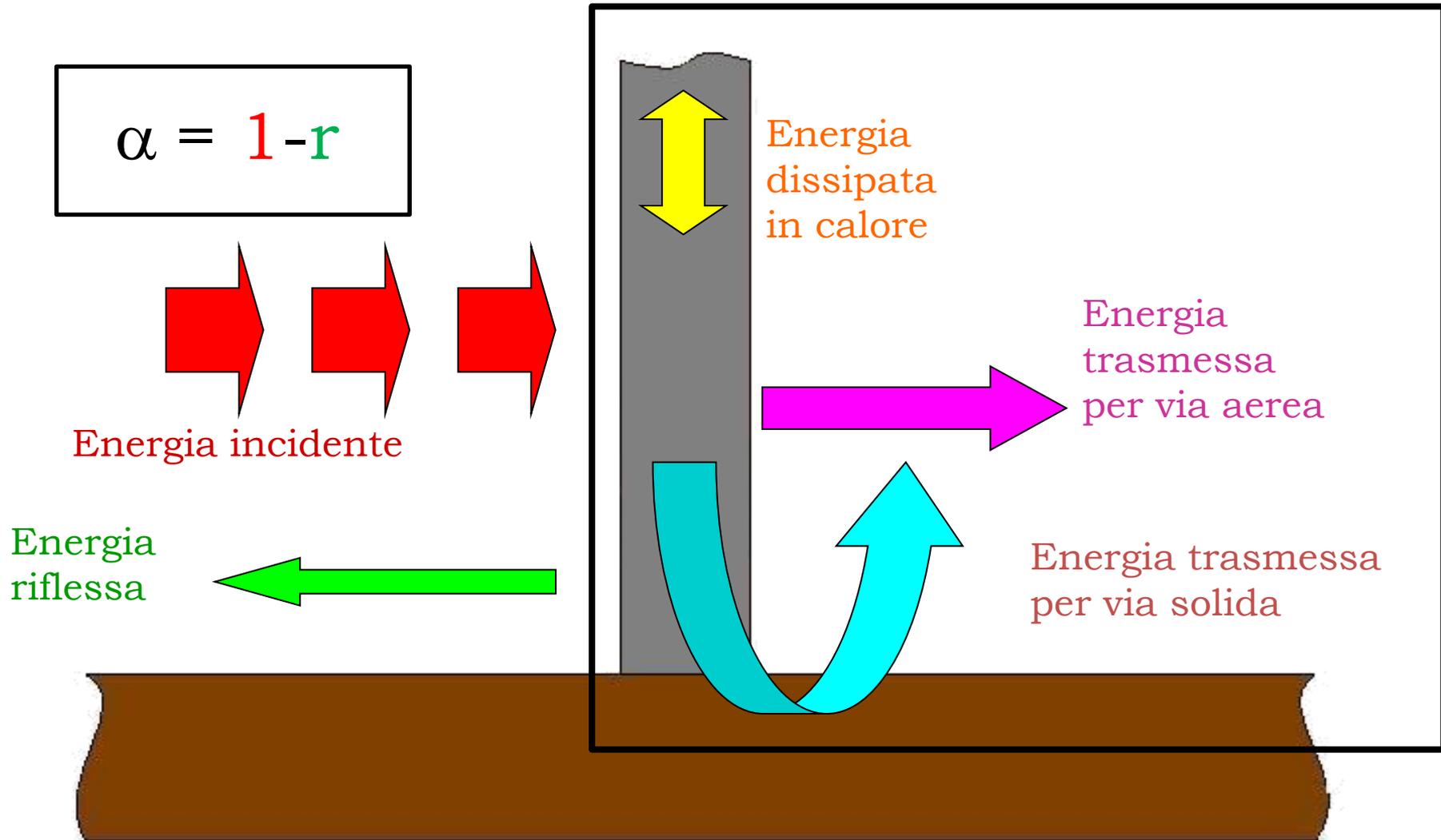
Ambiente 1

Ambiente 2





Il coefficiente di assorbimento apparente



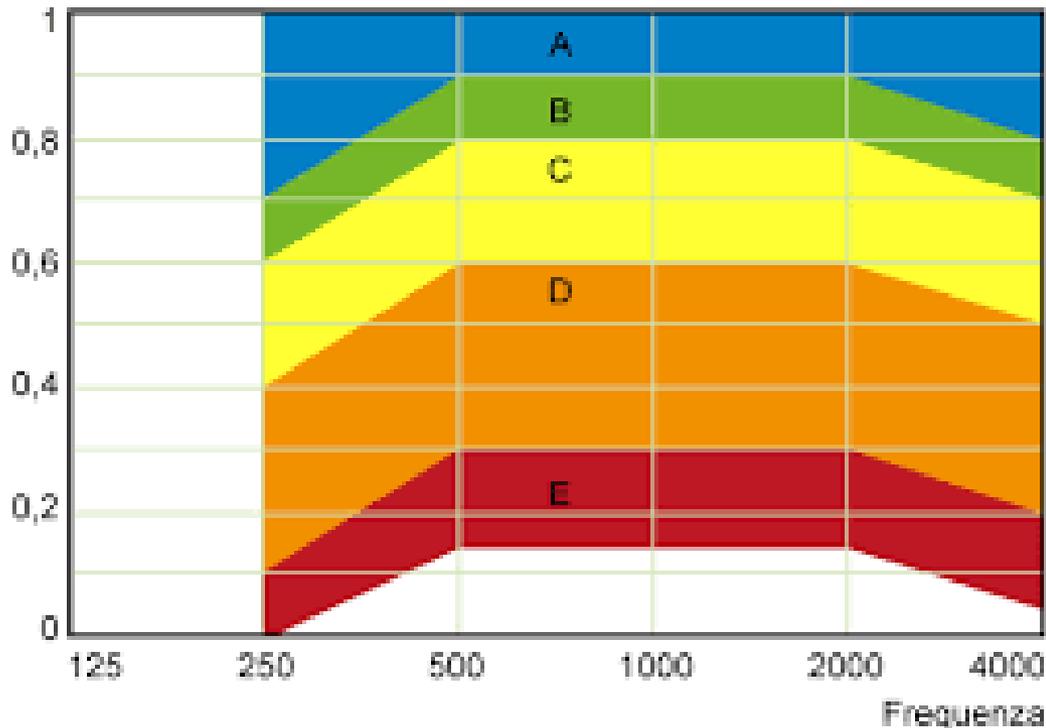


ISO 11654

Se $\alpha \approx 1$ il materiale a cui si riferisce è molto fonoASSORBENTE,
Se $\alpha \approx 0$ il materiale è molto fonoriflettente.

ATTENZIONE: α è funzione della frequenza!

Coefficiente di assorbimento



Materiali in Classe A:
molto fonoASSORBENTI

Materiali in Classe C/D:
meno performanti



Esempio di calcolo

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove

V rappresenta il volume (m^3)

A indica l'area di assorbimento equivalente (m^2)

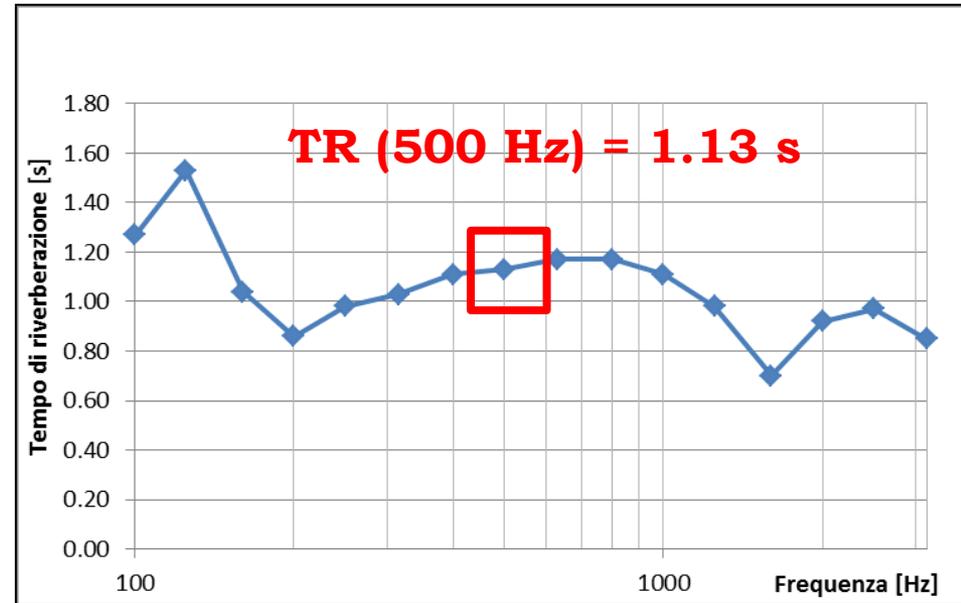
$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

$$V = 102 \text{ m}^3$$

$$S_L = 69 \text{ m}^2$$

$$S_{PS} = 35 \text{ m}^2$$





Esempio di calcolo

Materiale in Classe A

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove

V rappresenta il volume (m^3)

A indica l'area di assorbimento equivalente (m^2)

$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

$$V = 102 \text{ m}^3$$

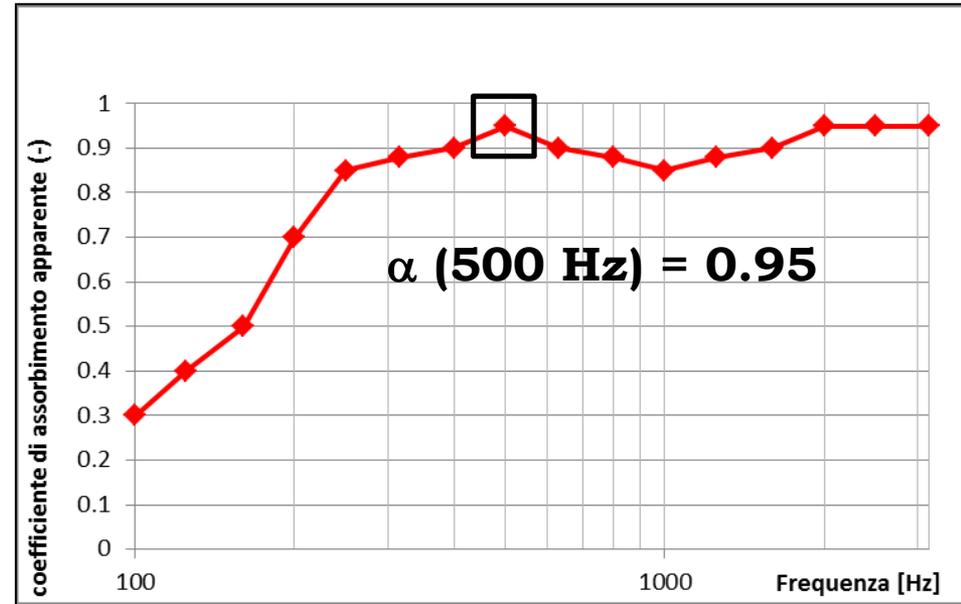
$$S_L = 69 \text{ m}^2$$

$$S_{PS} = 35 \text{ m}^2$$

$$TR(500\text{Hz}) = 0.161 \cdot \frac{V}{S_L \cdot \alpha_L + S_P \cdot \alpha_P + S_S \cdot \alpha_S}$$

Posto $\alpha_L = \alpha_P = 0.10$

è possibile ipotizzare il valore di TR successivo all'inserimento del materiale





Esempio di calcolo

Materiale in Classe A

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove

V rappresenta il volume (m^3)

A indica l'area di assorbimento equivalente (m^2)

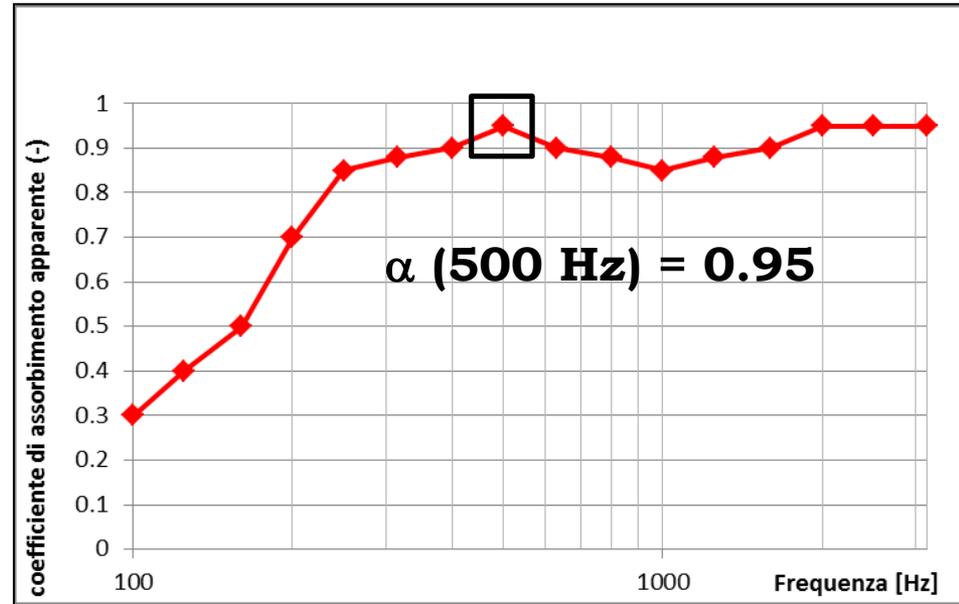
$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

$$V = 102 \text{ m}^3$$

$$S_L = 69 \text{ m}^2$$

$$S_{PS} = 35 \text{ m}^2$$



$\alpha(500 \text{ Hz}) = 0.95$

$$TR(500\text{Hz}) = 0.161 \cdot \frac{V}{S_L \cdot \alpha_L + S_P \cdot \alpha_P + S_S \cdot \alpha_S}$$

Posto $\alpha_L = \alpha_P = 0.10$

è possibile ipotizzare il valore di TR successivo all'inserimento del materiale

$$TR(500\text{Hz}) = 0.161 \cdot \frac{102}{69 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.95} = 0.37s$$



Esempio di calcolo

Materiale in Classe A

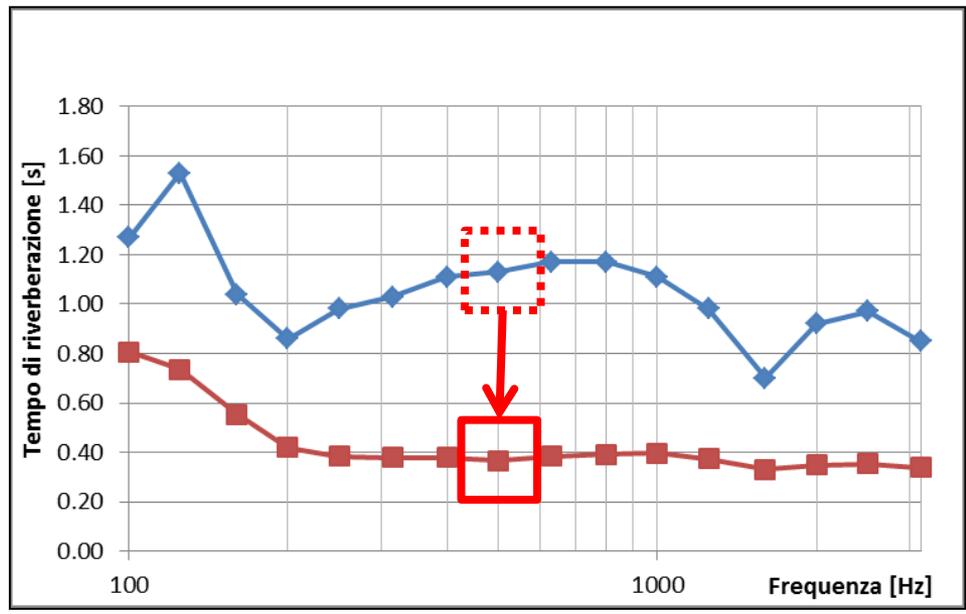
$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove
V rappresenta il volume (m³)
A indica l'area di assorbimento equivalente (m²)

$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

V = 102 m³
S_L = 69 m²
S_{PS} = 35 m²



$$TR(500Hz) = 0.161 \cdot \frac{V}{S_L \cdot \alpha_L + S_P \cdot \alpha_P + S_S \cdot \alpha_S}$$

Posto $\alpha_L = \alpha_P = 0.10$
è possibile ipotizzare il valore di TR successivo all'inserimento del materiale

$$TR(500Hz) = 0.161 \cdot \frac{102}{69 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.95} = 0.37s$$



Esempio di calcolo

Materiale in Classe C

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove

V rappresenta il volume (m^3)

A indica l'area di assorbimento equivalente (m^2)

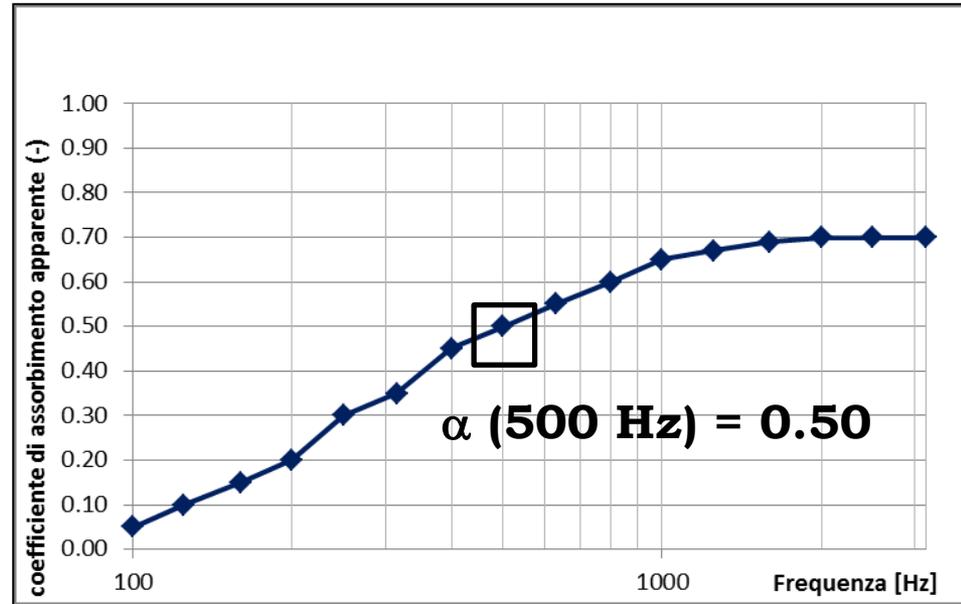
$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

$$V = 102 \text{ m}^3$$

$$S_L = 69 \text{ m}^2$$

$$S_{PS} = 35 \text{ m}^2$$



$$\alpha (500 \text{ Hz}) = 0.50$$

Posto $\alpha_L = \alpha_P = 0.10$

è possibile ipotizzare il valore di TR successivo all'inserimento del materiale



Esempio di calcolo

Materiale in Classe C

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove

V rappresenta il volume (m^3)

A indica l'area di assorbimento equivalente (m^2)

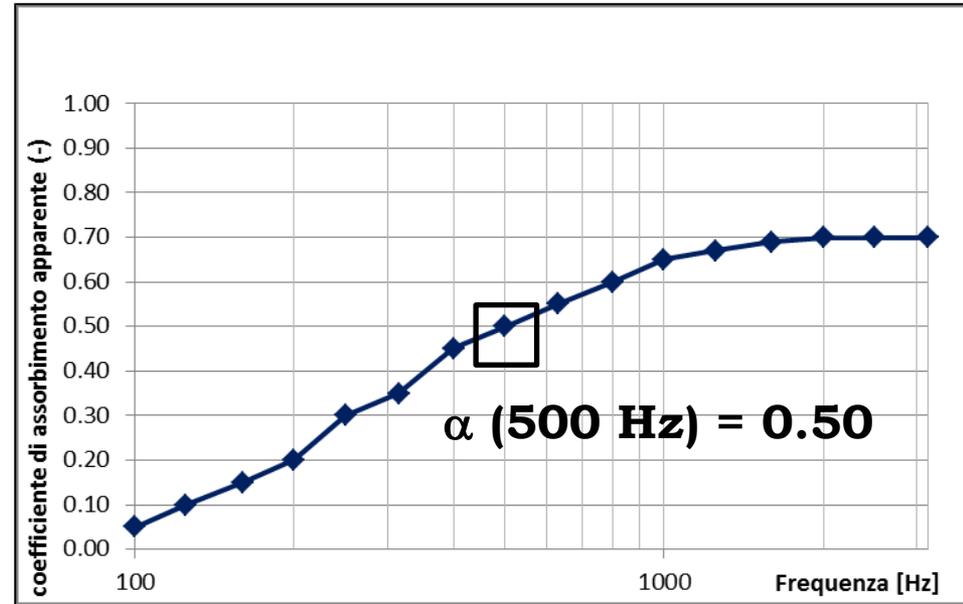
$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

$$V = 102 \text{ m}^3$$

$$S_L = 69 \text{ m}^2$$

$$S_{PS} = 35 \text{ m}^2$$



$$\alpha (500 \text{ Hz}) = 0.50$$

$$TR(500\text{Hz}) = 0.161 \cdot \frac{V}{S_L \cdot \alpha_L + S_P \cdot \alpha_P + S_S \cdot \alpha_S}$$

Posto $\alpha_L = \alpha_P = 0.10$

è possibile ipotizzare il valore di TR successivo all'inserimento del materiale

$$TR(500\text{Hz}) = 0.161 \cdot \frac{102}{69 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.50} = 0.59s$$



Esempio di calcolo

Materiale in Classe C

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Dove

V rappresenta il volume (m^3)

A indica l'area di assorbimento equivalente (m^2)

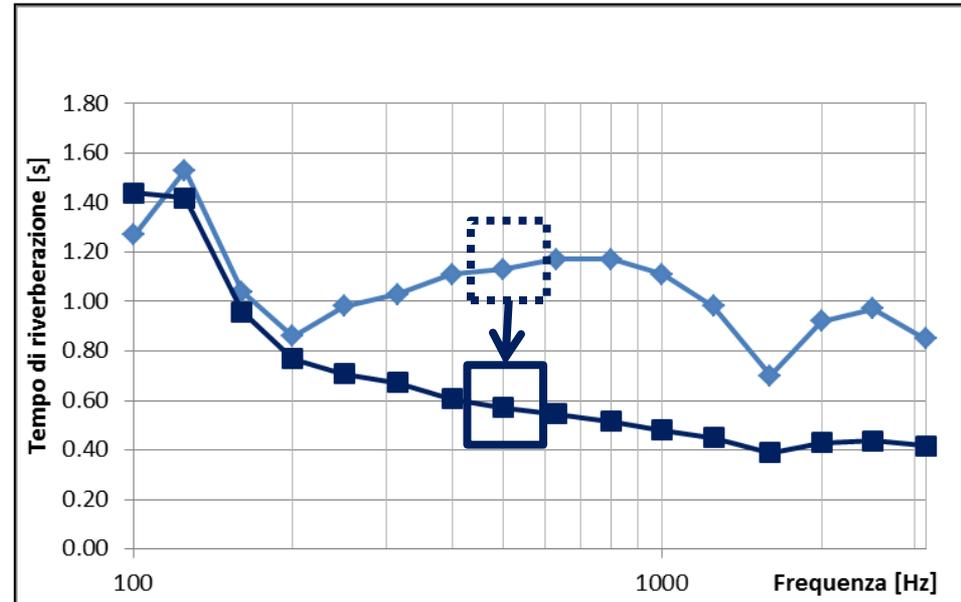
$$A(f) = \alpha(f) \cdot S(f)$$

Dimensioni: 6.1 x 5.8 x 2.9 m

$$V = 102 \text{ m}^3$$

$$S_L = 69 \text{ m}^2$$

$$S_{PS} = 35 \text{ m}^2$$



$$TR(500Hz) = 0.161 \cdot \frac{V}{S_L \cdot \alpha_L + S_P \cdot \alpha_P + S_S \cdot \alpha_S}$$

Posto $\alpha_L = \alpha_P = 0.10$

è possibile ipotizzare il valore di TR successivo all'inserimento del materiale

$$TR(500Hz) = 0.161 \cdot \frac{102}{69 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.1 + 35 \cdot 0.50} = 0.59s$$

Esempio di calcolo



Una volta imposto il valore di TR da raggiungere, è anche possibile calcolare la superficie necessaria di uno specifico materiale:

$$TR(500Hz) = 0.161 \cdot \frac{V}{(S_{tot} - S_T) \cdot \alpha_P + S_T \cdot \alpha_T}$$

In virtù degli obiettivi fissati per studenti con deficit uditivo $TR(500 \text{ Hz}) = 0.4 \text{ s}$

Da cui si ricava che utilizzando un materiale in **Classe A** sono necessari **32 m²**

Esempio di calcolo



Una volta imposto il valore di TR da raggiungere, è anche possibile calcolare la superficie necessaria di uno specifico materiale:

$$TR(500Hz) = 0.161 \cdot \frac{V}{(S_{tot} - S_T) \cdot \alpha_P + S_T \cdot \alpha_T}$$

In virtù degli obiettivi fissati per studenti con deficit uditivo $TR(500 \text{ Hz}) = 0.4 \text{ s}$

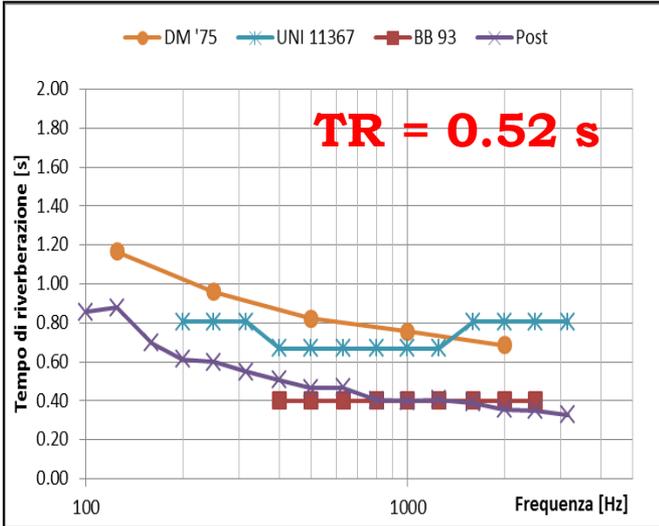
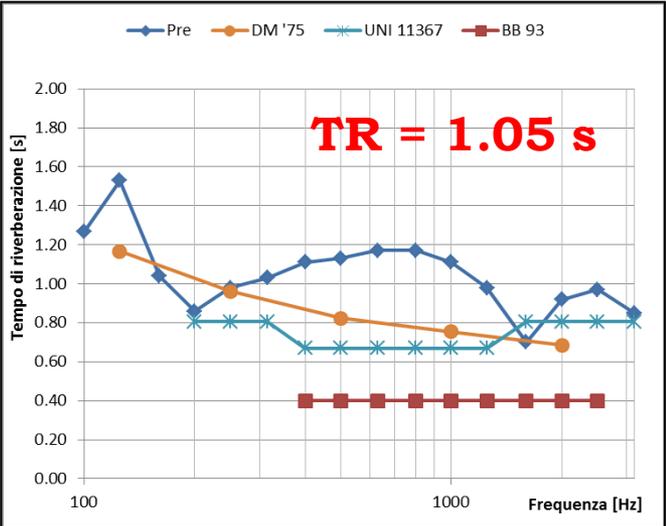
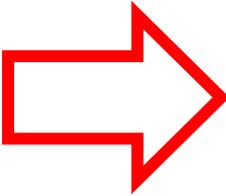
Da cui si ricava che utilizzando un materiale in **Classe A** sono necessari **32 m²**

Se in alternativa fosse scelto un materiale di **Classe C**, per raggiungere lo stesso valore di TR a 500 Hz sarebbero necessari **67 m²** di materiale!!!

...e bisogna pensare dove metterlo...

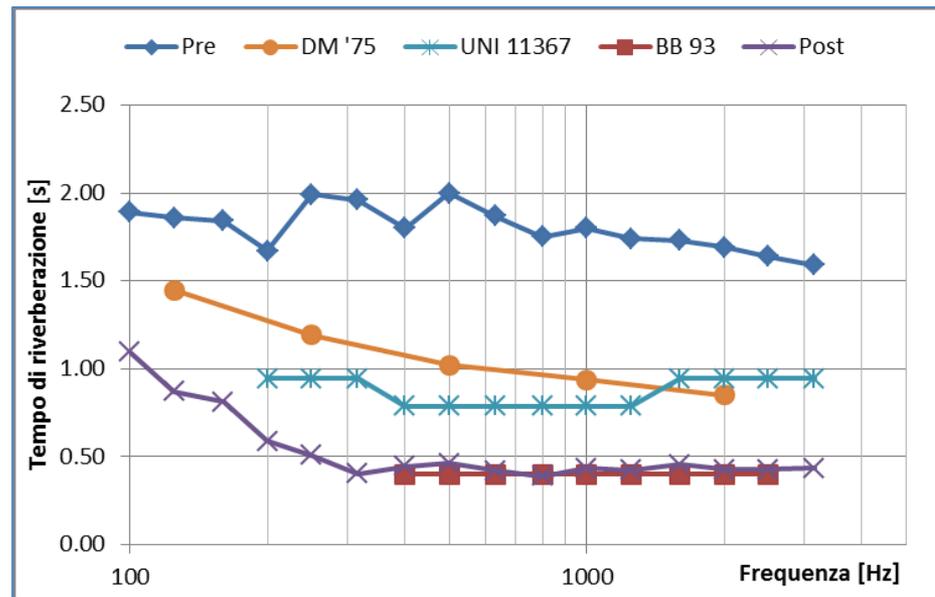


Caso 1 - La bonifica





Caso 1 - L'aula per i più grandi



Dalla testimonianza di un genitore:

[...] Ieri sono andata a visitare l'asilo e ti assicuro che sono rimasta sorpresa del cambiamento, come del resto le maestre. Pensa che Greta ha 3 anni e 7 mesi e ieri pomeriggio quando è tornata dall'asilo mi ha detto di sua spontanea volontà: «Mamma lo sai che all'asilo hanno cambiato le luci (hanno sostituito anche le plafoniere) e adesso non sento più i rumori forti...»

La sua testimonianza è stata la cosa più bella e rasserenante.

[...]

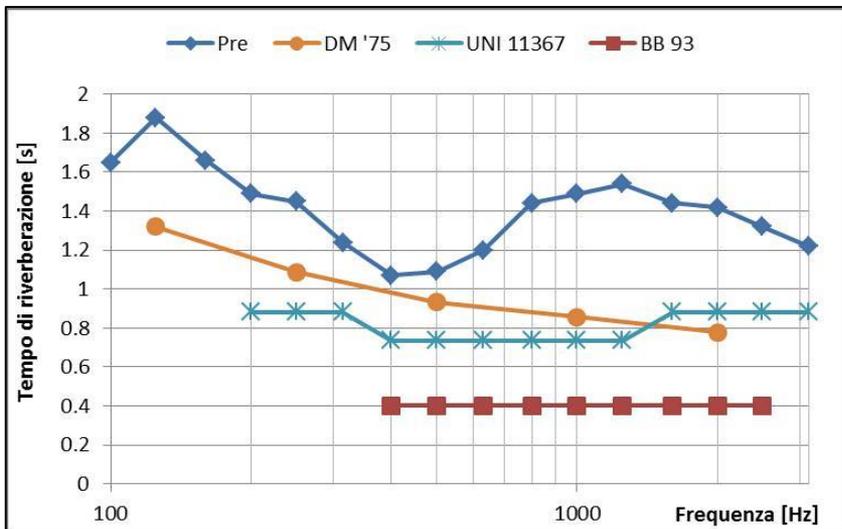


Caso 2



In questo caso l'altezza del locale era già ai limiti di quanto previsto dalla legislazione.

Dimensioni circa 7 x 8 x 3 m



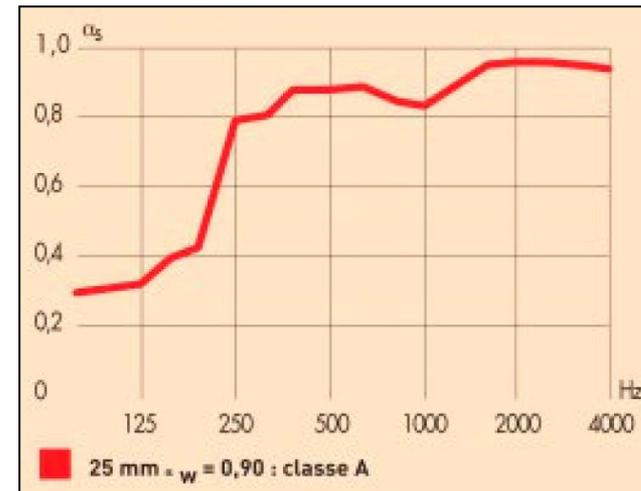


Caso 2 – La bonifica



Installato materiale di Classe A
in un pomeriggio di lavoro.

**ATTENZIONE ALLE CONDIZIONI
DI MONTAGGIO SPECIFICATE NEI
CERTIFICATI!**

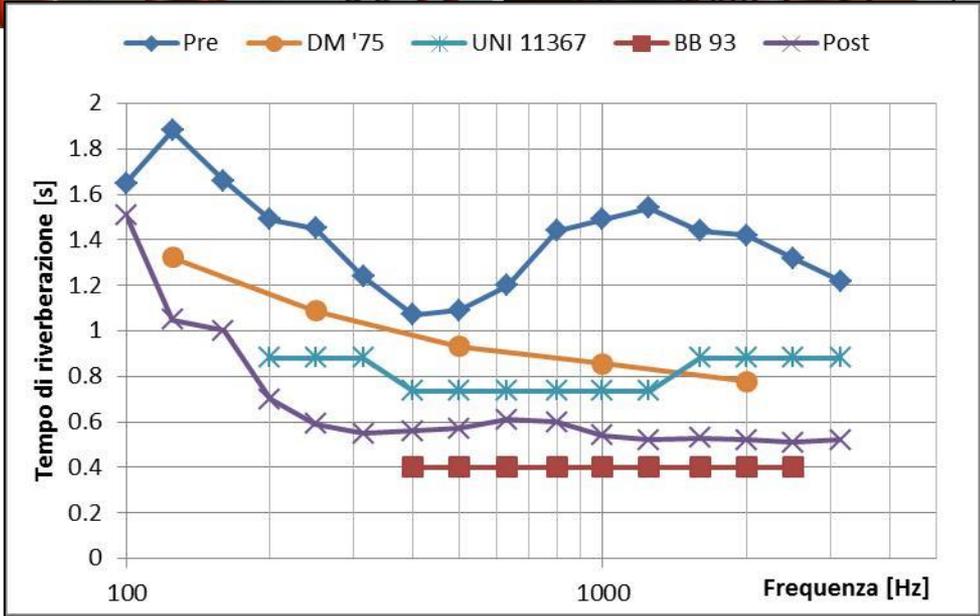




Caso 2 - La bonifica



TR = 1.41 s



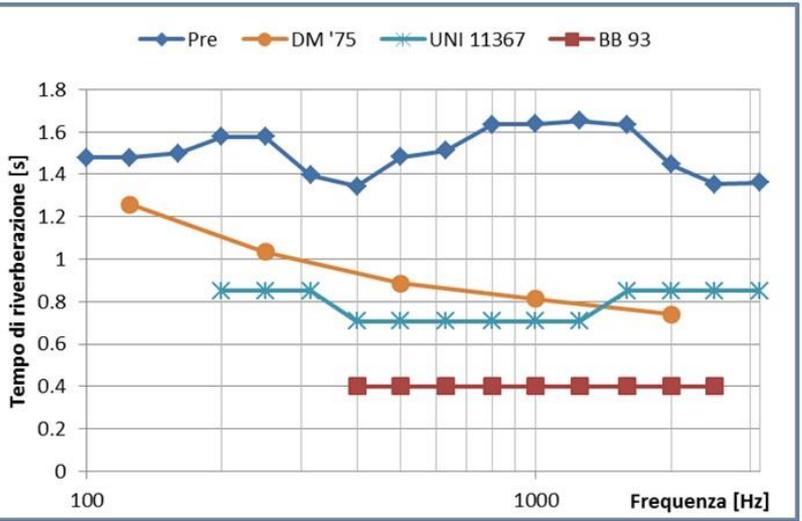
TR = 0.68 s



Caso 3

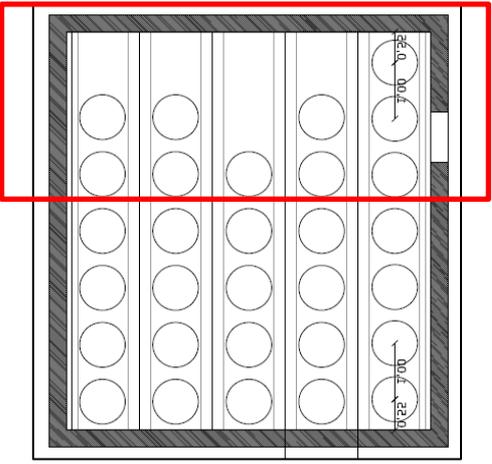


In taluni casi l'installazione di un controsoffitto piano non è attuabile (struttura prefabbricata del soffitto, presenza di cassonetti per avvolgibili, etc.)





Caso 3 – La bonifica

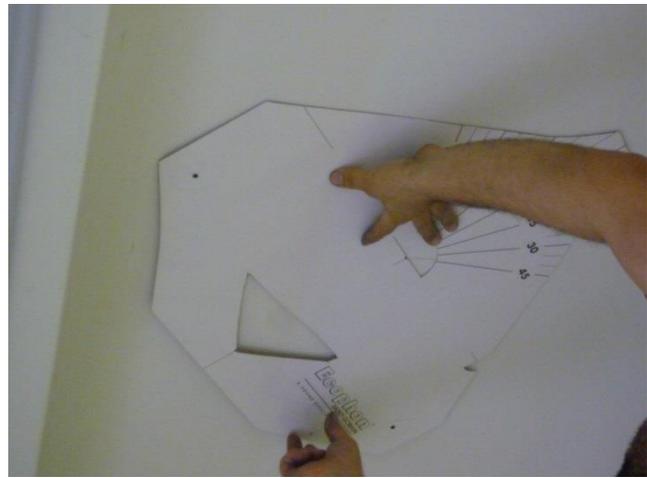


Niente materiale assorbente in corrispondenza della cattedra

Superficie totale aggiunta
 $S = 15.0$ mq solo fronte

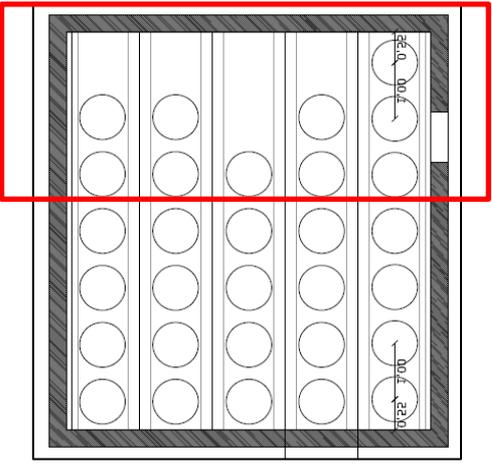


Installazione più lunga, ma che si è conclusa nell'arco di due giornate lavorative





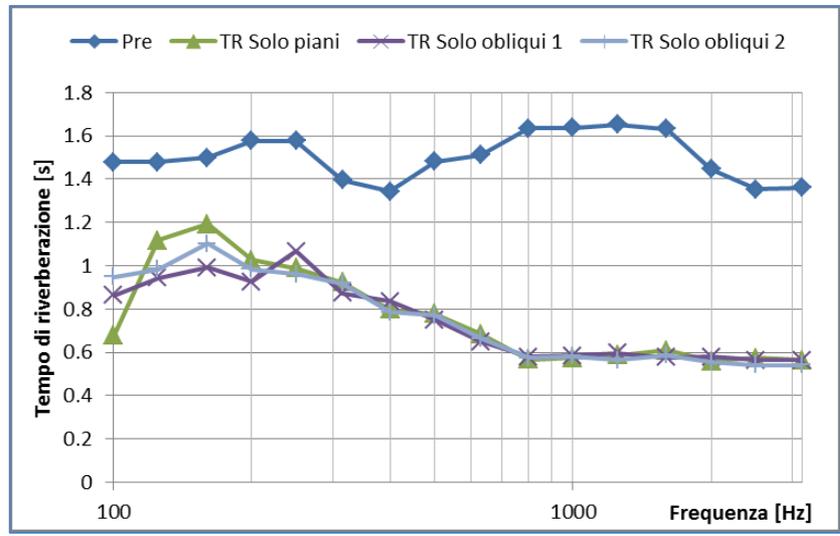
Caso 3 - La bonifica



Niente materiale assorbente in corrispondenza della cattedra

Superficie aggiunta
 $S = 15.0 \text{ m}^2$

TR = 1.50 s



TR = 0.73 s



Confronto – prima della bonifica



Confronto – dopo la bonifica

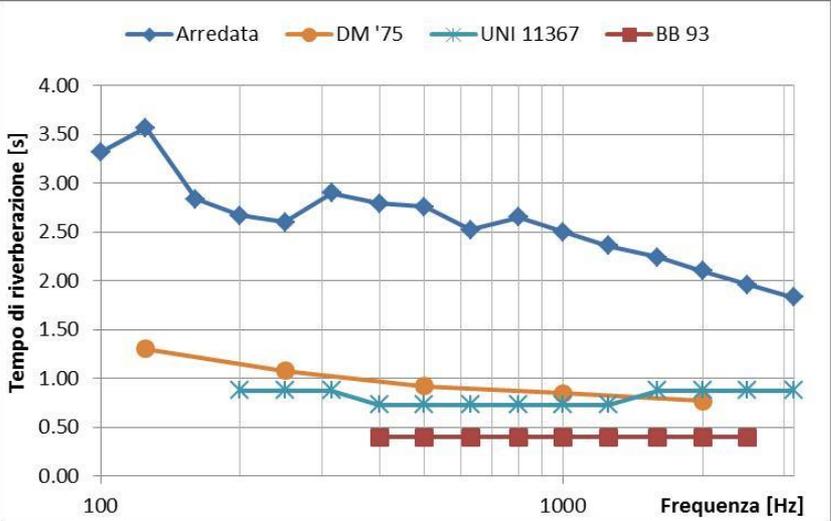




Caso 4

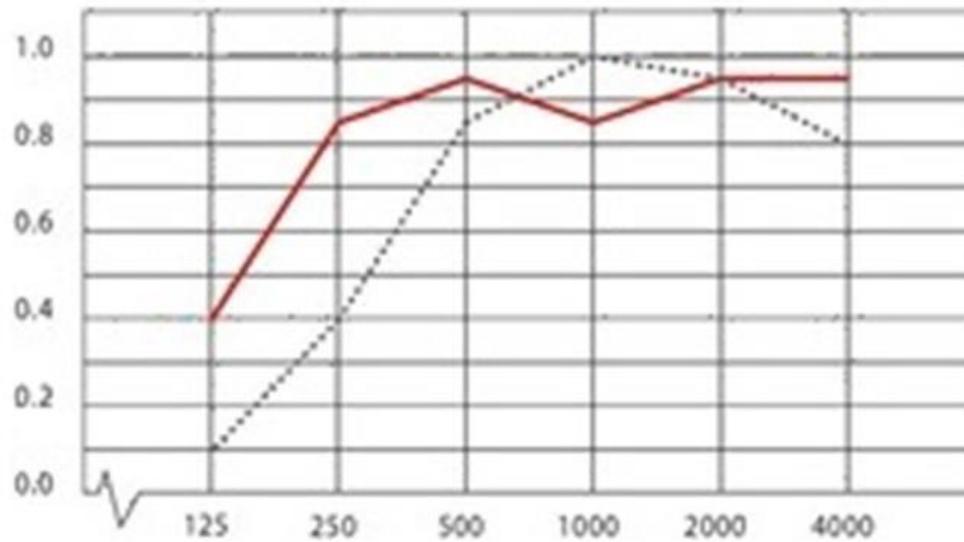


Nel caso seguente verranno presentate le fasi successive al termine delle quali è stato possibile raggiungere i valori di riverberazione suggeriti per locali idonei ad ospitare studenti con deficit uditivo.



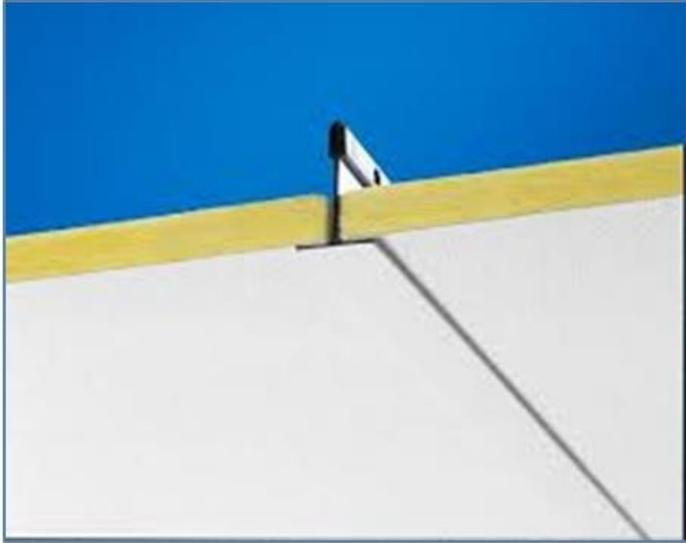
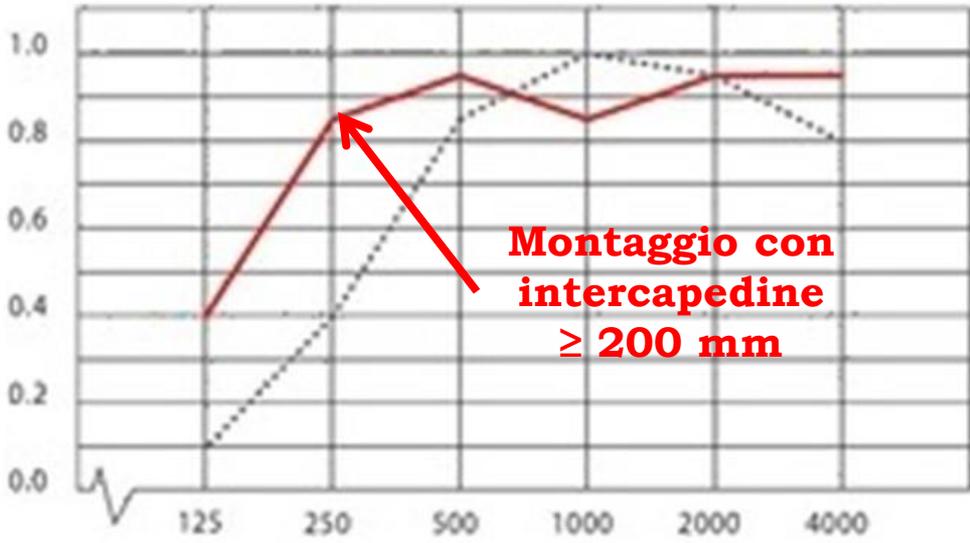


Caso 4 – La bonifica 1



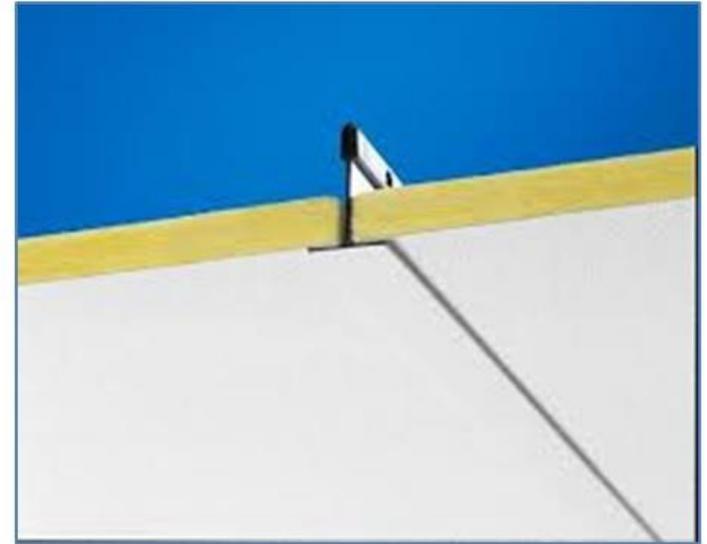
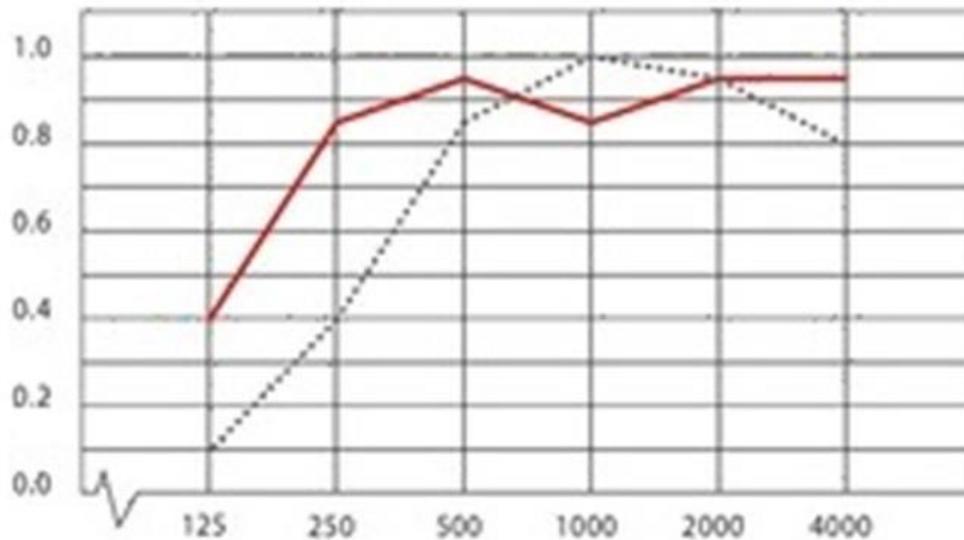


Caso 4 – La bonifica 1



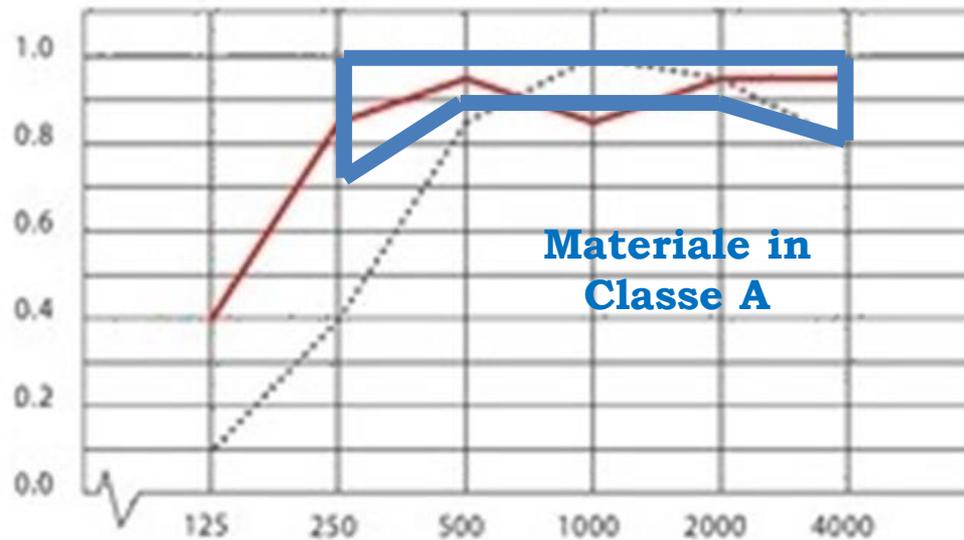


Caso 4 – La bonifica 1





Caso 4 – La bonifica 1





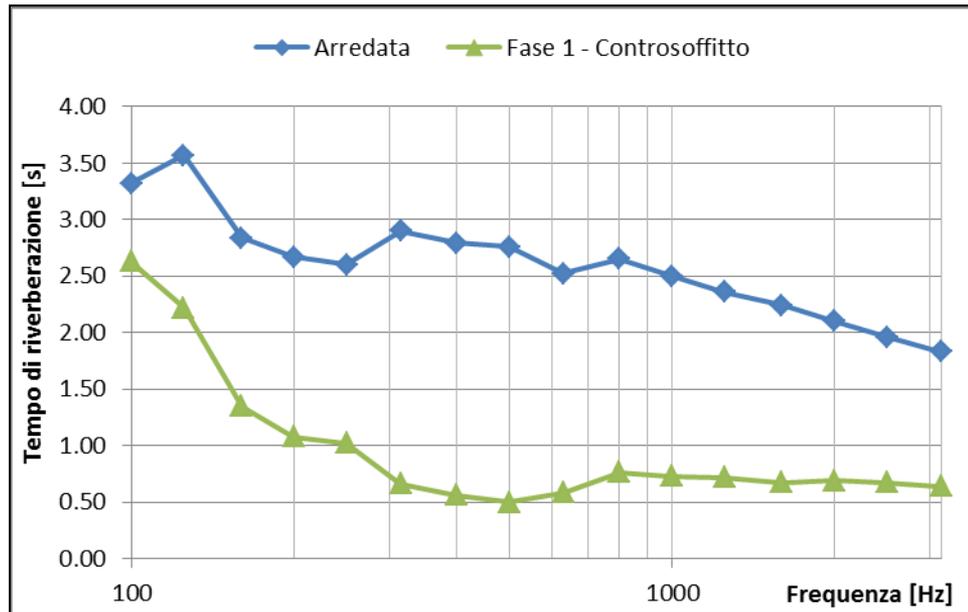
Caso 4 - La bonifica 1



TR = 2.60 s



TR = 0.97 s

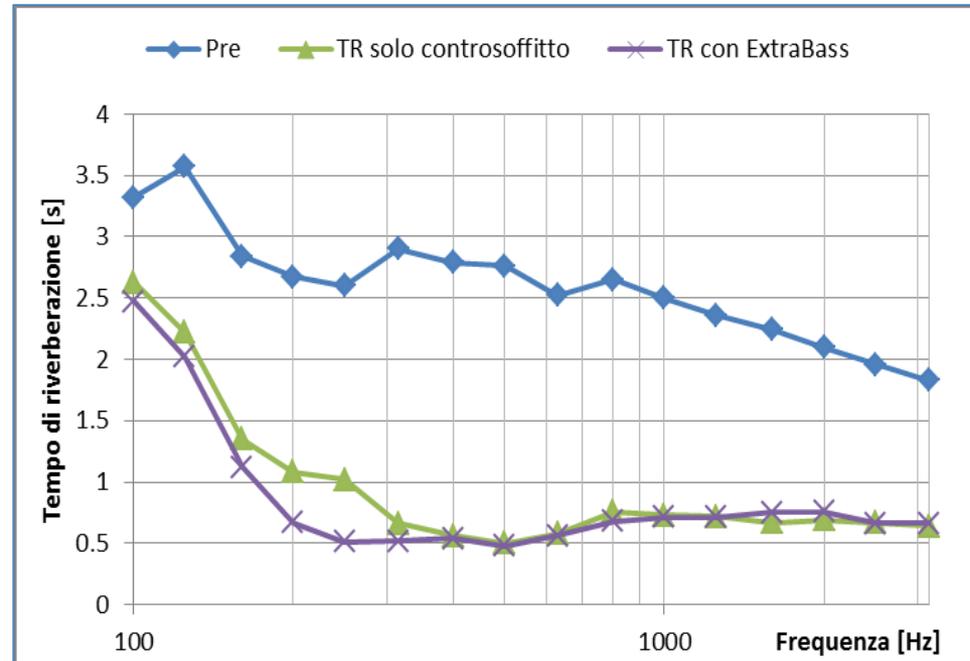
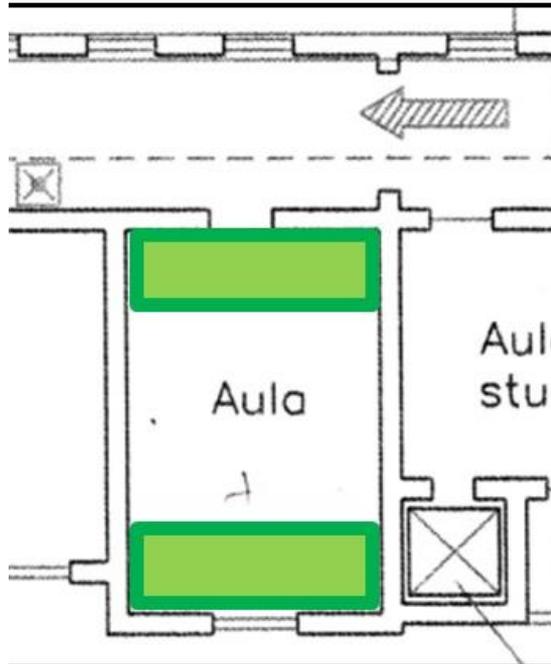




Caso 4 – La bonifica 2



Per migliorare le prestazioni del controsoffitto in bassa frequenza sono stati inseriti alcuni pannelli aggiuntivi in corrispondenza delle fasce laterali.

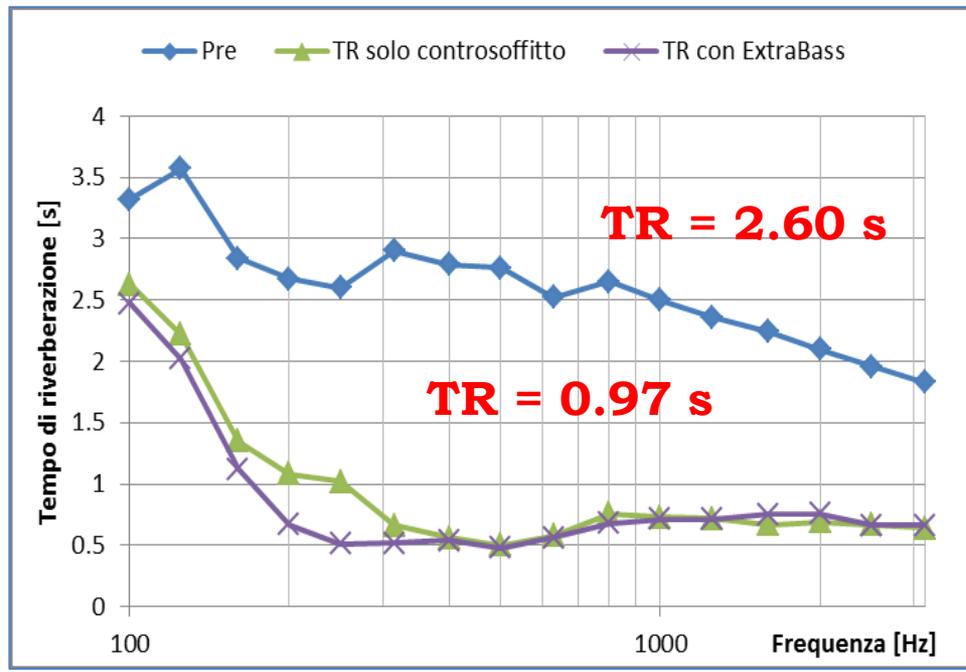
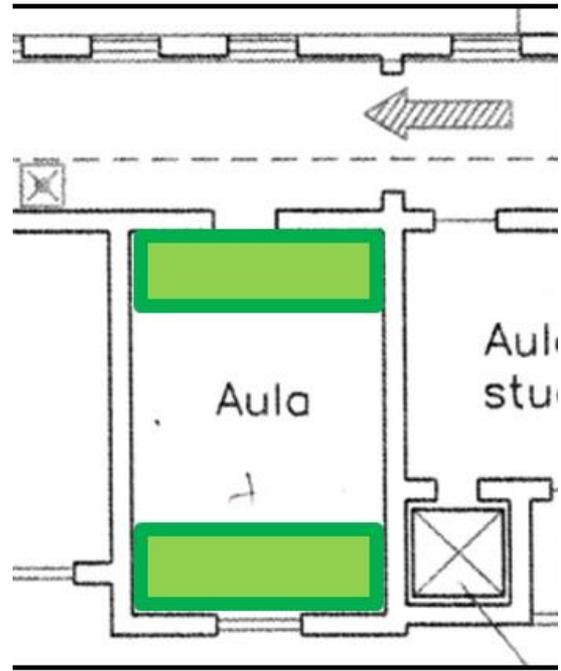




Caso 4 – La bonifica 2



Per migliorare le prestazioni del controsoffitto in bassa frequenza sono stati inseriti alcuni pannelli aggiuntivi in corrispondenza delle fasce laterali.

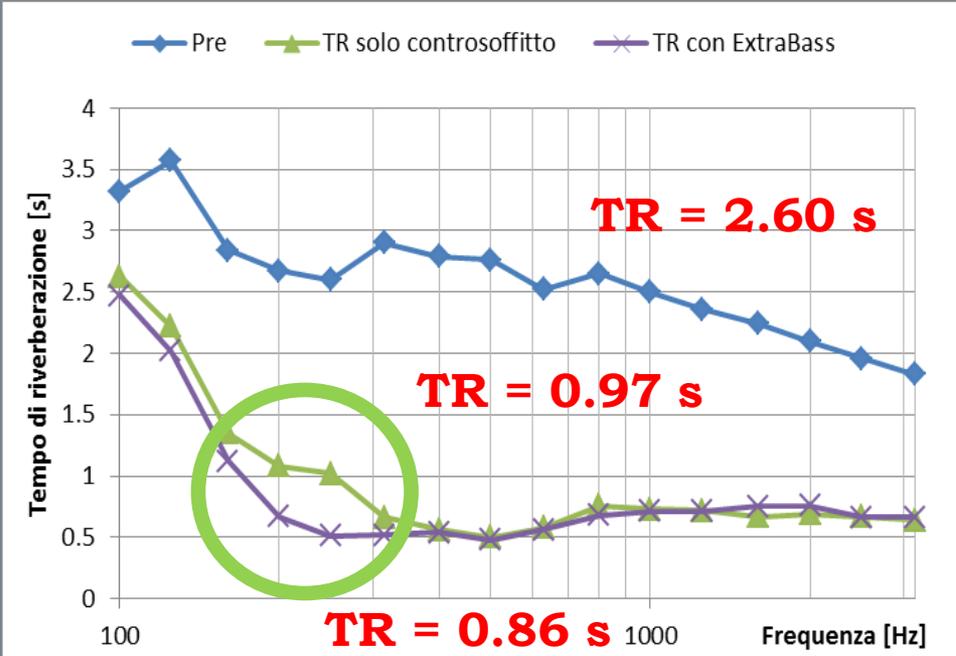
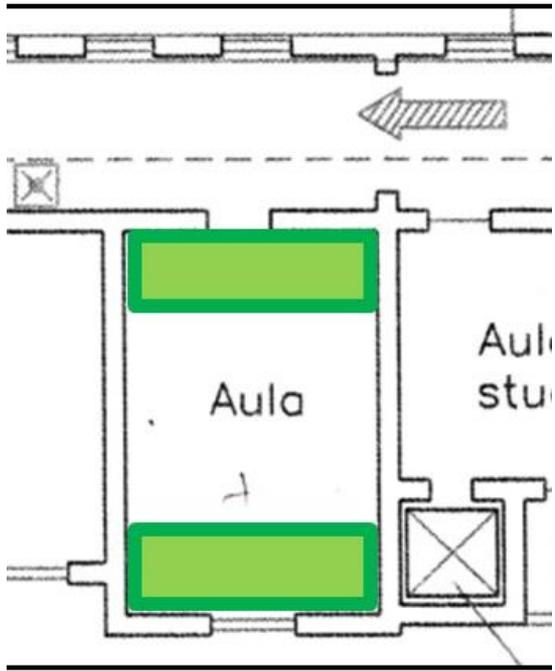




Caso 4 – La bonifica 2



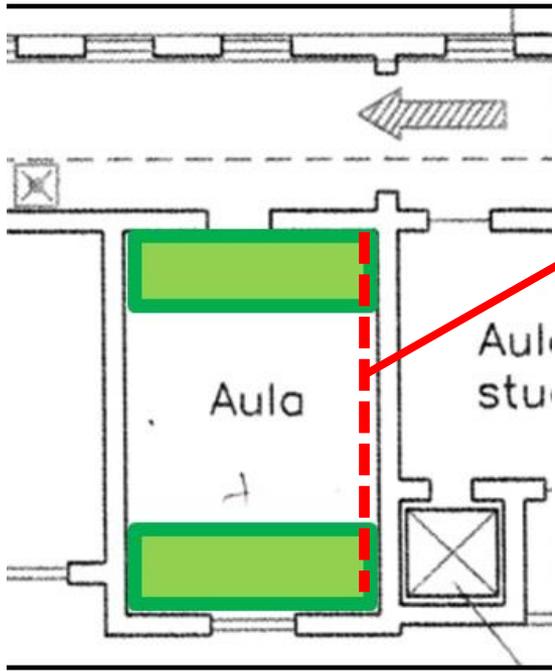
Per migliorare le prestazioni del controsoffitto in bassa frequenza sono stati inseriti alcuni pannelli aggiuntivi in corrispondenza delle fasce laterali.





Caso 4 – La bonifica 3

Alcuni pannelli residui di un altro intervento, sono stati posizionati a parete (semplice incollaggio)



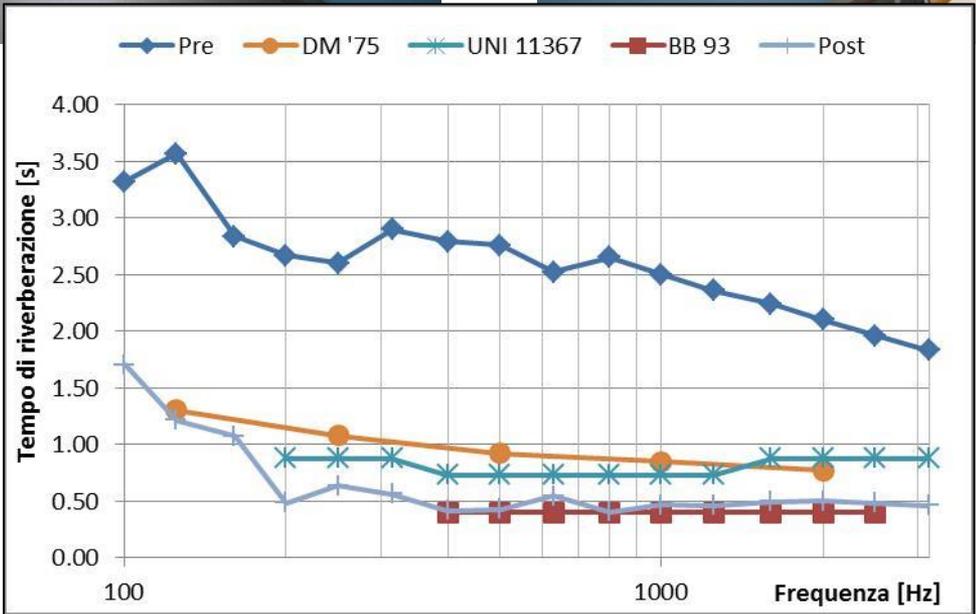


Caso 4 – La bonifica



TR = 2.60 s

TR = 0.64 s

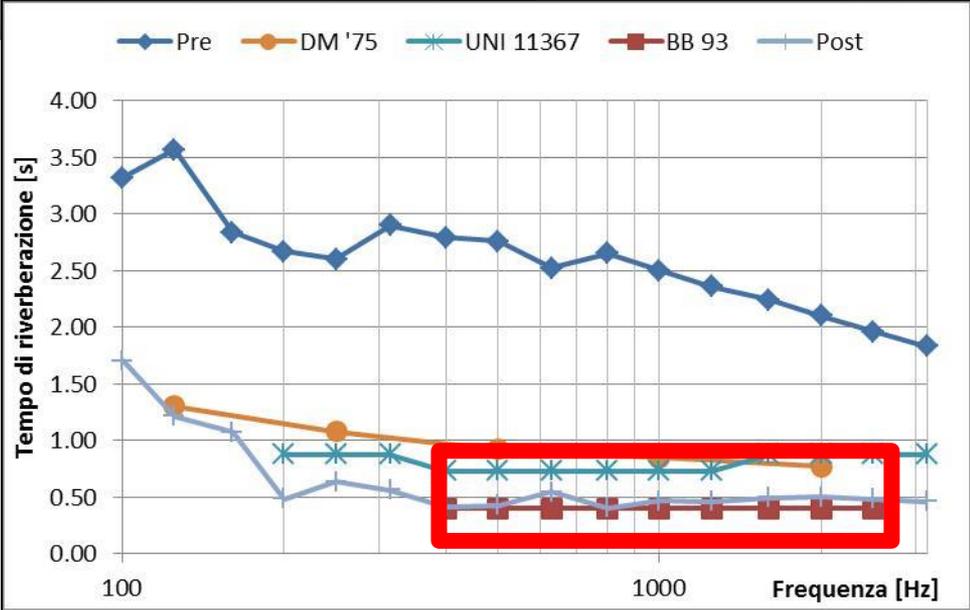




Caso 4 – La bonifica



TR = 2.60 s



TR = 0.64 s

NOTA:
considerando la
media solo delle
frequenze
comprese tra
400 e 2500 Hz
il valore del TR
è pari a **0,46 s!**

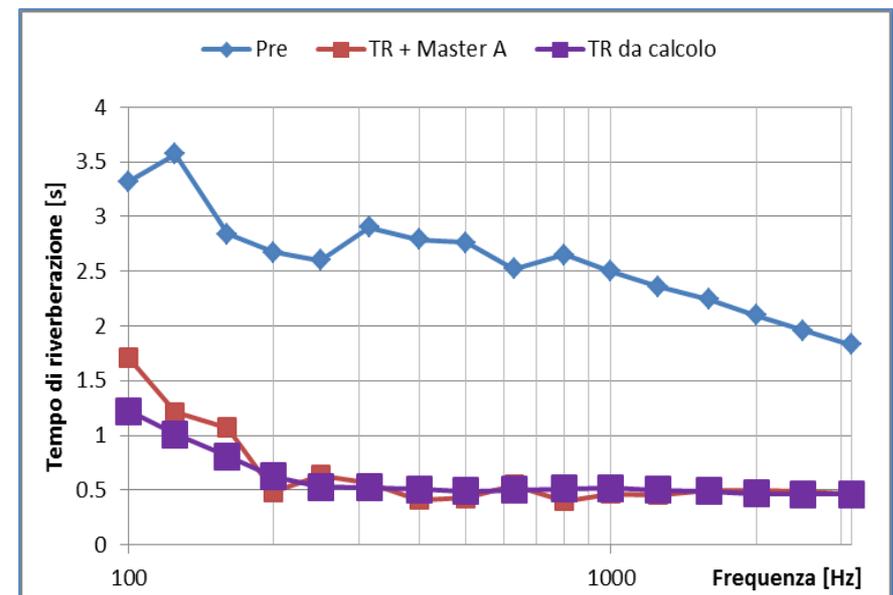
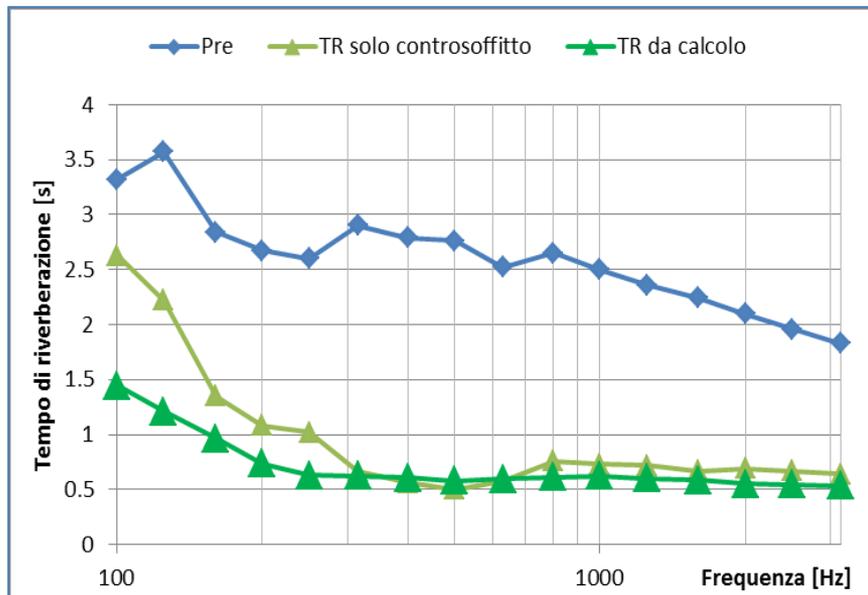


L'affidabilità del produttore

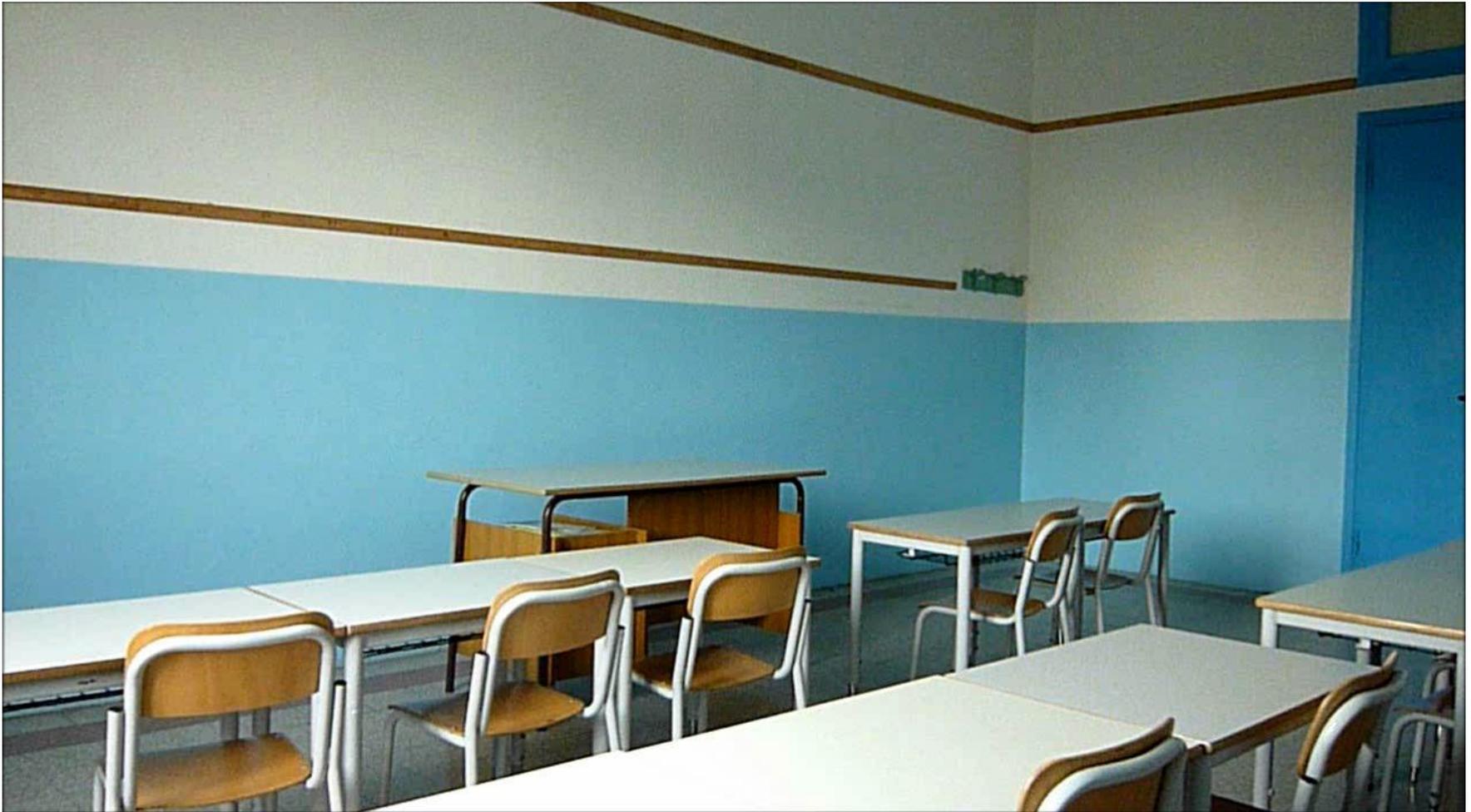
A partire dai dati forniti dal produttore è possibile ipotizzare i valori finali del tempo di riverberazione utilizzando in prima approssimazione la formula di Sabine.

$$TR(f) = 0.161 \cdot \frac{V}{A(f)} \quad [s]$$

Avendo cura di aggiornare il valore del volume dopo aver posizionato un controsoffitto piano, è possibile calcolare l'area di assorbimento equivalente in base all'estensione di materiale fonoassorbente che si prevede di inserire (o viceversa, quanto ne occorre, posto TR come obiettivo).



Confronto – prima della bonifica



Confronto – dopo la bonifica





LAVORAZIONI DA ESEGUIRE:

1. SPOSTAMENTO PARZIALE ARREDI,
2. RIMOZIONE EVENTUALE DI CONTROSOFFITTO ESISTENTE,
3. REALIZZAZIONE DI CONTROSOFFITTO,
4. POSA DI PANNELLI TIPO EXTRABASS,
5. POSA DI PANNELLI INTEGRATIVI A PARETE,
6. EVENTUALE RIFACIMENTO O SPOSTAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE,
7. SMALTIMENTO MATERIALI DI RISULTA,
8. PULIZIA DEL LOCALE
9. RIPRISTINO ARREDI

TEMPISTICHE E COSTI DI REALIZZAZIONE:

1. 1 GIORNO E MEZZO DUE PERSONE + 2 PERSONE (IMPIANTI)
2. COSTI COMPRESI TRA I 20 – 45 €/MQ (PER IL SOLO CONTROSOFFITTO)



1. LA GRANDE MAGGIORANZA DELLE AULE TESTATE **NON RISPONDE AI MINIMI LEGISLATIVI** ITALIANI E TANTOMENO ALLE INDICAZIONI DI BUONA NORMA PER AMBIENTI OVE SIANO PRESENTI STUDENTI IPOACUSICI.
2. L'USO DI CONTROSOFFITTI FONOASSORBENTI DI **CLASSE A** HA SEMPRE CONSENTITO BONIFICHE ACUSTICHE CHE HANNO PORTATO AL SODDISFACIMENTO DEI LIMITI DI LEGGE.
3. NECESSITA' DI APPROFONDIRE LO STUDIO ACUSTICO PER MIGLIORE QUALITA' ACUSTICA - L'USO INTEGRATIVO DI PANNELLI FONOASSORBENTI A PARETE E DI ULTERIORE MATERIALE FONOASSORBENTE AL DI SOPRA DEL CONTROSOFFITTO CONSENTE IL SODDISFACIMENTO DEGLI STANDARD PER **AULE DEDICATE A STUDENTI IPOACUSICI**.
4. PER I PRODOTTI ACUSTICI IN COMMERCIO SI E' VERIFICATA LA **BUONA RISPONDEZZA** TRA I DATI DEI CERTIFICATI ED I COLLAUDI IN OPERA.