



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**

hic sunt futura

PILLOLE DI ACUSTICA

Carlo Nonino

Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Udine

Rotary Club, Gemona (UD), 07/03/2023



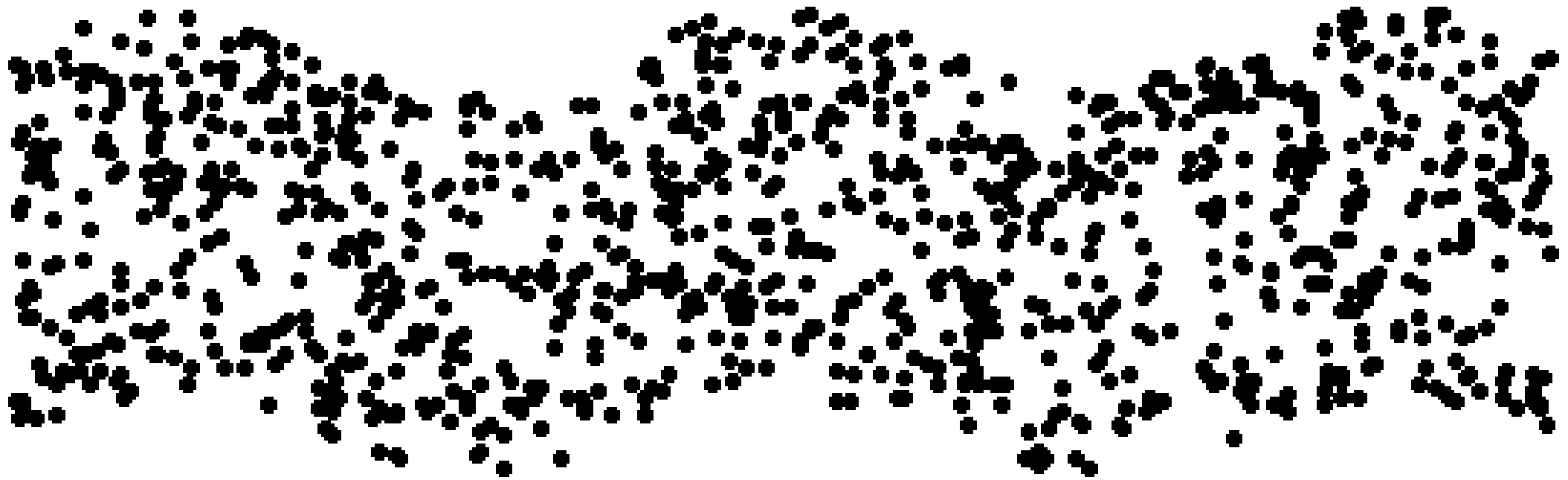
1. Onde sonore
2. Decibel
3. Fonoisolamento



Onde sonore



NON sono onde trasversali



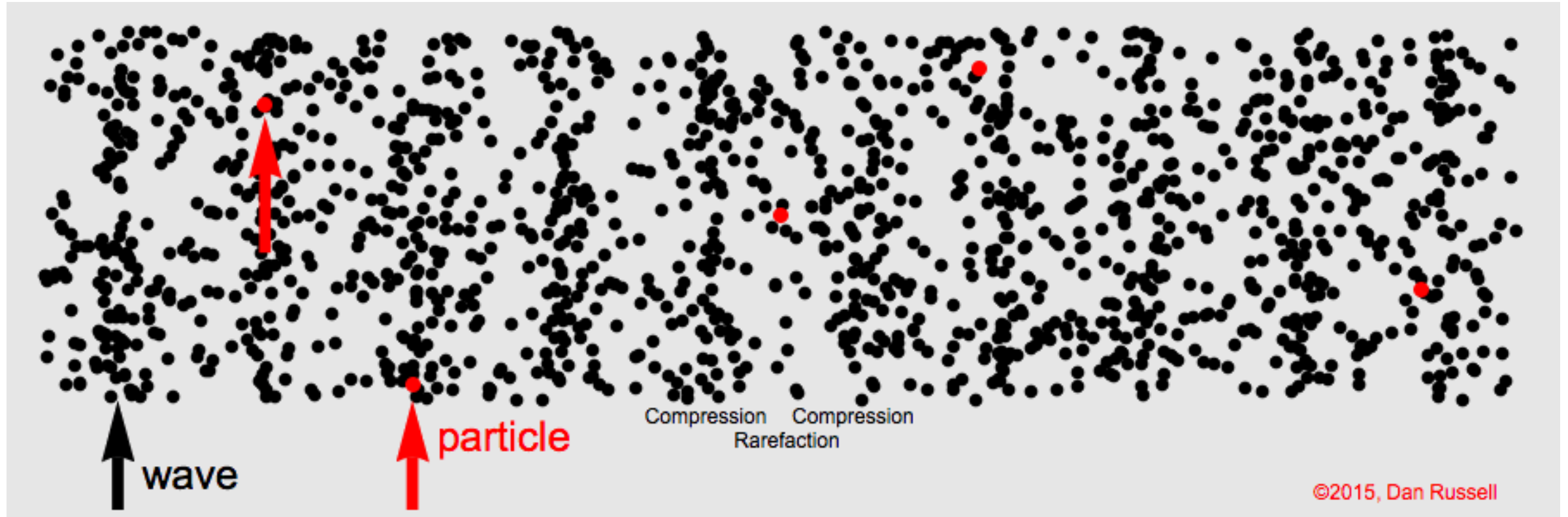


NON sono come le onde del mare



©2016, Dan Russell





- **Frequenza dei suoni**
 - **Infrasuoni:** $f < 20 \text{ Hz}$
 - **Suoni udibili:** $20 < f < 20.000 \text{ Hz}$ (banda acustica)
 - **Ultrasuoni:** $f > 20.000 \text{ Hz}$
- **Lunghezza d'onda λ** (distanza tra due massimi di pressione consecutivi)
 - $\lambda \approx 17 \text{ m}$ a $f = 20 \text{ Hz}$
 - $\lambda \approx 17 \text{ mm}$ a $f = 20.000 \text{ Hz}$
- **Fluttuazioni di pressione** $\Delta p \approx 20 \mu\text{Pa} - 100 \text{ Pa}$, cioè, $\ll p_{atm} \approx 100.000 \text{ Pa}$
- **Velocità del suono** $c \approx 340 \text{ m/s}$ (velocità di oscillazione delle molecole $\sim \text{mm/s}$)
- **Le onde sonore trasportano energia**



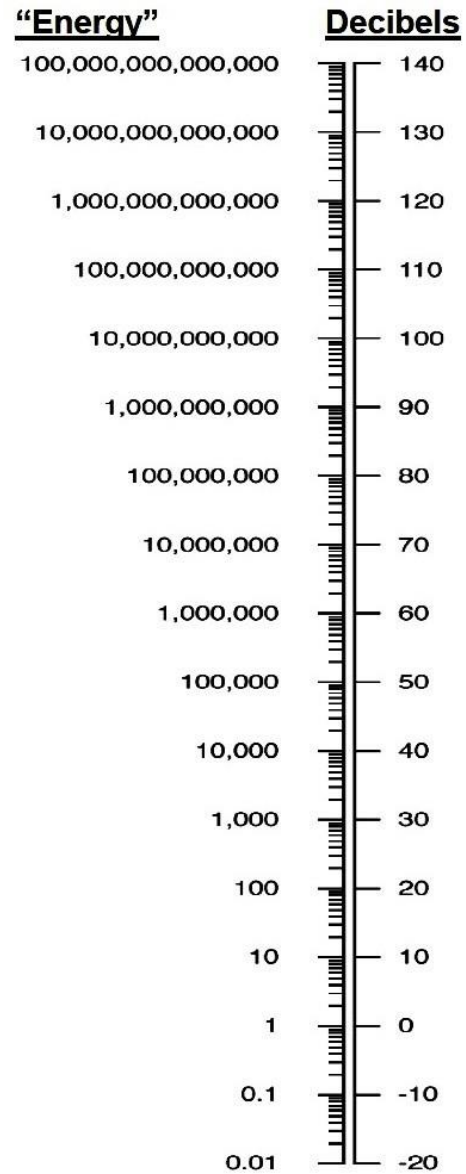
Decibel



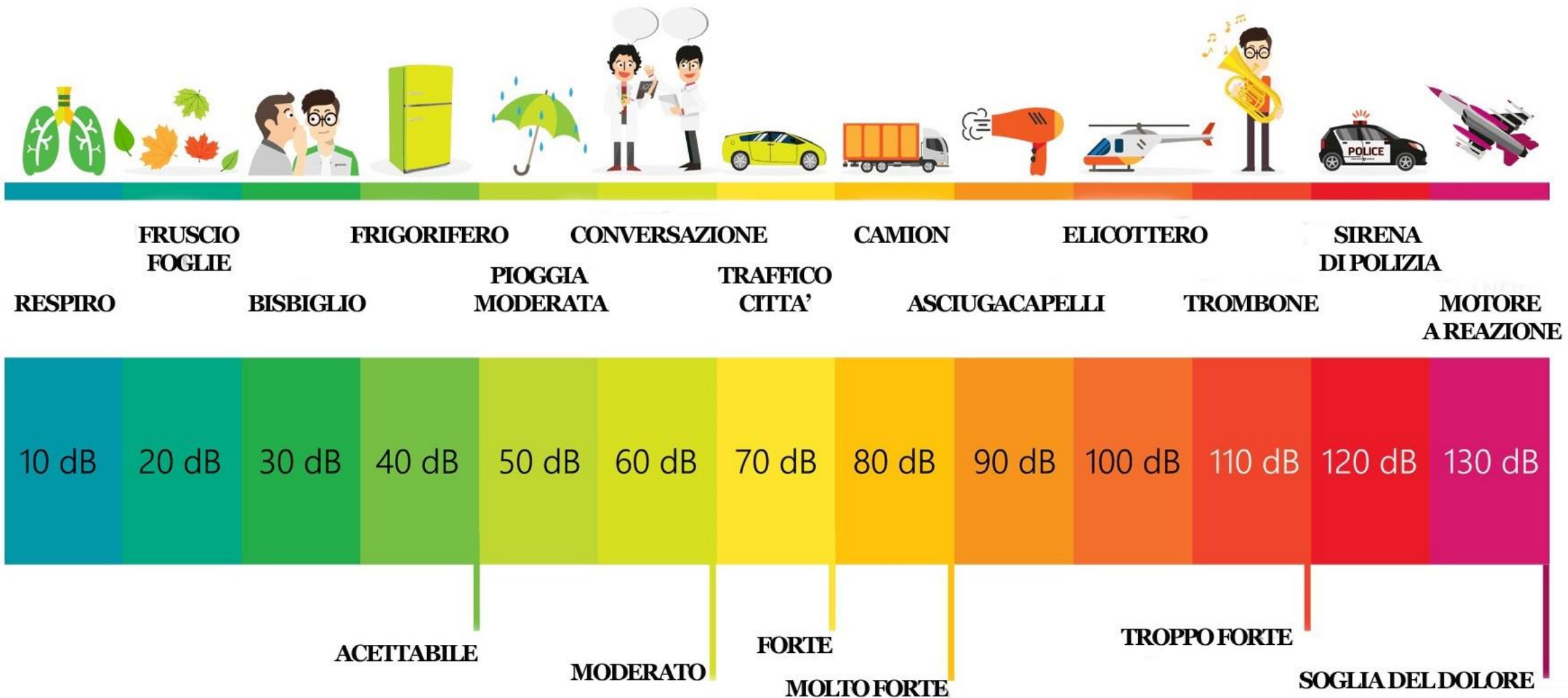
- **decibel**: unità di misura del **livello di un fenomeno** (simbolo: **dB**)
- **Livello**: è definito come **10** volte il **logaritmo decimale** del rapporto di due grandezze proporzionali ad una **energia** o a una **potenza**
- È un'unità di misura **relativa** (rispetto a un valore di **riferimento**)
- Uso principale in acustica: misurare il **livello di pressione sonora**
- **dBA**: decibel **ponderati A**, cioè, misurati utilizzando un **filtro** che tiene conto del fatto che la **sensibilità dell'orecchio umano** che varia con la frequenza.



- Ad esempio:
 - 80 dB **non** è il doppio di 40 dB
 - 50 dB più 50 dB **non** corrisponde a 100 dB, ma a 53 dB
 - 70 dB più 30 dB corrisponde a 70 dB
- Inoltre, si può verificare che
 - una variazione di ± 1 dB corrisponde ad una variazione di energia di un **fattore 1,25**
 - una variazione di ± 3 dB corrisponde ad un **raddoppio/dimezzamento** dell'energia
 - una variazione di ± 10 dB corrisponde ad una variazione di energia di un **fattore 10**
- L'uso dei decibel è conveniente perchè la **sensibilità dell'orecchio umano** è, in prima approssimazione, di **tipo logaritmico**



dB	Fattore
1	1,25
2	1,6
3	2
4	2,5
5	3
6	4
7	5
8	6,3
9	8
10	10

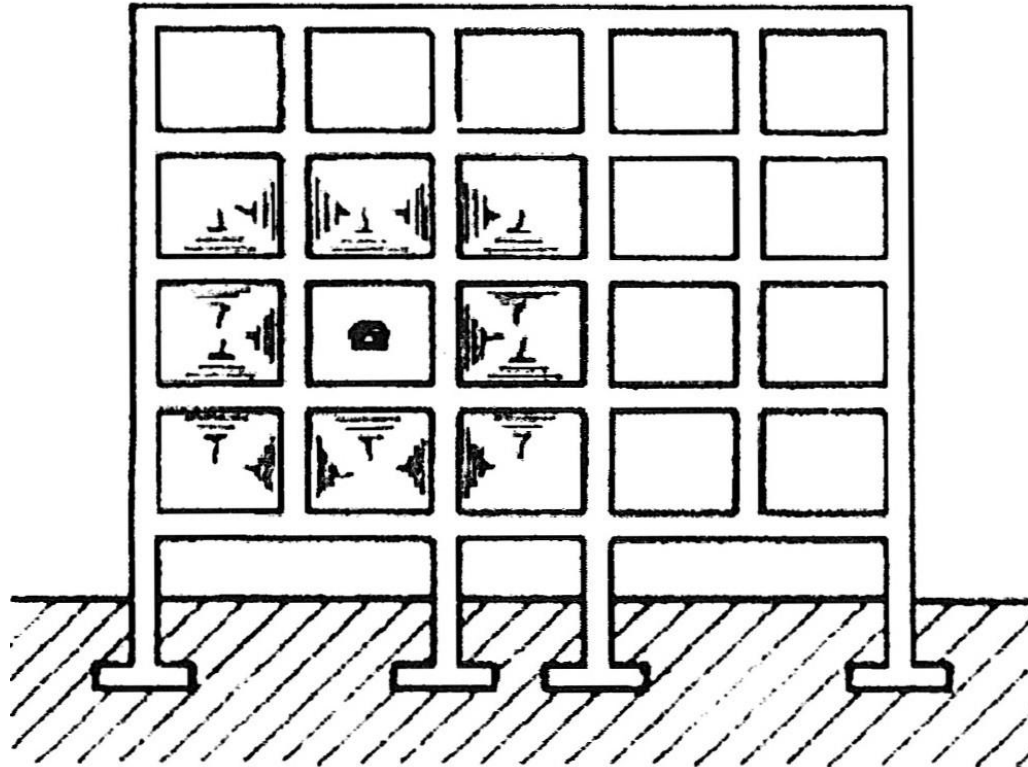


- Bisogna innanzitutto considerare che
 - l'incertezza delle misure può essere di $\pm 1,5 \text{ dB}$ (fattore 1,4 come energia)
 - la soglia differenziale per l'intensità soggettiva è $\sim 1 \text{ dB}$ (fattore 1,25)
 - una variazione di $\pm 3 \text{ dB}$ (fattore 2 come energia) viene **chiaramente percepita**
 - una variazione di $\pm 10 \text{ dB}$ (fattore 10 come energia) viene percepita come un **raddoppio/dimezzamento** dell'intensità soggettiva
- Ciò comporta che in alcuni casi
 - **interventi** per migliorare l'isolamento acustico possono risultare **insoddisfacenti**
 - risulta **difficoltoso accertare** il rispetto di **limiti** imposti dalle norme

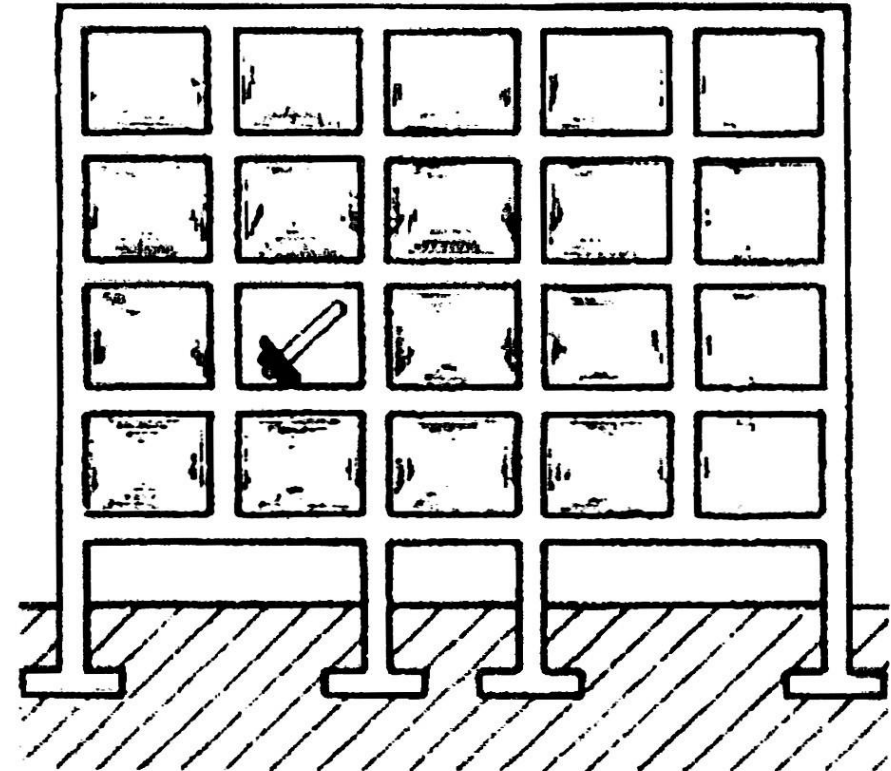


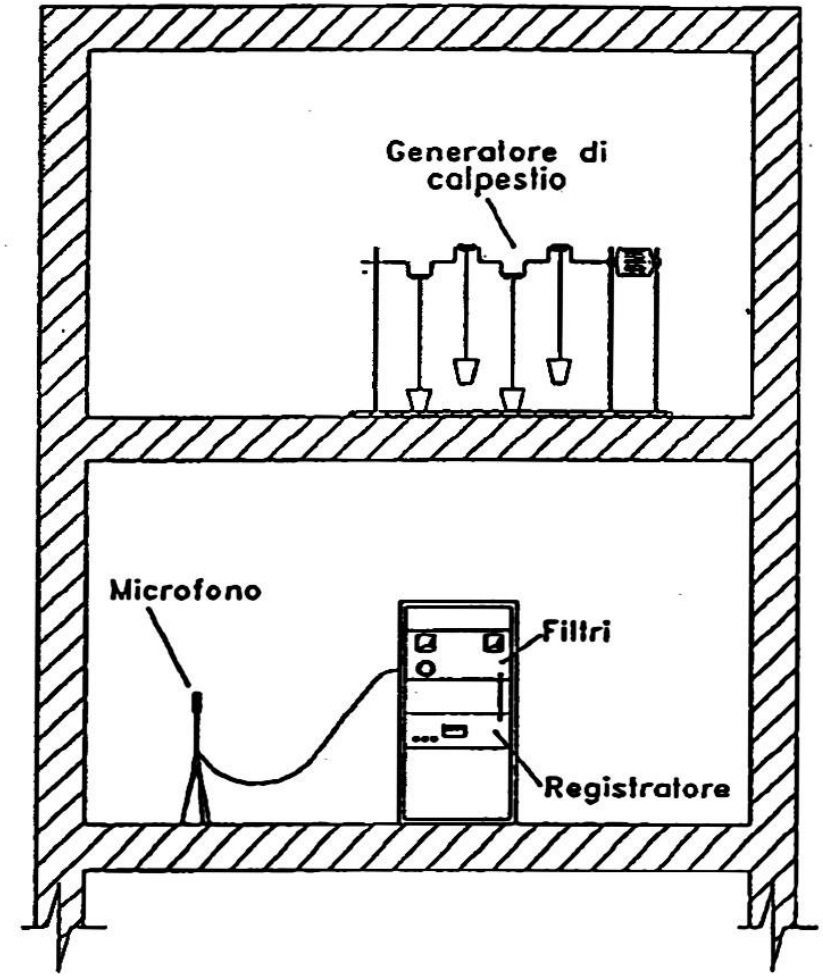
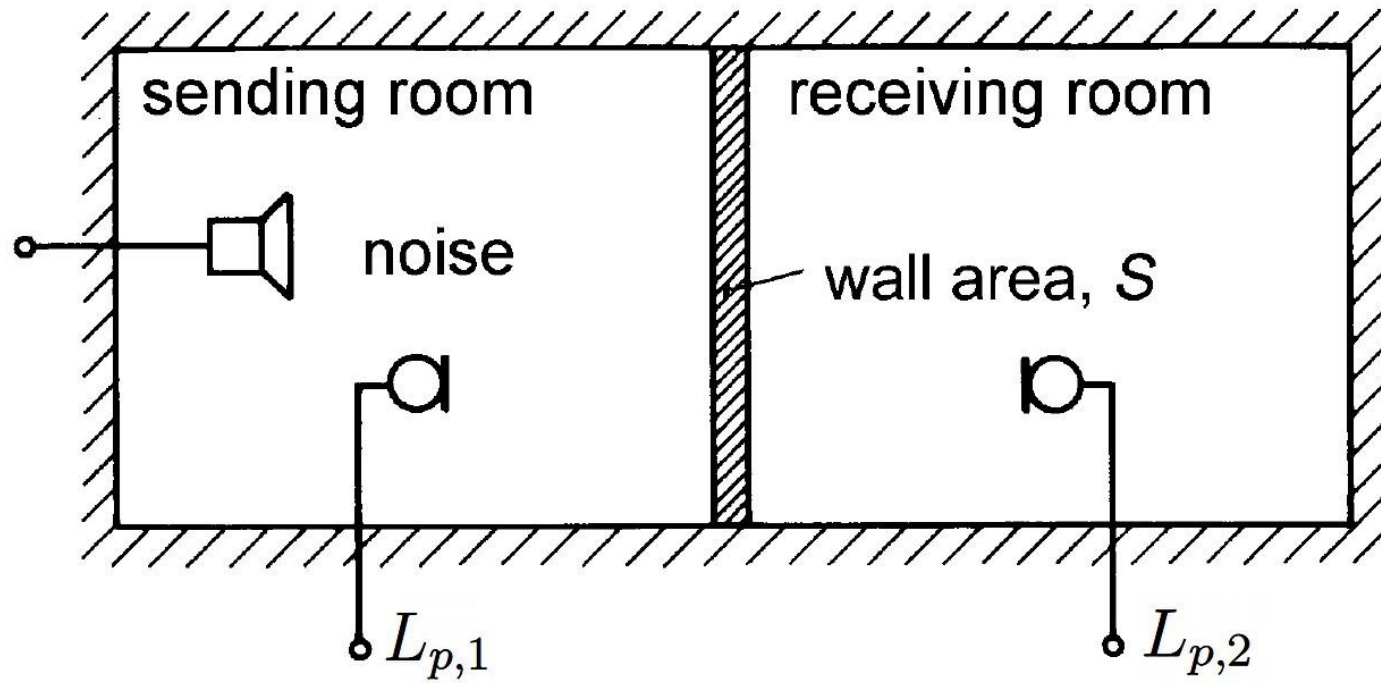
Fonoisolamento

VIA AEREA



VIA STRUTTURALE







Gli **edifici di nuova costruzione** devono essere caratterizzati da **specifiche prestazioni di isolamento a tutti i tipi di rumori**



RUMORE DI IMPIANTI

$L_{A,eq}$ e $L_{AS,max}$ livello massimo pressione sonora ponderata A, rappresentano i **livelli limite di rumorosità degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo**

Minore è il valore numerico di $L_{A,eq}$ e $L_{AS,max}$, migliore è la prestazione



RUMORE DI CALPESTIO

L'_{nw} **indice del livello di rumore di calpestio**: rappresenta la capacità di **un solaio di abbattere i rumori impattivi** (calpestio, trascinamento).

Minore è il valore numerico di L'_{nw} , migliore è la prestazione



RUMORE AEREO TRA DIFFERENTI U.I.

R'_w **indice del potere fonoisolante apparente**: rappresenta la capacità di **limitare il passaggio di rumori aerei** offerto da una parete /divisorio orizzontale di confine tra due U.I.

Maggiore è il valore numerico di R'_w , migliore è la prestazione

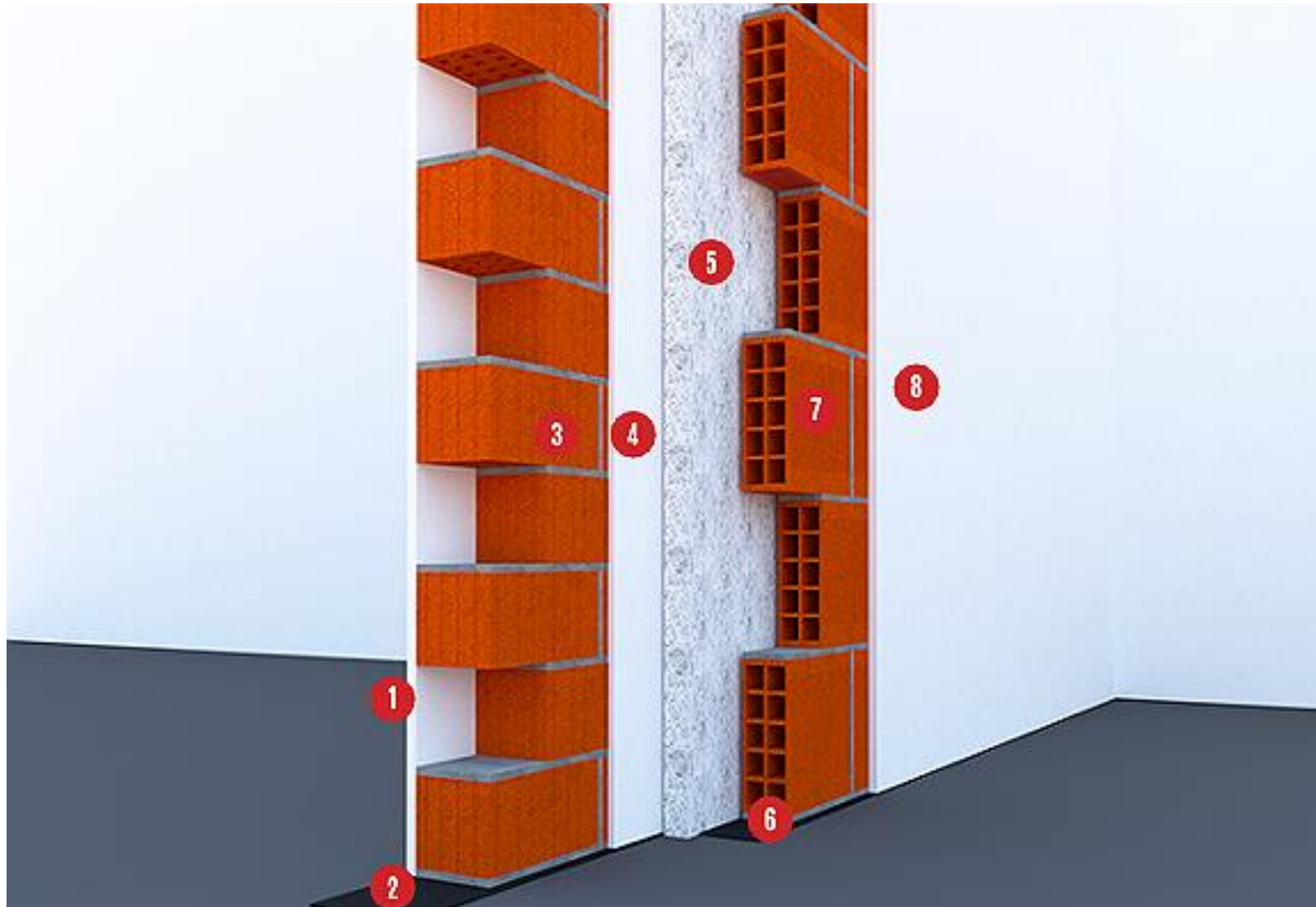


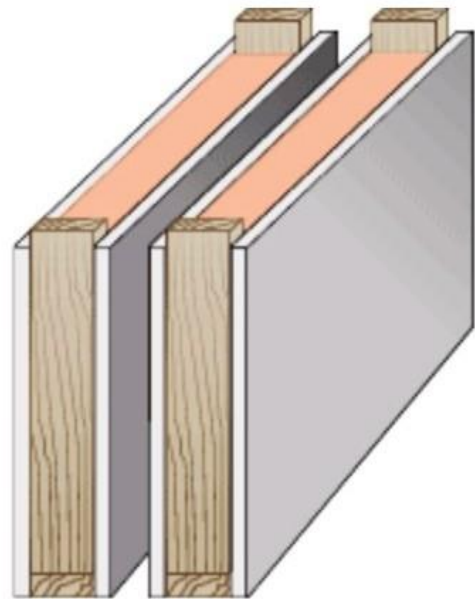
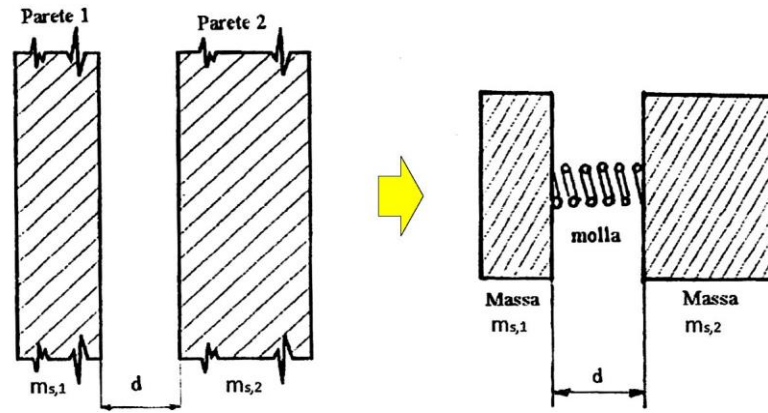
RUMORE ESTERNO AEREO DI FACCIATA

$D_{2m,nT,w}$ **indice di isolamento di facciata**: rappresenta la capacità di abbattere i rumori provenienti dall'esterno offerta da ogni singola facciata: **maggiore è il valore numerico, migliore è la prestazione.**

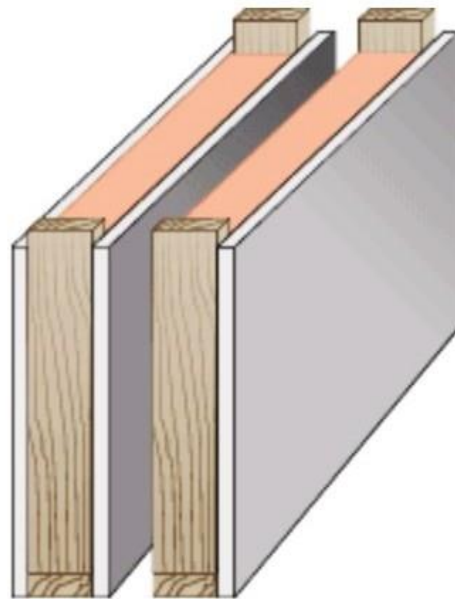
Maggiore è il valore numerico di $D_{2m,nT,w}$, migliore è la prestazione

- Il **potere fonoisolante** R [dB] è il parametro usato per quantificare le prestazioni
- Per le **pareti singole** omogenee vale (in teoria) la **legge di massa**:
 - fissata la f , R aumenta di **6dB** per ogni raddoppio della **massa superficiale** m_s
 - fissata m_s , R aumenta di **6dB** per ogni raddoppio della **frequenza** f
- Per avere un buon R è necessario che m_s **non sia troppo bassa**, però non si possono raggiungere valori di R molto elevati solo aumentando m_s
- È necessario realizzare una **parete doppia** (2 pareti singole separate da un'intercapedine)
- Per la parete doppia, in teoria, $R = R_1 + R_2$

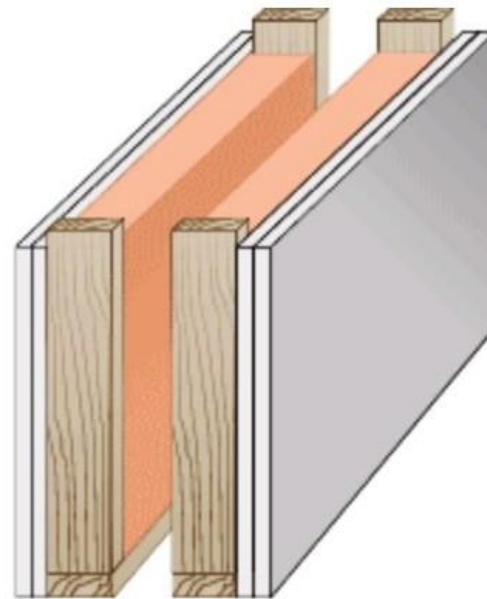




Quadruple Leaf Assembly
STC=44

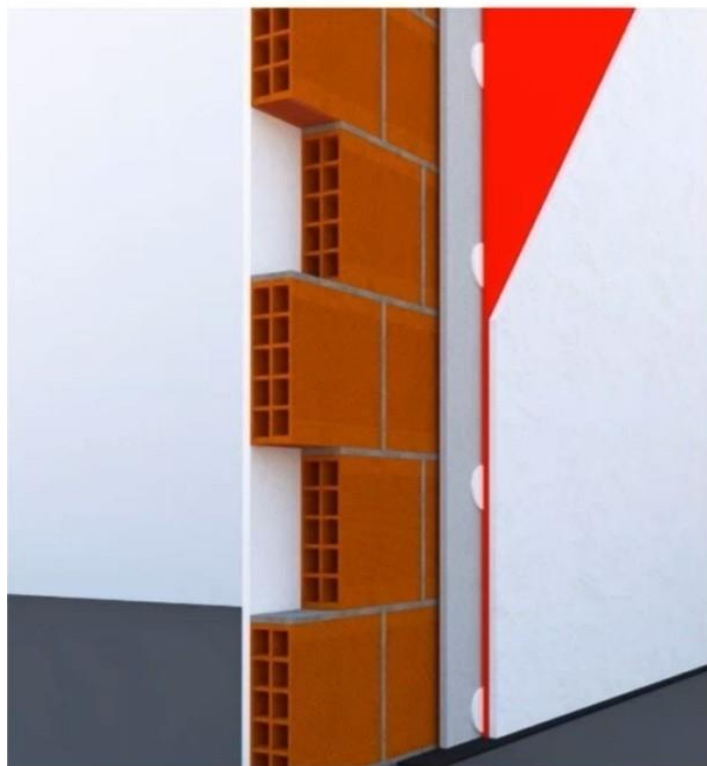


Triple Leaf Assembly
STC=53



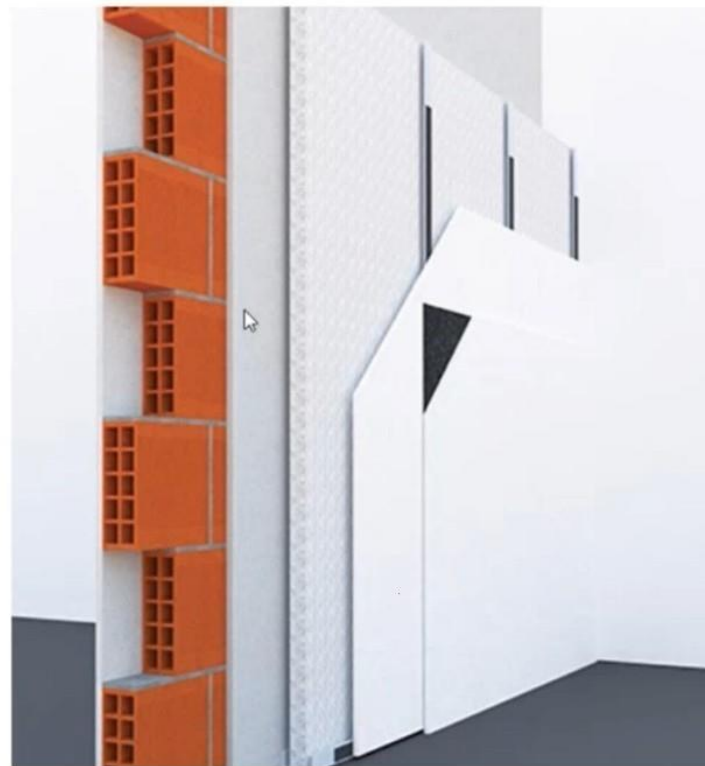
Double Leaf Assembly
STC=63

RISTRUTTURAZIONI



PLACCAGGIO

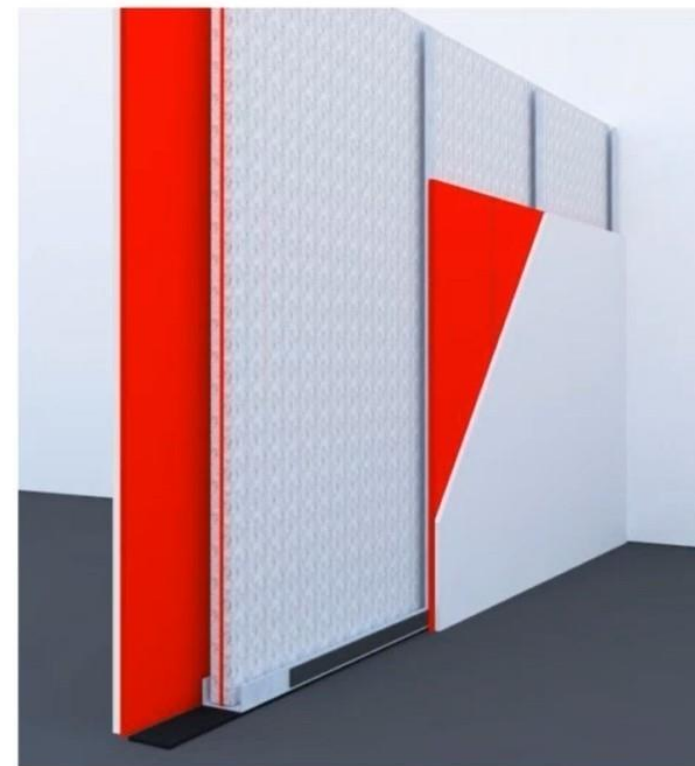
SPESSORE INTERVENTO | $< 4 \text{ cm}$



CONTROPARETE (SU ORDITURA)

SPESSORE INTERVENTO | $< 8 \text{ cm}$

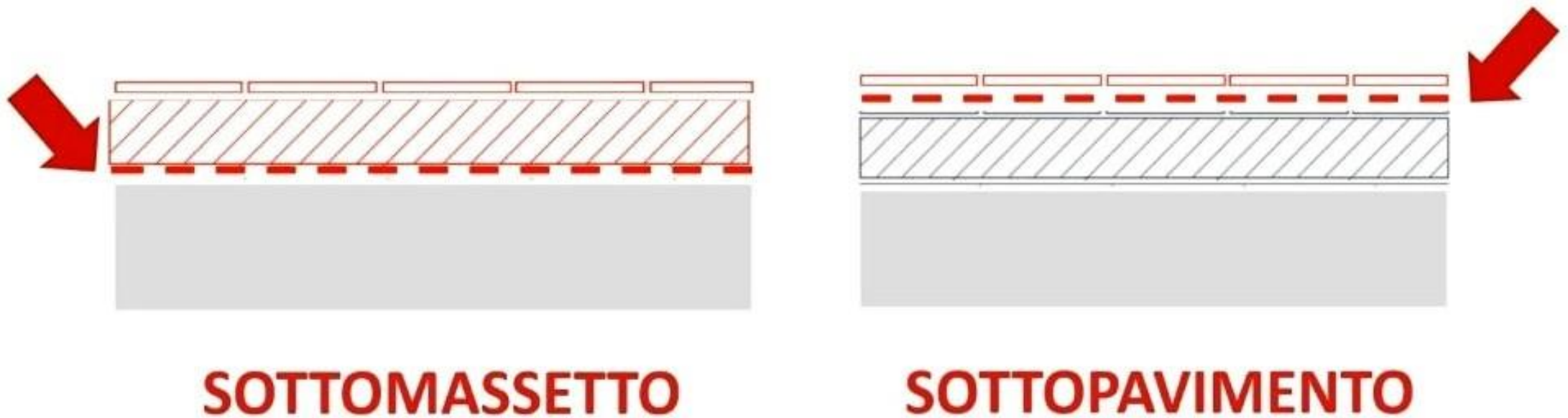
NUOVE COSTRUZIONI

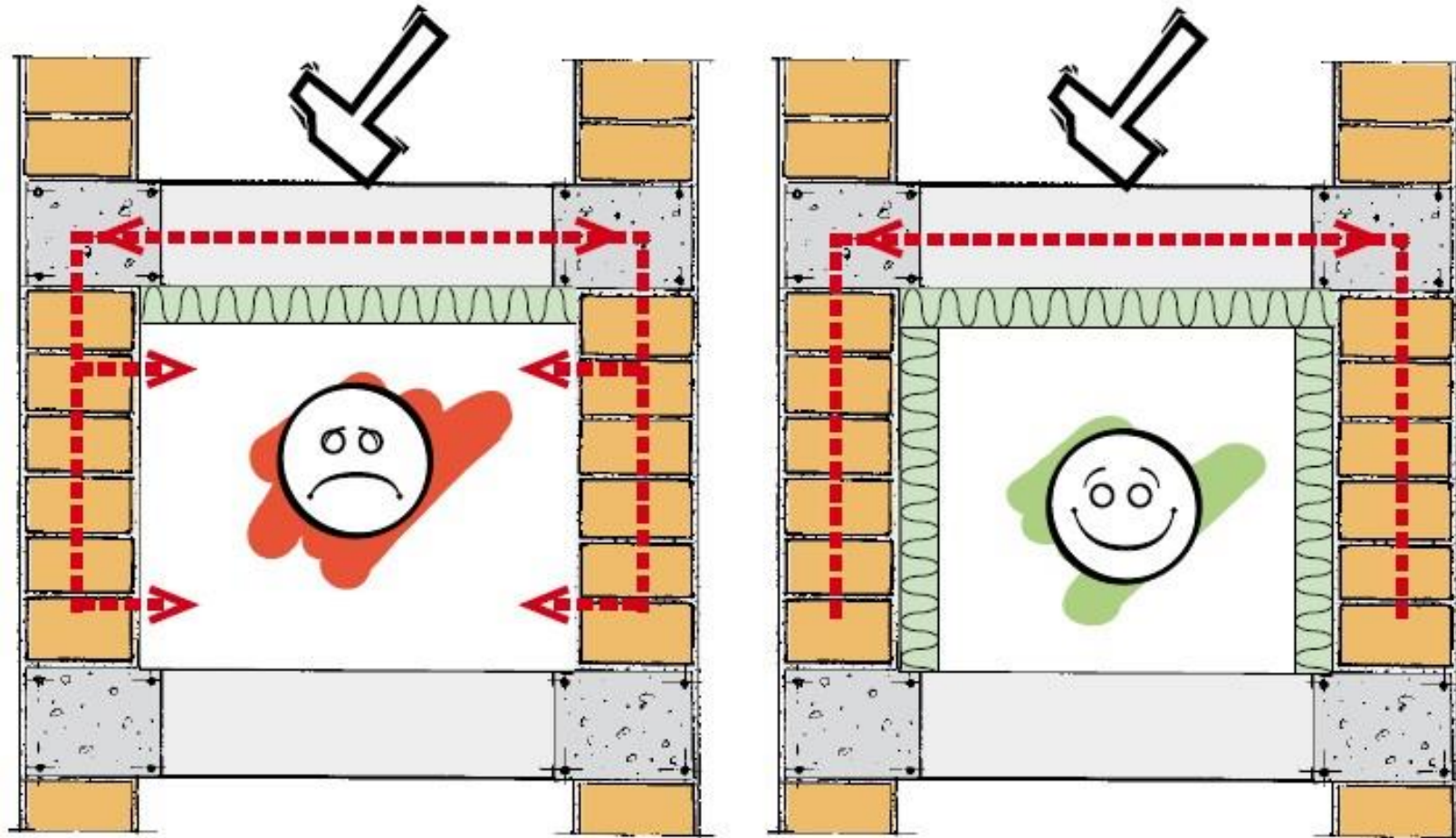


PARETE LEGGERA

SPESSORE INTERVENTO | $> 10 \text{ cm}$

Due tipologie di struttura in base al posizionamento dello strato isolante









Quella era l'ultima pillola...



Grazie per l'attenzione!