

Insonorizzazione per la casa

A hand is shown in a palm-up position, holding a glowing, multi-colored sound wave. The sound wave is composed of many thin, curved lines that create a sense of motion and energy. The background is a deep blue with a starry, nebula-like pattern. The overall image conveys a sense of control and precision in sound management.

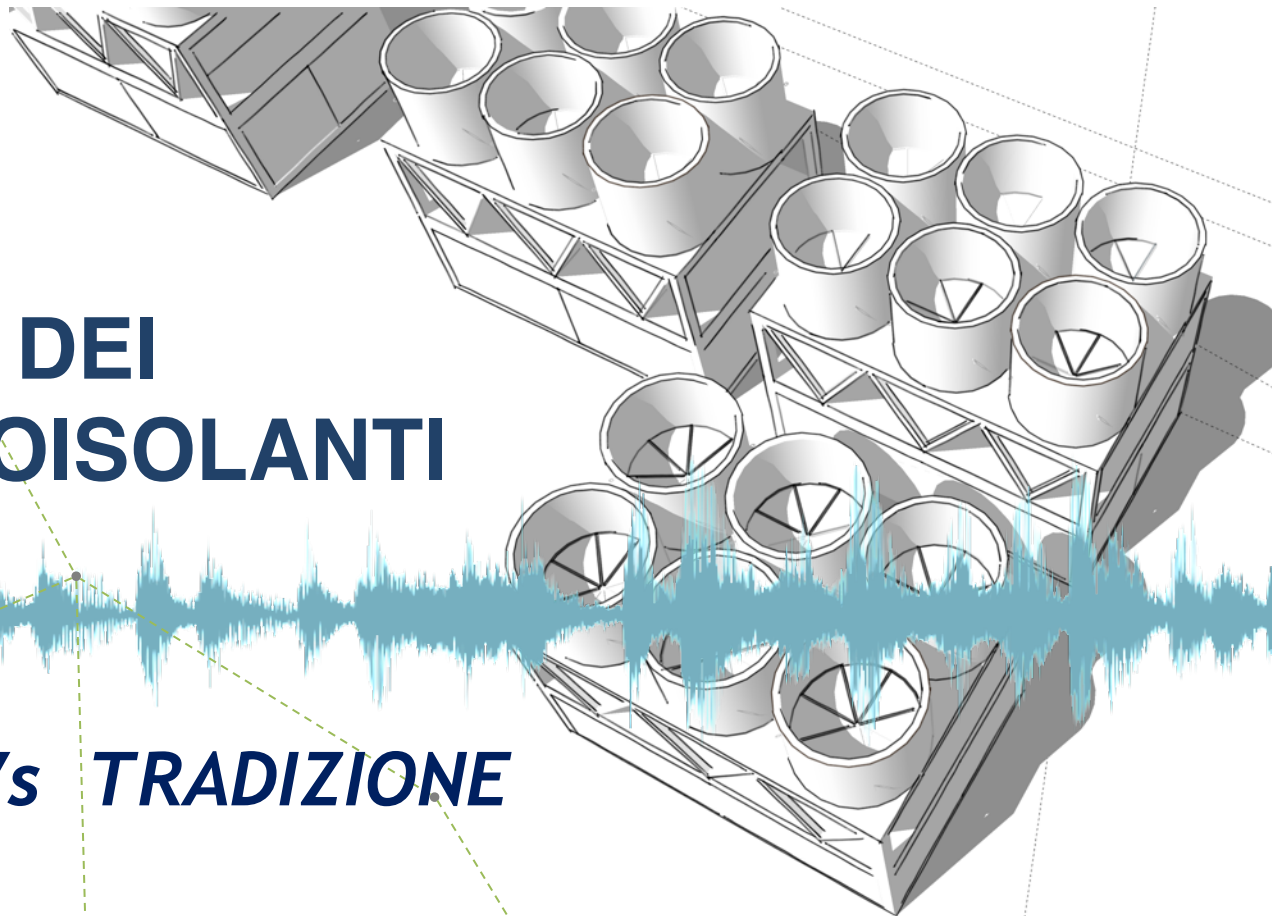
 Arcoacustica

EVOLUZIONE DEI SISTEMI FONOLISOLANTI

INNOVAZIONE Vs TRADIZIONE

Ricerca di prestazioni fono-isolanti non ordinarie
con metodi e procedure fuori paradigma

Relatore: Dott. Luca Bergami
CTO ArcoAcustica



Evoluzione dei sistemi anti-calpestio

Confronto tecnico ed applicativo tra il metodo convenzionale e quello in bassa frequenza

Prestazione acustica del sistema Vs. percezione di prestazione acustica del sistema



Requisiti acustici passivi edifici

Elenco e parametri cogenti del Decreto Presidente Consiglio Ministri 5-12-1997

AMBIENTE ABITATIVO	PARAMETRI DI RIFERIMENTO D.P.C.M. 5-12-1997				
	R'w	D2m,nT,w	L'nw	LASmax	LAeq
Adibiti a residenza o assimilabili	≥ 50.0 dB	≥ 40.0 dB	≤ 63.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB
Adibiti ad uffici e assimilabili	≥ 50.0 dB	≥ 42.0 dB	≤ 55.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB
Adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	≥ 50.0 dB	≥ 40.0 dB	≤ 63.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB
Adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	≥ 55.0 dB	≥ 45.0 dB	≤ 58.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB
Adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	≥ 50.0 dB	≥ 48.0 dB	≤ 58.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB
Adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	≥ 50.0 dB	≥ 42.0 dB	≤ 55.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB
Adibiti ad attività commerciali o assimilabili	≥ 50.0 dB	≥ 42.0 dB	≤ 55.0 dB	≤ 35.0 dB	≤ 25.0 dB

Tabella riassuntiva riferimenti numerici per categoria di appartenenza dei cinque parametri del Decreto

CLASSE DI APPARTENENZA	R'w	D2m,nT,w	L'nw	LASmax	LAeq
PRIMA (I)	≥ 56.0 dB	≥ 43.0 dB	≤ 53.0 dB	≤ 30.0 dB	≤ 25.0 dB
SECONDA (II)	≥ 53.0 dB	≥ 40.0 dB	≤ 58.0 dB	≤ 33.0 dB	≤ 28.0 dB
TERZA (III)	≥ 50.0 dB	≥ 37.0 dB	≤ 63.0 dB	≤ 37.0 dB	≤ 32.0 dB
QUARTA (IV)	≥ 45.0 dB	≥ 32.0 dB	≤ 68.0 dB	≤ 42.0 dB	≤ 37.0 dB

Inquadramento italiano in ambito Europeo

Confronto con “differenti standard” in materia di requisiti acustici passivi Europei

Europa

Status		Row housing
Country	Descriptor (*)	Req. [dB]
Austria	L _h Tw	≤ 43
Finland	L _{hw}	≤ 53
France	L _h Tw	≤ 58
Germany	L _{hw}	≤ 48
Norway	L _{hw}	≤ 53
Sweden	L _{hw} + C _I	≤ 56
Switzerland	L _h Tw + C _I	≤ 50

(*) No generally applicable conversion between the different descriptors exists, as the relations depend on characteristics of rooms and constructions. Exact conversion can only be made in specific cases.

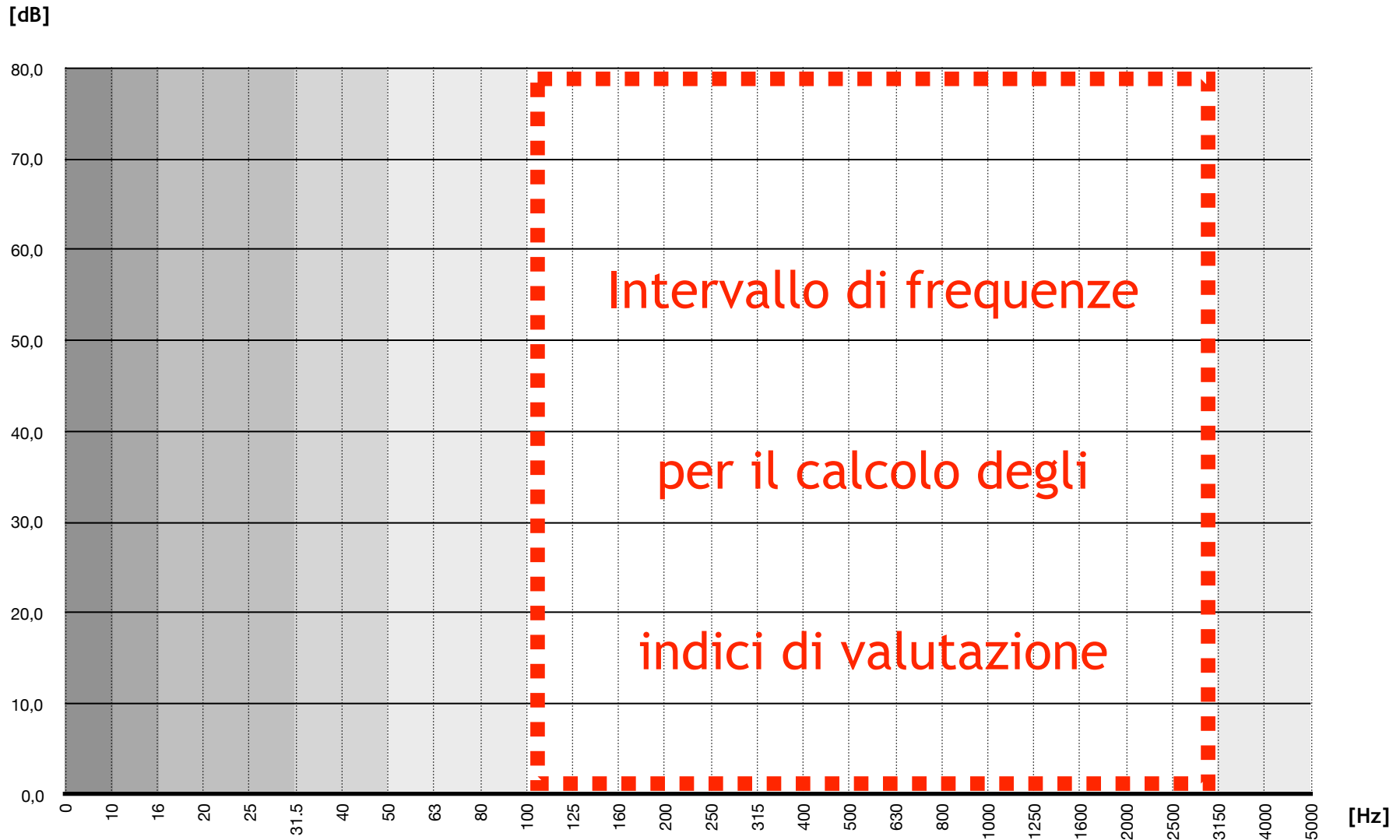
Fonte: "Building acoustics throughout Europe - Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe", C.O.S.T. [2014]

Italia

Status		Row housing
Country	Descriptor (*)	Req. [dB] (**)
Italy	L _{hw}	≤ 63.0
Italy	L _{hw}	≤ 58.0
Italy	L _{hw}	≤ 55.0

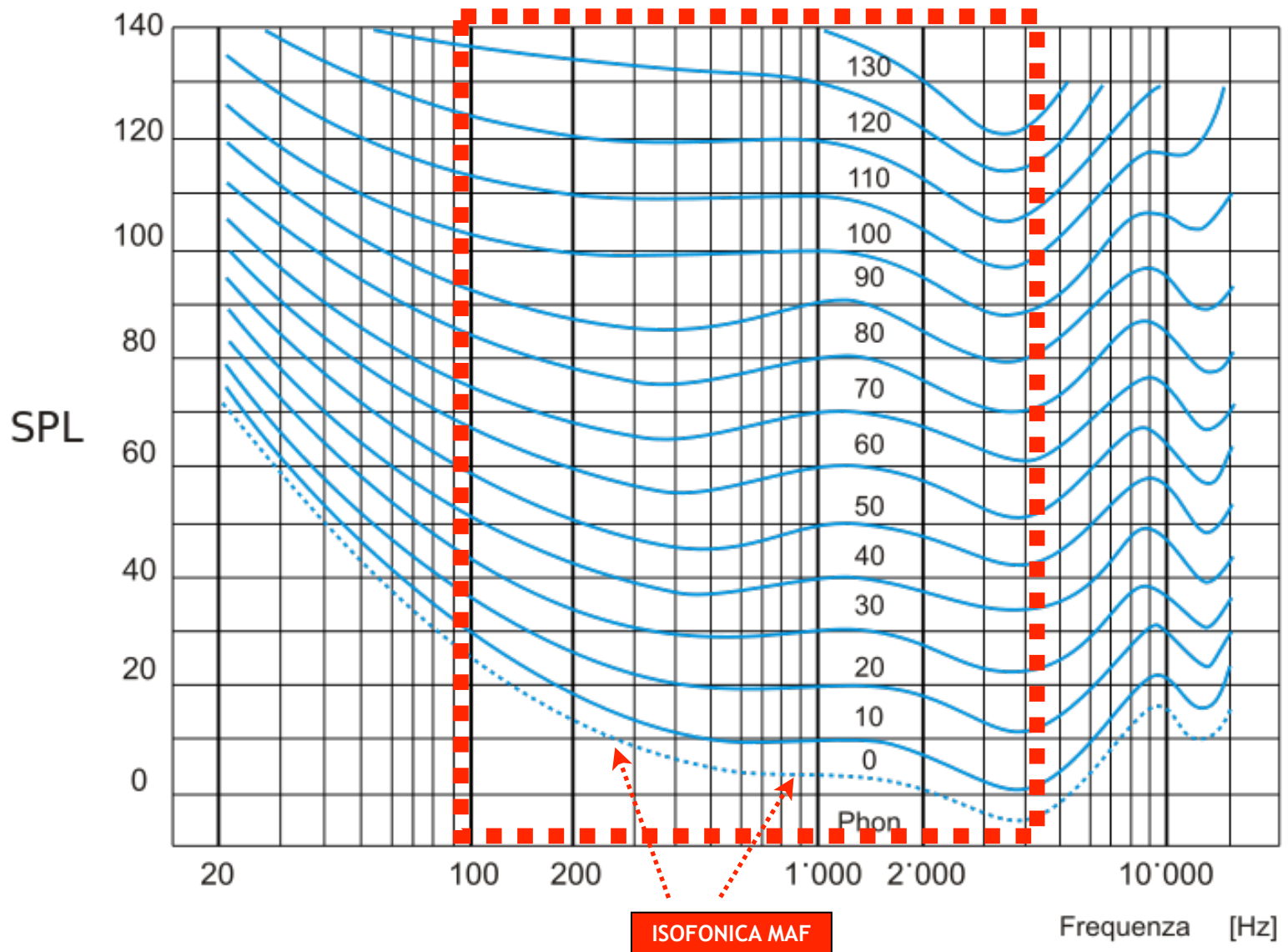
Range di frequenze nell'analisi acustica

Frequenze nel campo dell'udito VS frequenze nel campo del collaudo acustico



Interpretazione del segnale acustico

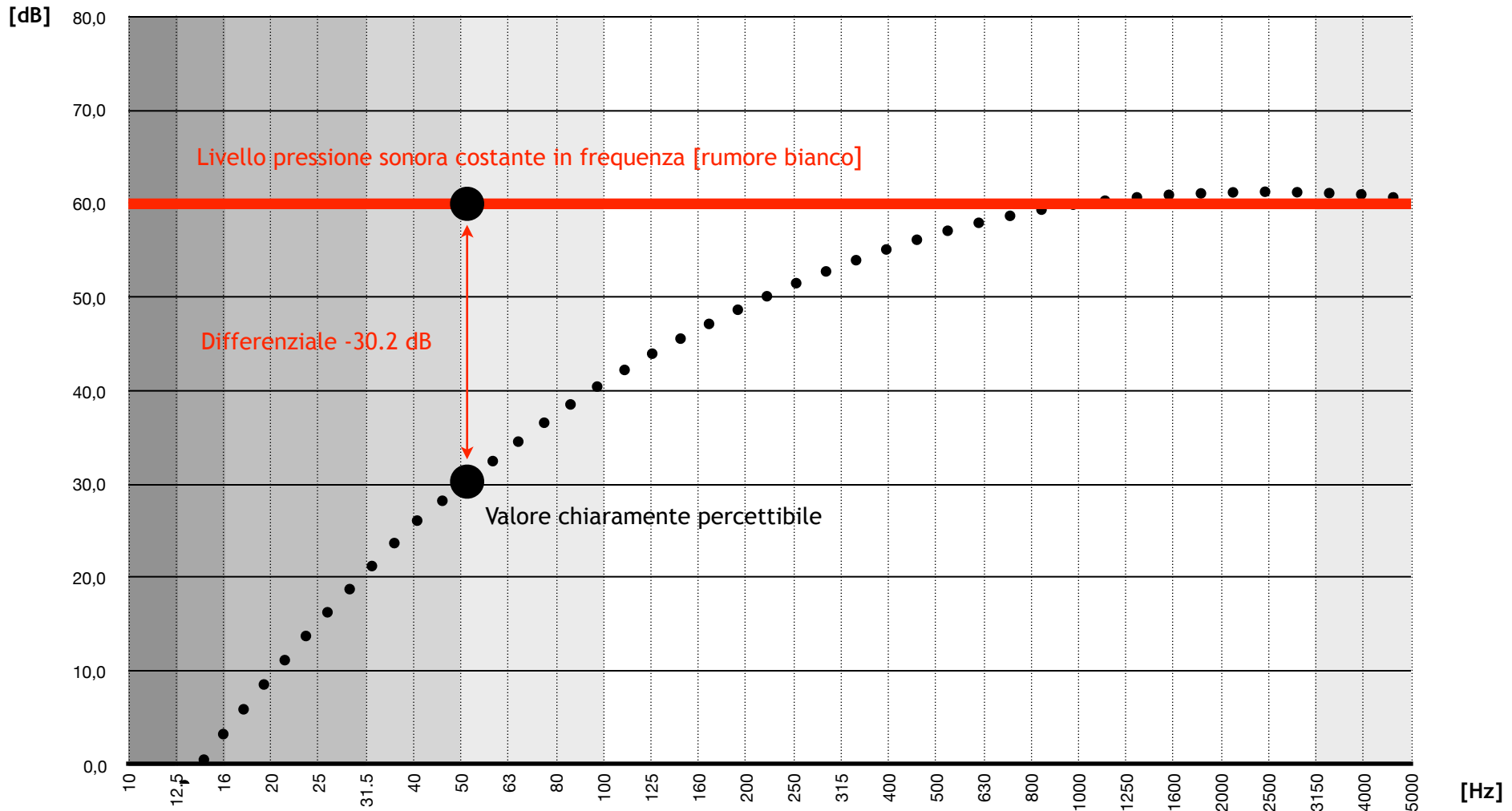
Curve isofoniche audiogramma di Fletcher e Munson [ISO 226/2003]



Interpretazione del segnale acustico

Effetti dell'applicazione della curva di ponderazione A ai valori lineari

Hz	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
dB	-70,4	-63,4	-56,7	-50,5	-44,7	-39,4	-34,2	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9	-0,8	0,0	0,6	1,0	1,2	1,3	1,2	1,0	0,5



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Significato e definizione di **filtro acustico**

Filtro passa-basso

- Sistema che “blocca o filtra” solo le onde di pressione che hanno frequenza superiore a quella del filtro (f_0);
- Le onde di pressione che hanno frequenza coincidente a quella del filtro subiscono incremento (risonanza);
- Suddivisi in 1°/2°/3° ordine in funzione del loro rendimento acustico per decade successiva rispetto ad f_0 ;
- Classificati attivi oppure passivi in funzione dei dispositivi di cui essi sono dotati;
- Sussiste una proporzionalità inversa tra qualità del filtro e frequenza di risonanza f_0 del medesimo.

Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Significato e definizione di **oscillatore armonico semplice smorzato**

Oscillatore armonico semplice smorzato

- Sistema meccanico che reagisce ad una perturbazione del suo equilibrio (pendolo oppure altalena);
- Il moto descritto dall'oscillatore è di tipo armonico (sinusoidale);
- Le forze che descrivono tale moto sono, Forza richiamo Elastico, Forza smorzamento e Forza - Inerzia;
- La somma delle tre forze è uguale a zero per l'oscillatore semplice smorzato;
- La somma delle tre forze è uguale ad F per l'oscillatore semplice smorzato forzato.

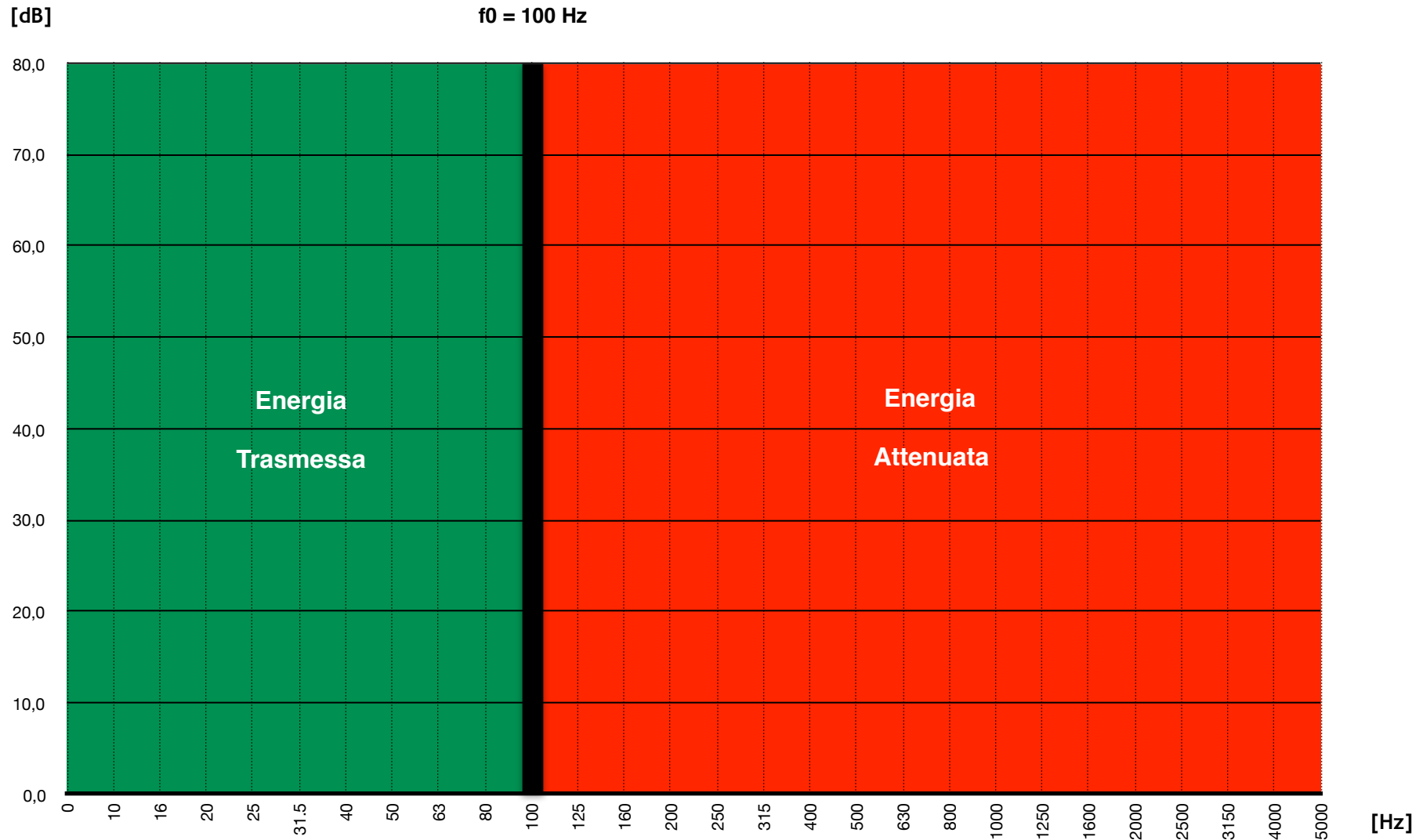
Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Esempio pratico di filtri per prodotti in commercio nella grande distribuzione



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

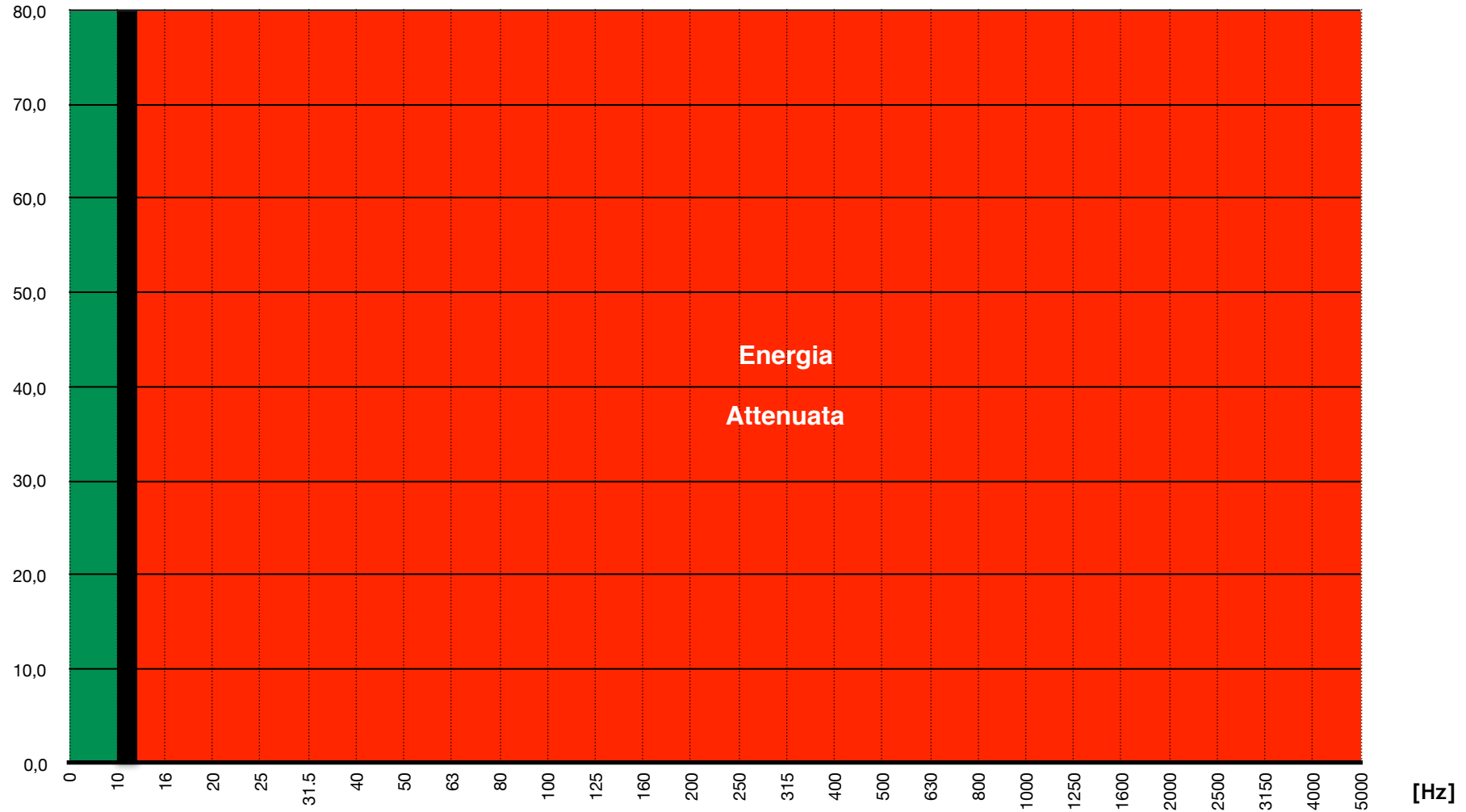
Filtro acustico passa-basso con frequenza risonanza $f_0 = 100$ Hz



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

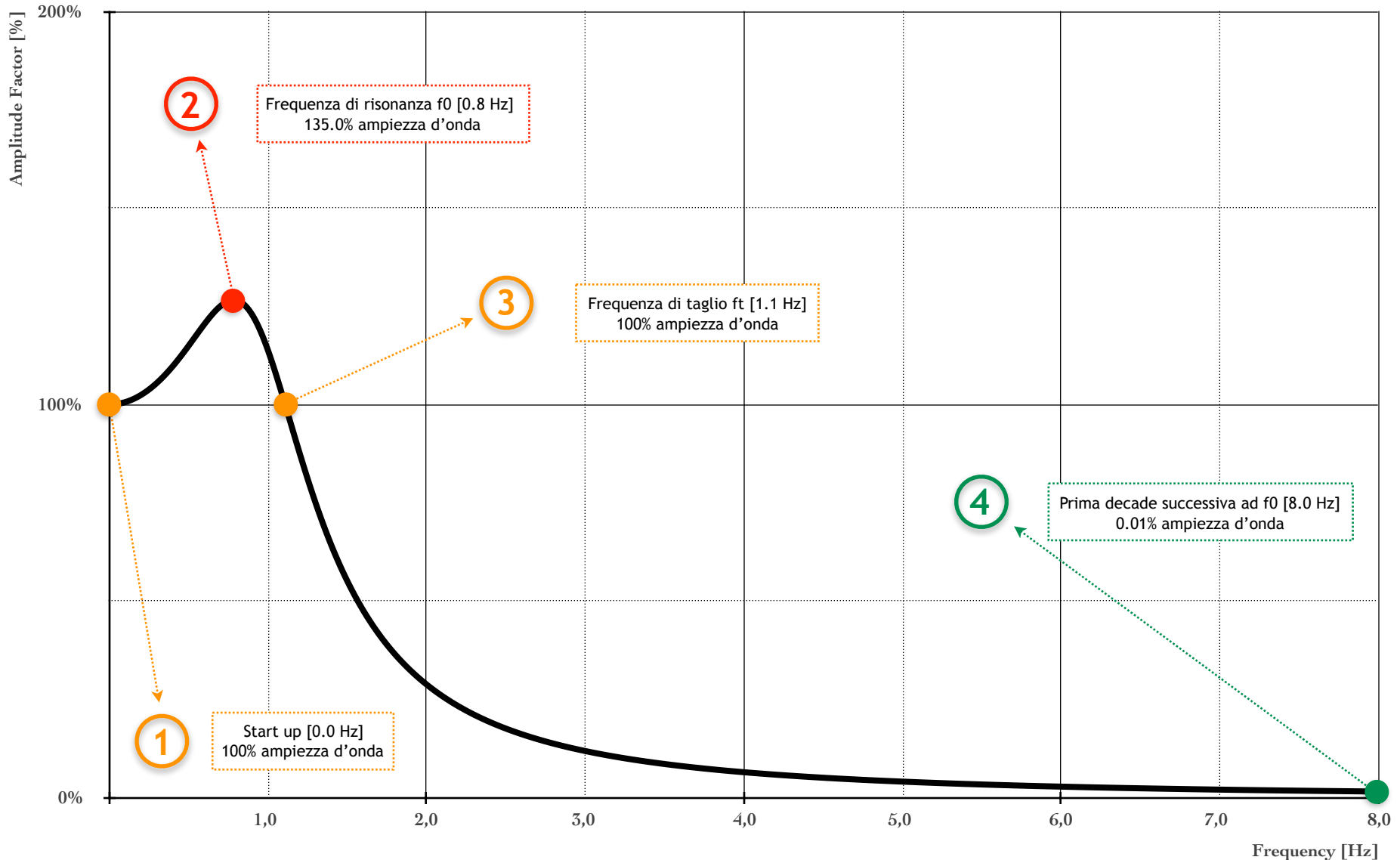
Filtro acustico passa-basso con frequenza risonanza $f_0 = 10$ Hz

[dB] $f_0 = 10$ Hz



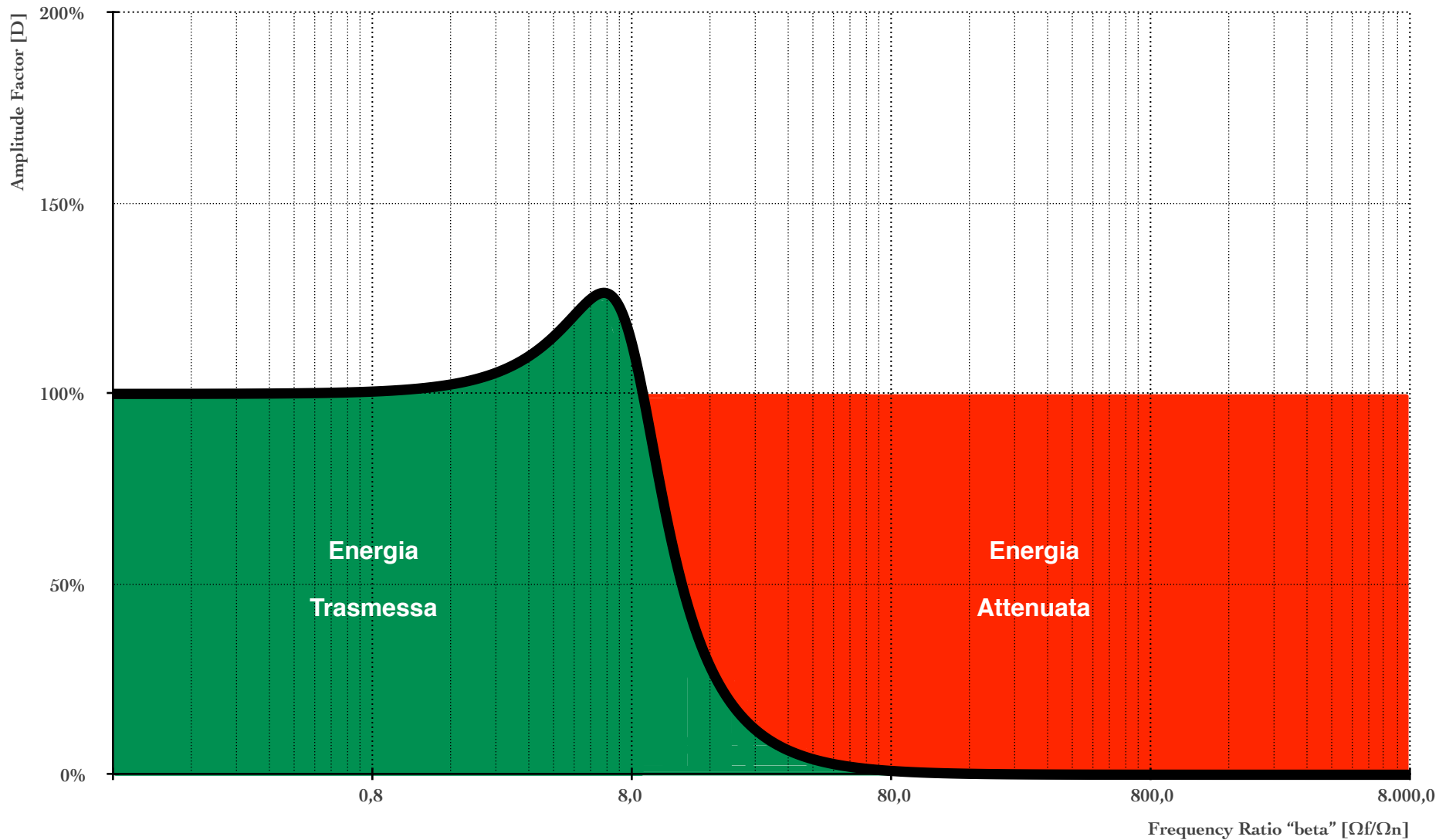
Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Principio di funzionamento di un filtro acustico anti-vibrante o anti-calpestio



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

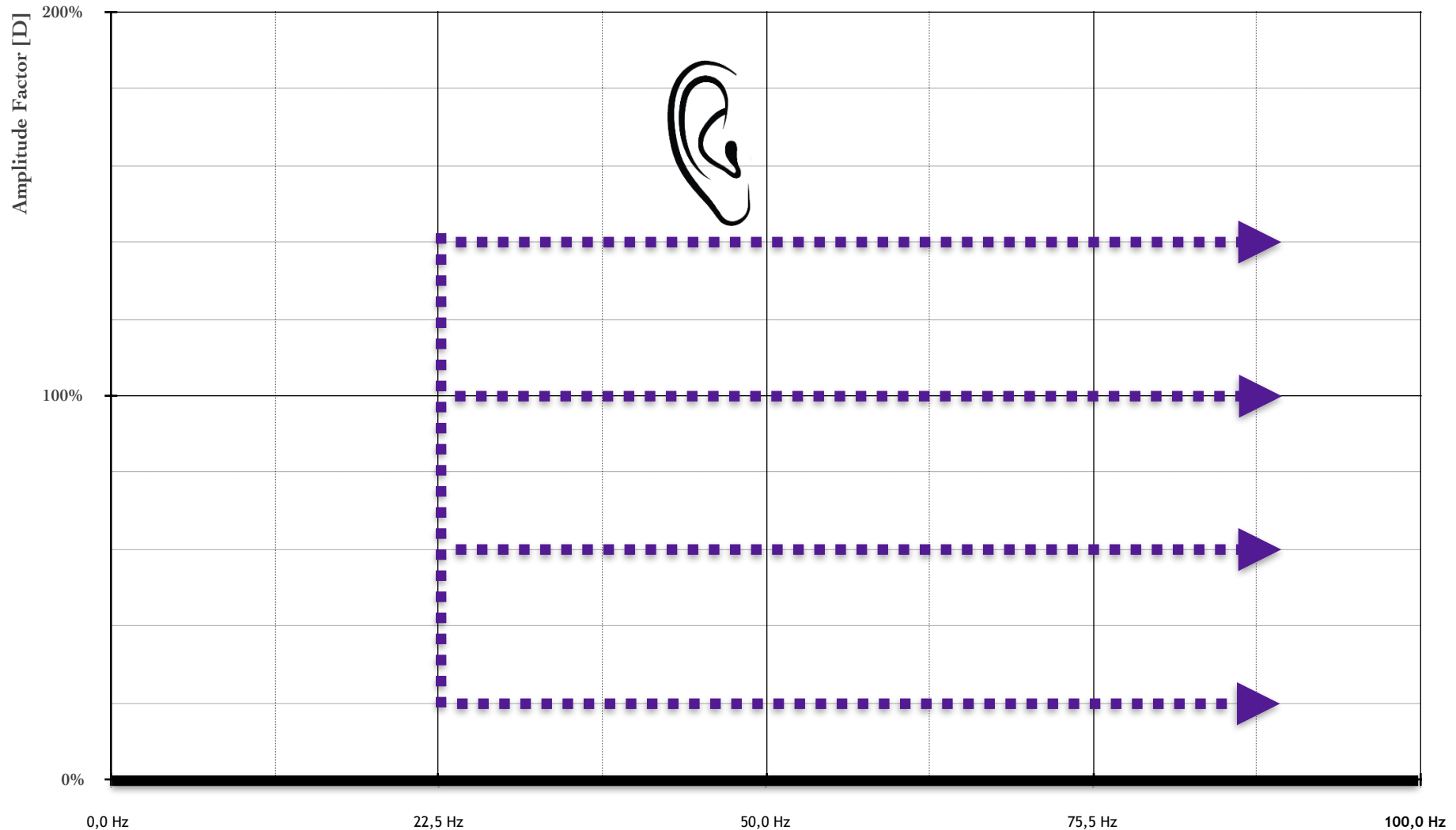
Principio di funzionamento di un filtro acustico anti-vibrante o anti-calpestio



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Introduzione al concetto di interpretazione del segnale acustico

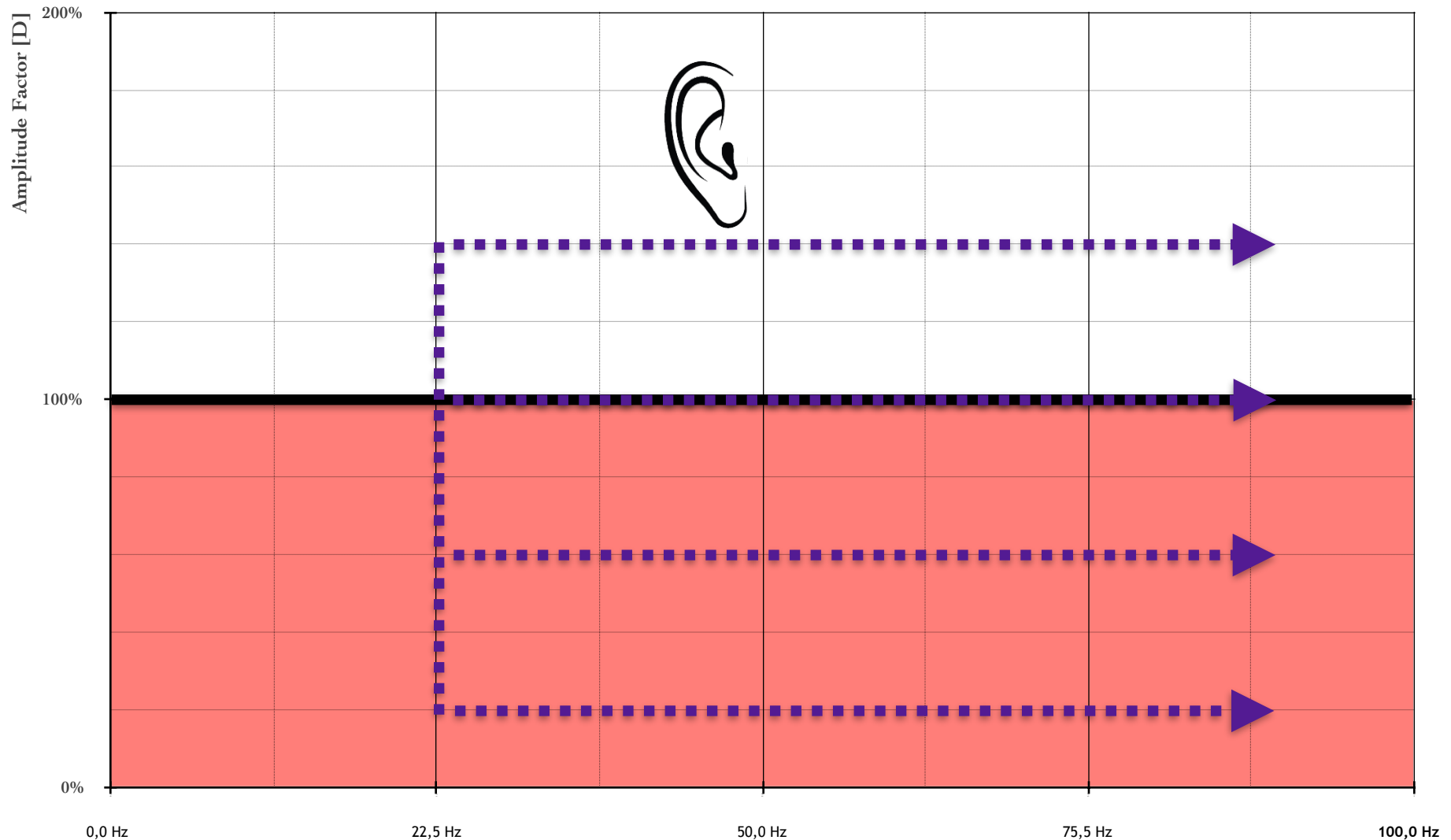
Amplificazione dell'onda nel dominio delle frequenze STATO DI QUIETE



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Introduzione al concetto di interpretazione del segnale acustico

Amplificazione dell'onda nel dominio delle frequenze **SISTEMA PERTURBATO NON FILTRATO**

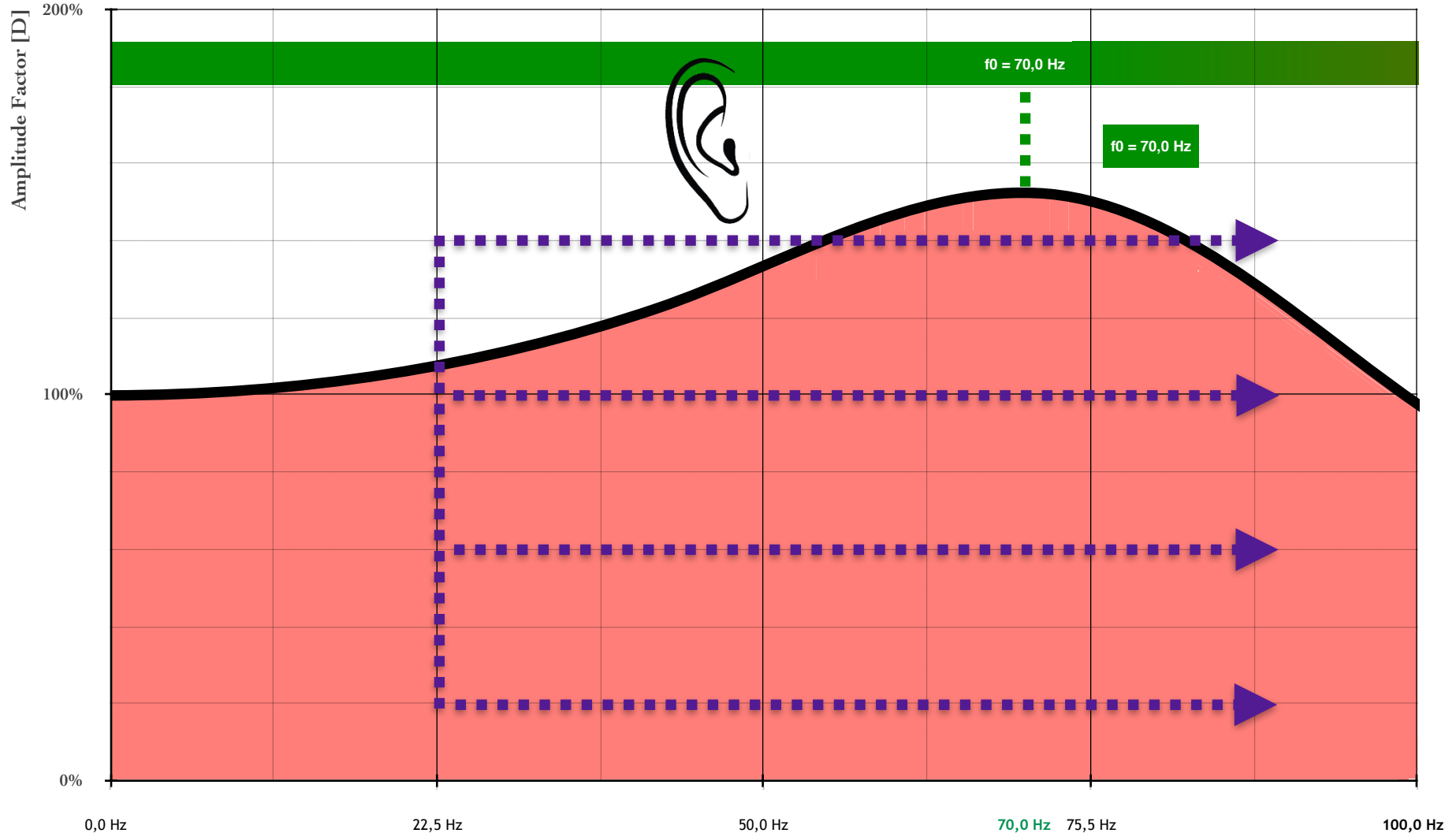


Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Introduzione al concetto di interpretazione del segnale acustico

Amplificazione dell'onda nel dominio delle frequenze SISTEMA PERTURBATO FILTRATO

Caratteristiche oscillatore armonico semplice smorzato [frequenza risonanza 70.0 Hz/fattore smorzamento 35.0%]

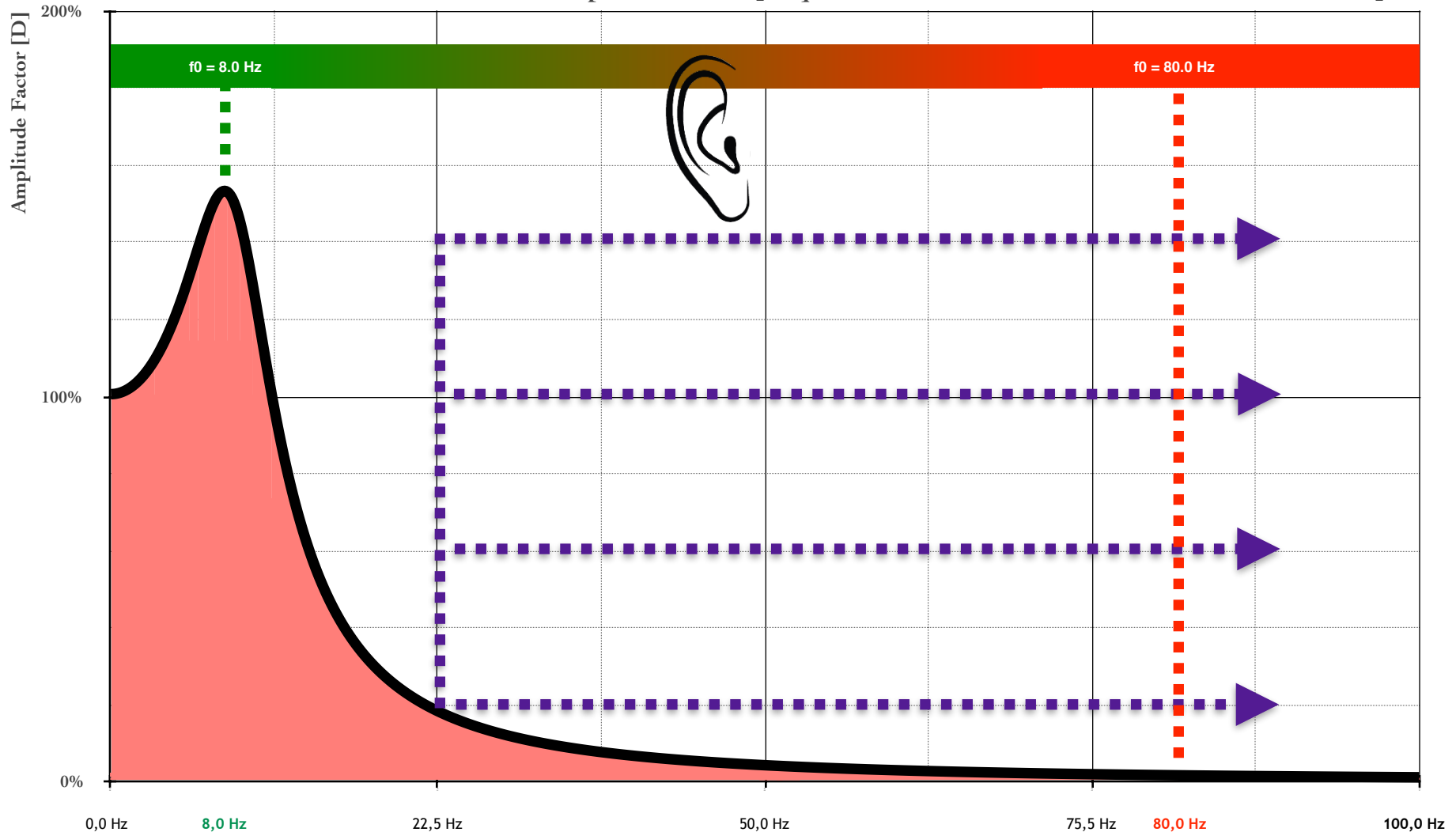


Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Introduzione al concetto di interpretazione del segnale acustico

Amplificazione dell'onda nel dominio delle frequenze SISTEMA PERTURBATO FILTRATO

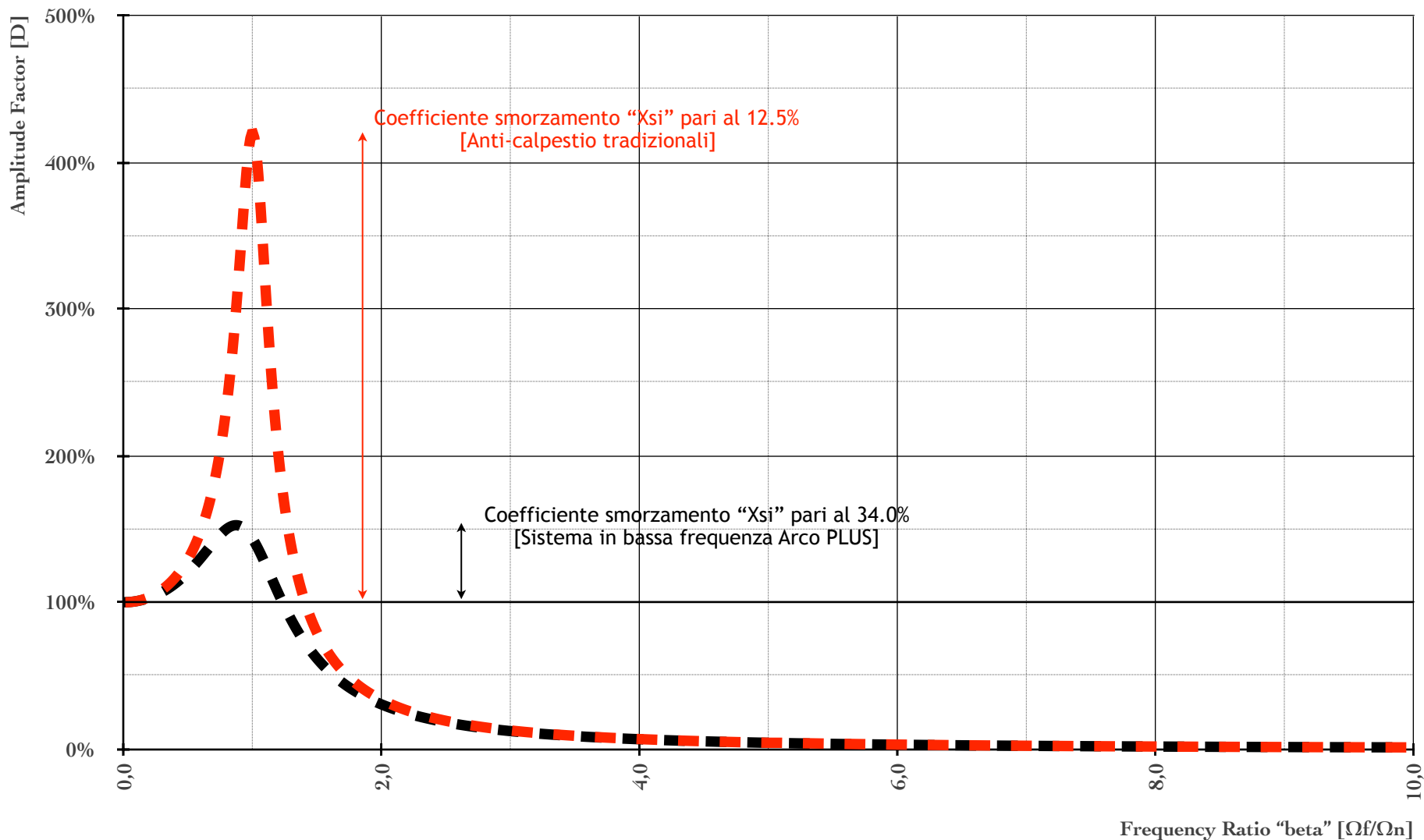
Caratteristiche oscillatore armonico semplice smorzato [frequenza risonanza 8.0 Hz/fattore smorzamento 35.0%]



Cenni/concetti di base fenomeno fisico

Introduzione al concetto di interpretazione del segnale acustico

Amplificazione onda nel dominio delle frequenze **DIFFERENTI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE**



Confronto tra i differenti sistemi acustici

Principali differenze tra sistemi tradizionali Vs. innovativi

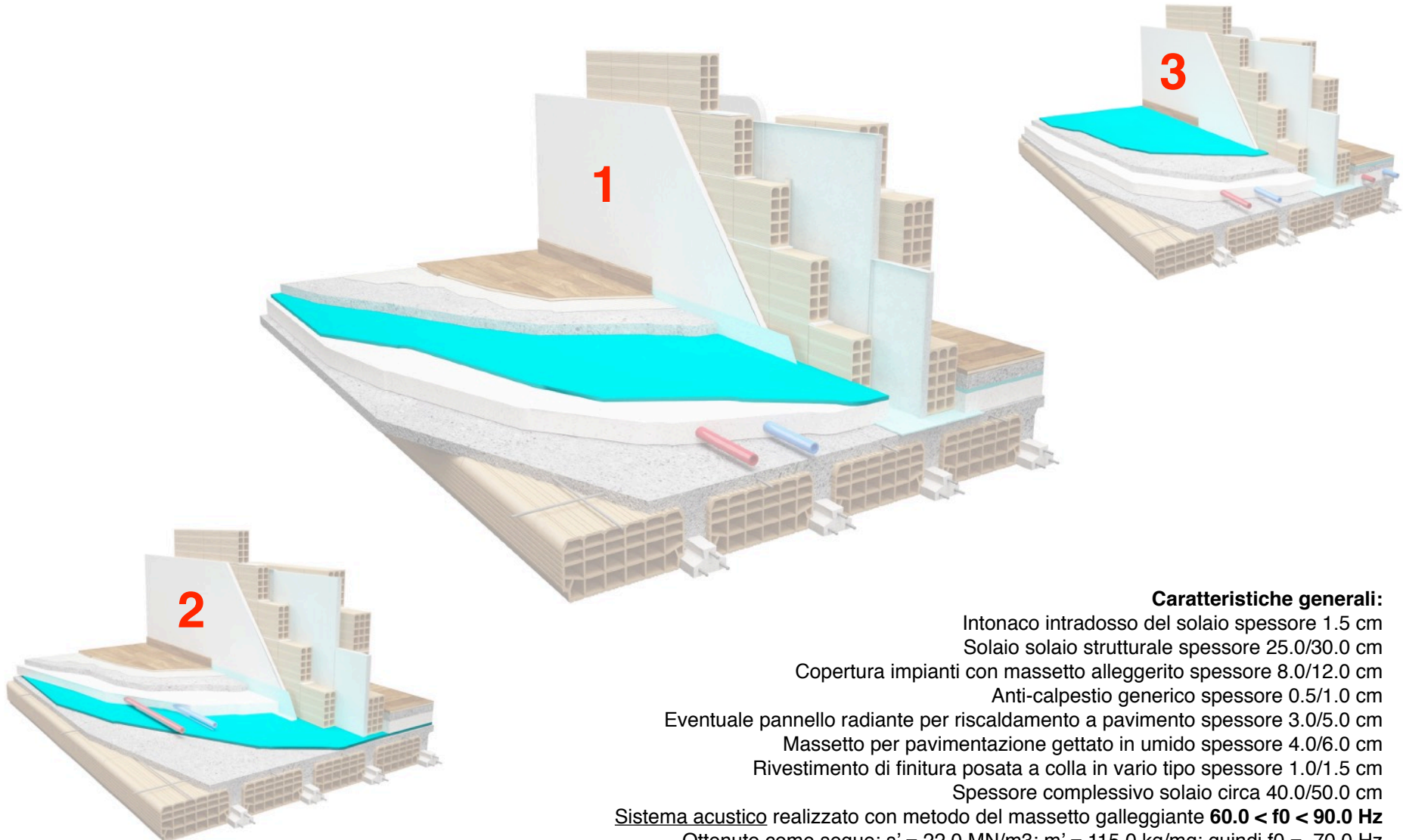
TRADIZIONE

Tipologia di filtro rappresentato dal sistema anti-calpestio convenzionale:

- Filtro del sistema acustico passa-basso;
- Filtro del sistema acustico di tipo passivo di 1° grado (-20.0 dB per decadi);
- Caratteristiche fattore smorzamento filtro, mediamente $10.0\% < K_{si} < 22.0\%$;
- Frequenza di risonanza del filtro acustico, mediamente $60.0 < f_0 < 90.0$ Hz, ottenuto come segue:
 - $s' = 22.0$ MN/m³;
 - $m' = 115.0$ kg/mq;
 - $f_0 = 160 \cdot [\text{rad}^2(\text{s}'/\text{m}')] = 70.0$ Hz.

Confronto tra i differenti sistemi acustici

La tradizione del sistema anti-calpestio



Caratteristiche generali:

Intonaco intradosso del solaio spessore 1.5 cm

Solaio solaio strutturale spessore 25.0/30.0 cm

Copertura impianti con massetto alleggerito spessore 8.0/12.0 cm

Anti-calpestio generico spessore 0.5/1.0 cm

Eventuale pannello radiante per riscaldamento a pavimento spessore 3.0/5.0 cm

Massetto per pavimentazione gettato in umido spessore 4.0/6.0 cm

Rivestimento di finitura posata a colla in vario tipo spessore 1.0/1.5 cm

Spessore complessivo solaio circa 40.0/50.0 cm

Sistema acustico realizzato con metodo del massetto galleggiante **60.0 < f₀ < 90.0 Hz**

Ottenuto come segue: $s' = 22.0 \text{ MN/m}^3$; $m' = 115.0 \text{ kg/m}^2$; quindi $f_0 = 70.0 \text{ Hz}$

Confronto tra i differenti sistemi acustici

Evoluzione del sistema anti-calpestio

**PRESTAZIONI ED
APPLICAZIONE**

ARCO PLUS
sistema anti-calpestio in bassa
frequenza di risonanza

Confronto tra i differenti sistemi acustici

Principali caratteristiche sistema in bassa frequenza di risonanza Arco PLUS

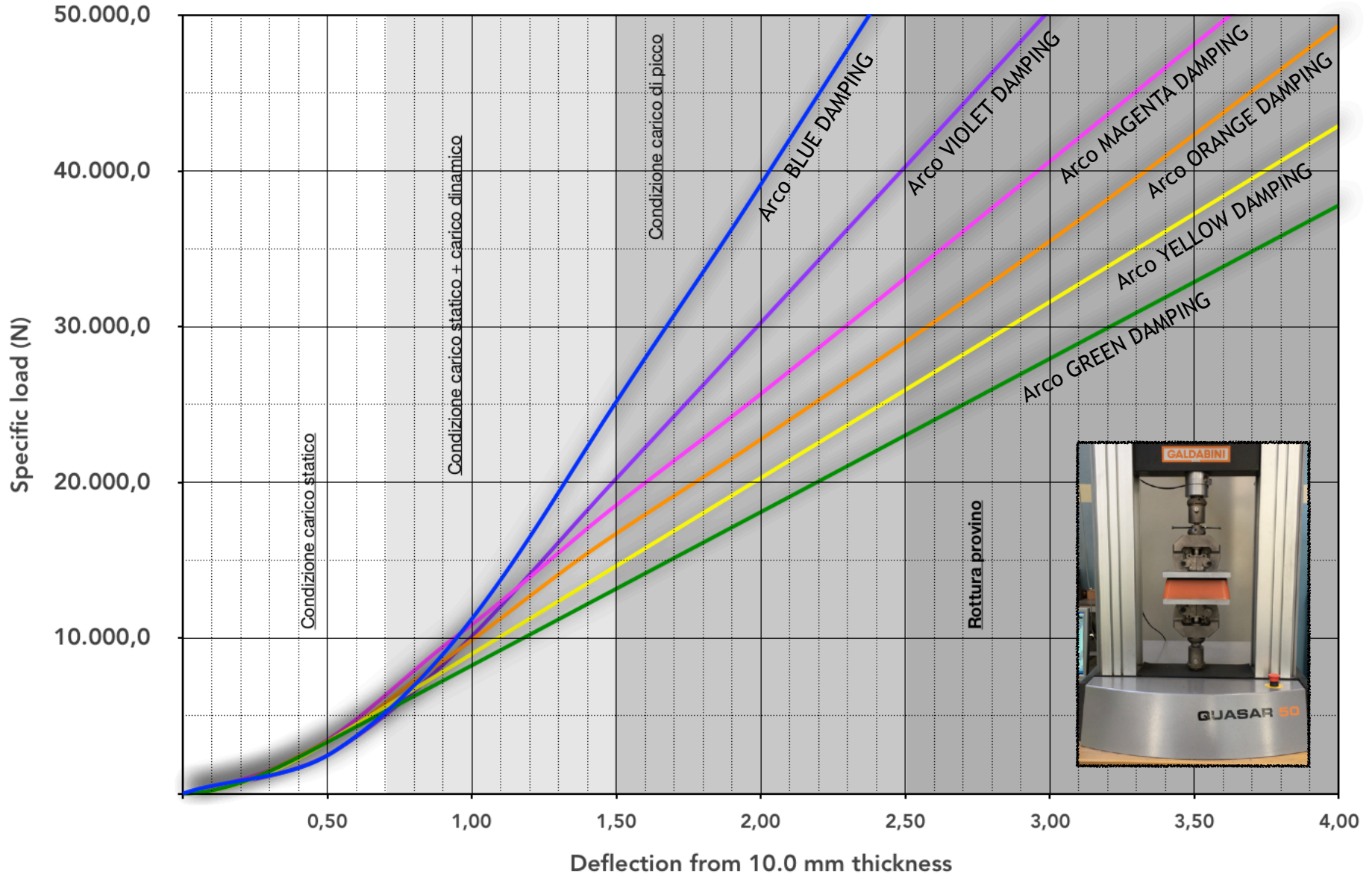
INNOVAZIONE

Tipologia di filtro rappresentato dal sistema anti-calpestio in bassa frequenza:

- Filtro del sistema acustico passa-basso;
- Filtro del sistema acustico di tipo passivo di 2° grado (-30.0 dB per decadi);
- Caratteristiche fattore smorzamento filtro, mediamente $28.5\% < K_{si} < 35.5\%$;
- Scorrimento viscoso supporto anti-vibrante pari allo 0.2% a 10 anni con carico 8000/10000 kg/m²;
- Frequenza di risonanza del filtro acustico, $8.0 < f_0 < 15.0$ Hz;
- Di ogni sistema prodotto viene verificata la conformità della frequenza di risonanza (f_0).

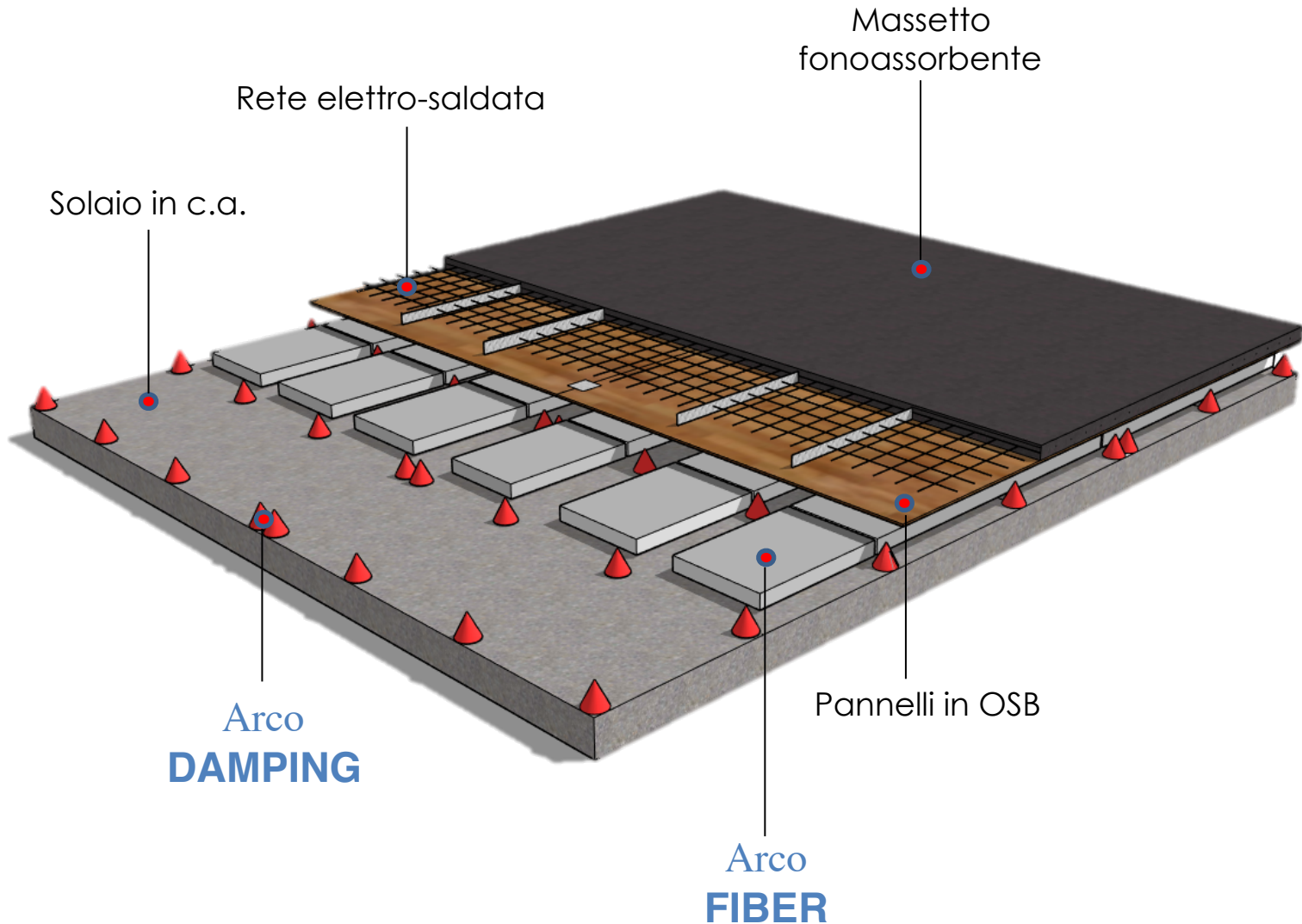
Arco PLUS: Caratteristiche tecniche sistema

Grafico carico [N] in funzione della deformazione [mm] del componente Arco DAMPING



Arco PLUS: Descrizione sistema acustico

Caratteristiche generali del sistema acustico



Arco PLUS: Certificazione sistema acustico

Panoramica certificazione sistema acustico in laboratorio ed in opera

BERGAMO

Collaudo acustica in opera

Verifica prestazione in cantiere (Tecnico Competente in Acustica)

BOLOGNA

Certificazione

CIRI Centro Inter-dipartimentale (Università degli Studi di Bologna)

PARIGI

Certificazione

CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (Marne-la-Vallée)

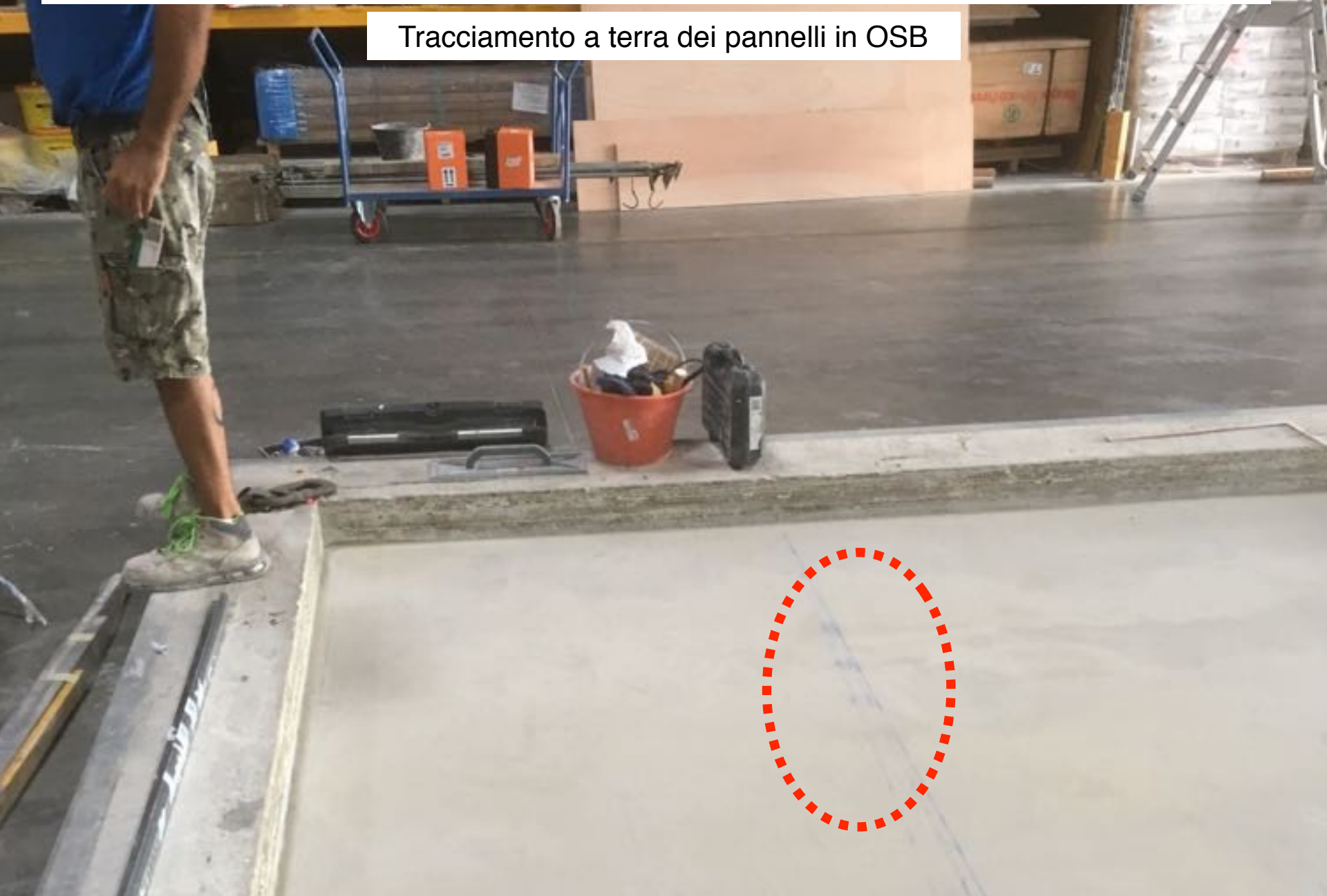
Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Definizione area di posa sistema



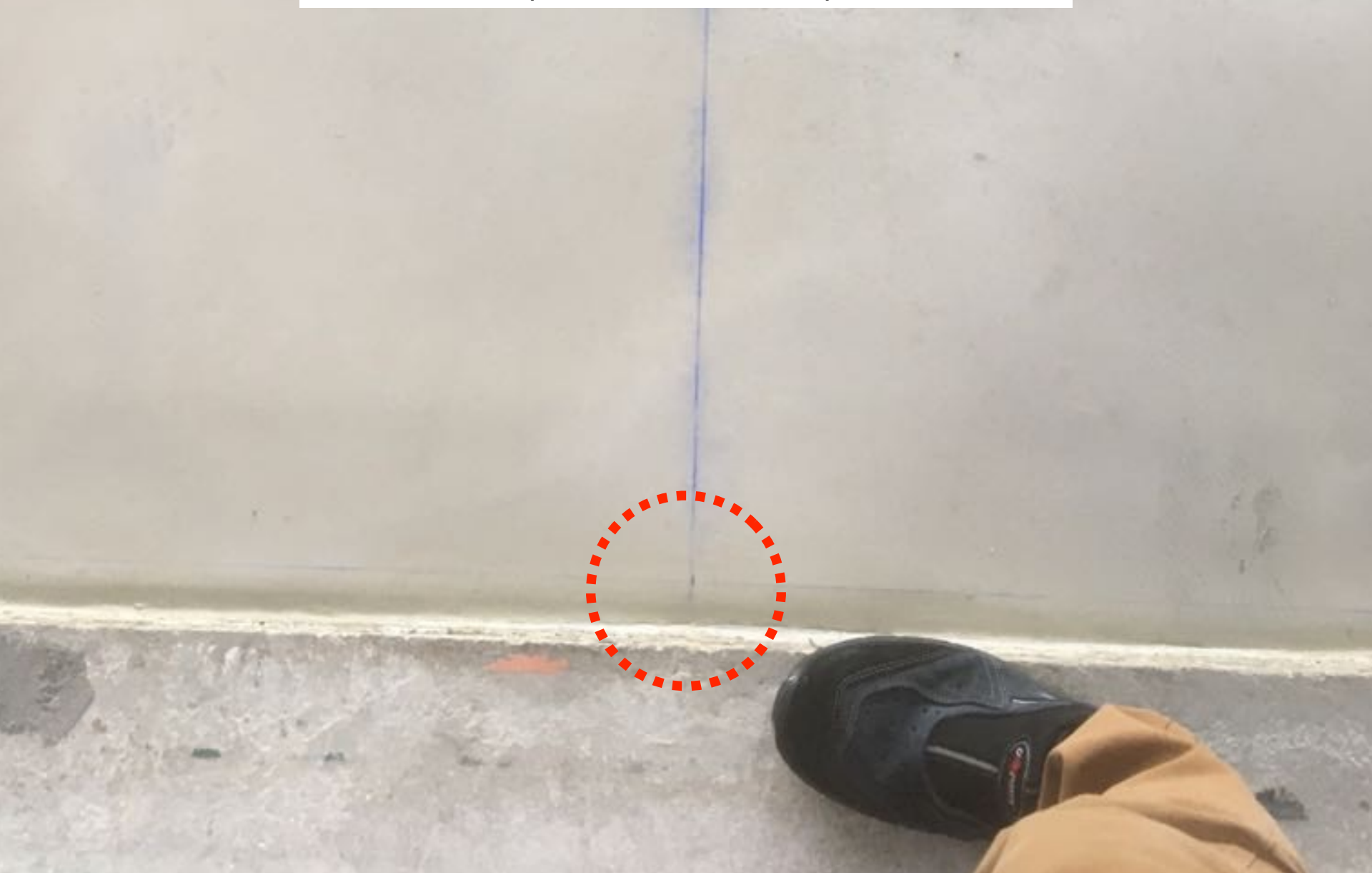
Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Tracciamento a terra dei pannelli in OSB



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Tracciamento proiezione a terra dei pannelli in OSB



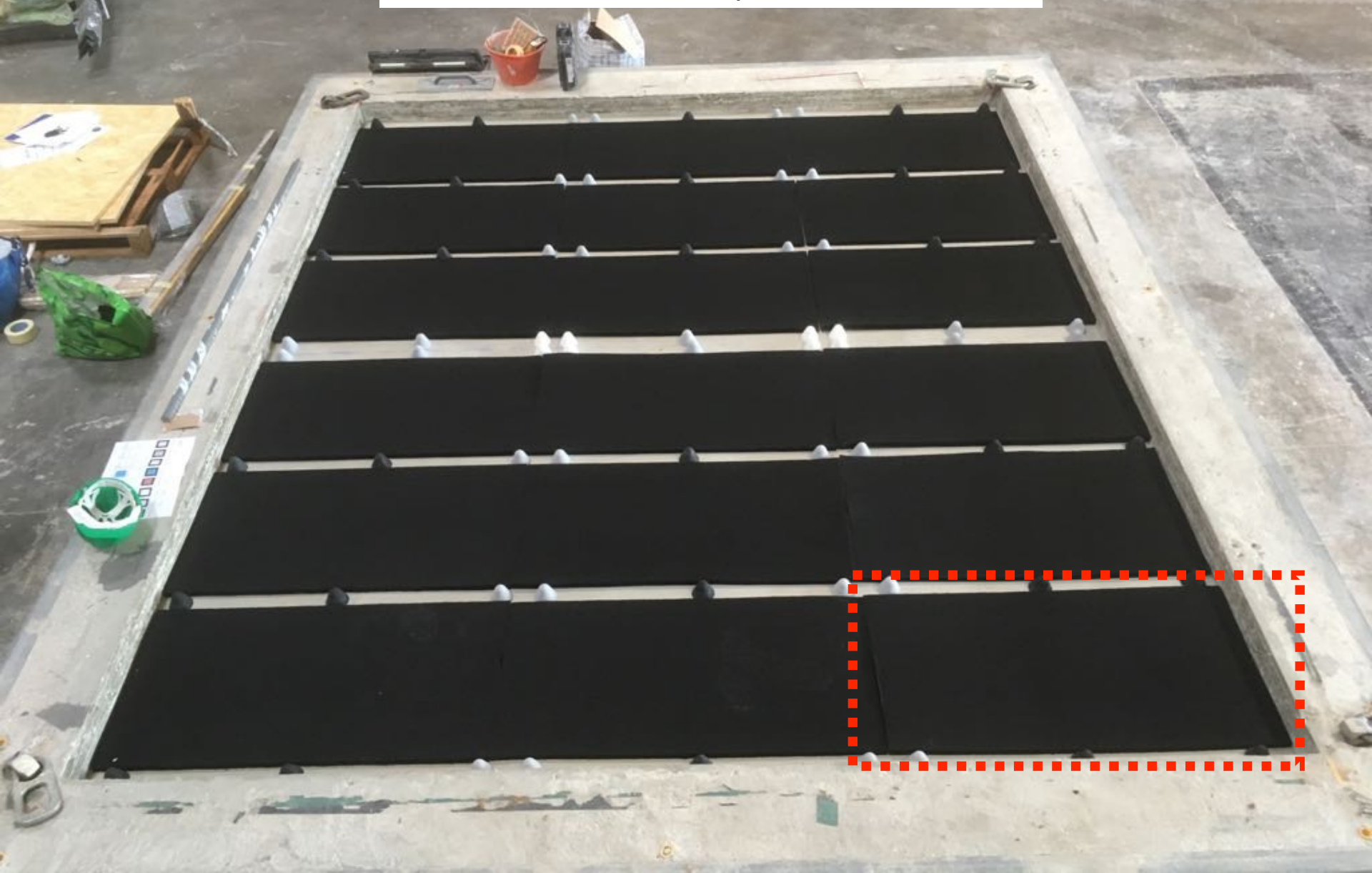
Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Posizionamento a terra supporti Arco DAMPING



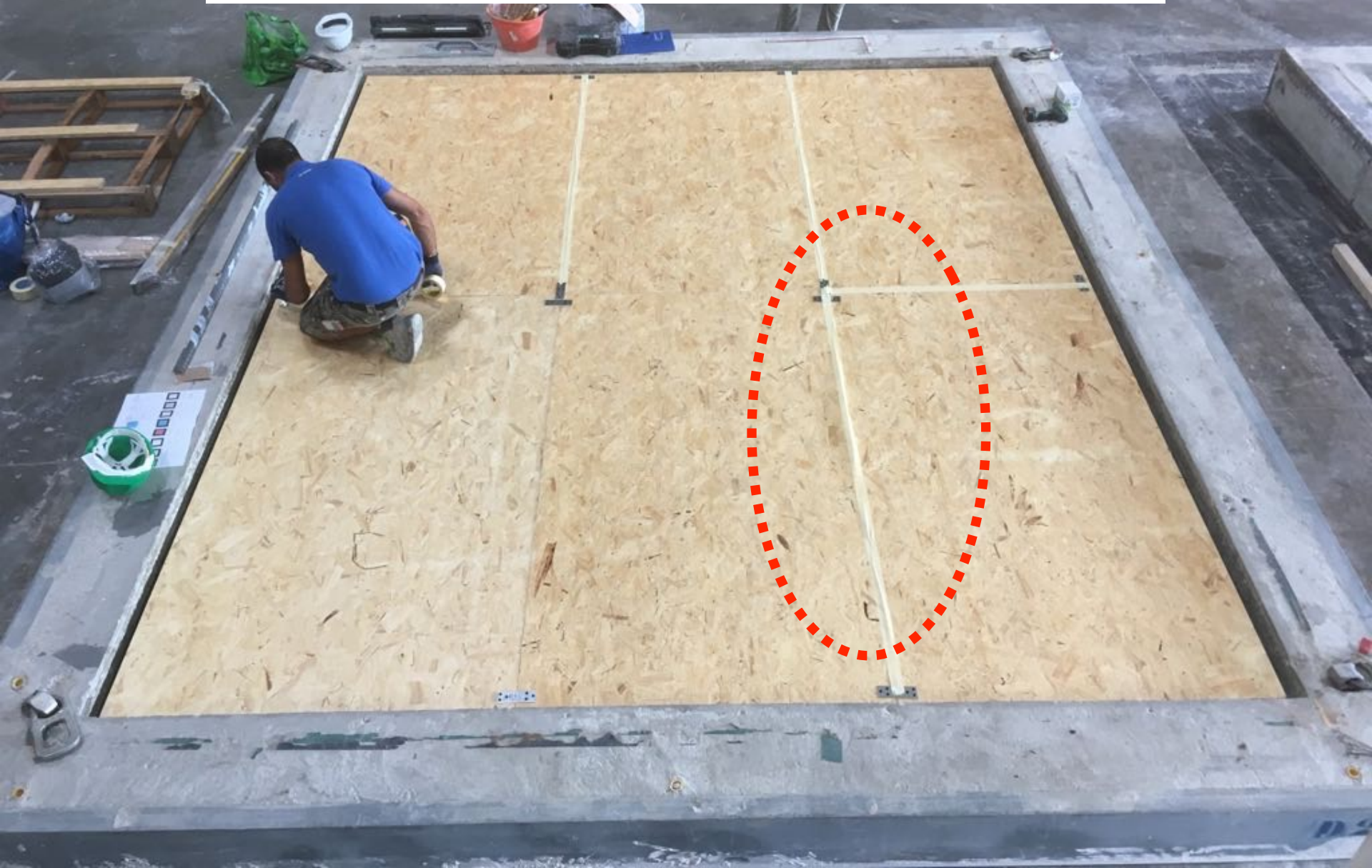
Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Posizionamento a terra pannelli Arco FIBER



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Posizionamento pannelli in OSB sopra supporti Arco DAMPING



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Posizionamento sopra supporti Arco DAMPING pannelli in OSB



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Posizionamento rete elettro-saldata sopra pannelli OSB ed applicazione Arco FASCIA



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Getto e rasatura massetto Arco MASS DAMPING sopra pannelli in OSB



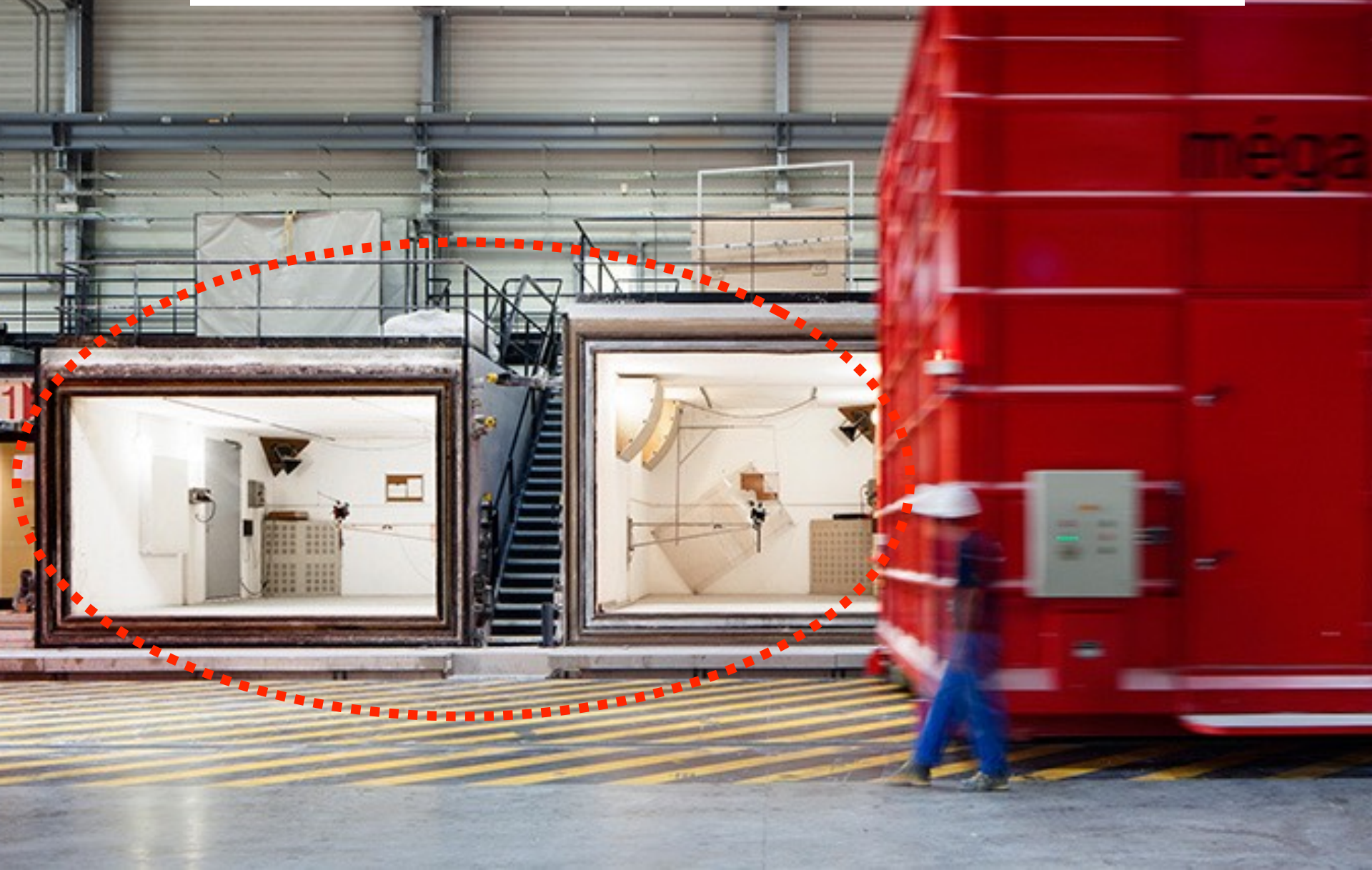
Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Dettaglio separazione sistema Arco PLUS dal riscontro fisso adiacente



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Tipologia camera di prova C.S.T.B. laboratorio Francia



Arco PLUS: Installazione sistema acustico

Verifica in opera frequenza di risonanza sistema (post asciugatura Arco MASS DAMPER)



Arco PLUS: Elementi costitutivi del sistema

Elenco componenti che costituiscono il sistema acustico

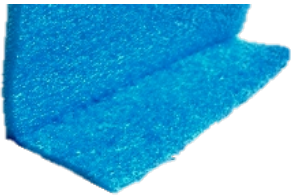


Arco DAMPING

sistema antivibrante impiegato per l'attenuazione delle vibrazioni

Arco MASS DAMPER

massetto isolante termico e acustico in conglomerato cementizio alleggerito



Arco FASCIA

fascia in polietilene espanso adesiva, utilizzata come elemento di contenimento del massetto

Arco FIBER

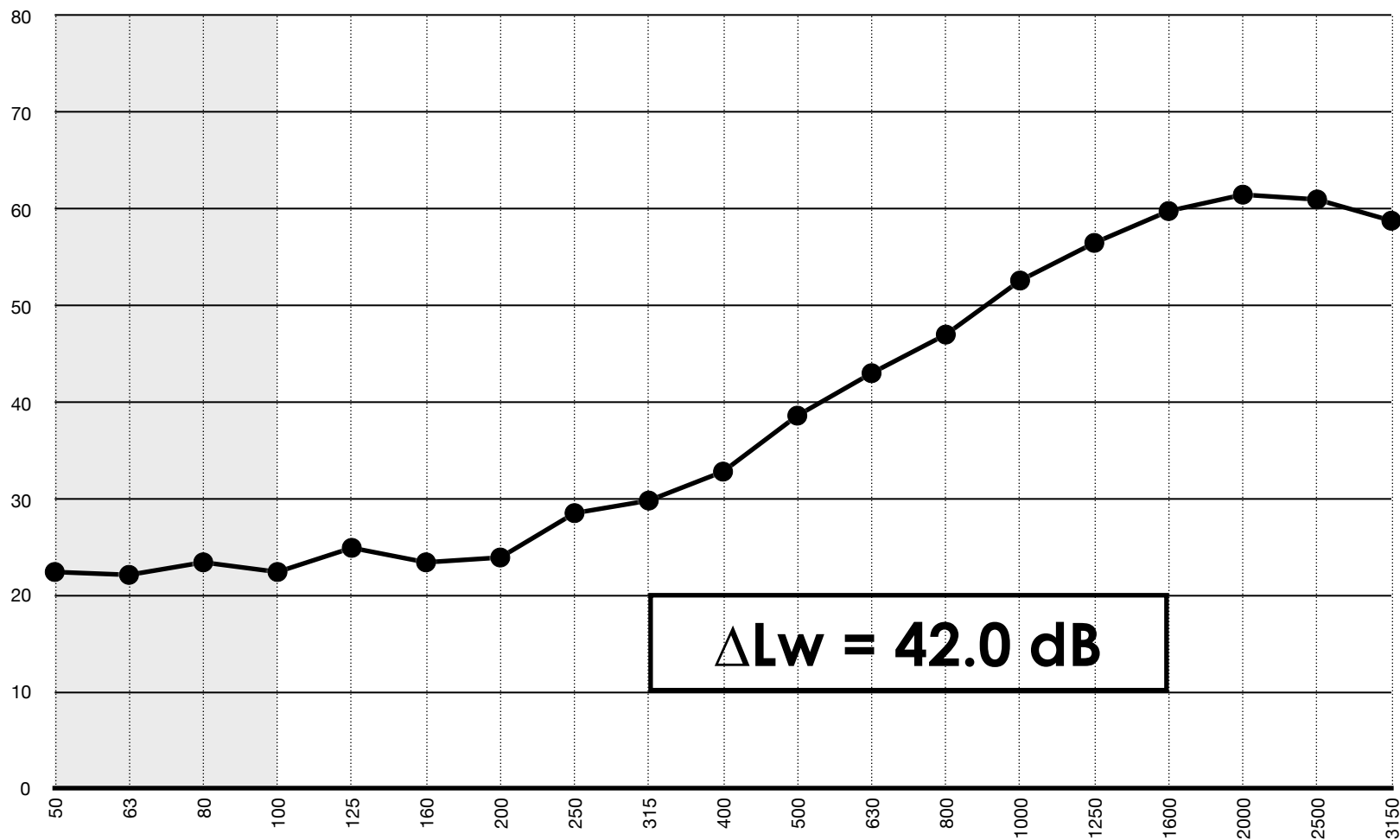
manufatto ecocompatibile fonoisolante/ fonoassorbente ottenuto dal riciclo del PET.



Arco PLUS: La prestazione di laboratorio

Livello di calpestio ottenuto presso il laboratorio C.S.T.B.

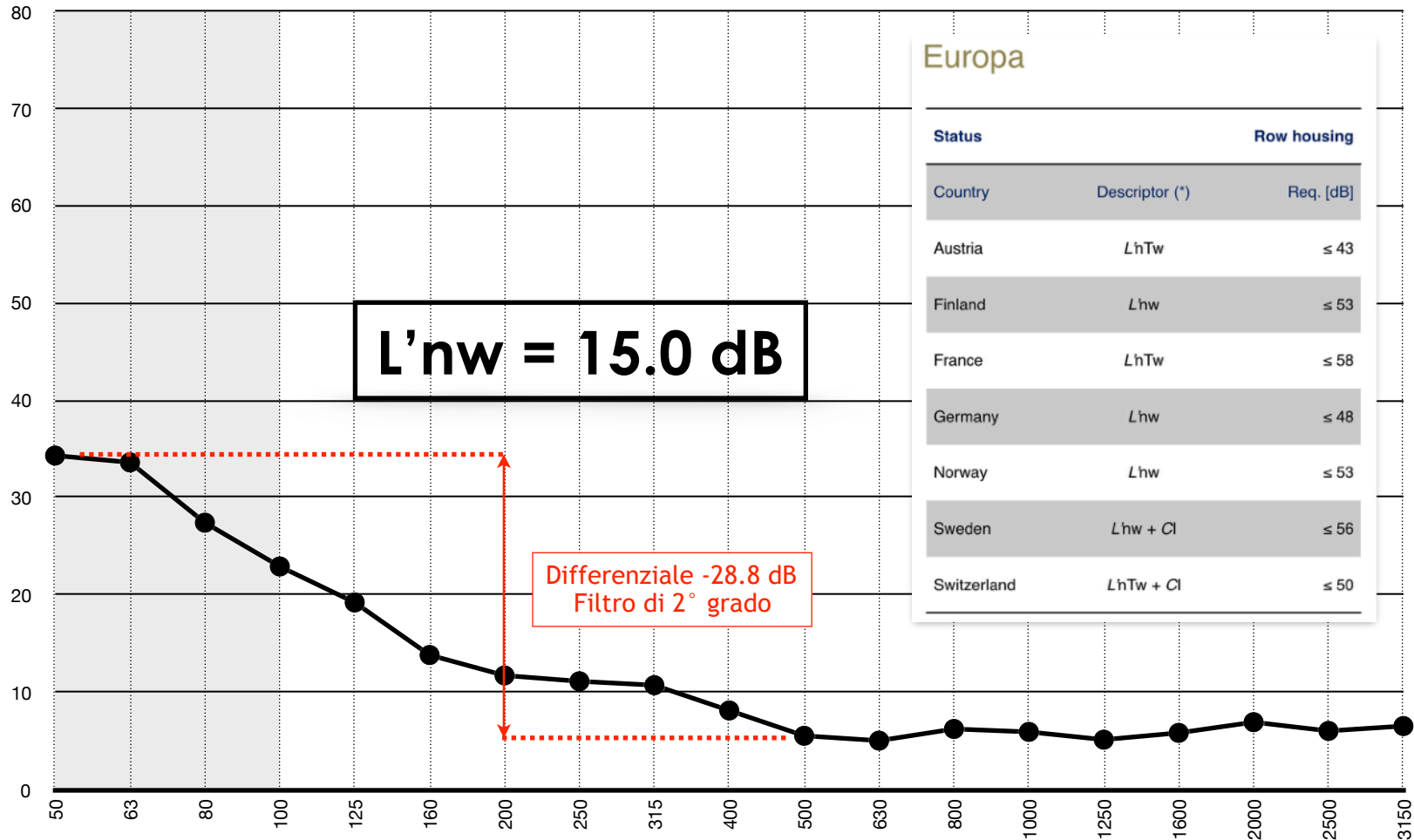
Livello Pressione [dB]	22.4	22.1	23.4	22.4	24.9	23.4	23.9	28.5	29.8	32.8	38.6	43.0	47.0	52.6	56.5	59.8	61.5	61.0	58.8
Frequenza [Hz]	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150



Arco PLUS: La prestazione in opera

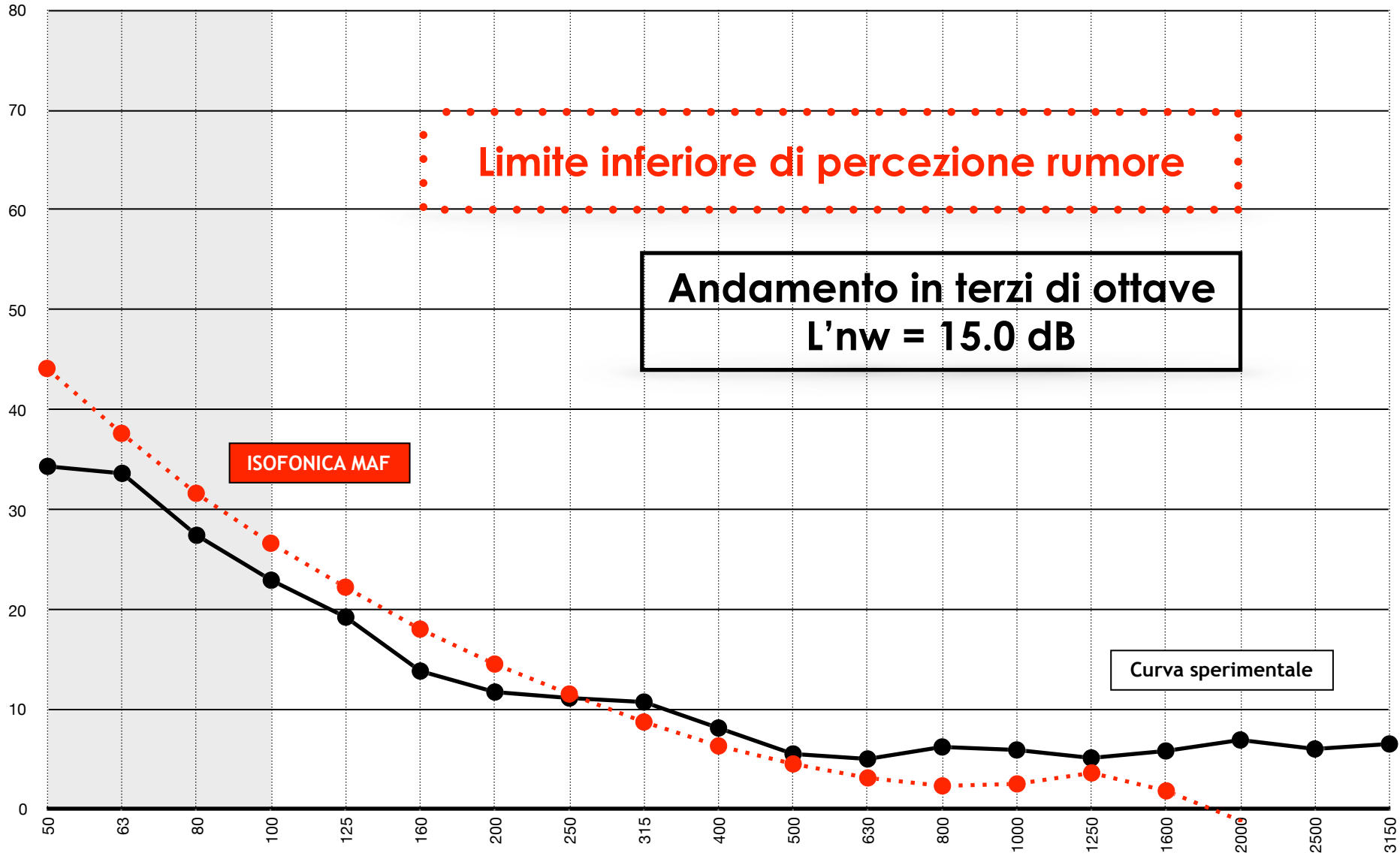
Misura in opera del livello di calpestio eseguito da tecnico competente in acustica

Livello Pressione [dB]	34.3	33.6	27.4	22.8	19.2	13.8	11.7	11.1	10.7	8.1	5.5	5.0	6.2	5.9	5.1	5.8	6.9	6.0	6.5
Frequenza [Hz]	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150



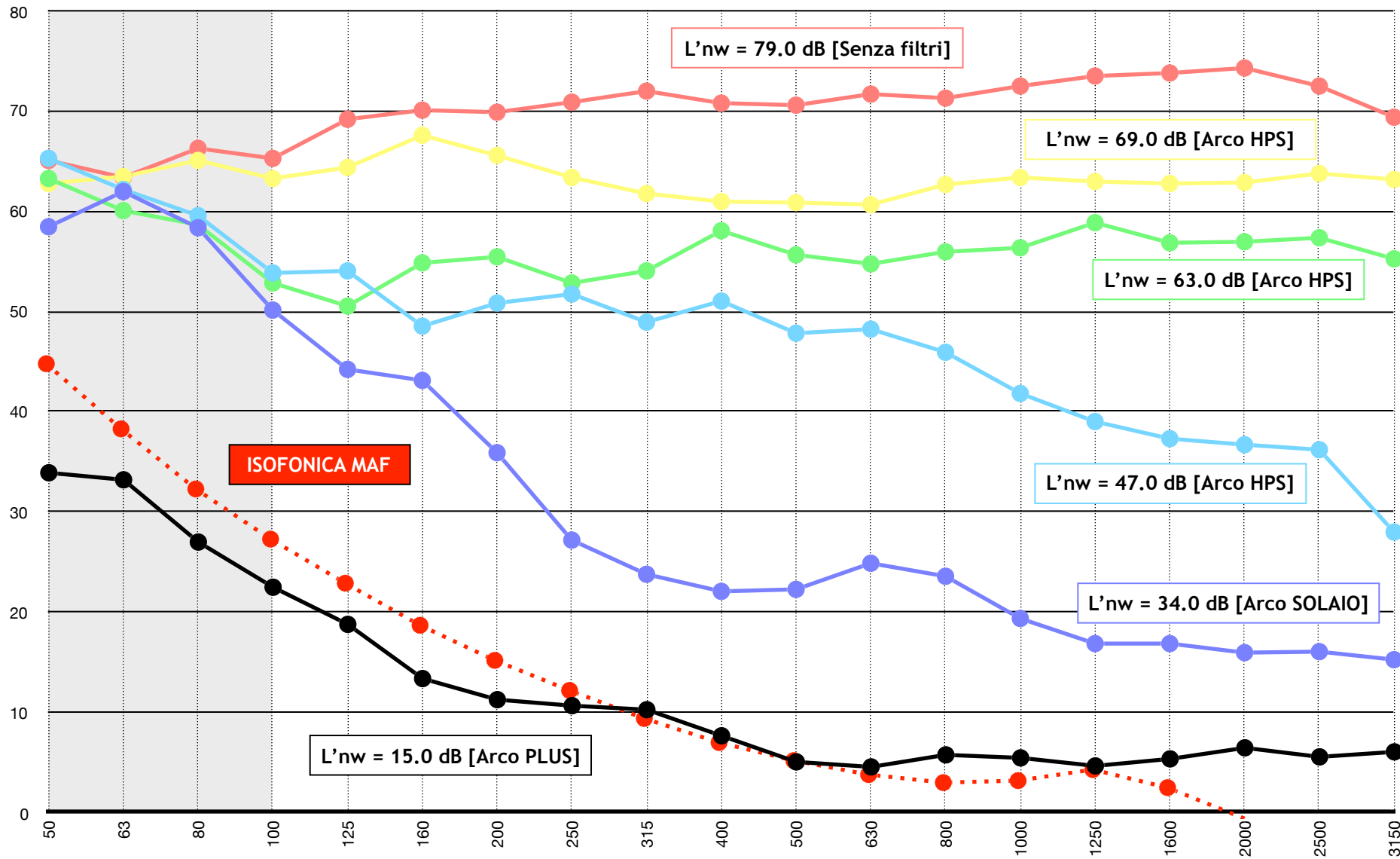
Confronto tra prestazione e percezione

Confronto diretto tra curva sperimentale ed Iso-fonica MAF



Comparazione curve prestazioni acustiche

Confronto diretto tra differenti curve sperimentale ed Iso-fonica MAF



Grazie per la vostra
partecipazione

CONTATTI:



www.arcoacustica.com



www.facebook.com/ArcoAcustica



www.linkedin.com/in/arcoacustica

