

echo 8

MANUALE DEL SOFTWARE

**Requisiti acustici passivi,
classificazione acustica
e caratteristiche interne
di ambienti confinati.**

MANUALE DI UTILIZZO DEL SOFTWARE ECHO 8

Milano, 29 settembre 2025
Documento basato sulla versione ECHO 8.4.18



TECNOLOGIA E PROGETTO

Via Lanzone 31, 20123 Milano
P. IVA e C. F. 10429290157

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
MODELLI DI CALCOLO	5
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
PRESTAZIONI DI ELEMENTI COSTRUTTIVI E FONOASSORBENTI	5
ATTIVAZIONE DEL SOFTWARE.....	6
LA SUITE DEI SOFTWARE	6
PROCEDURE DI INSERIMENTO DATI - INFORMAZIONI GENERALI	7
2. MENÙ GENERALE	9
3. COME INIZIARE.....	10
4. ARCHIVI.....	12
ARCHIVIO ELEMENTI	13
ELEMENTI AZIENDE ANIT	14
ELEMENTI UTENTE	15
Pareti Utente.....	16
Solai Utente	17
Contropareti Utente	18
Rivestimenti Esterni Utente	19
Anticalpestio Utente	20
Controsoffitti Utente	22
Serramenti Utente	23
Schiume e Sigillanti	23
Piccoli Elementi Utente.....	23
Strutture composite.....	24
CALCOLO MASSA SUPERFICIALE	25
CALCOLA R_w (PARETI E SOLAI)	26
CALCOLA $L_{n,eq,0,w}$	29
CALCOLA ΔR_w	32
CALCOLA ΔL_w	38
CALCOLA $D_{n,e,w}$ PER APERTURE NON INSONORIZZATE	39
ARCHIVIO STRATIGRAFIE.....	40
ARCHIVIO MATERIALI	41
ARCHIVIO MATERIALI FONOASSORBENTI.....	42
IMPORTA DATABASE	43
IMPORTA ARCHIVIO CERTIFICATI	44
MODIFICA PERCORSO ARCHIVIO	45
5. PROGETTO DI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (DPCM 5-12-1997)	46
Isolamento facciate ($D_{2m,nT,w}$).....	46
Elementi che compongono la facciata (A1 e A2)	46
Trasmissioni laterali (B).....	47
Forma di facciata (C)	47
Indici di valutazione (D)	47
Valori di riferimento (E)	47
Calcolo di R_w minimo dei serramenti (F).....	47

Facciate di ambienti d'angolo	48
Isolamento pareti ($R'_w - D_{nT,w}$)	50
Selezione elementi	51
Selezione giunti	54
Trasmissioni laterali aeree	55
Risultati	57
Isolamento solai ($R'_w - D_{nT,w}$)	59
Livello rumore da calpestio ($L'_{n,w} - L'_{nT,w}$)	60
Ambienti sovrapposti	61
Importazione da calcolo di potere fonoisolante	62
Ambienti affiancati	62
Note	63
Impianti a funzionamento continuo ($L_{A,eq} - L_{i,c}$)	64
Impianti a funzionamento discontinuo ($L_{A,S,max} - L_{i,d}$)	64
Comfort acustico ambienti (T - C50 - STI)	65
Caratteristiche dell'ambiente	65
Valori di riferimento	66
Tempo di riverberazione	67
STI	68
Distribuzione irregolare dell'assorbimento	69
Tempo di riverberazione misurato	71
6. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da progetto	72
7. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da collaudo in opera	73
Misurazione di tutti gli elementi	74
Tecnica del campionamento	75
8. RELAZIONE	76
9. Sezione “?”	77
Appendice A. Calcolo della massa superficiale	78
Appendice B. Dati di ingresso nei modelli di calcolo di R'_w e $L'_{n,w}$	80
Appendice C. Incertezza di calcolo	83

Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è realizzato da TEP s.r.l. ed è aggiornato alla data riportata in copertina.

Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di TEP s.r.l.

1. INTRODUZIONE

ECHO è il software per i calcoli di acustica edilizia sviluppato da TEP s.r.l.

Analizza i requisiti acustici passivi degli edifici (UNI EN ISO 12354, UNI 11175), la classe acustica delle unità immobiliari (UNI 11367) e le caratteristiche acustiche interne degli ambienti confinati (UNI 11532, UNI EN 12354-6).

Il programma permette di valutare:

- Il potere fonoisolante apparente (R'_w) di pareti e solai
- L'isolamento acustico delle facciate ($D_{2m,nT,w}$)
- Il livello di rumore di calpestio in un ambiente abitativo ($L'_{n,w}$)
- Il tempo di riverberazione (T) degli ambienti abitativi,
- La classe acustica delle singole unità immobiliari (UNI 11367)
- L'isolamento acustico normalizzato tra ambienti adiacenti ($D_{nT,w}$)
- L'indice di trasmissione del parlato (**STI – Speech Transmission Index**)
- La chiarezza (C_{50})

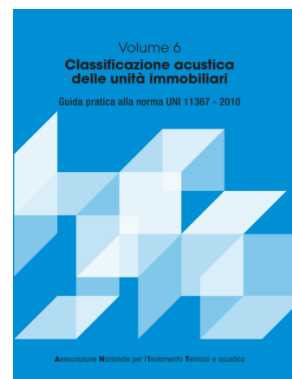
Inoltre, consente di calcolare:

- Il potere fonoisolante “di laboratorio” di una stratigrafia (R_w)
- Il livello di rumore da calpestio “di laboratorio” di un solaio ($L_{n,eq,0,w}$)
- L'incremento di potere fonoisolante di strati di rivestimento interni ed esterni (ΔR_w)
- La riduzione di livello di calpestio determinata da un massetto tradizionale o a secco (ΔL_w)

I calcoli vengono eseguiti per **indici di valutazione**.

Il software è “di facile impiego”, ma non per questo può essere utilizzato da chiunque. Il calcolo dei requisiti acustici passivi richiede conoscenza della materia e padronanza dei dati che vengono inseriti nel programma.

Per approfondire i modelli di calcolo è possibile consultare le norme tecniche di riferimento e i libri: [Manuale di acustica edilizia](#) e [Classificazione acustica delle unità immobiliari](#).



ECHO mette a confronto le prestazioni calcolate con i limiti di legge in vigore (DPCM 5-12-1997, Decreto CAM). L'utente può anche impostare dei propri valori limite da verificare.

MODELLI DI CALCOLO

ECHO implementa i modelli di calcolo forniti dalle seguenti norme:

UNI EN ISO 12354-1:2017	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
UNI EN ISO 12354-2:2017	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
UNI EN ISO 12354-3:2017	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea
UNI EN 12354-6:2006	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
UNI 11175-1:2024	Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici Parte 1: Metodo di calcolo semplificato basato su grandezze a numero unico
UNI 11175-2:2024	Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici Parte 2: Dati di ingresso per il modello di calcolo
UNI 11367:2010	Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera
UNI 11532-1:2018	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali
UNI 11532-2:2020	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico

Le informazioni presenti negli archivi di ECHO sono ricavate dalle seguenti fonti:

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

UNI 10351:2015	Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
UNI 10355:1994	Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10456:2008	Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
UNI EN ISO 6946:2008	Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
UNI EN 12354-6:2006 Appendici B e C	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
UNI 11532-2:2020 Appendice C	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico

PRESTAZIONI DI ELEMENTI COSTRUTTIVI E FONOASSORBENTI

UNI TR 11175:2005 Appendice B	Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
UNI EN 12354-6:2006 Appendici B e C	Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
UNI 11532-2:2020 Appendice C	Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico
Fonti varie: Certificati di laboratorio ($R_w - \Delta L_w - s' - \alpha$)	Certificati, forniti da aziende associate ANIT, conformi alle norme: <ul style="list-style-type: none"> • UNI EN ISO 140 (2006) e UNI EN ISO 10140 (2010) ($R_w - \Delta L_w$) • UNI EN 29052-1 (1993) (s') • UNI EN ISO 354 (α)

L'utente può importare negli archivi banche date sviluppate da Aziende del settore.

ATTIVAZIONE DEL SOFTWARE

Alla prima installazione del software è possibile selezionare una delle seguenti opzioni:

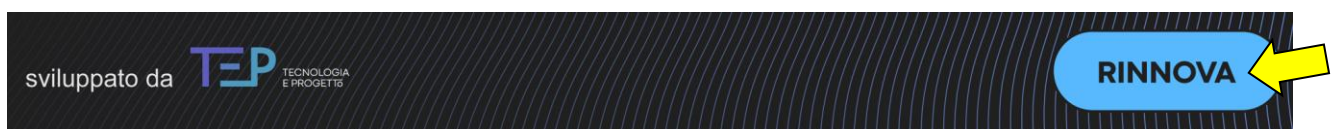
- Versione a tempo (30 giorni): attiva il software nella sua versione completa per 30 giorni, per consentire una prova prima dell'acquisto.
- Socio ANIT Individuale: attiva le funzioni riservate ai Soci Individuali ANIT (*)
- Socio ANIT Azienda: attiva la versione completa, riservata allo staff tecnico delle aziende associate ad ANIT (*)
- Studenti: attiva la versione completa, riservata agli studenti di percorsi formativi (scuole, università) con contratto di collaborazione attivo.
- Sito TEP srl: attiva la versione completa, riservata agli utenti che acquistano il software tramite il portale e-commerce TEP s.r.l. (opzione al momento non disponibile).

(*) L'attivazione sblocca l'uso di tutti i software compresi nella quota associativa.

Le modalità di attivazione di ogni opzione sono descritte nelle relative schermate.

Una volta attivato il software, il numero di giorni rimanenti e la tipologia di attivazione sono riportate sulla copertina del software al momento dell'avvio.

È possibile aggiornare l'attivazione cliccando su RINNOVA dalla copertina del software.

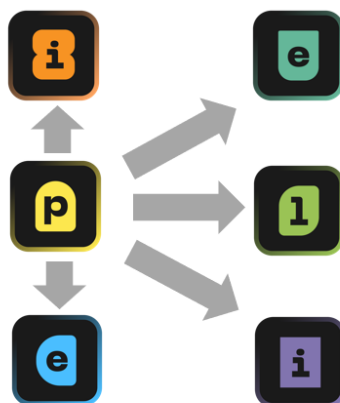


LA SUITE DEI SOFTWARE

Il software può essere utilizzato in coordinamento con altri software sviluppati da TEP s.r.l.

Ad esempio, le strutture opache (pareti, coperture, pavimenti) create con ECHO possono essere salvate nel database condiviso per essere richiamate da:

- PAN: per l'analisi delle prestazioni termoigrometriche delle strutture
- IRIS: per il calcolo dei ponti termici agli elementi finiti;
- LETO: per l'analisi del fabbisogno energetico degli edifici per la predisposizione della relazione tecnica (ex Legge 10), dell'APE e dell'AQE;
- EUREKA: per il calcolo della trasmittanza media U_m , del coefficiente $H'T$ e della trasmittanza per le detrazioni Ubonus.
- ICARO: per la simulazione dinamica oraria delle zone termiche di un edificio



PROCEDURE DI INSERIMENTO DATI - INFORMAZIONI GENERALI

SELEZIONE E ORDINAMENTO TABELLE

All'interno del software le banche dati sono organizzate in tabelle.

- Per selezionare il singolo record cliccare con il tasto sinistro del mouse (**Freccia rossa**)
- È possibile organizzare in ordine crescente o decrescente i vari record cliccando sulla prima riga della colonna. (**Freccia blu**)



		Descrizione	Spessore [cm]	Massa superficiale	Rw [dB]	
		Parete mattoni pieni 12 cm	12.0	260.0	43.0	
2		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 12 cm intonacata su un lato	13.5	155.0	43.0	
3		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	33.0	360.0	46.0	
4		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	33.0	285.0	46.0	
5		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 35 cm intonacata	38.0	345.0	47.0	
6		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 30 cm intonacata	33.0	280.0	48.0	
7		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 35 cm intonacata	38.0	400.0	49.0	
8		Parete blocchi semipieni laterizio alleggerito 20 cm intonacata su un lato	21.5	235.0	50.0	

RIQUADRI EDITABILI

Nelle varie schermate del software, tutti i campi delle tabelle evidenziati in **colore beige** possono essere editati manualmente dall'utente. Senza la necessità di dover aprire il singolo record.

Elementi che compongono la facciata

Nuovo elemento opaco

Nuovo serramento

Nuovo piccolo elemento

Nuovo giunto sigillato

Aggiungi da archivio

	Descrizione	Rw/Dnew/Rs [dB]	Area [m²] / Lunghezza [m]		
▶ 1	Nuovo elemento opaco	0.0	0	Elimina	Duplica
2	Nuovo serramento	0.0	0	Elimina	Duplica

Schermata calcolo $D_{2m,nT,w}$ – riquadri editabili

Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Selezione elemento: Tipo di elemento: Descrizione:

Visualizza stratigrafia:

Rw: 0.0 dB
 Massa superficiale: 0.0 kg/m²
 Area del divisorio: m²

		Descrizione	Massa Sup [kg/m ²]	Rw [dB]	Strato. addizionale	DRw [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
S		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci lato emittente	Calcola
						0.0	Inserisci lato ricevente	Calcola
1		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
3		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
4		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
5		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola

Schermata calcolo R'_w – riquadri editabili

INSERIMENTO DATI NUMERICI

Nell'inserimento dei dati numerici è possibile utilizzare indifferentemente sia il punto (.) che la virgola (,). Il software riconosce automaticamente il separatore utilizzato.

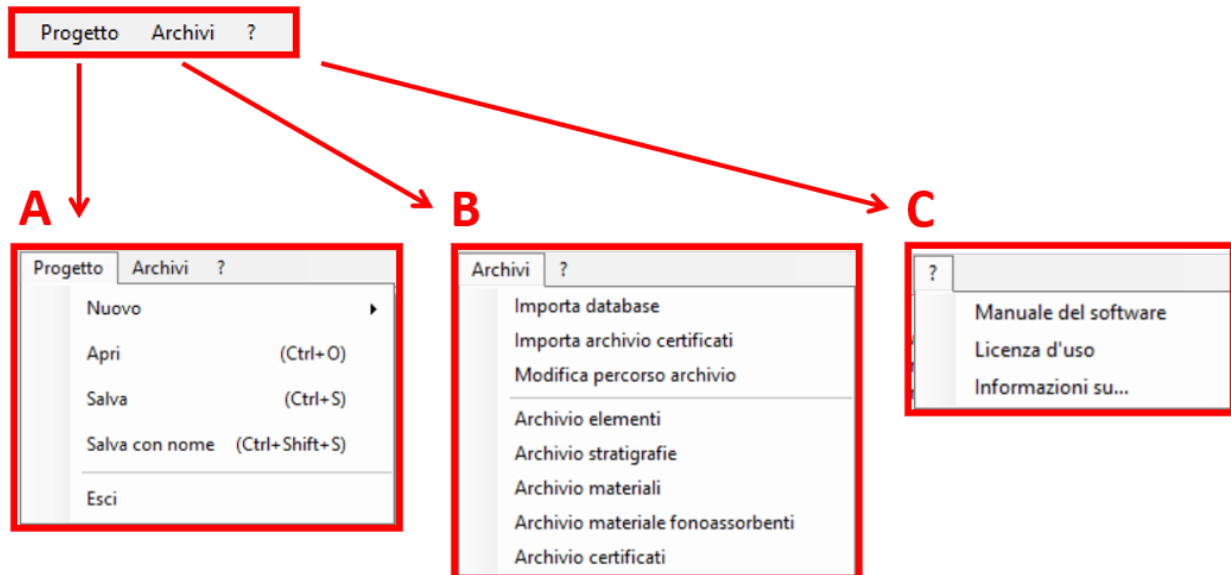
SUGGERIMENTI



Cliccando l'immagine con il punto di domanda, presente in alcune schermate, si ottengono informazioni per l'inserimento dei dati.

2. MENÙ GENERALE

Dal menù generale si può accedere ai comandi di gestione dei file (A), all'archivio degli elementi tecnici da utilizzare nei calcoli (B), al manuale e alle informazioni generali sul software (C).



(A) PROGETTO

Dalla voce “Progetto” si possono richiamare i comandi standard (nuovo, apri, salva, ecc.) per la gestione del file .echo contenente il progetto dell’edificio.

È anche possibile utilizzare le scorciatoie da tastiera:

- Apri = Ctrl+O,
- Salva = Ctrl+S,
- Salva con nome = Ctrl+Shift+S

Il file .echo può essere archiviato in cartelle locali o in cloud e può essere aperto dal software ECHO.

(B) ARCHIVI

La sezione “Archivi” contiene le banche dati relative ed Elementi, Stratigrafie, Materiali e Certificati da utilizzare nei calcoli.

Le voci “**Importa database**” e “**Importa archivio certificati**” permettono di importare:

- Banche dati di Aziende ANIT: <http://www.anit.it/banca-dati-software-anit/>
- Banche dati da versioni precedenti di Echo

La banca dati del software è salvata nel file “anitU.db”.

Tale file viene creato di default nella cartella: C:\Users\...\Documenti\Software ANIT

La voce “**Modifica percorso archivio**” permette di spostare il file “anitU.db” in una cartella differente.

(C) ?

Da questa sezione è possibile scaricare il manuale del software, la licenza d’uso e visualizzare informazioni generali su versione installata, data dell’ultimo aggiornamento e autori.

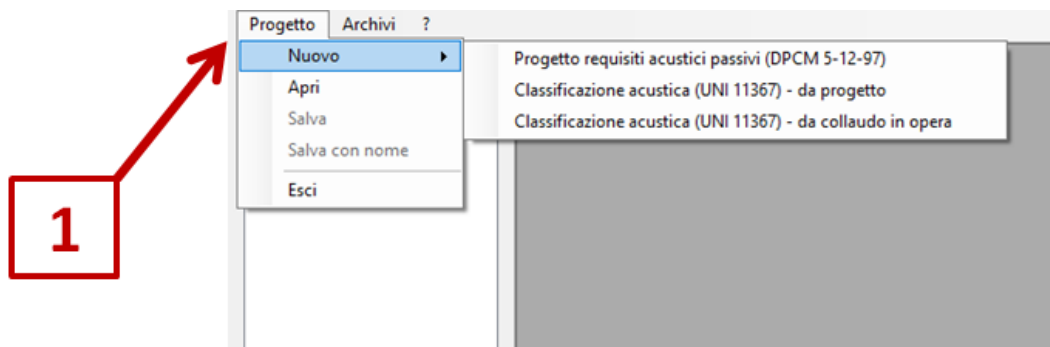
3. COME INIZIARE

ECHO 8 ha una impostazione simile agli altri software sviluppati per i Soci ANIT (PAN, LETO, ecc.).

Per iniziare un calcolo previsionale, ad esempio di requisiti acustici passivi, si deve in primo luogo **creare un «Progetto»** che conterrà tutti i calcoli relativi all'edificio in esame.

Per creare un «Nuovo progetto»:

(1) Selezionare: Progetto → Nuovo → Progetto requisiti acustici passivi



(2) Inserire i dati del progetto



Dati del progetto

Descrizione dell'unità immobiliare

Destinazione d'uso

Verifiche da effettuare ☐ DPCM 5/12/97 ☐ CAM 2022 ☐ Valori utente

Committente

Indirizzo

Telefono E-mail

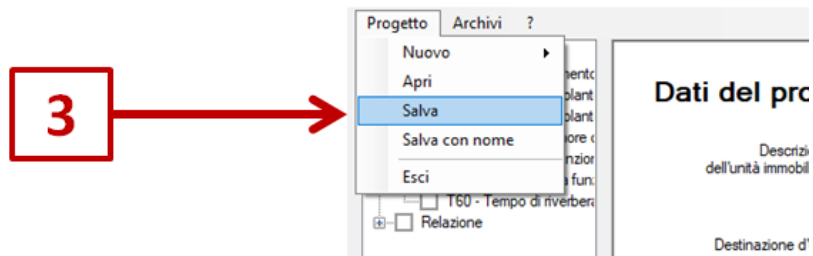
Calcolo eseguito da

Commento

Nota: Lo scopo di questa schermata è quello di raccogliere le informazioni generali del progetto che verranno richiamate nella prima pagina della relazione finale.

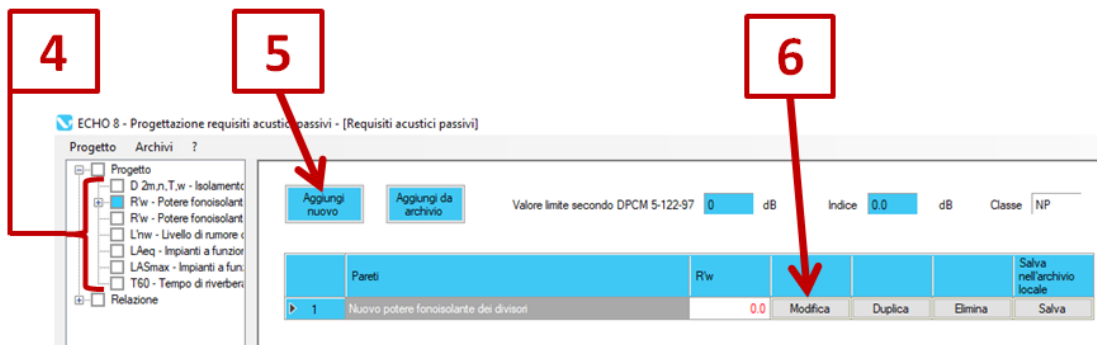
La compilazione delle informazioni non è obbligatoria e non incide sui risultati del calcolo.

(3) Il «Progetto» può essere salvato in qualsiasi momento, in un file formato «.echo», selezionando: Progetto → Salva



Dopo aver definito il “Progetto” si possono realizzare calcoli sui requisiti acustici passivi con la seguente procedura:

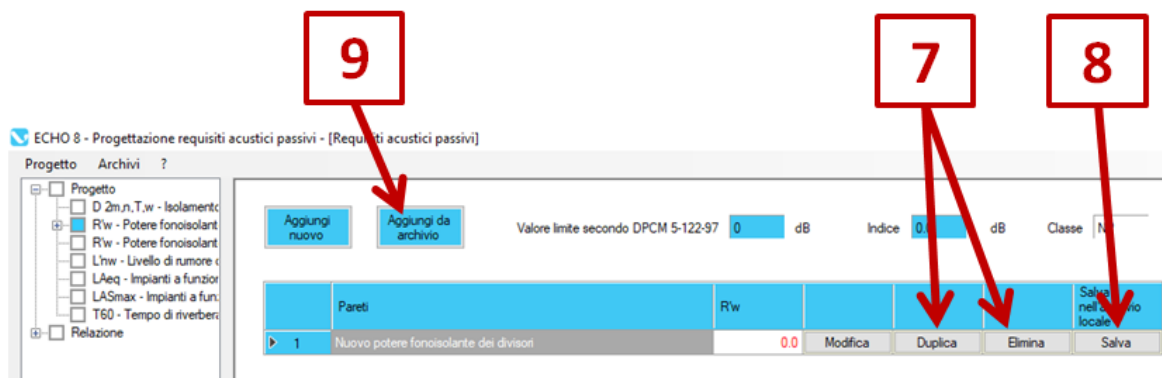
- Selezionare il tipo di calcolo da eseguire dal menu sulla sinistra **(4)**
- Cliccare «Aggiungi nuovo» **(5)**
- Selezionare «Modifica» **(6)**



I tasti «Duplica» e «Elimina» **(7)** permettono di duplicare o cancellare un calcolo già eseguito.

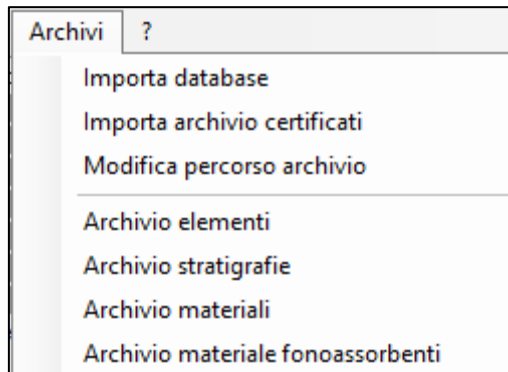
Il tasto «Salva» **(8)** serve per salvare un calcolo nell’archivio interno del software.

Il calcolo può essere richiamato in progetti successivi selezionando «Aggiungi da archivio» **(9)**



4. ARCHIVI

In questa sezione l'utente può visualizzare gli elementi tecnici presenti in banca dati (pareti, solai, serramenti, ecc.), definirne di nuovi e importare informazioni da precedenti versioni di Echo.

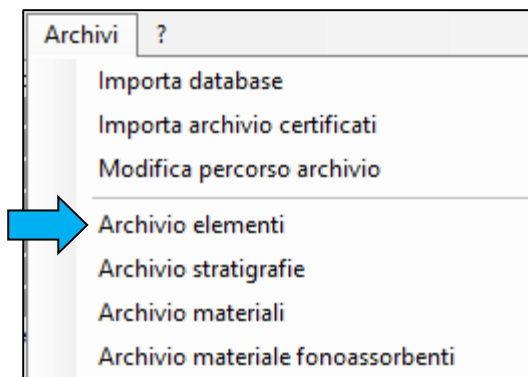


Gli archivi sono divisi nelle categorie:

- **Archivio elementi:** contiene
 - **database di elementi tecnici** quali pareti, solai, massetti, serramenti, piccoli elementi, ecc.
 - **archivi di certificati** ricavati da rapporti di prova di laboratorio (come specificato in UNI 11175-2)
- **Archivio stratigrafie:** in questa schermata l'utente può comporre i dati dell' **Archivio materiali** per realizzare stratigrafie di pareti, solai, ecc., da salvare nell'**Archivio elementi**
- **Archivio materiali:** in questa sezione è possibile visualizzare i materiali presenti in banca dati e inserirne di nuovi
- **Archivio materiali fonoassorbenti:** contiene l'elenco dei materiali utilizzati per i calcoli di tempo di riverberazione (T)

Prima di iniziare un calcolo nella sezione "Progetto", si consiglia di verificare che negli "Archivi" siano presenti tutti gli elementi tecnici che verranno utilizzati nell'analisi previsionale.

ARCHIVIO ELEMENTI



Questa sezione contiene la banca dati degli elementi tecnici.

Nella schermata si osservano:

- Una struttura ad albero con le categorie degli elementi **(A)**
- Una tabella con i dati della categoria selezionata **(B)**
- Un riquadro con i dati del record selezionato **(C)**
- I tasti per salvare, eliminare, aggiungere un nuovo elemento o visualizzare la “Relazione” **(D)**

The screenshot shows the 'Archivi' window with the following components:

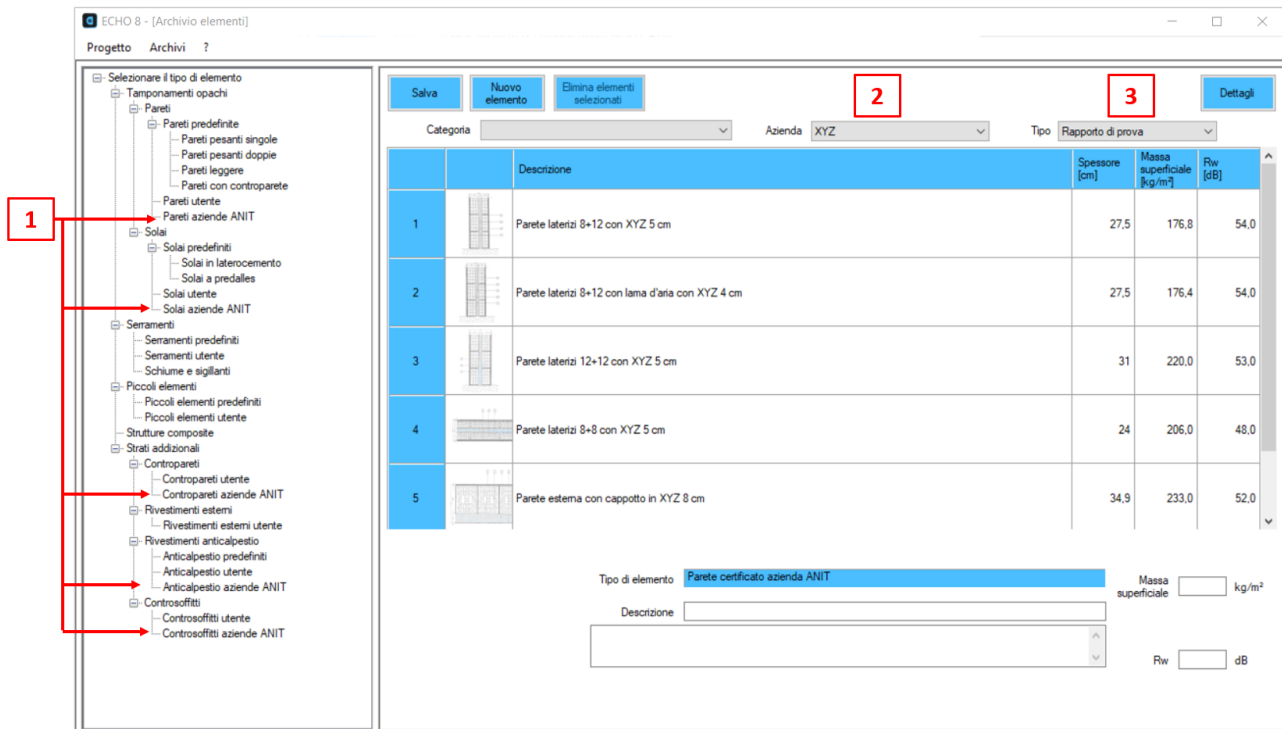
- (A) Selezione il tipo di elemento:** A tree structure on the left with categories like 'Tamponeamenti opachi', 'Pareti', 'Solai', 'Strati addizionali', 'Contropareti', 'Rivestimenti esterni', 'Rivestimenti anticalpestio', 'Controsoffitti', 'Seramenti', and 'Piccoli elementi'.
- (B) Tabella:** A table showing a list of elements with columns for 'Descrizione', 'Spessore [cm]', 'Massa superficiale', and 'Rw [dB]'. The table contains 4 rows of data.
- (C) Riquadro dati:** A detailed view of the selected element 'Pareti leggere'. It shows the description, a small diagram, and fields for 'Massa superficiale' (23.4 kg/m²) and 'Rw' (43.0 dB). Buttons for 'Calcola massa superficiale' and 'Calcola Rw' are present.
- (D) Top Bar:** Buttons for 'Salva', 'Nuovo elemento', 'Elimina', 'Elimina tutti gli elementi visualizzati', and 'Relazione'.

A

ELEMENTI AZIENDE ANIT

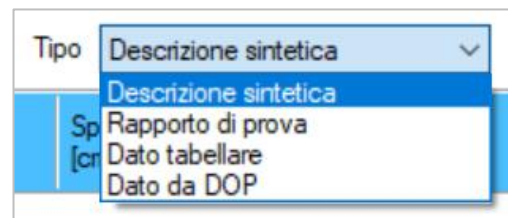
In Echo è possibile [importare database di Aziende ANIT](#), con prestazioni acustiche di materiali e sistemi costruttivi. Per visualizzare i dati importati:

- selezionare la voce di interesse dalla struttura ad albero (1)
- selezionare il nome dell'Azienda (2)
- selezionare il "Tipo" di banca dati (3)



I Tipi di banche dati aziendali (3) possono essere:

- "Descrizione sintetica"
- "Rapporto di prova"
- "Dato tabellare"
- "Dato da DOP"



I database "Descrizione sintetica" riportano per ogni elemento una descrizione, un'immagine e le prestazioni. Possono essere importati con la funzione [IMPORTA DATABASE](#)

I database "Rapporto di prova", "Dato tabellare" e "Dato da DOP" invece sono banche dati più dettagliate, elaborate secondo le indicazioni della norma UNI 11175-2.

Per ogni elemento specificano le prestazioni **anche in frequenza** e i dati per identificare il **rapporto di prova di laboratorio** da cui vengono tratte le informazioni.

Questi database possono essere importati con la funzione [IMPORTA ARCHIVIO CERTIFICATI](#)

NB: per il corretto utilizzo nei calcoli di dati provenienti da prove di laboratorio, si raccomanda di verificare le indicazioni della norma **UNI 11175-2** "Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: Dati di ingresso per il modello di calcolo". La norma specifica come scegliere i dati di laboratorio più adeguati, ed eventualmente adattarli alla situazione in esame.

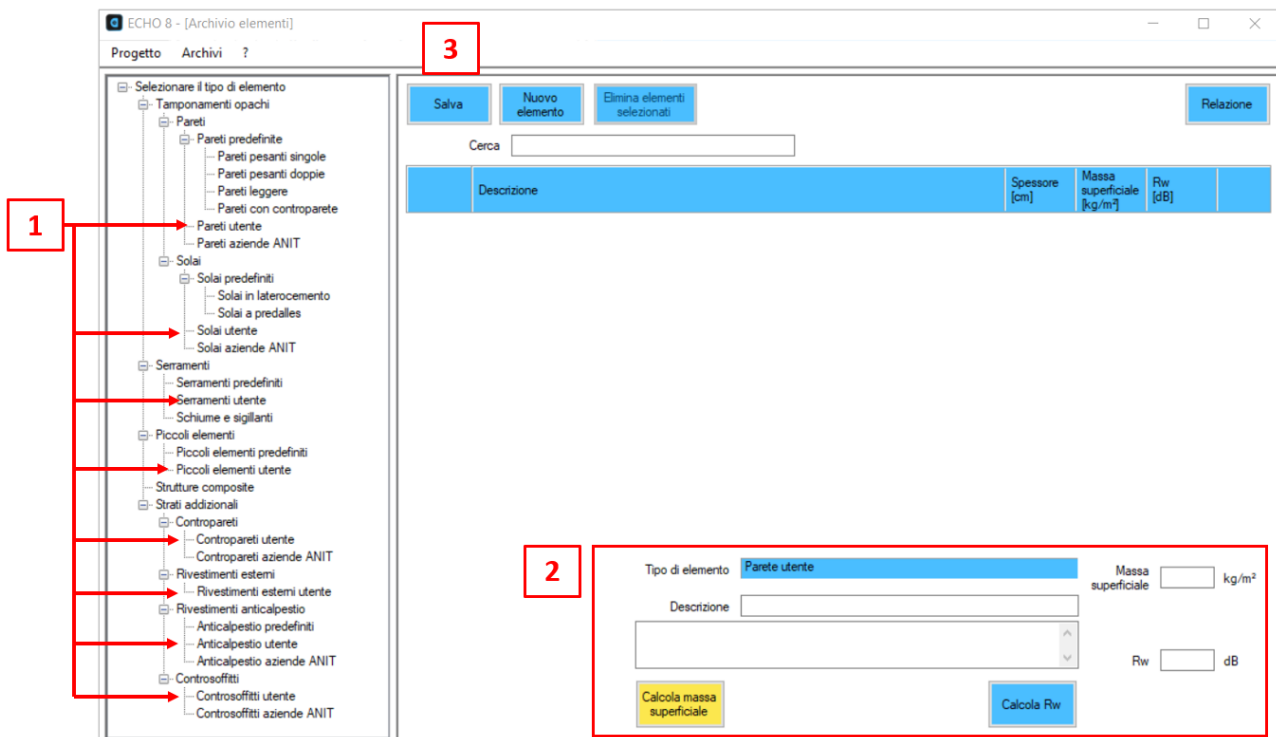
In particolare, si raccomanda di verificare le indicazioni relative ai dati di incremento di potere fonoisolante (ΔR_w) e di attenuazione dei rumori da calpestio (ΔL_w).

ELEMENTI UTENTE

L'utente può inserire in autonomia i dati relativi ad un elemento

Per inserire un **nuovo elemento**:

1. Selezionare una delle categorie "utente" dalla struttura ad albero **(1)**
2. Inserire una descrizione e i dati relativi all'elemento **(2)**
3. Cliccare **"Salva"** **(3)**



I dati possono essere inseriti manualmente o calcolati utilizzando i tasti nella sezione **(2)** (Calcola massa superficiale, Calcola Rw, ecc.)

Di seguito si specificano i dati da inserire per ogni tipologia di elementi utente.

Pareti Utente

Tipo di elemento **Pareti utente**

Descrizione

Calcola massa superficiale

B

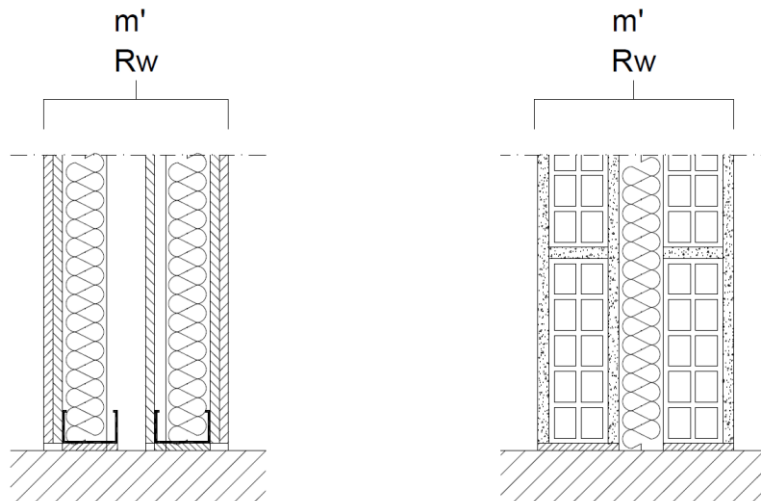
C

Calcola R_w

A

Massa superficiale kg/m^2
 R_w dB

Questa categoria comprende le pareti esterne e interne.



Per ogni elemento occorre inserire:

- Massa superficiale dell'intera partizione: m' [kg/m^2]
- Indice di potere fonoisolante dell'intera partizione: R_w [dB]

I tasti [“Calcola massa superficiale”](#) (B) e [“Calcola \$R_w\$ ”](#) (C) aprono schermate per determinare questi parametri.

Solai Utente

Tipo di elemento: Solai utente

Descrizione:

B **D** **C**

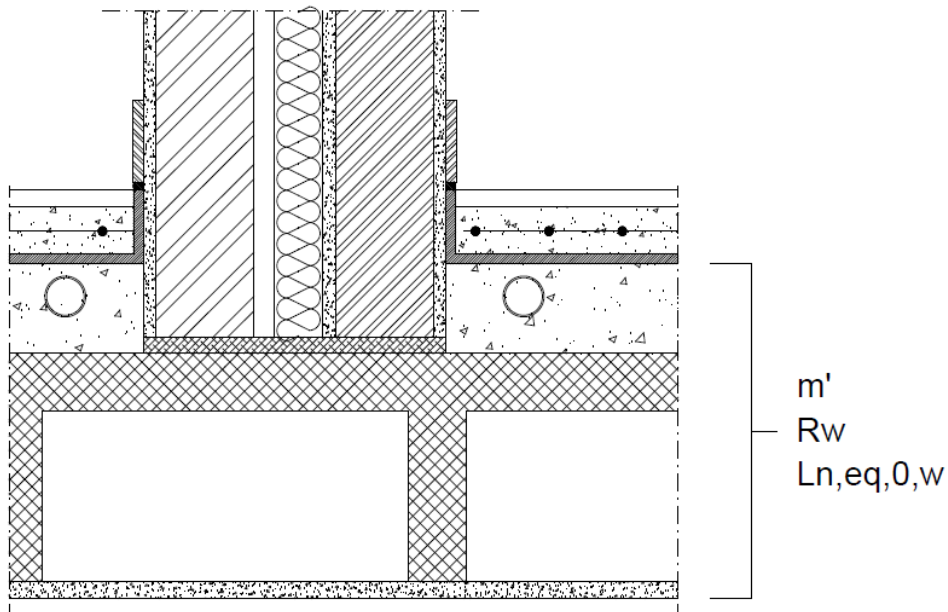
Massa superficiale kg/m²

R_w dB

$L_{n,eq,0,w}$ dB

A

Questa categoria comprende i “solai nudi”, intesi come gli elementi costruttivi che stanno **al di sotto del sistema anticalpestio** (solaio portante + eventuale strato copertura impianti).



Per ogni elemento occorre inserire:

- Massa superficiale del “solaio nudo”: m' [kg/m²]
- Indice di potere fonoisolante del “solaio nudo”: R_w [dB]
- Livello di calpestio del “solaio nudo”: $L_{n,eq,0,w}$ [dB]

I tasti “[Calcola massa superficiale](#)” **(B)** e “[Calcola \$R_w\$](#) ” **(C)**, [Calcola \$L_{n,eq,0,w}\$](#) **(D)**, aprono schermate per determinare questi parametri.

Contropareti Utente

Tipo di elemento **Contropareti utente**

Descrizione

Calcola massa superficiale

B

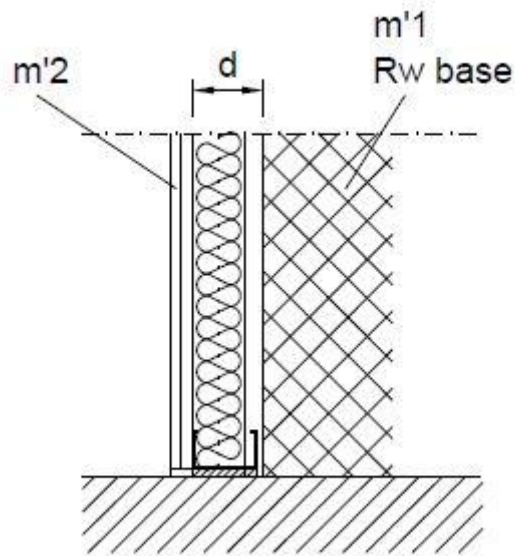
C

Calcola ΔR_w

A

Massa superficiale kg/m²
 ΔR_w dB

Questa categoria comprende le contropareti a secco, **montate su struttura autoportante e con materiale fonoassorbente in intercapedine**.



Per ogni elemento occorre inserire:

- spessore della cavità della controparete: d [cm]
- massa superficiale **della sola controparete**: $m'2$ [kg/m²]

I tasti “[Calcola massa superficiale](#)” (B) e “[Calcola \$\Delta R_w\$](#) ” (C), aprono schermate per determinare questi parametri.

Rivestimenti Esterni Utente

Tipo di elemento: **Rivestimenti esterni utente**

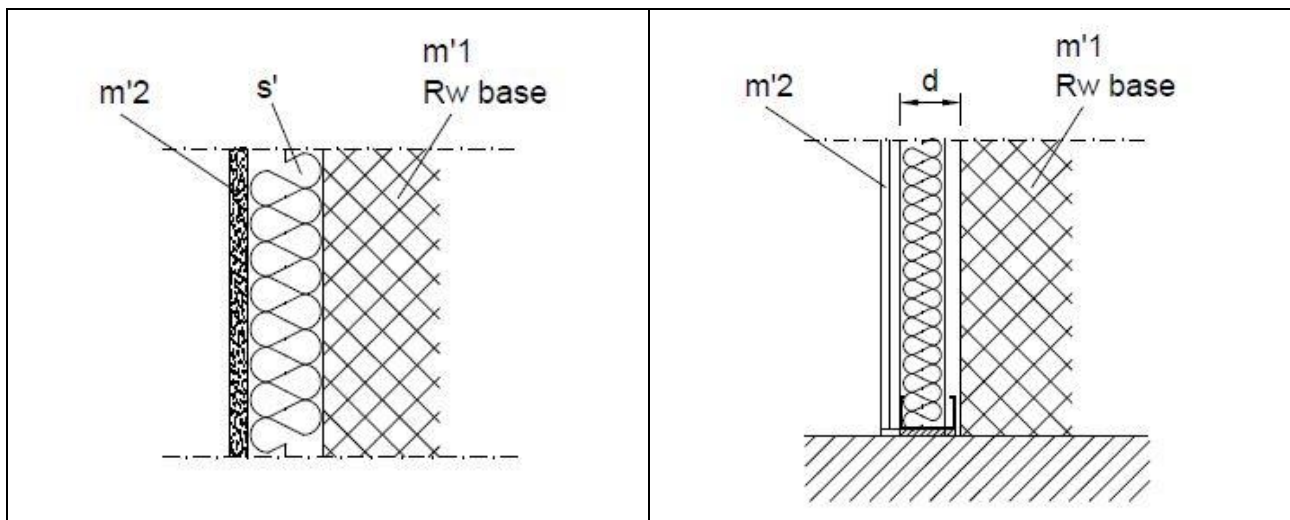
Descrizione:

Calcola massa superficiale **B** **Calcola ΔR_w** **C**

Massa superficiale kg/m²

ΔR_w dB **A**

Questa categoria comprende i cappotti esterni (realizzati in lana minerale o materiali cellulari) e le “contropareti esterne” (pareti ventilate, ecc.)



Per i cappotti occorre inserire:

- massa superficiale **del rivestimento esterno**: m'_2 [kg/m²]
- Rigidità dinamica del materiale isolante: s' [MN/m³]

Per le contropareti esterne:

- massa superficiale **del rivestimento esterno**: m'_2 [kg/m²]
- spessore dalla cavità della controparete: d [cm]

I tasti “[Calcola massa superficiale](#)” **(B)** e “[Calcola \$\Delta R_w\$](#) ” **(C)**, aprono schermate per determinare questi parametri.

Anticalpestio Utente

Tipo di elemento: **Anticalpestio utente**

Descrizione:

Calcola massa superficiale (B) **Calcola DLw** (C) **Calcola DRw** (D)

Massa superficiale kg/m²

ΔLw dB

A

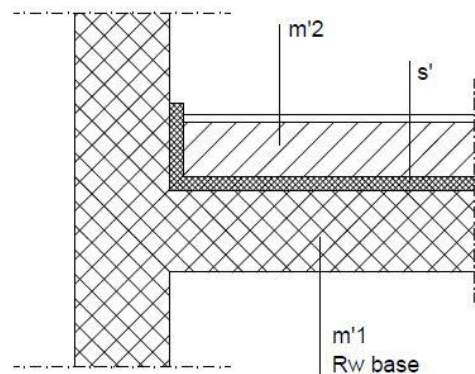
Questa categoria comprende i sistemi anticalpestio da posare sul “Solaio nudo”.

Possono essere:

- Massetti galleggianti
- Massetti a secco
- Materiali resilienti sottopavimento
- Rivestimenti resilienti (PVC, moquette, ecc.)

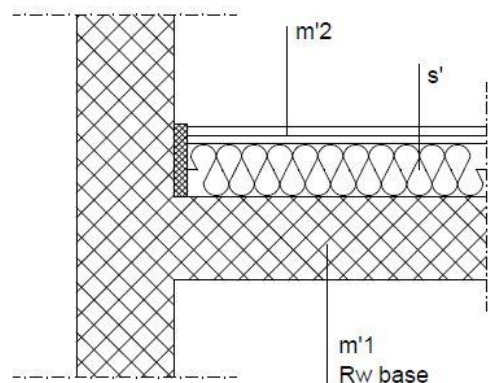
Per i massetti galleggianti occorre inserire:

- massa superficiale **di massetto e pavimento**: m'_2 [kg/m²]
- Rigidità dinamica del materiale resiliente: s' [MN/m³]



Per i massetti a secco occorre inserire:

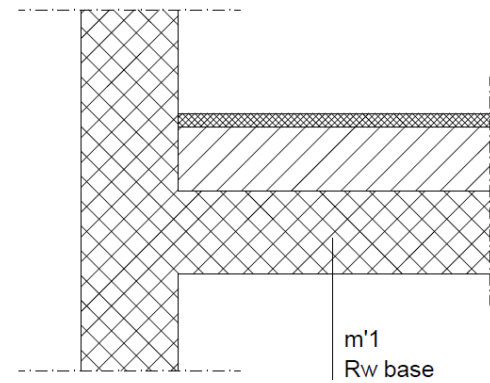
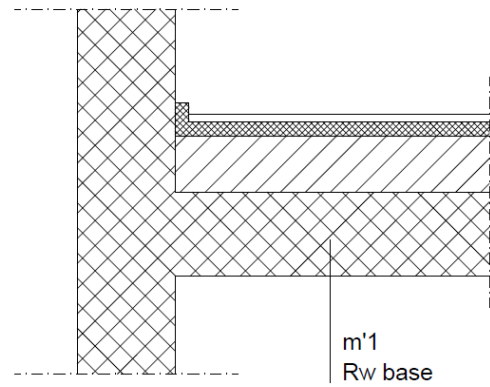
- massa superficiale **delle lastre di rivestimento e pavimento**: m'_2 [kg/m²]
- Rigidità dinamica del materiale resiliente: s' [MN/m³]



I tasti “[Calcola massa superficiale](#)” (B), “[Calcola \$\Delta Rw\$](#) ” (C) e “[Calcola \$\Delta Lw\$](#) ” (D), aprono schermate per determinare questi parametri.

Per i materiali resilienti sottopavimento e i rivestimenti resilienti **non possono essere calcolati analiticamente i valori di ΔL_w e ΔR_w .**

L'utente può però inserire manualmente **(A)** i dati relativi a prove di laboratorio di ΔL_w .



Controsoffitti Utente

Tipo di elemento **Controsoffitti utente**

Descrizione

Calcola massa superficiale

B

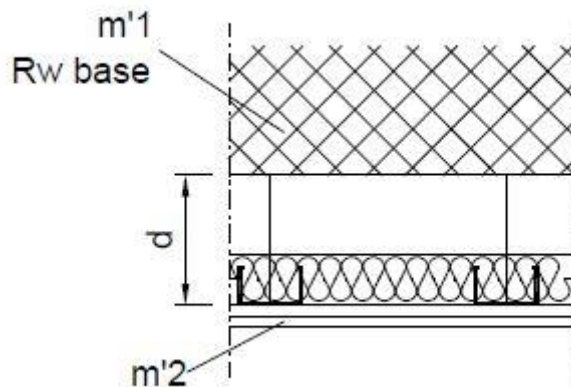
C

Calcola ΔR_w

A

Massa superficiale kg/m²
 ΔR_w dB

Questa categoria comprende i controsoffitti a secco, **montati su struttura e con materiale fonoassorbente in intercapedine**.



Per ogni elemento occorre inserire:

- spessore della cavità del controsoffitto: d [cm]
- massa superficiale **del controsoffitto**: m'_2 [kg/m²]

I tasti “[Calcola massa superficiale](#)” (B) e “[Calcola \$\Delta R_w\$](#) ” (C), aprono schermate per determinare questi parametri.

Serramenti Utente

Tipo di elemento **Serramenti utente**

Descrizione

Area m²

R_w dB **A**

Questa categoria comprende serramenti quali porte, finestre, ecc.

Per ogni elemento occorre inserire:

- L'area dell'elemento [m²]
- Il potere fonoisolante dell'elemento: R_w [dB]

Schiume e Sigillanti

Tipo di elemento **Schiume e sigillanti**

Descrizione

Lunghezza m

R_s dB **A**

Questa categoria comprende le schiume sigillanti utilizzate per coibentare le fessure tra serramento e parete opaca. Per ogni elemento occorre inserire:

- La lunghezza della sigillatura sul perimetro del serramento
- La prestazione fonoisolante (R_s) del sigillante, misurata secondo UNI EN ISO 10140-1 (Appendice J)

Piccoli Elementi Utente

Tipo di elemento **Piccoli elementi utente**

Descrizione

Area m²

D_{nw} dB **A**

B

Questa categoria comprende i piccoli elementi sulle facciate quali: cassonetti, bocchette di aerazione, ecc.

Per ogni elemento occorre inserire:

- L'area dell'elemento [m²]
- Il suo indice di isolamento acustico normalizzato: D_{n,e,w} [dB]

Il tasto "[Calcola D_{n,e,w}](#)" (**B**), apre una schermata per determinare questo parametro.

Strutture composite

In questa sezione è possibile valutare il potere fonoisolante medio di strutture composte da diversi elementi, ad esempio una parete contenente una porta.

Tipo di elemento **Strutture composite**

Descrizione

Area m²

Rw,m dB

Calcola Rw medio

Dopo aver cliccato il tasto “Calcola $R_{w \text{ medio}}$ ” si apre una schermata in cui l’utente può inserire i dati di potere fonoisolante (R_w) e Area (m²) dei vari elementi che compongono la struttura.

Strutture composite

Descrizione Area totale m²

Parete principale

Descrizione **Aggiungi da archivio**

Rw dB Massa superficiale kg/m² Area netta m²

Altri elementi

Aggiungi nuovo **Aggiungi da archivio**

	Descrizione	Rw [dB]	Area [m ²]	
▶ 1	Porta	30	2	Elimina

Esci senza salvare **Rw medio** dB **Salva ed esci**

I dati relativi ai singoli elementi possono essere ricavati dalla banca dati del software (“Aggiungi da archivio”) o inseriti manualmente dall’utente.

Nel riquadro “Parete principale” occorre inserire i dati della struttura “prevalente” (ad es. la parete opaca). Nel riquadro “Altri elementi” si possono inserire elementi aggiuntivi (ad es. porte o finestre).

È possibile salvare l’elemento composto cliccando su “Salva ed esci”.

CALCOLO MASSA SUPERFICIALE

Tipo di elemento **Pareti utente**

Descrizione

Calcola massa superficiale

Il tasto “Calcola massa superficiale” apre una schermata che permette di creare una stratigrafia e determinare questo parametro.

Nuovo elemento **H**

OK **Annula**

C

Tipo di elemento **A**
Parete

Descrizione sintetica
Descrizione dettagliata **B**

Tipo di materiale
ISO - Isolanti

Provenienza dei dati **D**
☐ UNI 10351 prosp. 2
☐ UNI 10355
☐ Materiali utente
☐ Materiali aziende ANIT
☒ UNI 10351 prosp. A.1
☐ UNI EN ISO 10456
☐ UNI EN ISO 6946

Elementi 1-50 su 85

Modifica stratigrafia **F**
 Spessore 0 m 1

	Descrizione	Densità [kg/m³]
1	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	15
2	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	20
3	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	25
4	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	30
5	EPS in lastre ricavate da blocchi	10
6	EPS in lastre ricavate da blocchi	15
7	EPS in lastre ricavate da blocchi	20
8	EPS in lastre ricavate da blocchi	25
9	EPS in lastre ricavate da blocchi	30
10	EPS in lastre stampate per termocompressione	20
11	EPS in lastre stampate per termocompressione	25
12	EPS in lastre stampate per termocompressione	25
13	XPS con pelle	25
14	XPS con pelle	25

E

	Tipo	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa superficiale [kg/m²]
1	INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	1400	21,0
2	MUR	Struttura in mattoni forati 12x25x25cm rif 1.1.21 - sp.parete 12cm	0,120	717	86,0
3	ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	0,060	30	1,8
4	MUR	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,080	775	62,0
5	INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	1400	21,0

G

Risultati
 Spessore **0,290** m
 Massa superficiale **191,84** kg/m²

Per eseguire il calcolo:

1. Selezionare il “Tipo di elemento” **(A)** e indicare descrizione sintetica e dettagliata **(B)** se necessario
2. Inserire ogni strato selezionando il “tipo di materiale” **(C)** e “provenienza dei dati” **(D)** (NB: Il campo **“Materiali utente”** richiama i prodotti salvati in precedenza nell’[Archivio materiali](#))
3. Cliccare il record prescelto **(E)**
4. Inserire lo spessore, se necessario, e selezionare il numero di strato **(F)**. I 4 tasti nel riquadro “Modifica stratigrafia” **(F)** permettono di: inserire lo strato in tabella, sostituirlo, duplicarlo o eliminarlo.
5. Le frecce **(G)** consentono di modificare l’ordine degli strati
6. Ripetere i punti 1-4 per ogni strato

Terminata la stratigrafia cliccare “OK” **(H)**

Nota: Per maggiori informazioni sul calcolo della massa superficiale si veda l’[Appendice A](#)

CALCOLA R_w (PARETI E SOLAI)

Tipo di elemento **Pareti utente**

Descrizione

Massa superficiale kg/m²

R_w dB

Calcola massa superficiale C **Calcola R_w**

Il tasto “Calcola R_w ” apre una schermata che permette di valutare il “potere fonoisolante di laboratorio” per pareti e solai utente.

Massa superficiale m' kg/m² R_w dB

Calcolo di R_w da massa

A Fonte

☒ UNI EN ISO 12354-1:2017

☐ UNI 11175-1:2021

☐ Altre fonti

B UNI EN ISO 12354-1:2017

Tipo di elemento	Campo di validità	R_w
Elementi omogenei a singolo strato costituiti da: mattoni di argilla, calcestruzzo, blocchi di silicato di calcio, blocchi di gesso, calcestruzzo aerato autoclavato, “vari tipi di calcestruzzo leggero”. Malta e intonaco possono essere inclusi nella determinazione di m'. Questa relazione può essere utilizzata anche per elementi forati se i fori sono di piccola dimensione e il volume dei fori è inferiore al 15% del volume totale.	$m' > 150 \text{ kg/m}^2$	47,9
Elementi omogenei a singolo strato (Austria)	$m' \geq 100 \text{ kg/m}^2$	51,7
Elementi omogenei a singolo strato (Francia)	$m' \geq 150 \text{ kg/m}^2$	50,9
Elementi omogenei a singolo strato (Gran Bretagna)	$m' \geq 50 \text{ kg/m}^2$	49,6
Elementi omogenei a singolo strato (Italia)	$m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$	48,0
Pareti omogenee in cemento, blocchi calcio silicato, mattoni e solai in cemento (Germania)	$65 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 720 \text{ kg/m}^2$	51,9

L'utente seleziona la fonte da cui estrarre le relazioni matematiche **(A)** e poi la formula prescelta **(B)**.
Di seguito le relazioni implementate in Echo 8.4 e gli estremi di validità

Nota: Segnaliamo che per il calcolo di R_w le norme serie UNI 11175 indicano che è più opportuno considerare i risultati di prove di laboratorio piuttosto che i calcoli analitici.

UNI EN ISO 12354-1:2017

Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
Elementi omogenei a singolo strato costituiti da: mattoni di argilla, calcestruzzo, blocchi di silicato di calcio, blocchi di gesso, calcestruzzo aerato autoclavato, “vari tipi di calcestruzzo leggero”. Malta e intonaco possono essere inclusi nella determinazione di m'. Questa relazione può essere utilizzata anche per elementi forati se i fori sono di piccola dimensione e il volume dei fori è inferiore al 15% del volume totale.	$m' > 150$	$R_w = 37,5 \log(m') - 42$
Elementi omogenei a singolo strato (Austria)	$m' \geq 100$	$R_w = 32,4 \log(m') - 26$
Elementi omogenei a singolo strato (Francia)	$m' \geq 150^2$	$R_w = 40 \log(m') - 45$
Elementi omogenei a singolo strato (Gran Bretagna)	$m' \geq 50$	$R_w = 21,65 \log(m') - 2,3$
Elementi omogenei a singolo strato (Italia)	$m' \geq 80$	$R_w = 20 \log(m')$
Pareti omogenee in cemento, blocchi calcio silicato, mattoni e solai in cemento (Germania)	$65 \leq m' \leq 720$	$R_w = 30,9 \log(m') - 22,2$

UNI 11175-1:2024

Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
Partizioni orizzontali e pareti di tipo massivo singole o doppie, realizzate con materiali in uso in Italia. Nel caso di pareti doppie, l'intercapedine deve essere vuota e di spessore ≤ 5 cm. Per pareti doppie con intercapedine vuota di spessore > 5 cm, o con intercapedine riempita (anche parzialmente) di materiale fonoassorbente, i risultati risultano cautelativi	$m' > 80$	$R_w = 20 \log(m')$
Partizioni monostrato in elementi di laterizio forati, aventi percentuale di foratura non superiore al 65% e caratterizzati da fori distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento, posati con giunti orizzontali e verticali di malta	$80 < m' \leq 250$	$R_w = 20 \log(m')$
	$250 < m' \leq 380$	$R_w = 37,5 \log(m') - 42$
	$m' > 380$	$R_w = [(37,5 \log(m') - 42) + (20 \log(m'))] / 2$
Solai laterocemento	$250 \leq m' \leq 500$	$R_w = 23 \log(m') - 8$
Solai CLT (legno a lamelle incrociate)	$46,7 \leq m' \leq 130$	$R_w = 20,3 \log(m')$
Partizioni orizzontali e verticali, omogenee, monostrato in calcestruzzo aerato autoclavato (CAA)	$50 \leq m' < 150$	$R_w = 32,6 \log(m') - 22,5$
	$150 \leq m' \leq 300$	$R_w = 26,1 \log(m') - 8,4$
Solaio in calcestruzzo aerato autoclavato (CAA) con strato di calcestruzzo (cappa collaborante) con m' dello strato collaborante in calcestruzzo inferiore o uguale alla metà di m' dell'elemento in CAA	$150 \leq m' \leq 300$	$R_w = 26,1 \log(m') - 8,4$
Solaio in calcestruzzo aerato autoclavato (CAA) con strato di calcestruzzo (cappa collaborante) con m' dello strato collaborante in calcestruzzo superiore alla metà di m' dell'elemento in CAA	$65 \leq m' \leq 720$	$R_w = 30,9 \log(m') - 22,2$

ALTRE FONTI*Pareti monostrato*

Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
Germania	$m' > 150$	$R_w = 32,1 \log(m') - 28,5$
Francia	$m' < 150$	$R_w = 13,3 \log(m') + 12$
Laterizio alleggerito (Italia)	$m' > 100$	$R_w = 16,9 \log(m') + 3,6$
Laterizio (Italia)	$80 < m' < 400$	$R_w = 16 \log(m') + 7$
Blocchi di argilla espansa (Italia)	$115 < m' < 400$	$R_w = 26 \log(m') - 11$

Pareti doppie

Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
Laterizio, intercapedine > 5 cm riempita, almeno parzialmente, con materiale fibroso fonoassorbente (Italia)	?	$R_w = 16 \log(m') + 10$
Blocchi di argilla espansa, intercapedine senza materiale fibroso (Italia)	$115 < m' < 400$	$R_w = 26 \log(m') - 11$
Formula ricavata da bibliografia. d = spessore materiale fonoassorbente [cm]	?	$R_w = 20 \log(m'd) - 10$

Pareti a secco

Tipo elemento	Campo di validità	Relazione matematica
A struttura singola	$m' \leq 70 \text{ kg/m}^2$ $d \leq 25 \text{ cm}$ $e \leq 6 \text{ cm}$	$R_w = 20 \log(m') + 10 \log(d) + e + 5$
A struttura doppia		$R_w = 20 \log(m') + 10 \log(d) + e + 10$
d = profondità dell'intercapedine [cm] e = spessore del pannello in fibra minerale [cm]		

CALCOLA $L_{n,eq,0,w}$

Tipo di elemento **Solai utente**

Descrizione

D

Massa superficiale kg/m^2

R_w dB

$L_{n,eq,0,w}$ dB

Il tasto “Calcola $L_{n,eq,0,w}$ ” apre una schermata che permette di valutare il “livello di rumore da calpestio del solaio nudo” per i **solai utente**.

$L_{n,eq,0,w}$

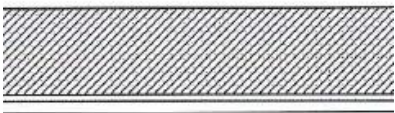
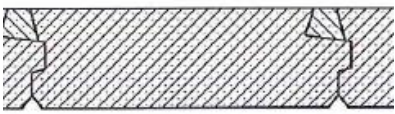
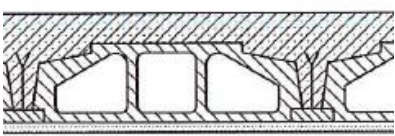
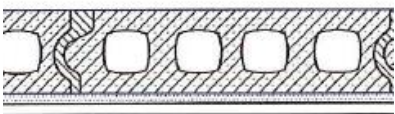
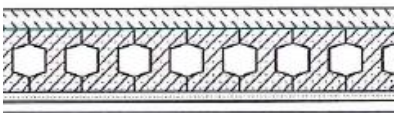
Massa superficiale m' kg/m^2 $L_{n,eq,0,w}$ dB

Tipo di solaio

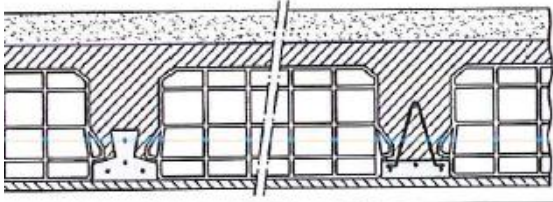
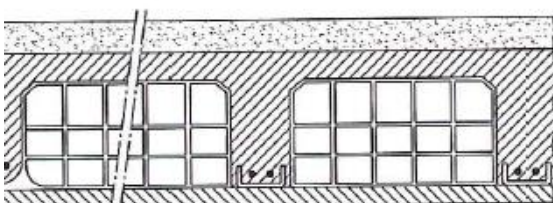
- ☒ Solaio omogeneo in: calcestruzzo pieno, calcestruzzo aerato autoclavato, travetti alveoli, lastroni in calcestruzzo, travetti in calcestruzzo ($100 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 600 \text{ kg/m}^2$) - UNI EN ISO 12354-2:2017
- ☐ Solaio in laterocemento, rivestito con massetto alleggerito ($270 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 360 \text{ kg/m}^2$) - UNI 11175-1:2021
- ☐ Solaio in laterocemento (Formula di Brosio)
- ☐ Solaio in laterocemento, non rivestito con massetto alleggerito ($270 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 360 \text{ kg/m}^2$) - UNI 11175-1:2021
- ☐ Solaio con blocchi alleggerimento in polistirene, non rivestito con massetto alleggerito ($270 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 360 \text{ kg/m}^2$) - UNI 11175-1:2021
- ☐ Solaio CLT «legno a lamelle incrociate» ($70 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 130 \text{ kg/m}^2$) - UNI 11175-1:2021

Di seguito le relazioni implementate in Echo 8.4 e gli estremi di validità.

Fonte	Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
UNI EN ISO 12354-2	Solaio omogeneo	$100 \leq m' \leq 600$	$L_{n,eq,0,w} = 164 - (35 \log(m'))$

La UNI EN ISO 12354-2 riporta i seguenti esempi di solai omogenei			
Calcestruzzo pieno gettati in opera			
Calcestruzzo pieno aerato autoclavato			
“Travetti e alveoli”			
“Lastroni in calcestruzzo”			
Travetti in calcestruzzo			

Fonte	Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
UNI 11175-1	Solaio in laterocemento, rivestito con massetto alleggerito	$270 \leq m' \leq 360$	$L_{n,eq,0,w} = 160 - (35 \log(m'))$

La UNI 11175-1 riporta i seguenti esempi di solai in laterocemento rivestiti con massetto alleggerito			
Pignatte e travetti prefabbricati			
Pignatte e travetti gettati in opera			

Fonte	Tipo elemento	Campo di validità	Relazione matematica
Altre fonti	Solaio in laterocemento (Formula Brosio)	-	$L_{n,eq,0,w} = 160 - (30 \log(m'))$
Formula proposta da ricercatori italiani per i solai in laterocemento. Risulta essere "a favore di sicurezza" rispetto alle relazioni precedenti			

Fonte	Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
UNI 11175-1	Solaio non rivestito con massetto alleggerito : <ul style="list-style-type: none"> - in laterocemento - con blocchi alleggerimento in polistirene 	$270 \leq m' \leq 360$	$L_{n,eq,0,w} = 170 - (35 \log(M_{ep}))$
<p>M_{ep} = massa superficiale equivalente del solaio [kg/m²] $M_{ep} = MR - M_r$</p> <p>MR = massa superficiale del solaio [kg/m²]</p> <p>Per solai in laterocemento: $M_r = 80(h/H)$ h = altezza dei blocchi alleggeriti [cm] H = altezza totale del solaio [cm]</p> <p>Per solai con blocchi alleggeriti in polistirene: $M_r = 15$</p>			

Fonte	Tipo elemento	Campo di validità [kg/m ²]	Relazione matematica
UNI 11175-1	Solaio CLT «legno a lamelle incrociate»	$70 < m' \leq 130$	$L_{n,eq,0,w} = 128 - (22 \log(m'))$

CALCOLA ΔR_w

Il tasto “Calcola ΔR_w ” apre una schermata per determinare l’incremento di isolamento ai rumori aerei di:

- Elementi in adesione: ad es. massetti galleggianti e massetti a secco
- Elementi con struttura di sostegno: ad es. contropareti e controsoffitti
- Rivestimenti esterni: Cappotti (ETICS) e facciate ventilate

A Struttura di base

Massa superficiale kg/m² R_w dB

B Strato addizionale

Massa superficiale kg/m² ☒ ΔR_w calcolato ☐ ΔR_w da laboratorio

C ☒ Elemento in adesione
☐ Elemento con struttura di sostegno

Rigidità dinamica del materiale resiliente MN/m³

Frequenza di risonanza Hz

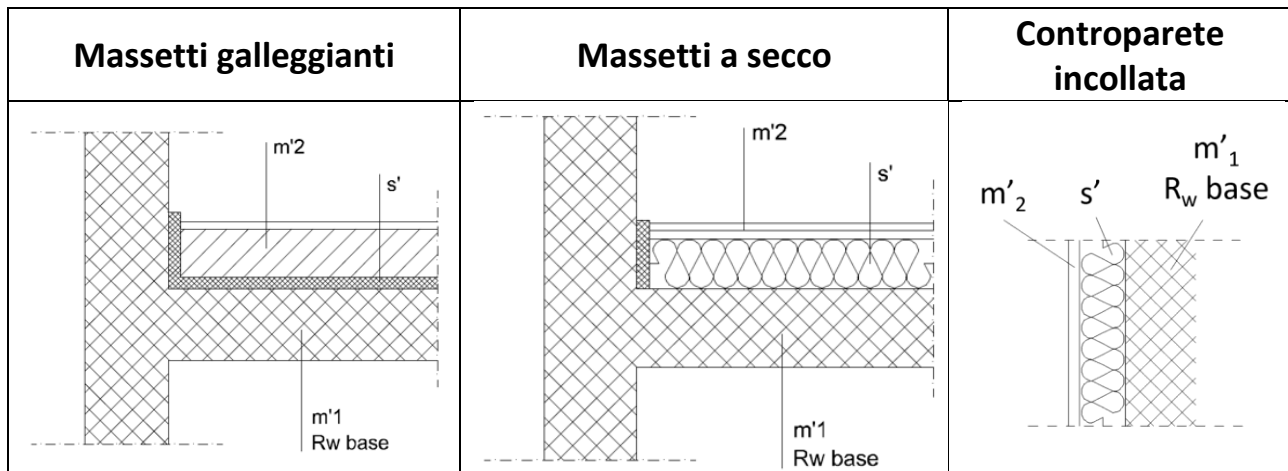
ΔR_w dB

☐ Applicare la correzione di -2dB

ELEMENTI IN ADESIONE: massetti galleggianti, massetti a secco, contropareti incollate

La procedura di calcolo definita in UNI EN ISO 12354-1 richiede di:

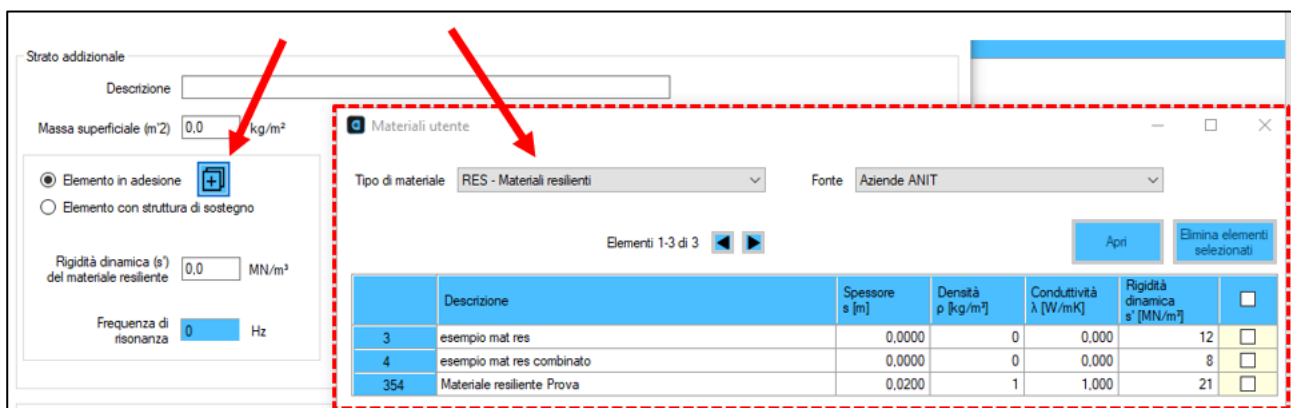
1. Calcolare la frequenza di risonanza (f_0) del sistema, che dipende da:
 - a. Massa superficiale della struttura di base (m'_1),
 - b. Massa superficiale del materiale che poggia sul materiale resiliente (m'_2),
 - c. Rigidità dinamica (s') del materiale resiliente
2. Determinare ΔR_w sulla base di f_0 e di R_w della partizione di base



Pertanto, occorre:

- Inserire i dati della struttura di base **(A)**: m'_1 e R_w
- Inserire la massa superficiale (m'_2) del massetto **(B)**
- Selezionare “Elemento in adesione” e inserire i dati richiesti **(C)**

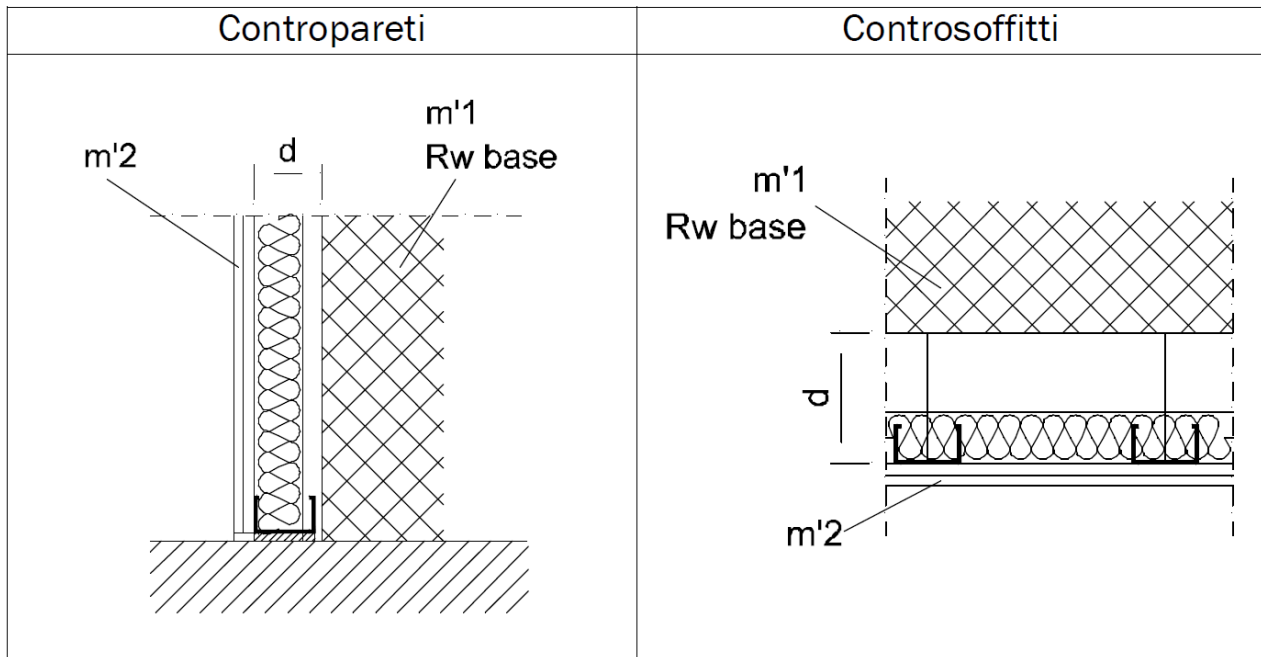
NB: Cliccando il tasto (+) si apre una schermata che permette di selezionare il materiale resiliente dalla banca dati del software



ELEMENTI CON STRUTTURA DI SOSTEGNO: contropareti, controsoffitti

La procedura di calcolo definita in UNI EN ISO 12354-1 richiede di:

1. Calcolare la frequenza di risonanza (f_0) del sistema, che dipende da:
 - a. m'_1 della struttura di base,
 - b. m'_2 della controparete,
 - c. distanza (d) dell'intercapedine
2. Determinare ΔR_w sulla base di f_0 e di R_w della parete di base



Pertanto, occorre:

- Inserire i dati della struttura di base **(A)**: m'_1 e R_w
- Inserire la massa superficiale (m'_2) della controparete **(B)**
- Selezionare “Elemento con struttura di sostegno” e inserire i dati richiesti **(C)** come da immagine seguente

ΔR_w da laboratorio

Nel caso si disponga di una misura di laboratorio di incremento di potere fonoisolante, riferita a una parete di base da 350 kg/m^2 ($\Delta R_{w\text{-heavy}}$), è possibile utilizzare tale dato selezionando “ ΔR_w da laboratorio” e inserendo il dato nella casella in basso a sinistra.

The screenshot shows the ECHO 8 software interface. The 'Struttura di base' section has input fields for 'Massa superficiale' (0.0 kg/m²) and 'Rw' (0.0 dB), with a 'Carica da archivio' button. The 'Strato addizionale' section has a 'Massa superficiale' field (0.0 kg/m²), radio buttons for 'Δ Rw calcolato' and 'Δ Rw da laboratorio' (selected), and a sub-section for 'Elemento con struttura di sostegno' with fields for 'Spessore della cavità' (0 cm) and 'Frequenza di risonanza' (0 Hz). At the bottom, there is a field for 'Δ R_w,lab' (15 dB) and a field for 'Δ Rw' (0.0 dB), with an 'Applicare la correzione di -2dB' checkbox. Two yellow arrows highlight the 'Δ Rw da laboratorio' option and the 'Δ R_w,lab' input field.

Il dato deve essere trasformato in un valore “in opera”, riferito alla parete in cantiere, utilizzando la procedura descritta in UNI EN ISO 12354-1:2017 al paragrafo D.2.4 (Data transfer to field situation). Per farlo occorre inserire i dati di “Struttura di base” (m'_1 , R_w) e “Strato addizionale” (m'_2 , s' , distanza).

This screenshot is similar to the previous one but with red rectangular boxes highlighting the 'Struttura di base' and 'Strato addizionale' sections, indicating the required input data for the calculation.

RIVESTIMENTI ESTERNI: Cappotti (ETICS) e facciate ventilate

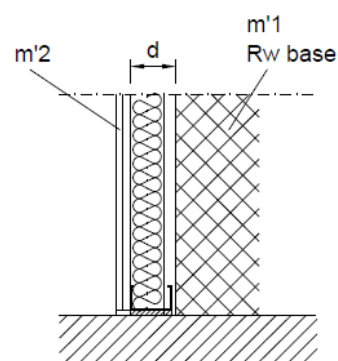
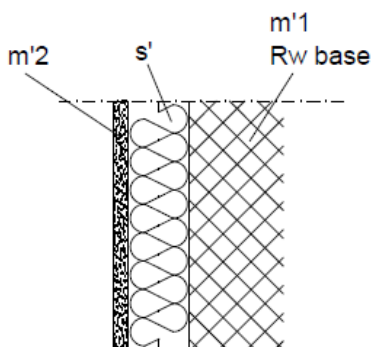
Quando si clicca il tasto “Calcola ΔR_w ” da “Rivestimenti esterni utente”, appare la schermata che segue.

The screenshot shows a software window with the following sections:

- Struttura di base (Basic structure):** Contains input fields for 'Massa superficiale' (0.0 kg/m²) and 'Rw' (0.0 dB), a 'Carica da archivio' button, and 'OK'/'Annulla' buttons. This section is highlighted with a red box labeled **A**.
- Strato addizionale (Additional layer):** Contains input fields for 'Massa superficiale' (0.0 kg/m²), radio buttons for ' ΔR_w calcolato' (selected) and ' ΔR_w da laboratorio', and a 'Calcola ΔR_w ' button. This section is highlighted with a red box labeled **B**.
- Elemento in adesione (Adhesive element):** Contains radio buttons for 'Elemento in adesione' (selected) and 'Elemento con struttura di sostegno', a 'Rigidità dinamica del materiale resiliente' field (0.0 MN/m³), and a 'Frequenza di risonanza' field (0 Hz). This section is highlighted with a red box labeled **C**.
- Tipo di isolante (Insulation type):** Contains radio buttons for 'Lana minerale' and 'Materiale cellulare', a 'Presenza di ancoraggi' checkbox, and a 'Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante' field (40 %). This section is highlighted with a red box labeled **D**.
- Results:** At the bottom, it displays ' $\Delta R_{w,ref}$ ' (0.0 dB), ' a ' (0.00), ' x ' (0), and ' ΔR_w ' (0.0 dB). There is also a checkbox for 'Applicare la correzione di -2dB'.

In questo caso la procedura di calcolo definita in UNI EN ISO 12354-1 richiede di:

- Calcolare la frequenza di risonanza (f_0) “di laboratorio” del sistema, che dipende da:
 - m'_1 della struttura di base di laboratorio (350 kg/m²),
 - m'_2 del rivestimento,
 - distanza (d) dell'intercapedine o rigidità dinamica (s') dell'isolante
- Determinare ΔR_w (di laboratorio). Per i cappotti dipende dal tipo di isolante utilizzato, dalla presenza di ancoraggi e dalla percentuale di incollaggio.
- Trasformare il ΔR_w calcolato, riferito alla parete di laboratorio, al valore in opera. Per farlo occorre conoscere la prestazione fonoisolante (R_w) e la massa (m'_1) della struttura di base che sarà presente in cantiere.



Pertanto, occorre:

- Inserire i dati della struttura di base **(A)**: m'_1 e R_w
- Inserire la massa superficiale (m'_2) del rivestimento **(B)**
- Selezionare se si tratta di un cappotto (in adesione) o di una “controparete esterna” con struttura di sostegno (ad es. facciata ventilata) e inserire i dati richiesti **(C)**
- Per i cappotti selezionare il tipo di materiale isolante, se sono presenti ancoraggi e la percentuale di incollaggio **(D)**.

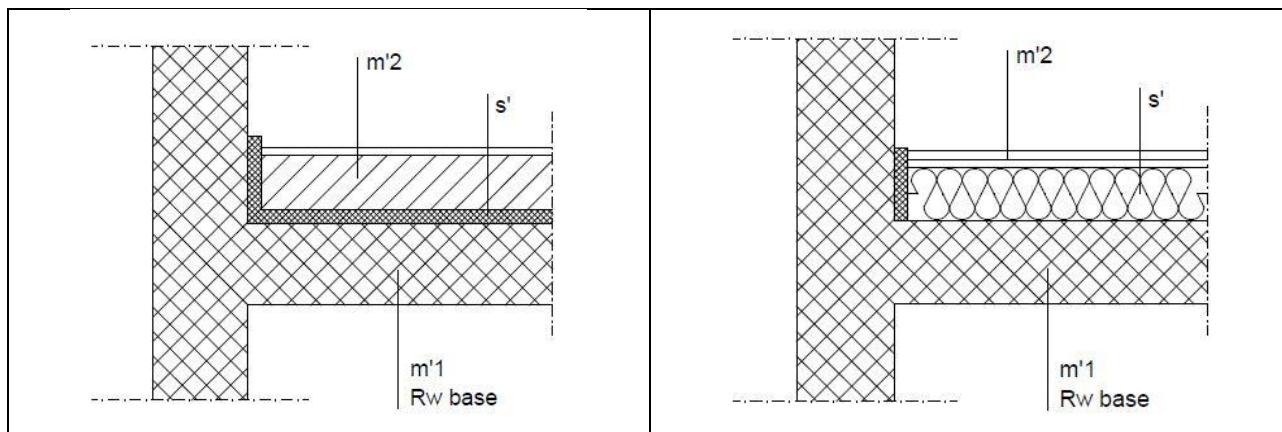
Note per gli “elementi in adesione” (Cappotti):

- Tipo di isolante **(D)**: Selezionare “Lana minerale” per cappotti in lana di vetro o lana di roccia. “Materiale cellulare” per cappotti in polistirene (espanso/estruso/elasticizzato).
- Presenza di ancoraggi **(D)**: spuntare la casella se sono presenti ancoraggi (da 4 a 10 ogni m^2)
- Percentuale di incollaggio **(D)**: inserire il dato se differente da 40%

Come per le contropareti se si dispone direttamente di una misura di laboratorio di ΔR_w , riferita a una parete di base da 350 kg/m^2 , è possibile trasformarla in un valore “in opera” utilizzando la procedura descritta nel paragrafo precedente.

CALCOLA ΔL_w

La schermata permette di calcolare l'incremento di isolamento ai rumori da calpestio (ΔL_w) determinato da un massetto galleggiante o da un massetto a secco.



Secondo UNI EN ISO 12354-2 tale incremento dipende dalla rigidità dinamica (s') del materiale resiliente e dalla massa superficiale (m'_2) del rivestimento.

Per eseguire il calcolo occorre quindi:

- Selezionare il tipo di massetto **(A)** (la massa superficiale è stata inserita nella schermata precedente, ma è possibile modificarla anche in questa schermata)
 - Selezionare da quale banca dati verrà individuato il materiale resiliente **(B)** “predefiniti” o “utente”
 - Scegliere il materiale **(C)**
- oppure**
- Inserire la rigidità dinamica direttamente nella cella dedicata
 - Cliccare “OK”

ΔL_w

A

Massetto

☒ in calcestruzzo

☐ a secco

Massa superficiale
0 kg/m²

Rigidità dinamica
0 MN/m³

ΔL_w 0,0 dB

Annula OK

B

Materiale resiliente

☒ Materiali predefiniti ☐ Materiali utente

	Descrizione	Rigidità dinamica [MN/m ³]
1	Polietilene espanso a celle chiuse (sp. 3 mm)	112
2	Polietilene espanso a celle chiuse (sp. 5 mm)	76
3	Polietilene espanso a celle chiuse (sp. 10 mm)	38
4	Polietilene espanso per estrusione a forma di canali protetti da una pellicola antiabrasiva (sp. 7 mm)	35
5	Polietilene espanso per estrusione a forma di canali con ricopertura in polipropilene alluminato (sp. 7 mm)	35
6	Polietilene espanso per estrusione a forma di canali protetti da una pellicola antiabrasiva (sp. 10 mm)	33
7	Polietilene espanso per estrusione a forma di canali protetti da una pellicola antiabrasiva accoppiato con sughero (sp. 7+3 mm)	32
8	Polimeri poliolefinici reticolati a celle chiuse additivato EVA (sp. 3 mm)	176
9	Polimeri poliolefinici reticolati a celle chiuse additivato EVA (sp. 5 mm)	126

C

CALCOLA $D_{n,e,w}$ PER APERTURE NON INSONORIZZATE

Tipo di elemento **Piccoli elementi utente**

Descrizione

Area m²

Dnew dB

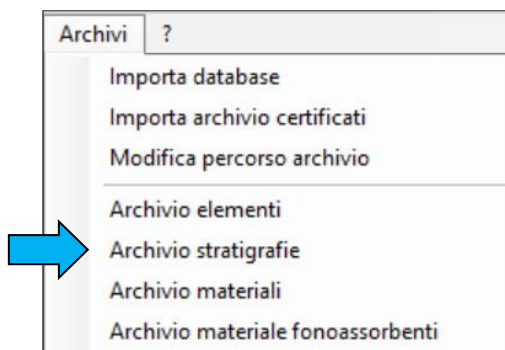
Calcola Dnew per aperture non insonorizzate

Il tasto permette di calcolare la prestazione di isolamento acustico di piccoli elementi non insonorizzati, utilizzando la procedura definita in UNI EN ISO 12354-3:2017 (Paragrafo D.3 Small technical elements).

Per eseguire il calcolo:

- Inserire l'area dell'elemento.
- Cliccare "Calcola Dnew"

ARCHIVIO STRATIGRAFIE



“Archivio stratigrafie” apre la schermata che permette di comporre le stratigrafie degli elementi utente (pareti, solai, massetti, ecc.) e calcolarne la massa superficiale complessiva.

Per informazioni si veda il paragrafo [CALCOLO MASSA SUPERFICIALE](#)

Apri Salva Nuovo

Tipo di elemento: Parete

Descrizione sintetica:

Descrizione dettagliata:

Tipo di materiale: ISO - Isolanti

Provenienza dei dati:

☐ UNI 10351 prosp.2 ☒ UNI 10351 prosp.A.1

☐ UNI 10355 ☐ UNI EN ISO 10456

☐ Materiali utente ☐ UNI EN ISO 6946

☐ Materiali aziende ANIT

Elementi 1-50 su 85

Modifica stratigrafia

Spessore: 0.06 m

ISO - Isolanti

	Descrizione	Densità [kg/m³]
6	EPS in lastre ricavate da blocchi	15
7	EPS in lastre ricavate da blocchi	20
8	EPS in lastre ricavate da blocchi	25
9	EPS in lastre ricavate da blocchi	30
10	EPS in lastre stampate per termocompressione	20
11	EPS in lastre stampate per termocompressione	25
12	EPS in lastre stampate per termocompressione	30
13	XPS con pelle	30
14	XPS con pelle	35
15	XPS senza pelle	30
16	XPS senza pelle	50
17	PUR Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	25
18	PUR Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	32
19	PUR Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	40

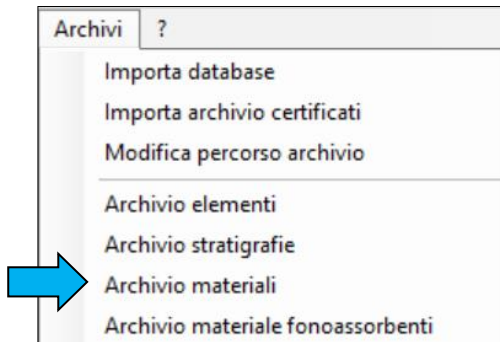
1 2 3 4 5

Tipo	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa superficiale [kg/m²]
1 INT	Intonaco di calce e gesso	0.015	1400	21.0
2 MUR	Struttura in mattoni forati 12x25x25cm rif 1.1.21 - sp.parete 12cm	0.120	717	86.0
3 ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi	0.060	30	1.8
4 MUR	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0.080	775	62.0
5 INT	Intonaco di calce e gesso	0.015	1400	21.0

Risultati

Spessore: 0.290 m Massa superficiale: 191.84 kg/m²

ARCHIVIO MATERIALI



In questa sezione è possibile inserire nuovi “materiali utente” o modificare materiali inseriti dall’utente in precedenza.

I dati possono essere utilizzati per [comporre le stratigrafie](#) degli “[Elementi utente](#)”

The screenshot shows the 'Progetto Archivi ?' window. It has a top bar with 'Progetto', 'Archivi', and a question mark. Below the bar, there are two main sections. Section A (left) contains a 'Tipo di materiale' dropdown menu, a '0 elementi caricati' status, and 'precedenti' and 'successivi' buttons. Section B (right) contains a 'Fonte' dropdown menu and a checkbox labeled 'Selezione/deselezione tutti per eliminazione'. Below these sections is a table with the following columns: 'Descrizione', 'Spessore [m]', 'Densità [kg/m³]', 'Rigidità dinamica [MN/m²]', and 'Elimina'. Below the table is a 'Dati materiale' section (C) with a 'Descrizione' text area, a 'Salva' button, and several input fields for material properties: 'Spessore' (m), 'Densità' (kg/m³), 'Conduttività' (W/m K), 'Fattore di resistenza al vapore', 'Calore specifico (inserir il valore in kcal/kg K oppure in J/kg K)', and 'Rigidità dinamica' (MN/m²). A red note next to the last three fields states: '* dati necessari per utilizzare il materiale nelle verifiche termo-igrometriche (software PAN e LETO)'. An 'Elimina' button is located at the bottom right of the window.

Per inserire un **nuovo materiale utente**:

- Selezionare quale tipologia di materiale si sta per inserire **(A)**
- Selezionare come fonte “materiali utente” **(B)**
- Inserire i dati del materiale **(C)**.

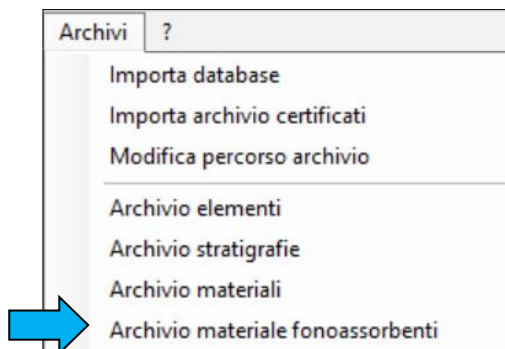
Nota: Quali dati inserire?

I software ECHO e PAN condividono tra loro le banche dati. Per questa ragione è possibile inserire in questa schermata anche i dati relativi ad analisi di efficienza energetica (conduttività, calore specifico, ecc.). Per maggiori informazioni su questi dati si veda il manuale del **software PAN**

Per i calcoli di acustica edilizia occorre inserire le informazioni che permetteranno al software di calcolare la massa superficiale (m') del materiale. Per i materiali omogenei basta la “densità”. Per i materiali non omogenei lo “spessore” e la “densità apparente”. (Per maggiori informazioni si veda l'[Appendice A](#))

Per i materiali resilienti occorre inserire il dato di “rigidità dinamica” (s'), misurato in accordo con la norma UNI EN 29052-2

ARCHIVIO MATERIALI FONOASSORBENTI



In questa sezione è possibile inserire nuovi “materiali fonoassorbenti” o modificare materiali inseriti dall’utente in precedenza.

I dati possono essere utilizzati per calcolare il tempo di riverberazione degli ambienti.

The image shows the 'Progetto Archivi' window. At the top, there is a dropdown menu (labeled A) and buttons 'Elimina' and 'Esci'. Below this is a table with columns: 'Descrizione', '125Hz', '250Hz', '500Hz', '1kHz', '2kHz', and '4kHz'. In the center, there is a section labeled 'Tipo di dato' (labeled B) with two radio buttons: 'Coefficiente di assorbimento' (selected) and 'Area di assorbimento equivalente'. Below this is a table (labeled C) with columns 'Frequenza' and 'Coefficiente di assorbimento'. The table contains rows for 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, and 4000 Hz, all with a value of 0. To the right of the table is a graph titled 'Coefficiente di assorbimento' with a grid. At the bottom, there are buttons 'Salva' and 'Nuovo'.

Per inserire un **nuovo materiale utente**:

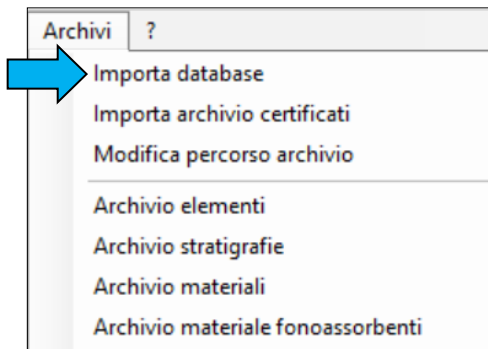
- Selezionare quale tipologia di materiale si sta per inserire (A)
- Selezionare che tipo di dati verranno inseriti (B)
- Inserire i dati (C).

Nota: Quali dati inserire?

Per le “superfici assorbenti” (pannelli, controsoffitti, rivestimenti, ecc.) inserire i coefficienti di assorbimenti acustico (α), per gli “elementi umani o di arredo” (sedie, persone, mobili, ecc.) inserire l’area di assorbimento equivalente.

I dati devono riferirsi a misure in laboratorio eseguite ai sensi della UNI EN ISO 354

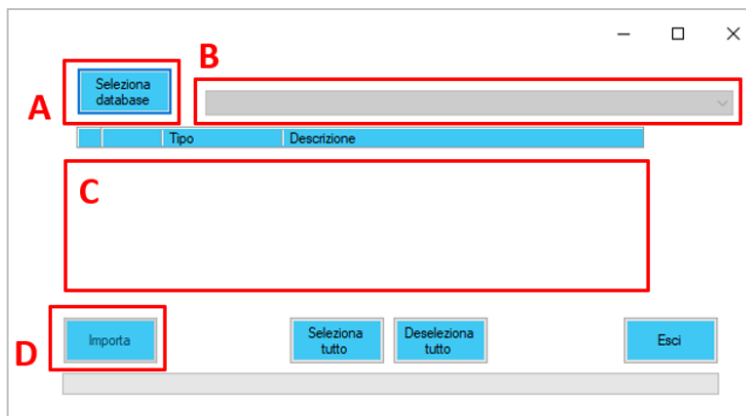
IMPORTA DATABASE



Da questa sezione è possibile importare singoli materiali oppure intere banche dati.

I database importabili sono:

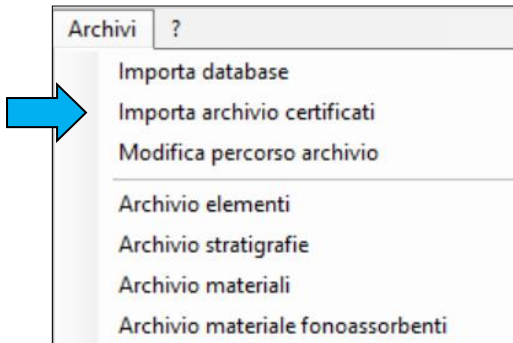
- banche dati di aziende disponibili sul sito ANIT [QUESTO LINK](#)
- banche dati "anitU.db" create con PAN7. Il file si trova nella cartella "Documenti/Software ANIT" del disco fisso



Per importare un database:

- Selezionare il file da importare **(A)**
- Selezionare che tipo di dati si vogliono acquisire dal file **(B)**
- Selezionare quali dati acquisire **(C)**
- Cliccare "Importa" **(D)**

IMPORTA ARCHIVIO CERTIFICATI

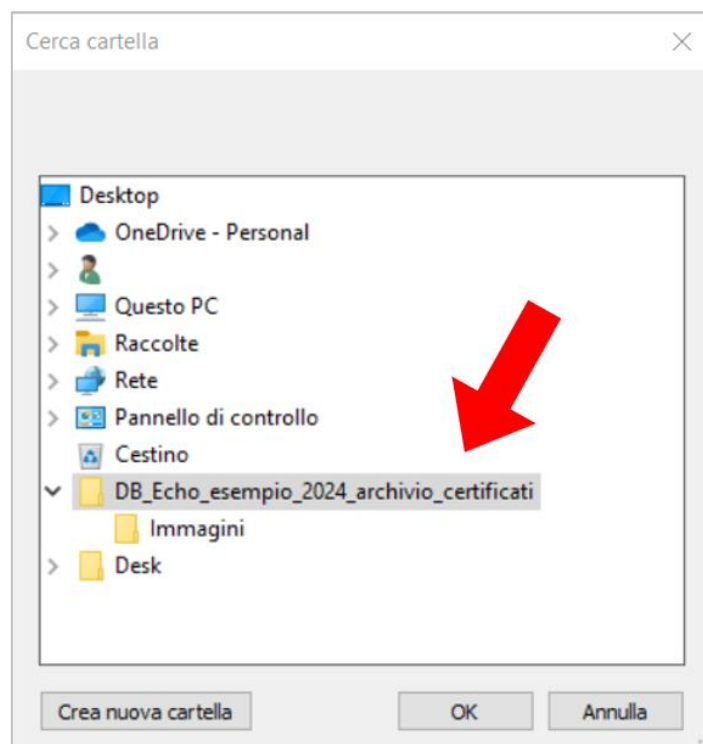


Da questa sezione è possibile importare una banca dati di prove di laboratorio (elaborata ai sensi di UNI 11175-2)

Le banche dati di Aziende importabili in ECHO sono disponibili sul sito ANIT [A QUESTO LINK](#)

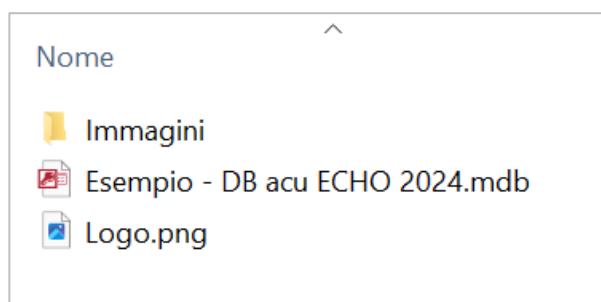
È possibile visionare un video che spiega come importare ed utilizzare gli archivi certificati [A QUESTO LINK](#)

Per importare un “Archivio certificati” basta selezionare la cartella che contiene le informazioni.



NB: La cartella selezionata deve contenere:

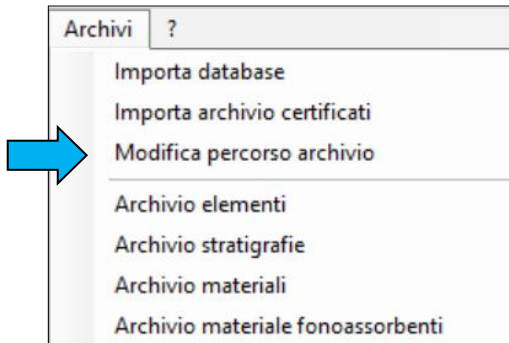
- Un file .mdb
- Un file Logo.png
- Una cartella “Immagini”



NB: per il corretto utilizzo nei calcoli di dati provenienti da prove di laboratorio, si raccomanda di verificare le indicazioni della norma **UNI 11175-2** “Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: Dati di ingresso per il modello di calcolo”. La norma specifica come scegliere i dati di laboratorio più adeguati, ed eventualmente adattarli alla situazione in esame.

In particolare, si raccomanda di verificare le indicazioni relative ai dati di incremento di potere fonoisolante (ΔR_w) e di attenuazione dei rumori da calpestio (ΔL_w).

MODIFICA PERCORSO ARCHIVIO



I software PAN, IRIS, LETO ed ECHO condividono il database dei materiali e delle strutture archiviato nel file “anitU.db”.

Il file “anitU.db” si trova di default nella cartella “**Documenti/Software ANIT**” del disco fisso.

Questo percorso è modificabile dall’utente a piacere.

La modifica effettuata con ECHO vale anche per gli altri software.

5. PROGETTO DI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (DPCM 5-12-1997)

Dopo aver creato un [NUOVO PROGETTO DI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI](#) è possibile iniziare il calcolo delle prestazioni dei singoli ambienti. I paragrafi che seguono descrivono le procedure di inserimento dati.

Isolamento facciate ($D_{2m,nT,w}$)

Questa sezione consente di determinare l'indice di isolamento acustico di una facciata di un ambiente abitativo.

The screenshot shows the software interface for calculating passive acoustic requirements. It is divided into several sections:

- A1:** A table titled "Elementi che compongono la facciata" (Elements that make up the facade). It has columns for Description, $R_w/D_{new}/R_s$ [dB], Area [m^2] / Lunghezza [m], ΔR_w esterno [dB], ΔR_w interno [dB], and buttons for "Calcola ΔR_w est.", "Calcola ΔR_w int.", "Duplica", and "Elimina".
- A2:** Buttons for "Aggiungi elemento da archivio" (Add element from archive) and "Strato aggiuntivo da archivio" (Additional layer from archive), and a dropdown for "Associato all'elemento" (Associated with element).
- B:** "Trasmissioni laterali" (Lateral transmissions) section with radio buttons for "Elementi di facciata non connessi" (Unconnected facade elements) and "Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi" (Heavy facade elements with rigid joints), and a "Correzione K" [dB] input field.
- C:** "Forma di facciata" (Facade shape) section with a " ΔL_{fs} [dB]" input field and a "Calcola" (Calculate) button.
- D:** "Indici di valutazione" (Evaluation indices) section with input fields for "Area" [m^2], " R'_w " [dB], "Volume" [m^3], and " $D_{2m,nT,w}$ " [dB].
- E:** "Valori di riferimento" (Reference values) section with a "Destinazione d'uso" (Use destination) dropdown and checkboxes for "DPCM 5/12/97", "CAM 2022", and "Valore utente" (User value).
- F:** A checkbox for "Calcolo di R_w minimo dei serramenti" (Calculation of minimum R_w of windows).

Per eseguire il calcolo occorre:

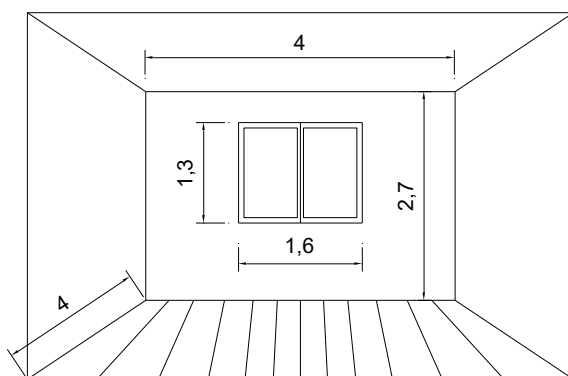
- Indicare la prestazione fonoisolante e la superficie di ogni elemento che compone la facciata (finestre, pareti, cassonetti, giunti sigillati ecc.) **(A1)**
- Aggiungere eventuali strati aggiuntivi interni ed esterni (cappotti, contropareti leggere) **(A2)**
- Definire la tipologia di trasmissioni laterali **(B)**
- Indicare la forma della facciata **(C)**
- Specificare il volume dell'ambiente **(D)**
- Individuare i "Valori di riferimento" **(E)**

Elementi che compongono la facciata (A1 e A2)

Gli elementi possono essere:

- Creati ex-novo, cliccando i tasti "Nuovo elemento opaco/serramento/piccolo elemento/giunto"
- Richiamati dall'[Archivio elementi](#) con il tasto "Aggiungi da archivio"
- Strati aggiuntivi aggiunti da archivio o calcolati sul momento cliccando sui relativi tasti (si veda il paragrafo dedicato agli strati aggiuntivi per conoscere le informazioni necessarie)

L'area di ogni elemento è l'area netta vista dall'interno della stanza.



Superficie serramento:
 $1,6 \times 1,3 = 2,08 \text{ m}^2$

Superficie parete opaca:
 $(4 \times 2,7) - 2,08 = 8,72 \text{ m}^2$

Trasmissioni laterali (B)

Selezionare il tipo di trasmissione da considerare nel calcolo.

UNI 11175-1 riporta che: Il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale. Ciò potrebbe diventare rilevante se sono richiesti elevati requisiti di isolamento dal rumore. Di conseguenza, a favore di sicurezza, nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi, si può considerare la trasmissione laterale in maniera "globale" diminuendo il potere fonoisolante di 2 dB. ($K = 2 \text{ dB}$). Altrimenti $K = 0$

Forma di facciata (C)

Il software valuta il fattore correttivo ΔL_f in base alla forma della facciata in esame, considerando la presenza di eventuali barriere (parapetti di balconi, ecc.).

1. Cliccare "Calcola"
2. Selezionare la forma della facciata
3. Definire l'altezza "h"
4. Selezionare il coefficiente di assorbimento dell'eventuale balcone soprastante
5. Cliccare "OK"

Il tasto "?" visualizza ulteriori informazioni

Indici di valutazione (D)

Il riquadro calcola il valore di $D_{2m,nT,w}$ dopo aver inserito il volume dell'ambiente.

Valori di riferimento (E)

In questo riquadro i risultati dei calcoli vengono messi a confronto con le prescrizioni di legge o i valori limite indicati dall'utente. Se il limite non è rispettato la casella si colora di rosso.

Calcolo di R_w minimo dei serramenti (F)

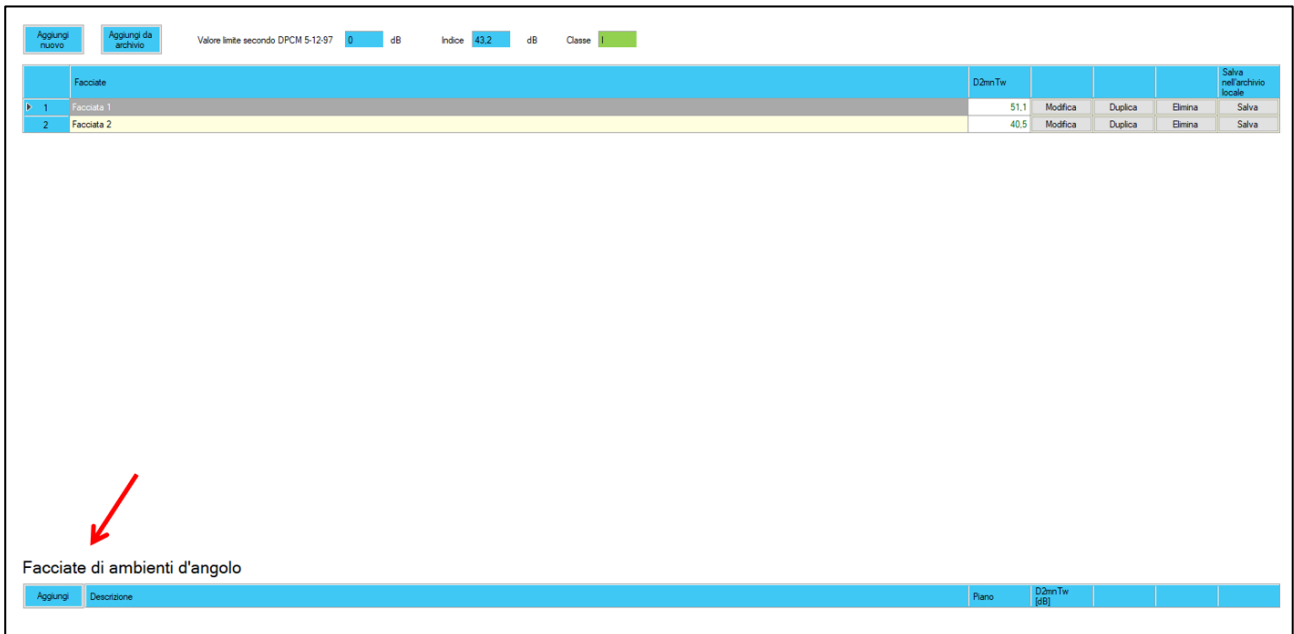
Consente di calcolare l'indice di potere fonoisolante (R_w) minimo richiesto ai serramenti per rispettare il limite indicato dal DPCM 5-12-1997. Per effettuare il calcolo l'utente deve:

1. Effettuare un calcolo inserendo nella sezione "Elementi che compongono la facciata" **(A) le sole strutture opache.**
2. Definire la destinazione d'uso dell'ambiente abitativo **(D)**
3. Cliccare "Calcolo di R_w minimo dei serramenti", ed inserire la dimensione degli stessi [m^2].

Il software restituisce il valore minimo di potere fonoisolante richiesto agli elementi finestrati per rispettare il limite imposto alla destinazione d'uso. Cliccando "Inserisci nella facciata" il dato viene riportato nella tabella arrotondato all'intero superiore.

Facciate di ambienti d'angolo

In Echo è possibile effettuare il calcolo dell'isolamento di facciata di ambienti con più di una esposizione. L'analisi si basa sul modello matematico definito in UNI 11175-1, che si raccomanda di consultare per approfondire come inserire i dati nel software e quali sono i limiti del calcolo.



Aggiungi nuovo Aggiungi da archivio Valore limite secondo DPCM 5-12-97 0 dB Indice 43.2 dB Classe 1

	Facciate	D _{2m,Tw}				Salva nell'archivio locale
1	Facciata 1	51.1	Modifica	Duplica	Elimina	Salva
2	Facciata 2	40.5	Modifica	Duplica	Elimina	Salva

Facciate di ambienti d'angolo

Aggiungi	Descrizione	Piano	D _{2m,Tw} [dB]			
----------	-------------	-------	-------------------------	--	--	--

Cliccando “Aggiungi” si apre una schermata che permette all’utente di combinare tra loro facciate calcolate in precedenza.

Dettaglio facciata di ambienti d'angolo

Descrizione

Piano
Terra
Primo
Secondo
Terzo

Tipo di ambiente
Ambiente d'angolo con due pareti
Ambiente con una parete e il tetto
Ambiente d'angolo con due pareti e il tetto

Posizione sorgente

OK

Annulla

Indice di valutazione

Calcola

D_{2m,nT,w} dB

Valori di riferimento

Destinazione d'uso

☐ DPCM 5/12/97 D_{2m,nT,w} ≥ 40 dB

☐ CAM 2022 D_{2m,nT,w} ≥ 40 dB

☐ Valore utente D_{2m,nT,w} ≥ 0 dB

Facciata 1 D_{2m,nT,w} 53.0 dB

Facciata 1 53.0

Facciata 2 43.5

Facciata 2 D_{2m,nT,w} 43.5 dB

Facciata 1 53.0

Facciata 2 43.5

L'utente deve:

- **(A)** Inserire una “Descrizione”, selezionare il piano e la tipologia di ambiente
- **(B)** Selezionare le facciate da utilizzare nel calcolo
- **(C)** Selezionare come verranno posizionate le sorgenti di rumore in una ipotetica misura in opera a fine lavori (il modello di UNI 11175-1 permette di ottenere 4 risultati diversi per ambienti d'angolo a piano terra e piano primo)
- **(D)** Cliccare “Calcola” per visualizzare il risultato e il confronto con i “Valori di riferimento”

Dettaglio facciata di ambienti d'angolo

A

Descrizione
Esempio 1

Piano
Terra
Primo
Secondo
Terzo

Tipo di ambiente
Ambiente d'angolo con due pareti
Ambiente con una parete e il tetto
Ambiente d'angolo con due pareti e il tetto

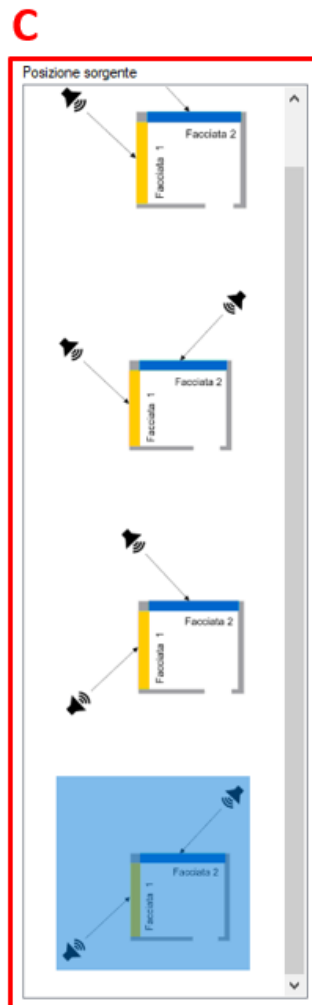
B

Facciata 1 $D_{2m,nT,w}$ 53,0 dB

Facciata 1	53,0
Facciata 2	43,5

Facciata 2 $D_{2m,nT,w}$ 43,5 dB

Facciata 1	53,0
Facciata 2	43,5



D

OK Annulla

Indice di valutazione

Calcola $D_{2m,nT,w}$ 45,8 dB

Valori di riferimento

Destinazione d'uso
Edifici adibiti a residenza

☐ DPCM 5/12/97 $D_{2m,nT,w} \geq$ 40 dB

☐ CAM 2022 $D_{2m,nT,w} \geq$ 40 dB

☐ Valore utente $D_{2m,nT,w} \geq$ 0 dB

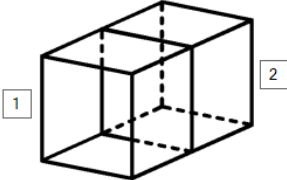
Isolamento pareti ($R'_w - D_{nT,w}$)

Questa sezione consente di determinare l'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w) e l'indice di isolamento acustico normalizzato sul tempo di riverberazione ($D_{nT,w}$) di una parete verticale divisoria tra due ambienti, **anche in presenza di percorsi aerei indiretti**.

La procedura definita in UNI EN ISO 12354-1 e UNI 11175-1 richiede di inserire nel modello di calcolo le caratteristiche di tutti gli elementi che compongono “ambiente emittente” e “ambiente ricevente” e la tipologia di connessioni tra parete divisoria e strutture laterali, oltre che le caratteristiche di eventuali passaggi aerei indiretti.

In Echo gli elementi vengono inseriti in “Selezione elementi” **(1)**, le connessioni in “Selezione giunti” **(2)**. Le trasmissioni laterali aeree indirette in “Trasmissioni laterali aeree” **(3)**.

Descrizione
Nuovo potere fonoisolante dei divisorii



1 2 3








Selezione elementi Selezione giunti Trasmissioni laterali aeree Risultati

Selezione elemento

Visualizza stratigrafia

Tipo di elemento Descrizione

Rw dB
Massa superficiale kg/m²
Area del divisorio 0 m²

		Descrizione	MassaSup [kg/m²]	Rw [dB]	Strato aggiuntivo	DRw [dB]	Strati aggiuntivi	Strati aggiuntivi
S		Inserisci elemento	0,0	0,0		0,0	Inserisci lato emittente	Calcola
						0,0	Inserisci lato ricevente	Calcola
1		Inserisci elemento	0,0	0,0		0,0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	0,0	0,0		0,0	Inserisci	Calcola
3		Inserisci elemento	0,0	0,0		0,0	Inserisci	Calcola
4		Inserisci elemento	0,0	0,0		0,0	Inserisci	Calcola
5		Inserisci elemento	0,0	0,0		0,0	Inserisci	Calcola

Informazioni sulla scelta dei dati da inserire sono riportate nell'[Appendice B](#)

Selezione elementi

In questa parte della schermata l'utente deve inserire i dati riguardanti tutti gli elementi che compongono i locali in esame (parete divisoria, solai, pareti laterali, eventuali contropareti, controsoffitti, sistemi anticalpestio).

Per iniziare un calcolo inserire l'area del divisorio (1).

Descrizione
Nuovo potere fonoisolante dei divisori

Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Seleziona elemento Visualizza stratigrafia

Tipo di elemento Descrizione

Rw dB A
Massa superficiale kg/m²

Area del divisorio 0

		Descrizione	MassaSup [kg/m ²]	Rw [dB]	Strato aggiuntivo	DRw [dB]	Strati aggiuntivi	Strati aggiuntivi
► S		Inserisci elemento B	0.0	0.0		0.0	Inserisci lato emittente	Calcola
						0.0	Inserisci lato ricevente	Calcola
1		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
3		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
4		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
5		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola

Per inserire pareti e solai:

- Cliccare “Seleziona elemento” (2)
 - Selezionare dall’elenco dell’Archivio elementi
 - Inserire eventuali dati richiesti
 - Cliccare “Inserisci”
 - L’elemento viene riportato in “Selezione elementi” (A)
- Cliccare su “Inserisci elemento” (B).

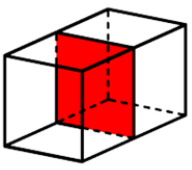
L’operazione deve essere ripetuta per le 9 strutture (partizione divisorio e 8 elementi laterali).

Nota: Nel caso in “Seleziona elemento” sia stata scelta dal database una parete, nella tabella (B) si evidenziano in grigio solo i tasti “Inserisci elemento” delle pareti verticali. L’utente può forzare l’inserimento del dato anche in corrispondenza dei “solai”. Il software chiede di confermare la scelta.

Per inserire uno strato addizionale (controparete, controsoffitto, sistema anticalpestio) utilizzare la stessa procedura e cliccare “Inserisci” **(C)**.

Nota: Per la parete divisoria è possibile aggiungere una controparete su lato emittente e su lato ricevente.

Descrizione
Nuovo potere fonoisolante dei divisori



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Selezione elemento
Visualizza stratigrafia

Tipo di elemento Descrizione R_w [dB] Massa superficiale [kg/m²] Area del divisorio

		Descrizione	MassaSup [kg/m²]	R_w [dB]	Strato addizionale	ΔR_w [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
S		Inserisci elemento	0.0	0.0		C 0.0	Inserisci lato emittente	Calcola
						0.0	Inserisci lato ricevente	Calcola
1		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
3		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
4		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
5		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola

N.B.: Nel caso vengano inseriti dati ricavati da prove di laboratorio, è importante verificare che siano compatibili con la situazione in esame, ed eventualmente adattarli. Si raccomanda di verificare le indicazioni delle norme serie **UNI EN ISO 12354** ed **UNI 11175**

Per i dati del tipo $\Delta R_{w,heavy}$ il software esegue l'adattamento alla situazione in opera descritta in **UNI EN ISO 12354-1** (Punto D.2.4). Per effettuare il calcolo occorre inserire alcune informazioni sullo strato addizionale (rigidità dinamica/spessore della cavità).

Per i dati del tipo $\Delta R_{w,light}$ e $\Delta R_{w,direct}$ l'utente deve valutare la compatibilità con la parete di base. Si veda in merito ad esempio UNI 11175-2 (Punto 4.5)

Massa superficiale (m²) kg/m² ☐ ΔR_w calcolato ☒ ΔR_w da laboratorio **heavy**

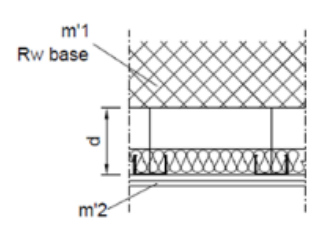
☐ Elemento in adesione
☒ Elemento con struttura di sostegno

Spessore della cavità (d) cm

Frequenza di risonanza Hz

$\Delta R_{w,lab}$ dB ΔR_w dB

☐ Applicare la correzione di -2 dB

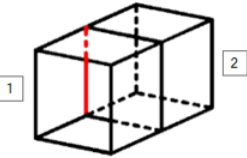


Selezione giunti

In questa sezione vengono definiti i tipi di collegamento tra partizione divisoria ed elementi laterali. Per inserire un nuovo giunto:

- Selezionare la tipologia di giunto **(A)**
- Selezionare il giunto **(B)**
- Cliccare “Inserisci” in corrispondenza del lato in esame **(C)**
- Inserire la lunghezza del lato ed eventuali altri dati richiesti **(D)**

Descrizione
Nuovo potere fonoisolante dei divisorii

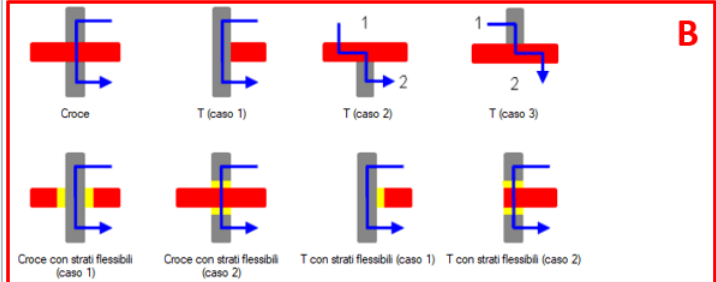


A

Selezione elementi Selezione giunti Trasmissioni laterali aeree Risultati

☒ Giunti in edifici pesanti ☐ Giunti per strutture in laterocemento ☐ Giunti in edifici in CLT ☐ Giunti in edifici leggeri ☐ Dati di laboratorio ☐ Giunti aziende ANIT

B

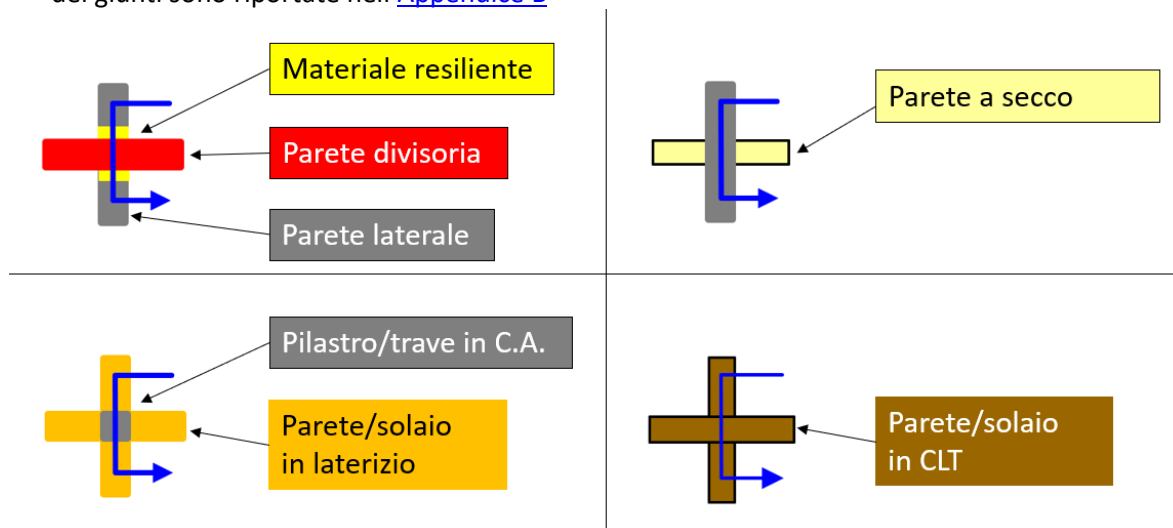


	M	Kg/Dv.jn
1-5	0,00	0,00
2-6	0,00	0,00
3-7	0,00	0,00
4-8	0,00	0,00
1-S	0,00	0,00
2-S	0,00	0,00
3-S	0,00	0,00
4-S	0,00	0,00
S-5	0,00	0,00
S-6	0,00	0,00
S-7	0,00	0,00
S-8	0,00	0,00

Lato	Tipo di collegamento	Lunghezza [m]	Rigidità dinamica [MN/m³]	Carico sul materiale resiliente [kN/m²]	Delta I [dB]
1-5	Inserisci C	0	-	-	-
2-6	Inserisci	0	-	-	-
3-7	Inserisci	0	-	-	-
4-8	Inserisci	0	-	-	-

D

- Le formule per il calcolo dei giunti sono tratte da UNI EN ISO 12354-1:2017 e UNI 11175-1:2024. **Si raccomanda di consultare le norme per approfondire quali giunti selezionare e come inserire i dati.**
- Quando si selezionano “Giunti in edifici pesanti” **con strati flessibili interposti**, occorre indicare i dati di rigidità dinamica e carico sul materiale **(D)** relativi allo strato flessibile.
- In **(A)** la categoria “Dati di laboratorio” permette all’utente di inserire informazioni ricavate da prove eseguite ai sensi delle norme ISO 10848
- L’immagine che segue spiega come interpretare i disegni dei giunti **(B)**. Altre informazioni sulla scelta dei giunti sono riportate nell’[Appendice B](#)

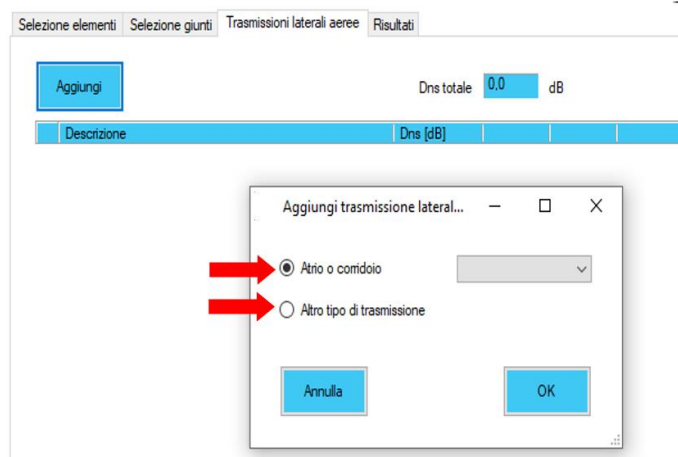


Trasmissioni laterali aeree

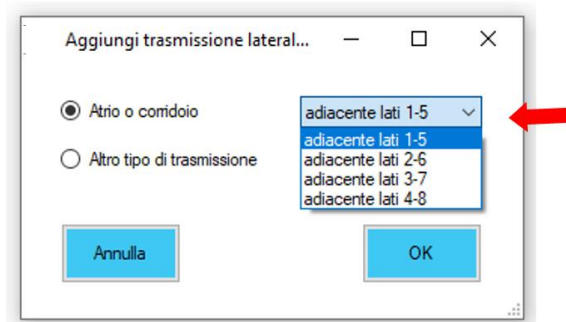
In questa sezione vengono aggiunte le trasmissioni laterali aeree che possono essere:

- Atri o corridoi
- Altro tipo di trasmissione (es. canali d'aria)

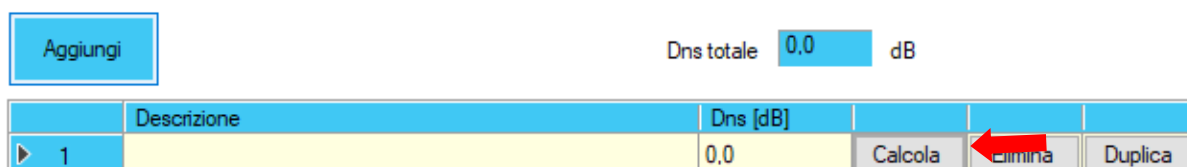
Nel primo caso è possibile eseguire un calcolo direttamente in Echo, nel secondo caso è necessario reperire il dato da scheda tecnica e/o con altri modelli di calcolo e inserirlo a mano.



Selezionando “Atrio o corridoio” sarà necessario definire su quale lato è presente questa trasmissione. È possibile inserire più di una trasmissione, cliccando su ok e poi cliccando nuovamente su aggiungi.



Una volta aggiunta una trasmissione laterale del tipo “Atrio o corridoio” è possibile eseguirne la valutazione cliccando “Calcola”.



NB: Nel software è stato inserito un modello di calcolo semplificato per “indici di valutazione”, ipotizzato a partire dal modello “in frequenza” descritto nella Appendice H di UNI EN ISO 12354-1:2017. I risultati dei calcoli possono variare in modo significativo tra i due modelli, in base alle caratteristiche dei dati di ingresso. Si suggerisce di verificare i risultati di entrambi i modelli e di utilizzare dati di ingresso caratterizzati da adeguati margini di sicurezza.

In questa schermata è possibile calcolare il valore di isolamento normalizzato del percorso aereo indiretto (D_{ns}) facendo riferimento all'immagine **C**, inserendo le seguenti informazioni:

- Area in m^2 della parete laterale che contiene la porta, nell'ambiente emittente **(A)** e ricevente **(B)**
- Aggiungere le caratteristiche della porta cliccando sul tasto “Aggiungi”, nell'ambiente emittente **(A)** e ricevente **(B)**
- Potere fonoisolante R_w [dB] della porta, nell'ambiente emittente **(A)** e ricevente **(B)**
- Area in m^2 della porta, nell'ambiente emittente **(A)** e ricevente **(B)**
- Area di assorbimento acustico equivalente dell'atrio/corridoio in m^2 , **(D)** è possibile eseguire una stima con il modulo dedicato al fono assorbimento. Vedere paragrafo dedicato.
- Spuntare nel caso la casella dedicata alla posizione delle porte se vicine e perpendicolari tra loro **(D)**

Descrizione

Struttura tra ambiente emittente e atrio

Area totale m^2 Area netta m^2

R_w dB

R_w [dB]	Area [m^2]

A

R_{hs} dB

Struttura tra ambiente ricevente e atrio

Area totale m^2 Area netta m^2


R_w dB

R_w [dB]	Area [m^2]

B

R_{hr} dB

Atrio/Corridoio



C

D Area di assorbimento equivalente dell'atrio/corridoio m^2

☐ Porte perpendicolari e distanti meno di 1 m $Correzione$ dB

D_{ns} dB

Risultati

La tabella (A) riporta i risultati dei calcoli dei 13 percorsi di trasmissione sonora (1 percorso diretto + 12 percorsi laterali). I riquadri gialli indicano i valori minimi. Permettono quindi di individuare i percorsi con peggiore prestazione fonoisolante.

Selezione elementi Selezione giunti Risultati

A

R _{ij} - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso i-j			
Percorso		Tipo di collegamento	R _{ij} [dB]
► S			48.00
1-5		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	59.31
2-6		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	54.03
3-7		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.10
4-8		Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	56.59
1-S		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.21
2-S		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	57.14
3-S		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.10
4-S		Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	60.14
S-5		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.21
S-6		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	57.14
S-7		Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	61.10
S-8		Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	60.14

Il riquadro “Indici di valutazione” riporta il risultato del calcolo di R'_w .

Indici di valutazione

R'_w 0,0 dB Incertezza 0,00 dB ? Coeff. sensibilità

Volume del locale ricevente 0 m³ $D_{nT,w}$ 0,0 dB

Tale riquadro riporta anche l'incertezza associata al calcolo effettuato, valutata secondo l'Appendice K della UNI EN ISO 12354-1. È valida solo se i dati di ingresso sono prestazioni misurate in laboratorio.

Il tasto “Coeff. sensibilità” richiama i dati relativi al calcolo dell'incertezza. Alcune informazioni su questi parametri sono riportate nell'[Appendice C](#)

Inserendo il volume dell'ambiente ricevente viene calcolato il descrittore $D_{nT,w}$ utilizzando la relazione proposta da UNI 11175-1:

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \log \frac{V}{3.2S}$$

Dove:

V è il volume dell'ambiente ricevente

S è la superficie della partizione divisoria

Il riquadro "Valori di riferimento" permette di confrontare i risultati dei calcoli con i limiti imposti per legge (DPCM 5-12-1997 e Decreto CAM) o con valori limite definiti dall'utente. Se la prescrizione non viene rispettata il riquadro si colora di rosso.

Per maggiori informazioni sui limiti di legge si veda la [Guida ANIT Acustica edilizia](#)

Valori di riferimento

Destinazione d'uso
Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura

☒ DPCM 5/12/97

$R'_w \geq 55$ dB

☒ CAM 2022

Ambienti

☐ Tra differenti U.I.
☐ Stessa U.I.
☒ Uso comune vs ambienti abitativi

$R'_w \geq$ dB
 $D_{nT,w} \geq 30$ dB

☒ Valori utente

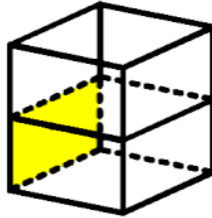
$R'_w \geq 0$ dB
 $D_{nT,w} \geq 0$ dB

Isolamento solai ($R'_w - D_{nT,w}$)

Questa sezione consente di determinare l'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w) e l'indice di isolamento acustico normalizzato sul tempo di riverberazione ($D_{nT,w}$) di un solaio orizzontale divisorio tra due ambienti.

La procedura di inserimento dei dati è del tutto simile al [calcolo per le pareti](#), al quale si rimanda per approfondimenti.

Descrizione
Nuovo potere fonoisolante dei divisori



Seleziona elemento
Visualizza stratigrafia

Tipo di elemento
Parete doppia in laterizio

Descrizione
Parete doppia laterizi forati 8 + 8 con 5 cm di lana di legno in

- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;
- muratura in blocchi di laterizio 8 cm x 25 cm x 50 cm, spessore 8 cm;

Rw 53.0 dB
Massa superficiale 212.0 kg/m²

Area del divisorio
0 m²

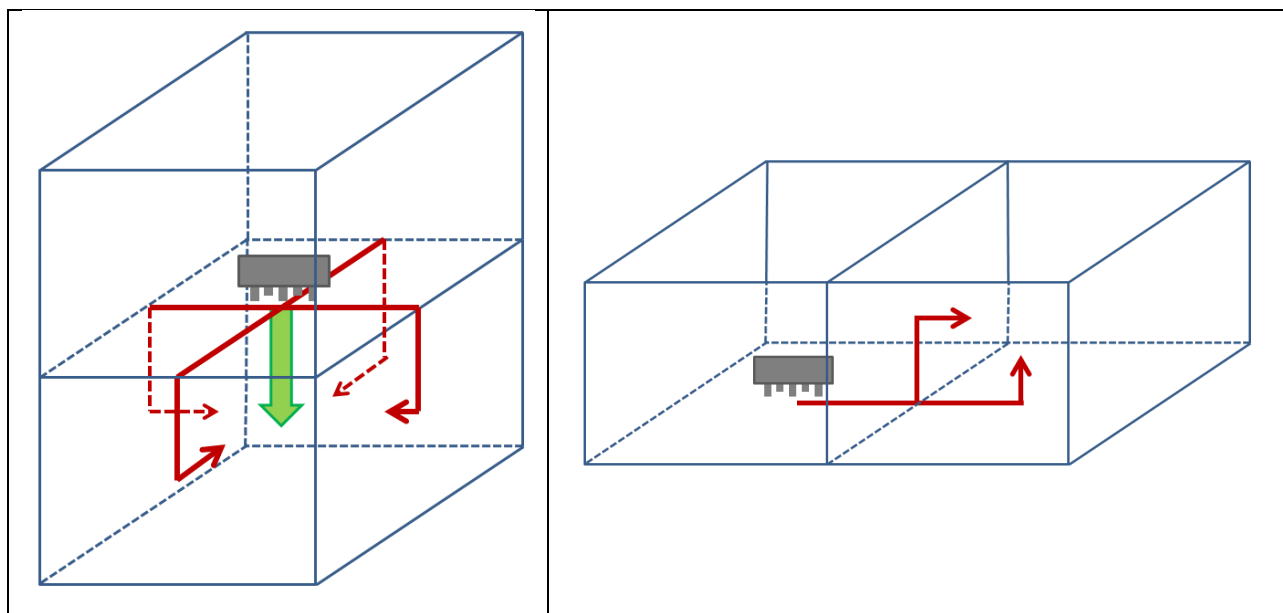
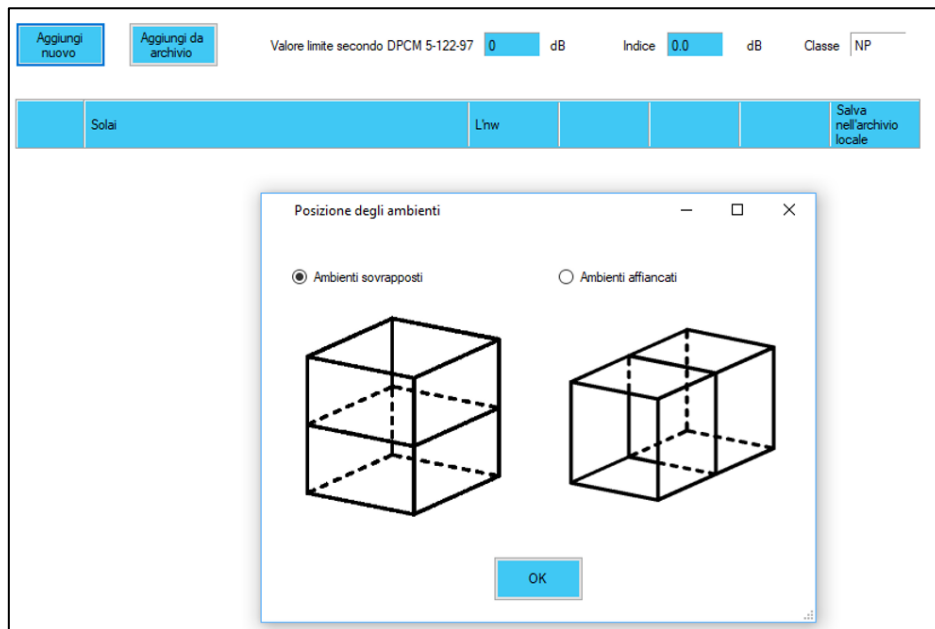
		Descrizione	MassaSup [kg/m²]	Rw [dB]	Strato addizionale	DRw [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
S		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci lato superiore	Calcola
						0.0	Inserisci lato inferiore	Calcola
1		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
3		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
4		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
5		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola

Informazioni sulla scelta dei dati da inserire sono riportate nell'[Appendice B](#)

Livello rumore da calpestio ($L'_{n,w} - L'_{nT,w}$)

Questa sezione permette di calcolare il livello di rumore da calpestio ($L'_{n,w}$) percepito in un ambiente abitativo.

Quando si crea un nuovo calcolo è possibile selezionare se si tratta di ambienti sovrapposti o affiancati.

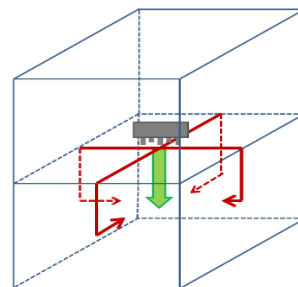


Informazioni sulla scelta dei dati da inserire sono riportate nell'[Appendice B](#)

Ambienti sovrapposti

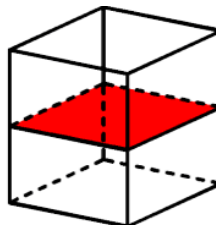
Il modello di calcolo della UNI EN ISO 12354-2 e UNI 11175-1 richiede di valutare l'entità del livello di calpestio lungo il percorso diretto e i quattro percorsi laterali.

Il livello di calpestio nell'ambiente ricevente è dato dalla combinazione dei cinque valori calcolati.



Descrizione

Nuovo livello di rumore da calpestio



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

 Tipo di elemento
 Descrizione
 Massa superficiale
 Rw
 Area del pavimento m²

 Ln,eq,w

		Struttura di base	MassaSup [kg/m²]	Ln,eq,0,w [dB]	Rw [dB]	Strato addizionale	DLw [dB]	DRw [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
▶ S		Inserisci elemento	0,0	0,0			0,0		Inserisci lato superiore	Calcola
							0,0		Inserisci lato inferiore	Calcola
1		Inserisci elemento	0,0							
2		Inserisci elemento	0,0							
3		Inserisci elemento	0,0							
4		Inserisci elemento	0,0							
5		Inserisci elemento	0,0		0,0			0,0	Inserisci	Calcola
6		Inserisci elemento	0,0		0,0			0,0	Inserisci	Calcola
7		Inserisci elemento	0,0		0,0			0,0	Inserisci	Calcola
8		Inserisci elemento	0,0		0,0			0,0	Inserisci	Calcola

La procedura di inserimento dei dati è del tutto simile al [calcolo di R'w per le pareti](#)

In questo caso però l'utente deve inserire nella tabella:

- Il solaio divisorio e gli eventuali strati addizionali (ad es. massetto galleggiante su lato superiore e/o controsoffitto su lato inferiore)
- Le 4 pareti dell'ambiente emittente solo con la relativa massa superficiale
- Le 4 pareti dell'ambiente ricevente sottostante con eventuali strati addizionali (contropareti)

NB:

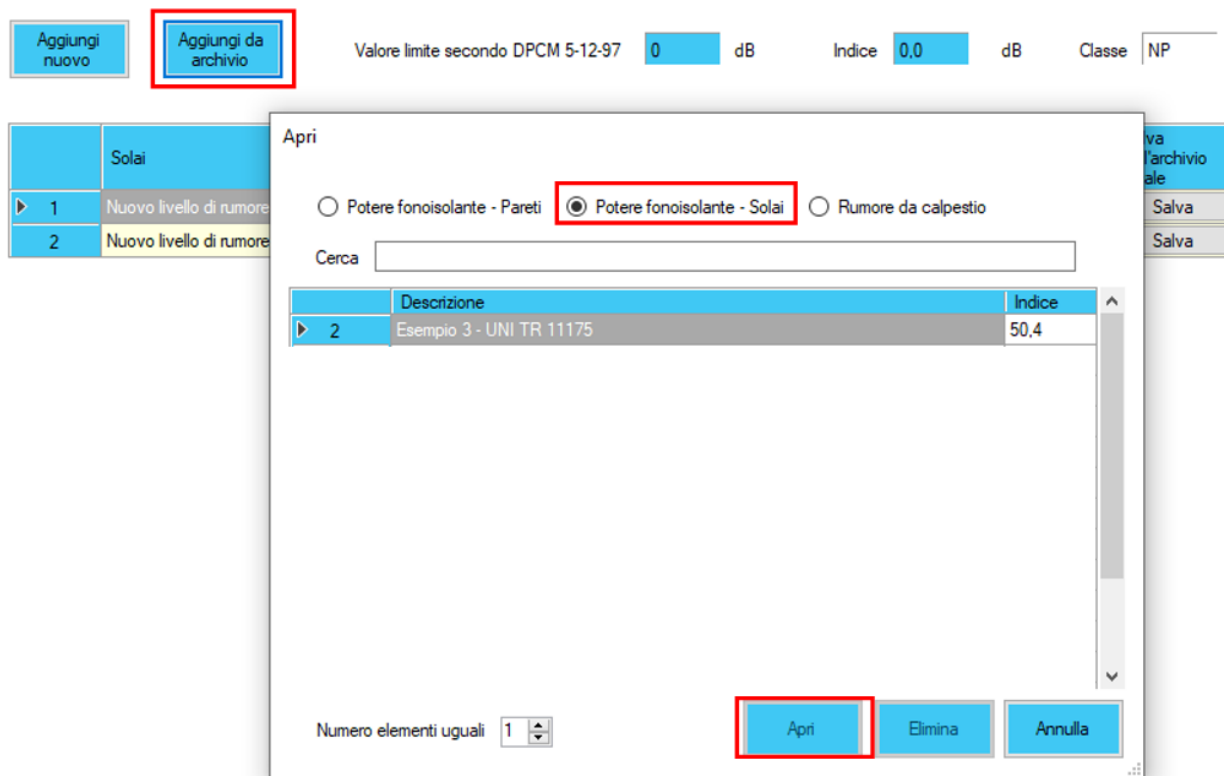
- Il solaio richiamato dall'[Archivio elementi](#), deve riportare il dato [Ln,eq,0,w](#)
- Gli strati addizionali sul solaio devono riportare il dato [ΔLw](#)

N.B.: Nel caso vengano inseriti dati ricavati da prove di laboratorio, è importante verificare che siano compatibili con la situazione in esame, ed eventualmente adattarli.

Si raccomanda di verificare le indicazioni delle norme serie **UNI EN ISO 12354** ed **UNI 11175**. Si veda in merito, ad esempio, UNI 11175-2 (Punto 4.6)

Importazione da calcolo di potere fonoisolante

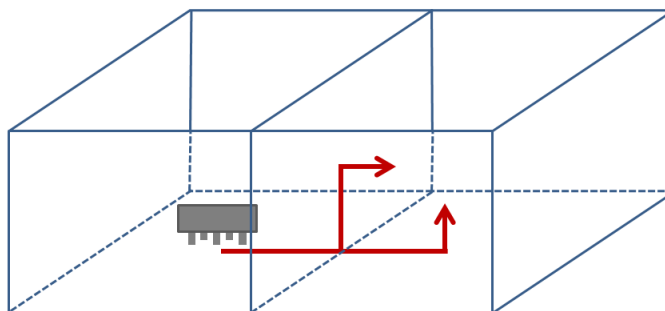
È possibile importare un calcolo di potere fonoisolante nel calcolo di livello calpestio in modo da velocizzare il caricamento delle informazioni. Pareti e nodi, infatti, una volta configurati in un calcolo di potere fonoisolante dei solai, possono essere utilizzati allo stesso modo nel calcolo del livello di calpestio.



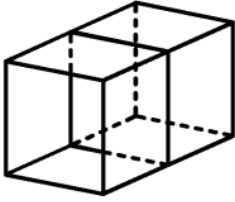
Ambienti affiancati

Il modello di calcolo di UNI EN ISO 12354-2 e UNI 11175-1 richiede di valutare l'entità del livello di calpestio lungo due percorsi laterali.

Il livello di calpestio nell'ambiente ricevente è dato dalla combinazione dei due valori calcolati.






Descrizione
Nuovo livello di rumore da calpestio



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Tipo di elemento: Parete semplice in laterizio
 Descrizione: Parete laterizi forati 8 cm intonacata
 Parete laterizi forati 8 cm intonacata
 Massa superficiale: 122.0 kg/m²
 Rw: 38.5 dB
 Ln,eq,w: dB
 Area del pavimento: 0 m²

			Struttura di base	MassaSup [kg/m ²]	Ln,eq,0,w [dB]	Rw [dB]	Strato aggiuntivo	DLw [dB]	DRw [dB]	Strati aggiuntivi	Strati aggiuntivi
S		Inserisci elemento		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	Inserisci	Calcola
1		Inserisci elemento		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	Inserisci	Calcola

La procedura di inserimento dei dati è del tutto simile al [calcolo di R'_w per le pareti](#).


In questo caso però l'utente deve inserire nella tabella:

- Il solaio dell'ambiente emittente e l'eventuale strato aggiuntivo (ad es. massetto galleggiante)
- Il solaio dell'ambiente ricevente e l'eventuale strato aggiuntivo
- La parete di separazione tra ambienti

Note

- Il solaio dell'ambiente emittente, richiamato dall'[Archivio elementi](#), deve riportare il dato $L_{n,eq,0,w}$
- Gli strati aggiuntivi sul solaio devono riportare il dato ΔL_w
- Il riquadro "Indici di valutazione" riporta il risultato del calcolo di $L'_{n,w}$

Indici di valutazione

$L'_{n,w}$ 0.0 dB Incertezza 0.00 dB 

Volume del locale ricevente 0 m³ $L'_{nT,w}$ 0.0 dB

Inserendo il volume dell'ambiente ricevente viene calcolato il descrittore $L'_{nT,w}$ utilizzando la relazione proposta da UNI TR 11175:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \frac{V}{30}$$

Dove:

V è il volume dell'ambiente ricevente

Impianti a funzionamento continuo ($L_{A,eq} - L_{i,c}$)

L'utente può inserire manualmente il dato relativo al livello di rumore da impianto a funzionamento continuo e selezionare i valori di riferimento. Le informazioni vengono riportate nella relazione.

Descrizione

Nuovo impianto continuo

Livello rumore impianto

$L_{A,eq}$

0,0

dBa

$L_{i,c}$

0,0

dBa

Valori di riferimento

Destinazione d'uso

☐ DPCM 5/12/97

☐ CAM 2022

☐ Valore utente

Impianti a funzionamento discontinuo ($L_{A,S,max} - L_{i,d}$)

L'utente può inserire manualmente il dato relativo al livello massimo di rumore da impianto a funzionamento discontinuo e selezionare i valori di riferimento. Le informazioni vengono riportate nella relazione.

Descrizione

Nuovo impianto discontinuo

Livello rumore impianto

$L_{A,S,max}$

0,0

dBa

$L_{i,d}$

0,0

dBa

Comfort acustico ambienti (T - C50 – STI)

The screenshot shows the 'Progetto' menu on the left with options like 'D 2m,T,w - Isolamento acustico di facciata', 'R1w - Potere fonoisolante dei divisori - Pareti', 'R1w - Potere fonoisolante dei divisori - Solai', 'L1w - Livello di rumore da calpestio', 'LAeq - Impianti a funzionamento continuo', 'LASmax - Impianti a funzionamento discontinuo', 'T, C50, STI - Caratteristiche acustiche interne', and 'Relazione'. The main area shows 'Valori limite per edifici scolastici secondo DPCM 5-12-97' with 'aule' set to 1.2 s and 'palestre' set to 2.2 s. Below this is a table with columns 'Ambienti', 'T medio', 'Modifica', 'Duplica', 'Elimina', and 'Salva nell'archivio locale'. The first row is '1 Nuovo fonoassorbimento' with 'T medio' set to 0.0.

Questa sezione consente di determinare il tempo di riverberazione (T) di un ambiente, la chiarezza (C50) e l'indice di trasmissione del parlato (STI - Speech Transmission Index).

ECHO utilizza i modelli di calcolo definiti in UNI EN 12354-6 e UNI 11532 (Parti 1 e 2).

Dopo aver aggiunto un nuovo calcolo e cliccato "Modifica" (vedere [capitolo 3.COME INIZIARE](#)) si apre la schermata per effettuare i calcoli.

Caratteristiche dell'ambiente

La schermata richiede di inserire le caratteristiche generali dell'ambiente in esame:

- volume della stanza
- volume di eventuali oggetti presenti (ad es. mobili chiusi, arredo, ecc.),
- temperatura
- umidità relativa

The screenshot shows the 'Caratteristiche dell'ambiente' dialog box. It has tabs for 'Caratteristiche dell'ambiente', 'Valori di riferimento', 'Tempo di riverberazione', 'STI', 'Distribuzione irregolare dell'assorbimento', and 'Tempo di riverberazione misurato'. The 'Caratteristiche dell'ambiente' tab is active. It contains fields for 'Volume dell'ambiente vuoto' (0.000 m³) and 'Volume netto d'aria' (0.000 m³). There are radio buttons for 'Temperatura' (10°C, 20°C) and 'Umidità relativa' (30%-50%, 50%-70%, 70%-90%). Below these is a table 'Elementi contenuti nell'ambiente' with columns '+', 'Descrizione', 'Volume [m³]', and 'Numero'. To the right is a table 'Area totale di assorbimento equivalente dell'aria' with columns for frequencies (125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz) and a row for 'A_air' with values 0.00. At the bottom, there is a field 'Parte di elemento' set to 1.000.

Valori di riferimento

La schermata permette di definire quali prescrizioni occorre rispettare ai sensi di: DPCM 5-12-1997, UNI 11367:2010 (Appendice C), UNI 11532-2:2020

Descrizione
Esempio 1

Volume dell'ambiente
Valori di riferimento
Tempo di riverberazione
STI
Distribuzione irregolare dell'assorbimento
Tempo di riverberazione misurato

DPCM 5/12/97 - Limiti di legge

☒ Edificio scolastico

☒ Aula
☐ Palestra
☐ Altro ambiente

☐ Altra destinazione d'uso

T massimo
valore medio 250 Hz - 2000 Hz

1.2

 s

ambiente arredato con due persone al massimo

UNI 11367 - T ottimale e massimo

Ambiente adibito a

☒ Ascolto del parlato (50-2000 m³)
☐ Attività sportive (2000-10000 m³)
☐ Altre attività

T ottimale 500 Hz - 1000 Hz

0.71

 s

T massimo 250 Hz - 4000 Hz

0.86

 s

ambiente non occupato

T calcolato
valore medio
250 Hz - 2000 Hz

0.0

 s

UNI 11532 - CAM - Edifici scolastici

A2 - Parlato/conferenza

☒ Senza impianto di amplificazione
o con impianto spento
☐ Con impianto di amplificazione

T ottimale

0.65

 s

ambiente occupato
all'80%

STI minimo

0.55

C50 minimo

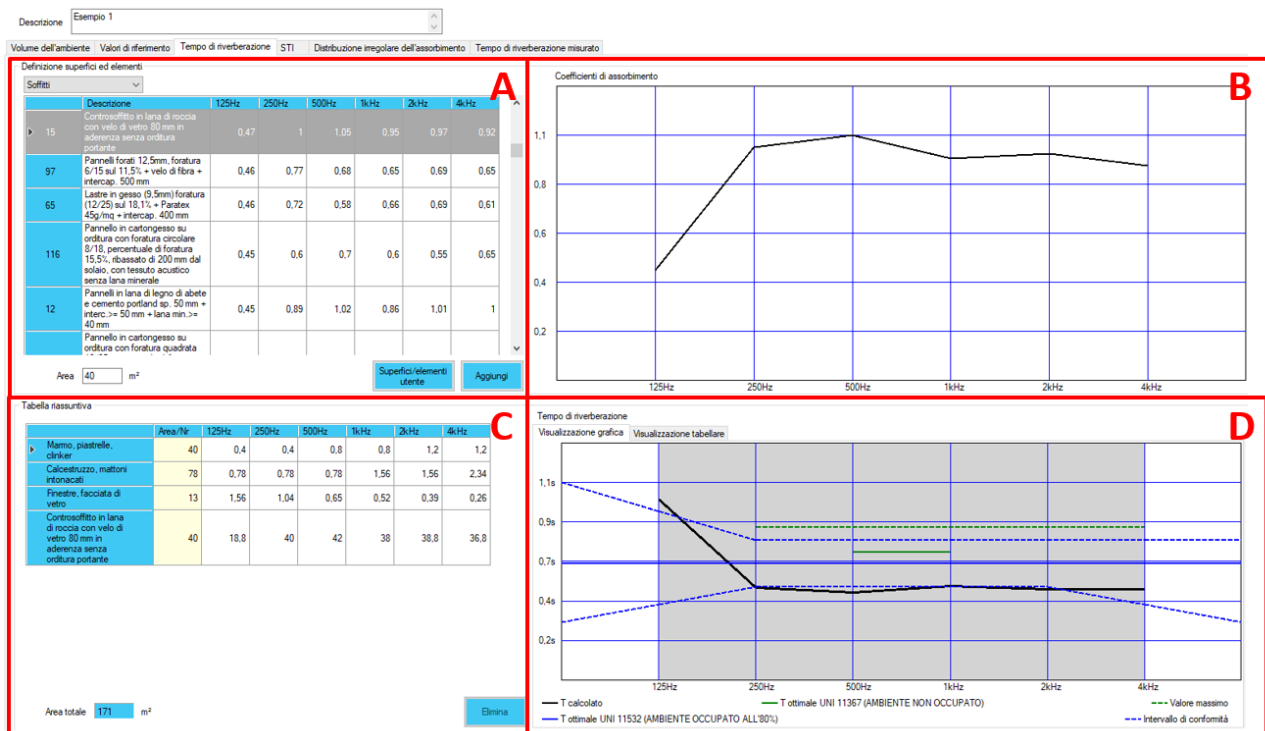
2

 dB

ambiente arredato con due persone al massimo

Tempo di riverberazione

Il tempo di riverberazione è calcolato secondo UNI EN 12354-6



Nella sezione (A) l'utente:

- seleziona i materiali che caratterizzano le superfici a vista dell'ambiente e ne inserisce l'area in m².
- gli elementi d'arredo e le persone presenti nella stanza e ne inserisce il numero

Il tasto "Aggiungi" inserisce il dato selezionato nel calcolo

Il tasto "Superfici/elementi utente" permette di accedere all' "[Archivio materiali fonoassorbenti](#)"

Nel grafico (B) vengono visualizzati i coefficienti di assorbimento dell'elemento selezionato

Il riquadro (C) riporta tutti gli elementi e i materiali inseriti nel progetto.

- "Area totale" indica l'area equivalente di assorbimento acustico dell'ambiente. Utilizzabile, ad esempio, nel calcolo dell'assorbimento di un atrio/corridoio per la valutazione del percorso laterale aereo tra due aule scolastiche (vedere paragrafo relativo al potere fono isolate apparente).
- Il tasto "Elimina" consente di cancellare gli elementi inseriti.

Il grafico (D) rappresenta i risultati dei calcoli posti a confronto con i "Valori di riferimento" selezionati in precedenza. Il grafico riporta:

- T calcolato (linea nera)
- T ottimale e T massimo (1,2 ottimale) secondo la norma UNI 11367 (linea verde continua e tratteggiata)
- T ottimale e intervallo di conformità secondo UNI 11532-2 (linee blu continua e tratteggiate)

"Visualizzazione tabellare" permette di vedere i risultati in formato numerico.

Il confronto con i limiti del DPCM 5-12-1997 per gli edifici scolastici è riportato nella schermata "Valori di riferimento". Nel caso il limite non venga rispettato la casella "T calcolato" si colora di rosso.

STI

La schermata permette di calcolare indice di trasmissione del parlato (STI) e chiarezza (C_{50}) utilizzando il modello matematico definito in UNI 11532-1.

Descrizione: Esempio 1

Volume dell'ambiente | Valori di riferimento | Tempo di riverberazione | STI | Distribuzione irregolare dell'assorbimento | Tempo di riverberazione misurato

A

Dati in ingresso

Tempo di riverberazione

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
T [s]	1.01	0.51	0.49	0.53	0.51	0.51	0.00

Inserisci T calcolato

Metodo di calcolo

☐ Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile

☒ Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto

Distanza tra parlatore e ascoltatore: 3 m

Parlatore

☒ Maschio ☐ Femmina

Sforzo vocale: Normale

Livello di pressione sonora a 1 m: 60 dBA

Direttività della sorgente

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Q	1.6	1.6	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0
ID	2	2	2	3	3	3	3

Livello del rumore di fondo

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ln [dB]	25	25	25	25	25	25	25

B

Distanza critica

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
r _c [m]	0.66	0.92	0.94	0.91	0.93	0.93	0.00
5 r _c [m]	3.29	4.60	4.72	4.55	4.63	4.63	0.00

Livello del parlato

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ls, 1m [dB]	62.9	62.9	59.2	53.2	47.2	41.2	35.2
Lsr [dB]	64.5	61.6	57.7	51.0	44.9	38.9	0.0
Lsd [dB]	53.4	53.4	49.7	43.7	37.7	31.7	0.0

Vedi dettagli

Indice di trasferimento della modulazione

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
MTI	0.58	0.73	0.74	0.73	0.73	0.68	0.00

C

Chiarezza

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
C ₅₀	0.4	5.2	5.6	5.0	5.3	5.3	0.0

C₅₀ medio: 5.3 C₅₀ minimo: 2

ambiente arredato con due persone al massimo

Indice di trasmissione del parlato

STI: 0.66 STI minimo: 0.55

Qualità del parlato in accordo con CEI EN60268-16: Buono

ambiente arredato con due persone al massimo

Nella sezione **(A)** l'utente inserisce i dati per i calcoli.

- Il tasto "Inserisci T calcolato" permette di richiamare i valori definiti nella finestra precedente
- "Metodo di calcolo". Richiede di definire il tipo di campo sonoro. Se vi è contributo del suono diretto occorre inserire la distanza sorgente-ricevitore.
- "Parlatore": richiede di individuare il livello di pressione sonora della sorgente, selezionandolo dal menu o inserendolo a mano.
- Direttività della sorgente in campo libero: occorre inserire le caratteristiche intrinseche della sorgente. Il dato si può inserire sia come coefficiente di direttività (Q) che come indice (ID)
- Livello di rumore di fondo: inserire il livello di rumore nell'ambiente in bande d'ottava

Nella sezione **(B)** si trovano:

- La distanza critica e 5 volte la stessa, per valutare la distanza di influenza del contributo diretto
- Livello della sorgente a 1 m, livello della sorgente in campo riverberante e livello della sorgente al ricevitore con contributo del suono diretto
- "Vedi dettagli" permette di analizzare i calcoli intermedi
- Indice di trasferimento della modulazione

La sezione **(C)** riporta i risultati dei calcoli posti a confronto con i "Valori di riferimento" selezionati in precedenza.

- Chiarezza in bande di ottava, C_{50} medio secondo UNI 11532 e confronto con il minimo previsto
- Indice STI per la trasmissione del parlato, confronto con il limite e giudizio qualitativo

Distribuzione irregolare dell'assorbimento

La schermata permette di calcolare il tempo di riverberazione (T) utilizzando il modello matematico definito in UNI EN 12354-6:2006 - Appendice D

A Dati geometrici: Diagramma 3D di un rettangolo con dimensioni L=8 m, B=5 m, H=3.5 m.

B Distribuzione di superfici e oggetti:

	Area/m²	Superficie associata
Marmo, piastrelle, clinker	40	z=0
Calcestruzzo, mattoni intonacati	18	x=0
Calcestruzzo, mattoni intonacati	18	x=L
Calcestruzzo, mattoni intonacati	28	y=0
Calcestruzzo, mattoni intonacati	14	y=B
Finestre, facciata di vetro	13	y=B
Controsoffitto in lana di roccia con velo di vetro 80 mm in aderenza senza orditura portante	40	z=H

C Coefficienti di dispersione delle superfici:

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	
δ x=0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
δ x=L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
δ y=0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
δ y=B	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
δ z=0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
δ z=H	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva

D Risultati: Frequenza di transizione 879 Hz. Grafico di T_x, T_y, T_z, T_d, T_{estimate} vs Frequenza (125 Hz a 4 kHz).

Nella sezione **(A)** l'utente inserisce le dimensioni dell'ambiente

La sezione **(B)** permette di associare i materiali, definiti in precedenza nel calcolo del [Tempo di riverberazione](#), alle superfici dell'ambiente. Per farlo occorre:

1. Cliccare il tasto "Associa superficie" (nella colonna "Superficie associata")
2. Selezionare a quale superficie si riferisce il materiale (vedere immagini che seguono)
3. Indicare quanti metri quadrati del materiale selezionato rivestono la superficie selezionata

Distribuzione di superfici e oggetti

	Area/m²	Superficie associata
Marmo, piastrelle, clinker	40	Associa superficie
Calcestruzzo, mattoni intonacati	18	Associa superficie
Calcestruzzo, mattoni intonacati	18	Associa superficie
Calcestruzzo, mattoni intonacati	28	Associa superficie
Calcestruzzo, mattoni intonacati	14	Associa superficie
Finestre, facciata di vetro	13	Associa superficie
Controsoffitto in lana di roccia con velo di vetro 80 mm in aderenza senza orditura portante	40	Associa superficie

1 (Punta al tasto "Associa superficie" nella colonna "Superficie associata")

Superficie associata

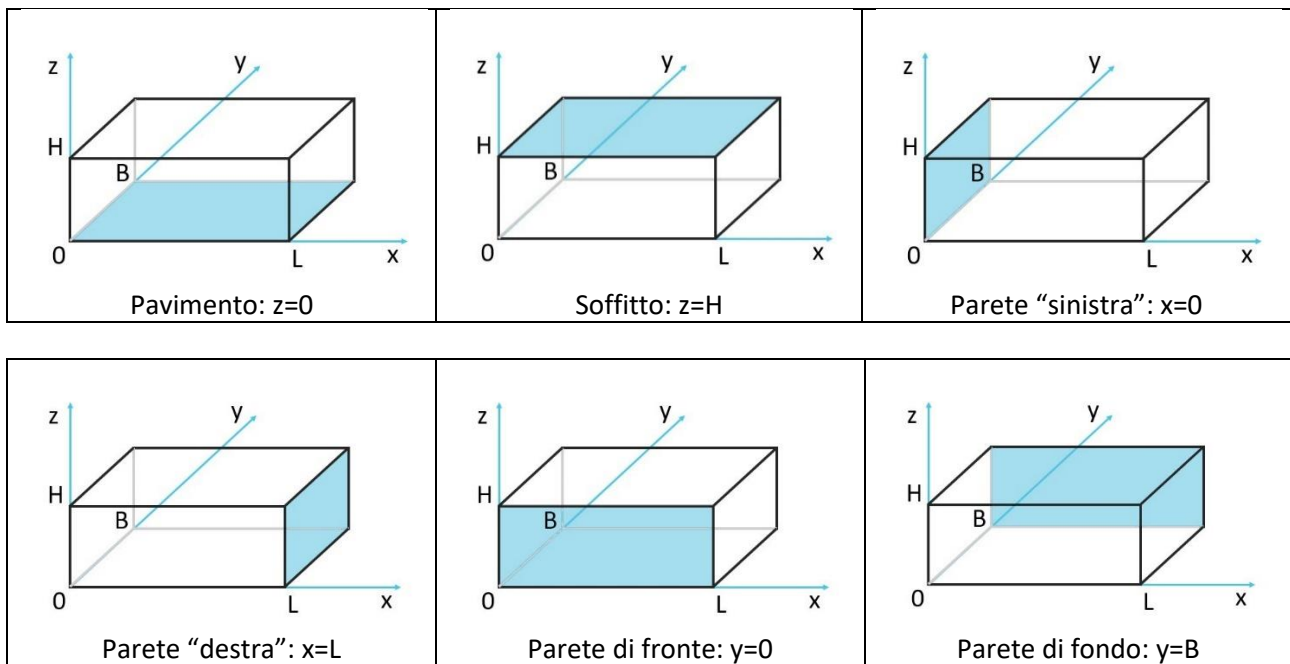
	Area (m²)
x=0	0
x=L	0
y=0	0
y=B	0
z=0	0
z=H	40
Area non associata	0
Area totale	40

2 (Punta alla riga "z=H")

3 (Punta al campo "Area (m²)" nella riga "z=H")

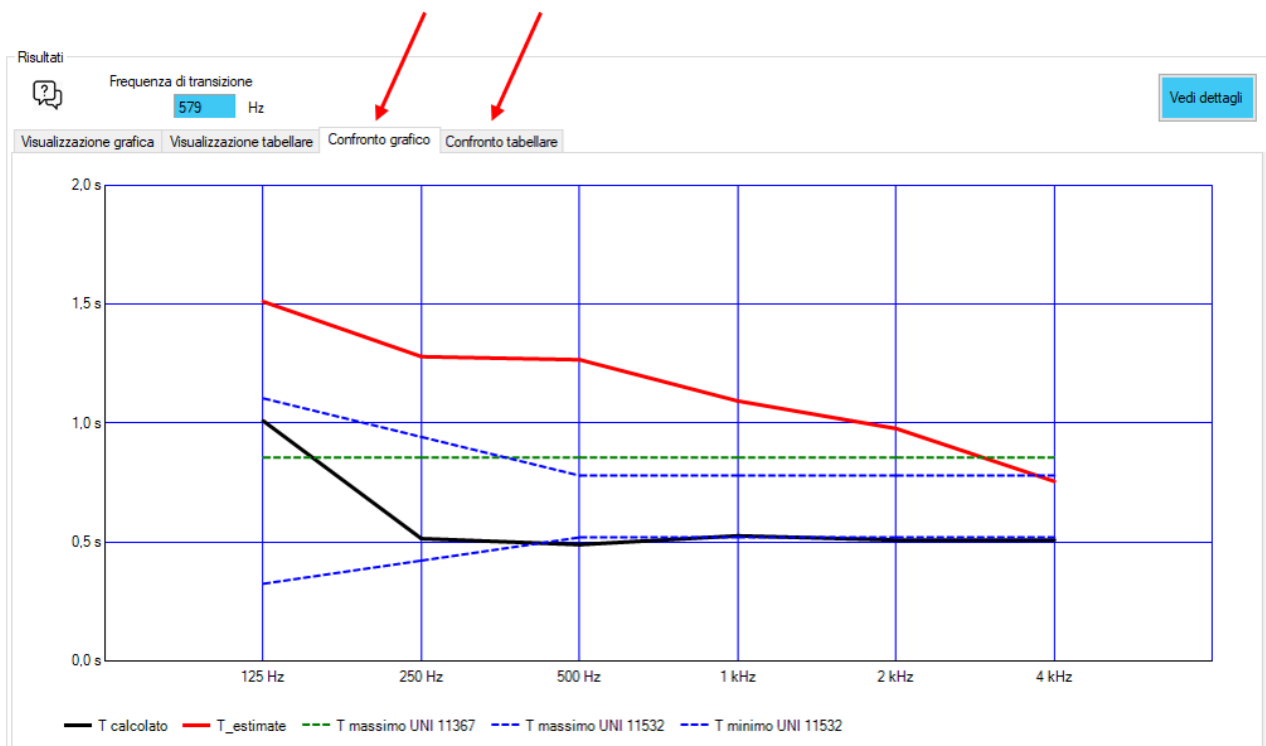
Buttons: Annulla, OK

Esempio:
40 m² di controsoffitto in lana di roccia vengono associati al soffitto del locale (z=H)



La sezione **(C)** permette di indicare i “coefficienti di dispersione” per le superfici del locale.

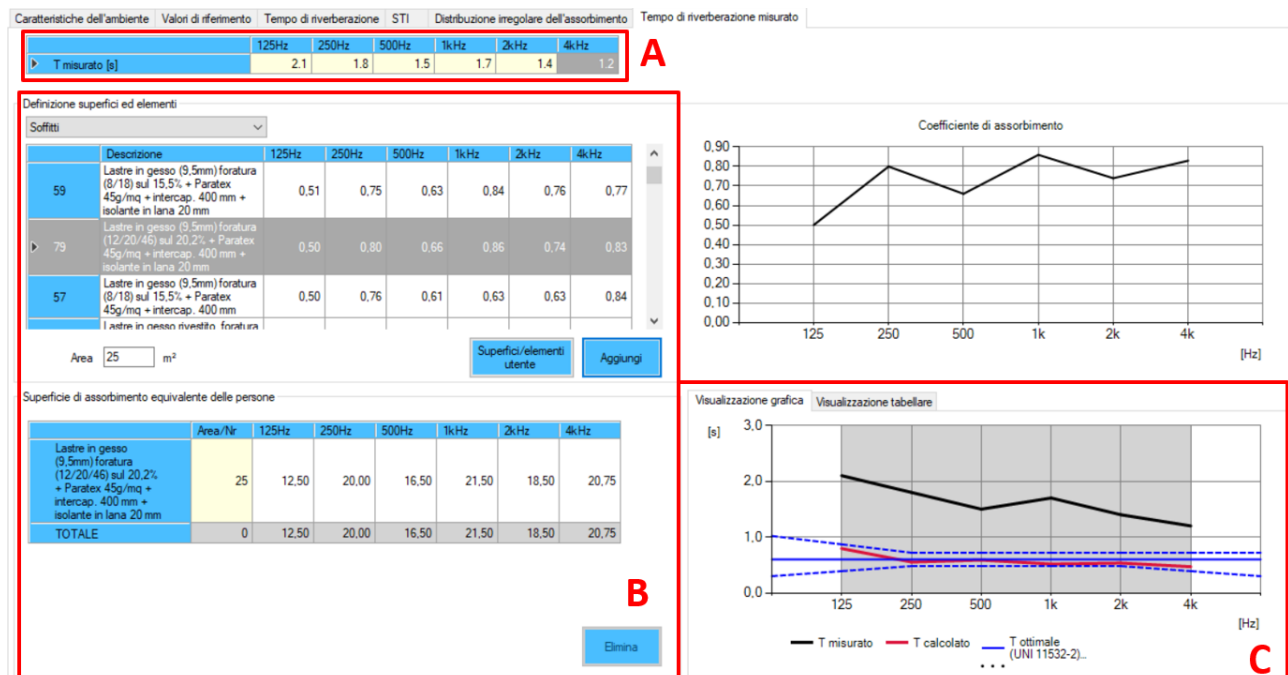
La sezione **(D)** riporta i risultati dei calcoli in forma grafica e tabellare. Le finestre “Confronto” richiamano anche i risultati del calcolo effettuato nella schermata “[Tempo di riverberazione](#)” per eventuali paragoni.



Nell’immagine si osserva che, in questo esempio, il calcolo eseguito nella schermata “[Tempo di riverberazione](#)” (linea nera, “T calcolato”) determina risultati molto più bassi rispetto all’analisi eseguita utilizzando il modello matematico di UNI EN 12354-6:2006 - Appendice D (linea rossa, “T estimate”).

Tempo di riverberazione misurato

Questa schermata permette di valutare come viene modificato il tempo di riverberazione di un ambiente esistente dopo aver aggiunto elementi fonoassorbenti al suo interno.



Per eseguire il calcolo l'utente deve:

1. Inserire in **(A)** il tempo di riverberazione dell'ambiente esistente misurato in opera
2. Selezionare in **(B)** gli elementi fonoassorbenti che si vogliono inserire

Il riquadro **(C)** permette di visualizzare i risultati in forma grafica e tabellare.

Il tempo di riverberazione finale viene calcolato alle varie frequenze con la seguente relazione:

$$T = \frac{T_{\text{misurato}}}{1 + T_{\text{misurato}} \frac{A_{\text{elementi}}}{0,16V}}$$

Dove:

T_{misurato} è il tempo di riverberazione dell'ambiente esistente
 A_{elementi} è l'area di assorbimento acustico degli elementi aggiunti
 V è il volume della stanza

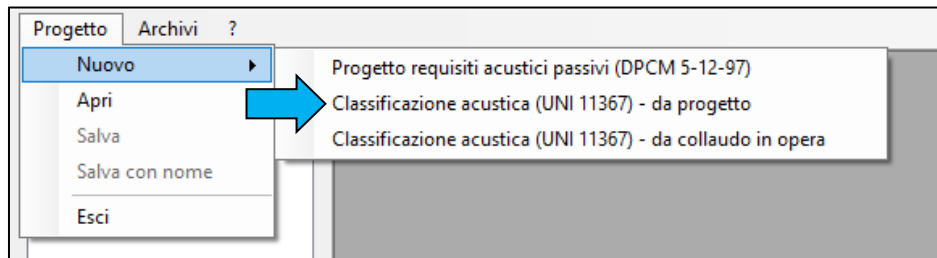
Attenzione! Non è ragionevole applicare questo modello di calcolo se:

- Gli elementi aggiunti vanno a sovrapporsi ad elementi fonoassorbenti preesistenti
- L'intervento riguarda la sostituzione di elementi fonoassorbenti preesistenti con i nuovi elementi

La schermata può essere utilizzata anche per verificare le prescrizioni di UNI 11532-2 per gli ambienti tipo A1÷A4, per i quali i valori di riferimento considerano la situazione di ambiente arredato ed occupato all'80%.

L'utente può eseguire la misura del tempo di riverberazione nell'ambiente arredato e senza persone, ed utilizzare Echo per aggiungere gli elementi umani per ottenere la condizione di occupazione richiesta.

6. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da progetto



Questa sezione consente di determinare le classi acustiche di una unità immobiliare, utilizzando le procedure della UNI 11367, a partire dai calcoli eseguiti sui singoli ambienti.

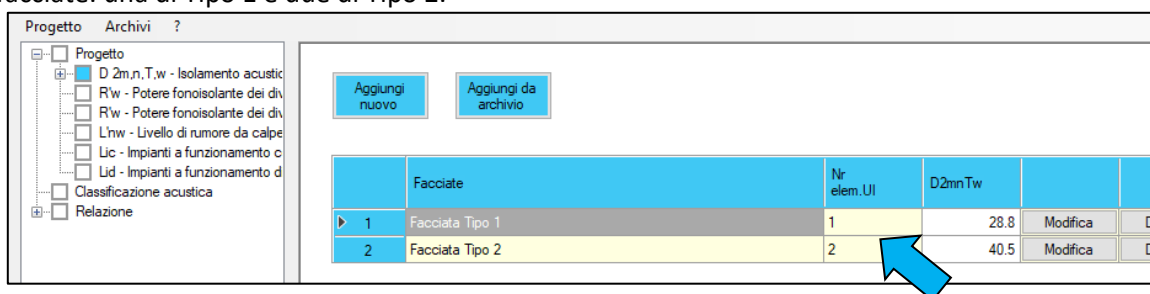
Si specifica che la UNI 11367 indica chiaramente che la classificazione acustica si basa su misure in opera. Il software evidenzia questo aspetto nei risultati.

ATTENZIONE. La classificazione acustica di una unità immobiliare si basa su risultati di misure in opera. Pertanto un certificato di classificazione ricavato da calcoli previsionali è un utile strumento per definire quali tecnologie costruttive adottare nell'edificio ma non ha validità. Questo certificato, ottenuto da calcoli previsionali e non da rilevazioni fonometriche, non tiene in considerazione i coefficienti correttivi inerenti l'incertezza di misura in opera.

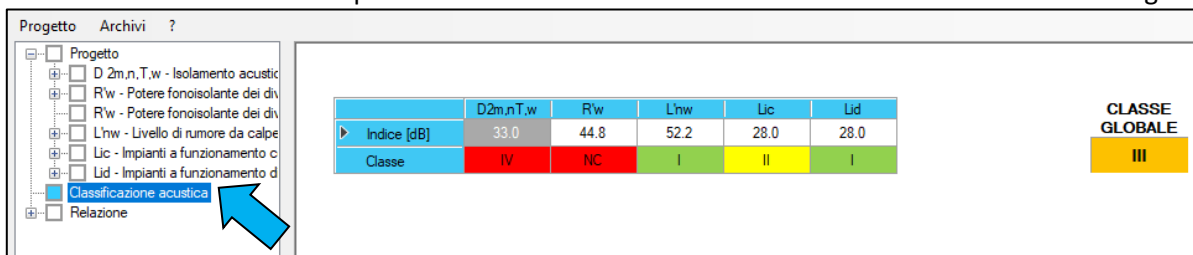
Per iniziare occorre creare un [NUOVO PROGETTO](#).

Le procedure di calcolo per i singoli elementi tecnici sono descritte nel capitolo [PROGETTO DI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI \(DPCM 5-12-1997\)](#).

Dopo aver eseguito i calcoli sui singoli elementi, l'utente può indicare quante volte si ripetono identici nell'unità immobiliare. Nell'immagine che segue si osserva ad esempio una unità immobiliare caratterizzata da 3 facciate: una di Tipo 1 e due di Tipo 2.

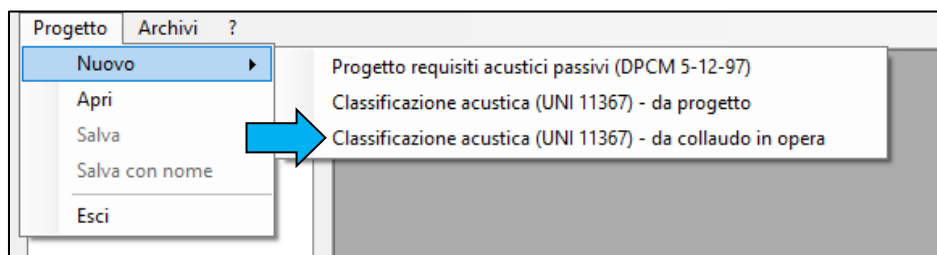


Il tasto "Classificazione acustica" permette di visualizzare le classi dei descrittori e la classe acustica globale.



Cliccando "Relazione" si accede alla relazione di classificazione acustica. Per maggiori informazioni sulle Relazioni elaborate da Echo si veda [QUESTO PARAGRAFO](#).

7. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da collaudo in opera



Questa sezione consente di determinare le classi acustiche di una unità immobiliare, utilizzando le procedure della UNI 11367, a partire da misure in opera eseguite dall'utente.

Per iniziare occorre creare un [NUOVO PROGETTO](#).

Nella schermata "Progetto" l'utente, prima di inserire i dati, deve specificare la "Modalità di misurazione".

Dati del progetto

Descrizione dell'unità immobiliare:

Destinazione d'uso:

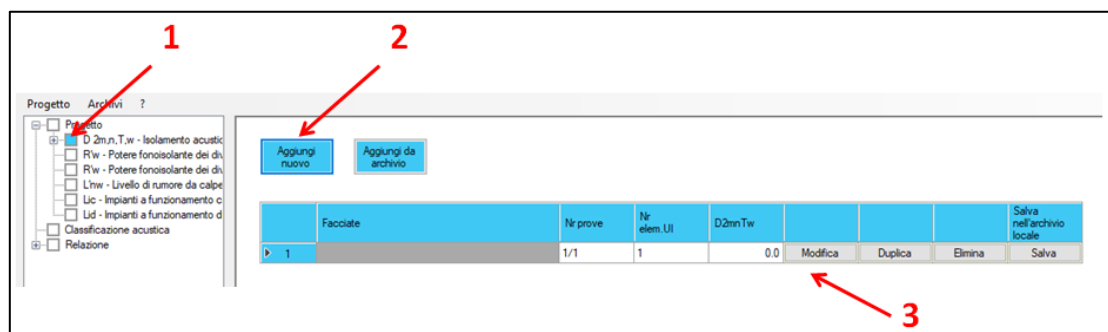
Modalità di misurazione:

Committente:

Selezionare "Misurazione di tutti gli elementi" se sono stati misurati tutti gli elementi tecnici dell'unità immobiliare. Selezionare un altro campo se si decide di utilizzare la **tecnica del campionamento** descritta nell'Appendice H della norma UNI 11367. In questo caso occorre indicare il livello di fiducia da utilizzare (da 50% a 99%).

Per inserire i dati:

1. Selezionare il descrittore sul menu ad albero
2. Selezionare "Aggiungi nuovo"
3. Cliccare "Modifica"



Misurazione di tutti gli elementi

Nel caso si stia analizzando un caso con “Misurazione di tutti gli elementi”:

1. Inserire una descrizione dell'elemento tecnico
2. Specificare il numero di elementi tecnici misurati “simili tra loro” presenti all'interno dell'unità immobiliare. Nel caso si tratti di un elemento singolare indicare “1”
3. Le caselle “Numero di elementi sottoposti a prova” e “Appartenenti all'unità immobiliare” non sono modificabili e hanno lo stesso valore del “Numero di elementi tecnici omogenei” (trattandosi di misure su tutti gli elementi della U.I.)
4. Inserire le prestazioni rilevate in opera. Nella colonna “Valore utile” vengono riportati automaticamente i valori misurati corretti con l'incertezza di misura indicata in UNI 11367
5. **Media aritmetica:** riporta la media aritmetica dei valori utili
6. **Valore rappresentativo del gruppo:** riporta la media energetica dei valori utili. Questo dato, moltiplicato per il numero di elementi omogenei, verrà utilizzato per il calcolo della classe acustica

1 → Descrizione

2 → Numero elementi tecnici omogenei

3 → Numero elementi sottoposti a prova, Appartenenti all'unità immobiliare

4 → Valore utile

5 → Media aritmetica 0.0 dB

6 → Valore rappresentativo del gruppo 0.0 dB

Relazione OK

Ambienti

☒ Tra differenti U.I.

☐ Stessa U.I.

NB: Nel riquadro “Ambienti”:

- selezionare “Tra differenti U.I.” se si stanno inserendo dati di R'_w
- selezionare “Stessa U.I.” se si stanno inserendo dati di $D_{nT,w}$

Tecnica del campionamento

Nel caso si stia analizzando un caso con “Tecnica del campionamento” (Campionamento con livello di fiducia “x” %):

1. inserire una descrizione dell’elemento tecnico
2. **Numero di elementi tecnici omogenei:** specificare il numero di elementi tecnici “simili tra loro” (secondo il criterio del campionamento) presenti nell’intero edificio. Nel caso si tratti di un elemento singolare indicare “1”
3. **Numero elementi sottoposti a prova:** specificare il numero di elementi tecnici omogenei sottoposti a prova (NB il valore deve essere superiore a 3 e al 10% del numero totale di elementi tecnici)
4. **Appartenenti all’unità immobiliare:** indicare il numero di elementi tecnici omogenei appartenenti all’unità immobiliare in esame
5. Inserire le prestazioni rilevate in opera. Nella colonna “Valore utile” vengono riportati automaticamente i valori misurati corretti con l’incertezza di misura indicata in UNI 11367
6. **Media aritmetica:** riporta la media aritmetica dei valori utili
7. **Scarto tipo di campionamento e Incertezza estesa di campionamento:** riportano i risultati dei calcoli
8. **Valore rappresentativo del gruppo:** riporta il risultato, calcolato in base al livello di fiducia scelto, che verrà utilizzato per il calcolo della classe acustica

The dialog box contains the following fields and controls:

- Descrizione:** A text input field (arrow 1).
- Numero elementi tecnici omogenei:** A numeric input field with the value '5' (arrow 2).
- Numero elementi sottoposti a prova:** A numeric input field with the value '3' (arrow 3).
- Appartenenti all'unità immobiliare:** A numeric input field with the value '1' (arrow 4).
- Table:** A table with 3 columns: [dB], Valore misurato, and Valore utile. It contains 3 rows of data (arrow 5).
- Media aritmetica:** A numeric input field with the value '0.0' and unit 'dB' (arrow 6).
- Scarto tipo di campionamento:** A numeric input field with the value '0.00' and unit 'dB' (arrow 7).
- Incertezza estesa di campionamento:** A numeric input field with the value '0.0' and unit 'dB' (arrow 7).
- Valore rappresentativo del gruppo:** A numeric input field with the value '0.0' and unit 'dB' (arrow 8).
- Buttons:** 'Relazione' and 'OK' buttons at the bottom.

Il tasto “Classificazione acustica” permette di visualizzare le classi dei descrittori e la classe acustica globale.

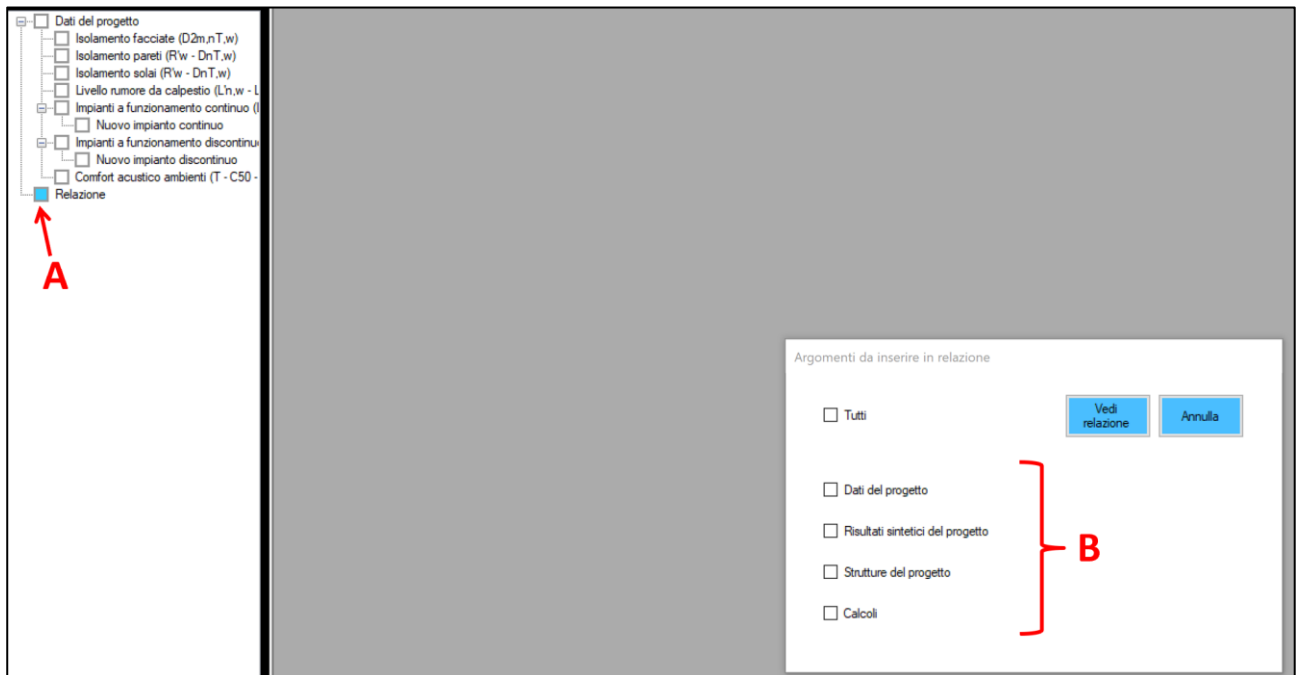
The window shows a tree view on the left with 'Classificazione acustica' selected. The main area displays a table of acoustic descriptor classes and a global class.

	D2m,n,T,w	Rw	L _{hw}	L _c	L _d	
Indice [dB]	33.0	44.8	52.2	28.0	28.0	
Classe	IV	NC	I	II	I	

CLASSE GLOBALE: III

Cliccando “Relazione” si accede alla relazione di classificazione acustica. Per maggiori informazioni sulle Relazioni elaborate da Echo si veda [QUESTO PARAGRAFO](#).

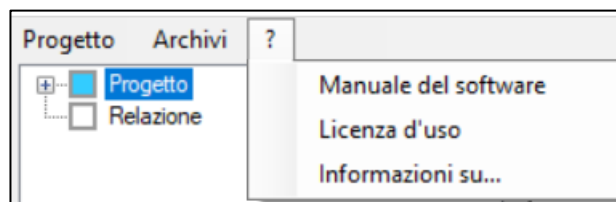
8. RELAZIONE



Dopo aver eseguito una analisi di requisiti acustici passivi o una classificazione acustica, il tasto “Relazione” **(A)** apre una finestra in cui è possibile selezionare quali informazioni inserire nella relazione **(B)**.

La relazione può essere esportata in formato RTF (compatibile con .docx) o PDF.

9. Sezione “?”



Da questa sezione si può richiamare il manuale del software, visionare la “Licenza d’uso” e leggere le informazioni generali sulla versione installata, sulla data dell’aggiornamento e sugli autori.

ECHO Versione 8.4.18

Calcolo dei requisiti acustici passivi: UNI EN ISO 12354 e UNI 11175

Classificazione acustica: UNI 11367

Caratteristiche acustiche interne ambienti confinati: UNI 11532 e UNI EN 12354-6

Verifiche in accordo con DPCM 5/12/97 e Decreto CAM.

Ultimo aggiornamento: 26/06/2025

Sviluppato da TEP srl. Tutti i diritti sono riservati.

Analisi e sviluppo:

Claudia Salani - TEP srl

Nadia Stefanetti - TEP srl

Supporto tecnico e testing:

Stefano Benedetti - TEP srl

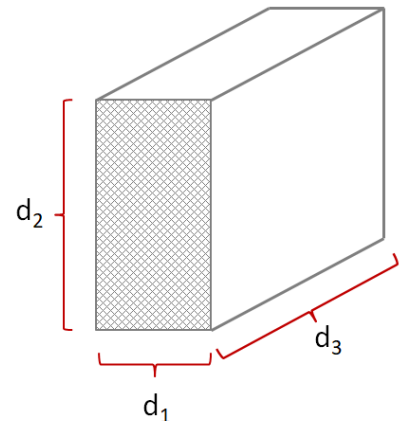
Matteo Borghi - TEP srl

OK

Appendice A. calcolo della massa superficiale

La massa superficiale (m' , [kg/m²]) di un elemento costruttivo rappresenta il suo peso per unità di superficie, calcolato rispetto a una certa dimensione.

Per un elemento con tre dimensioni (d_1 , d_2 , d_3), il valore di m' cambia in base alla dimensione considerata.



Per i **materiali omogenei**, privi di discontinuità, la massa superficiale si determina moltiplicando la densità del materiale (ρ [kg/m³]) per la dimensione presa in esame (d_x , [m]).

$$m' = \rho \cdot d_x$$

Sono materiali omogenei: i materiali isolanti, i laterizi pieni, gli intonaci, gli elementi in cemento armato, i massetti, gli elementi in calcestruzzo cellulare aerato autoclavato, le lastre in gesso rivestito, ecc.

Materiale	ρ [kg/m ³]	d_x [m]	m' [kg/m ²]
Setto in cemento armato	2400	0.20	480
Laterizi pieni	1800	0.08	144
Intonaco di calce e gesso	1400	0.02	28
Pannello in EPS	30	0.10	3

Per i **materiali non omogenei** la massa superficiale può essere determinata conoscendo il peso (p , [kg]) e le dimensioni dell'elemento. Si tratta in sostanza di calcolare la "densità apparente" dell'elemento (peso/volume) e di moltiplicarla per la dimensione presa in considerazione.

$$m' = \left(\frac{p}{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3} \right) \cdot d_x$$

Sono materiali non omogenei: i laterizi forati, i laterizi/blocchi semipieni, le pignatte dei solai in laterocemento, ecc.

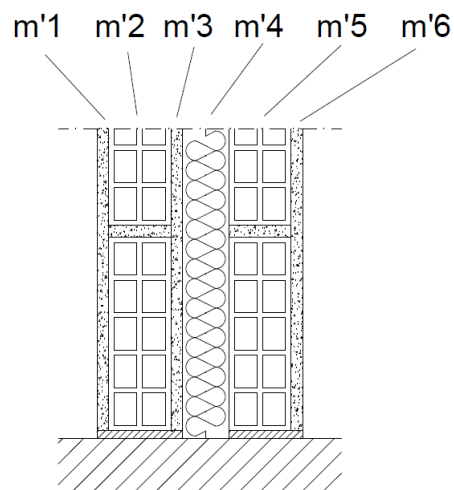
Materiale	d_1 [m]	d_2 [m]	d_3 [m]	p [kg]	d_x [m]	m' [kg/m ²]
Laterizio forato	0.08	0.25	0.25	3.1	0.08	49.6
Laterizio semipieno	0.38	0.19	0.25	15	0.38	315.8

Nota: La massa superficiale delle pareti in laterizi dipende anche dai giunti di malta che connettono gli elementi. Se si vuole fare una analisi "a favore di sicurezza", che consideri una massa inferiore, il peso dei giunti può essere trascurato.

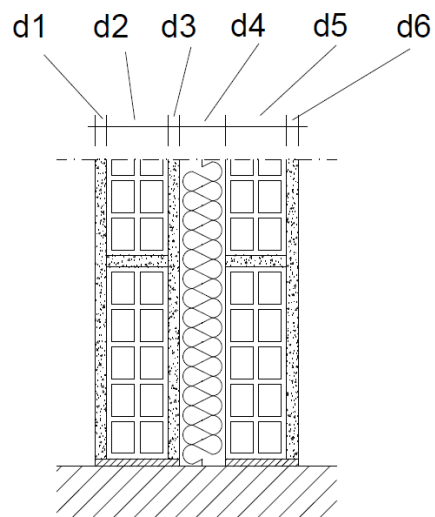
ALCUNE CONSIDERAZIONI

La massa superficiale complessiva di un elemento costruttivo è data dalla somma delle masse superficiali dei singoli strati.

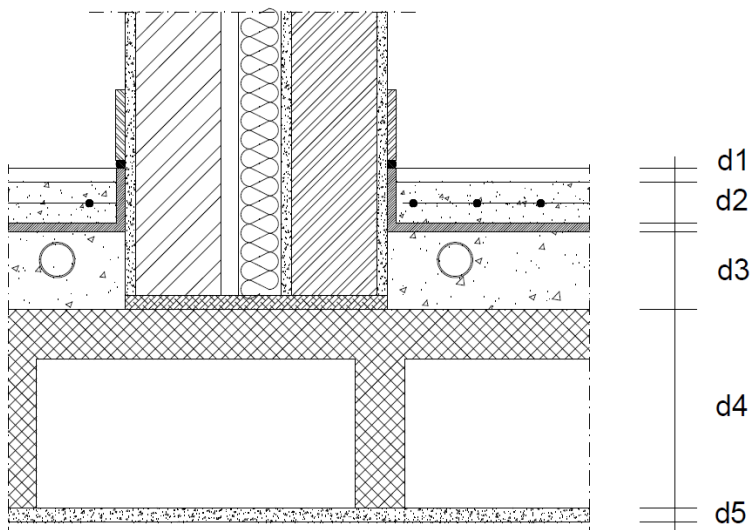
$$m'_{tot} = m'_1 + m'_2 + \dots + m'_n$$



Per calcolare la massa superficiale di una parete la dimensione da considerare (d_x) è lo spessore “orizzontale” dei singoli strati.



Per i solai, o i massetti, la dimensione da considerare (d_x) è lo spessore “verticale” dei singoli strati.



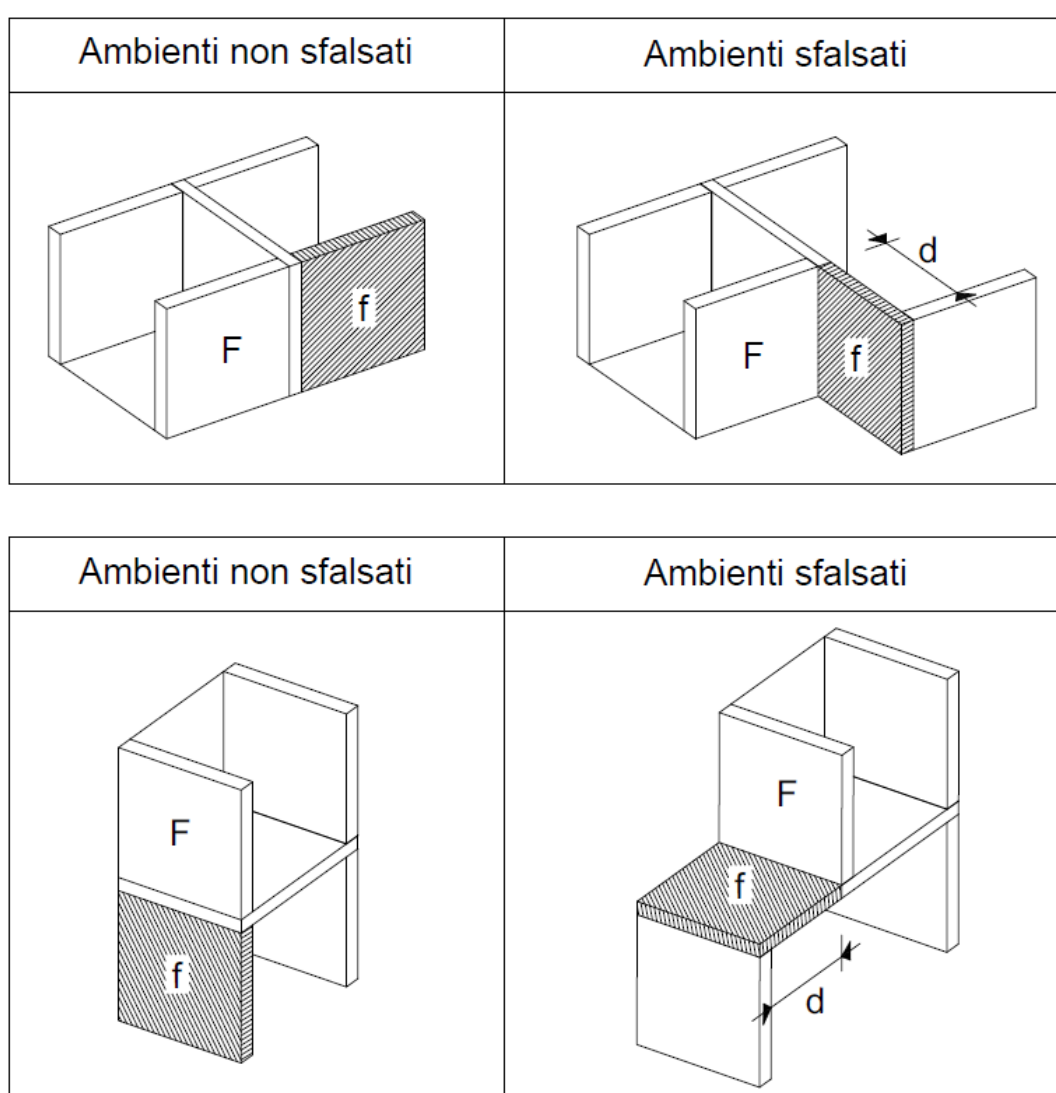
Appendice B. Dati di ingresso nei modelli di calcolo di R'_w e $L'_{n,w}$

NB: Per il corretto inserimento dei dati di ingresso nei modelli di calcolo, si raccomanda di verificare le indicazioni delle norme serie **UNI EN ISO 12354** ed **UNI 11175**

In particolare, la **UNI 11175-2** “Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: Dati di ingresso per il modello di calcolo” specifica come scegliere i dati più adeguati, ed eventualmente adattarli alla situazione in esame.

AMBIENTI SFALSATI

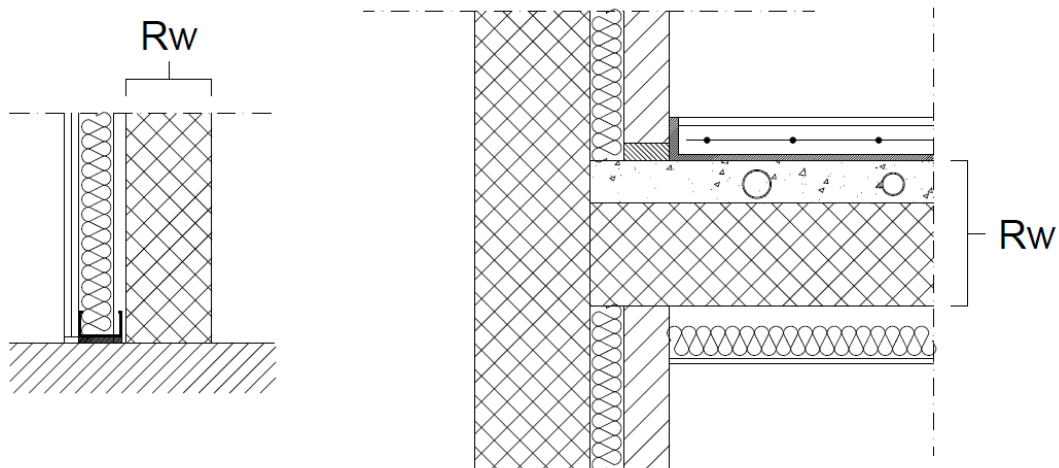
In caso di ambienti sfalsati bisogna considerare come elementi laterali (f) quelli connessi con il nodo. Il ragionamento vale sia per ambienti affiancati in orizzontale che sovrapposti.



Se però lo “sfalsamento” di lunghezza d è inferiore a 50 cm, la ISO 12354-1 indica di realizzare il calcolo considerando gli ambienti **come se non fossero sfalsati**.

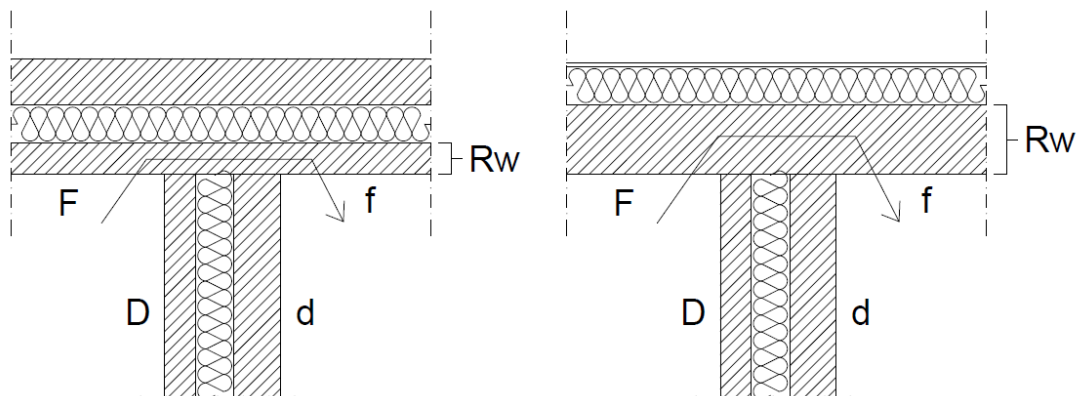
QUALI STRUTTURE CONSIDERARE NEI CALCOLI DI R'_w e $L'_{n,w}$

Per le strutture rivestite con strati addizionali (contropareti a secco, controsoffitti, massetti galleggianti), gli indici di potere fonoisolante (R_w) da considerare per le pareti di base, sono quelli propri delle sole strutture di base, privi dello strato addizionale.



L'incremento di potere fonoisolante determinato dal rivestimento viene preso in considerazione nel fattore ΔR_w .

Per gli elementi laterali costituiti da pareti doppie con intercapedine o da pareti con rivestimento leggero, se lo strato rivolto verso gli ambienti li mette in collegamento diretto, gli indici di potere fonoisolante (R_w) sono quelli propri del solo strato interno.

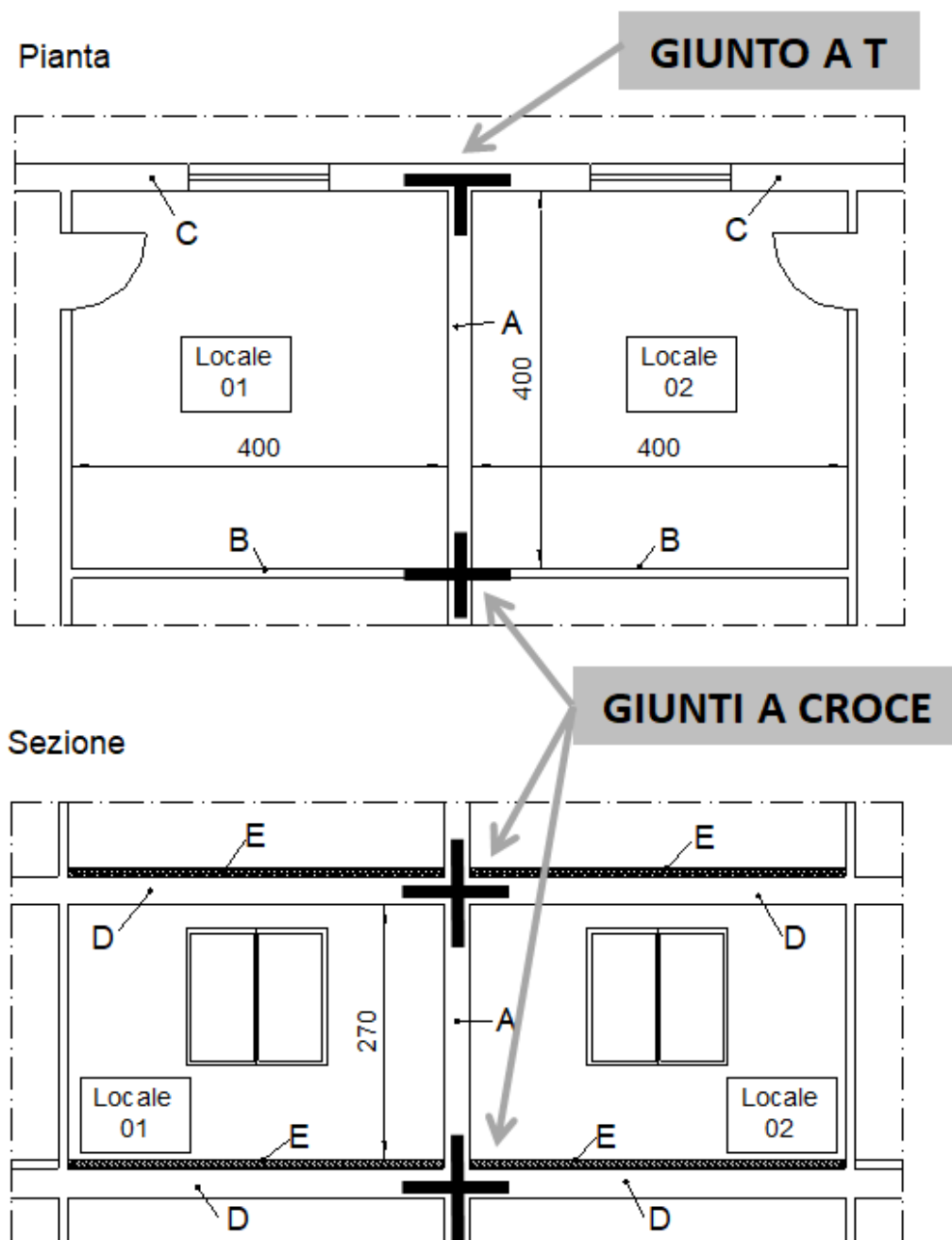


GIUNTI “A CROCE” E GIUNTI “A T”

La norma ISO 12354 indica che i giunti tra parete divisoria e strutture laterali possono essere “a croce” oppure “a T”.

La figura seguente indica come considerare i giunti in un caso concreto.

La lettera “A” indica la partizione divisoria. Le altre lettere indicano le strutture laterali.



Appendice C. Incertezza di calcolo

La differenza tra i risultati di calcolo e le prestazioni raggiunte in opera dipende principalmente da fattori quali l'attendibilità dei dati di ingresso, la rappresentatività del caso reale con il modello e la corretta realizzazione dell'opera. Non è possibile quindi esprimere una precisione del metodo di calcolo per tutte le situazioni reali.

Tuttavia, in edifici con elementi di base omogenei e realizzazione a regola d'arte, i risultati del modello semplificato sono in genere caratterizzati da una deviazione standard di **circa 2 dB** rispetto ai risultati in opera.

La norma UNI EN ISO 12354-1 propone inoltre un metodo per stimare l'incertezza dei calcoli di potere fonoisolante apparente per indici di valutazione ($u(R'_w)$). Tale incertezza dipende dall'incertezza dei parametri che rientrano nel calcolo ($u(X_i)$), dall'incertezza del modello matematico (u_{pred}) e dai "coefficienti di sensibilità" (c_i) dei singoli parametri. L'incertezza dei parametri di calcolo (R_{ijw} , K_{ij} e ΔR_w) viene valutata dalla norma pari circa 2 dB. L'incertezza del modello matematico è indicata invece pari a circa 0,8 dB.

I "coefficienti di sensibilità" (c_i), che esprimono il peso della variabile all'interno del sistema, sono invece definiti dalla derivata parziale del risultato rispetto alla variabile in esame. Rappresentano quindi come cambia il risultato alla modifica di quella specifica variabile. La formula generale di calcolo è la seguente:

$$c_i = \frac{\partial R'_w}{\partial X_i}$$

La norma specifica le relazioni per determinare i coefficienti dei vari parametri. Dopo aver determinato tutte le grandezze, l'incertezza combinata si calcola infine con la seguente equazione:

$$u(R'_w) = \sqrt{\sum_{i=1}^{31} [c_i u(X_i)]^2 + u_{pred}^2}$$

I coefficienti di sensibilità sono molto utili per i progettisti. Permettono di valutare quali elementi incidono maggiormente sulla prestazione complessiva. L'incertezza di calcolo invece permette di considerare margini di sicurezza, sull'affidabilità dei dati d'ingresso e del modello, prima ancora della corretta posa dei materiali.