

echo 8

MANUALE DEL SOFTWARE

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

MANUALE DI UTILIZZO DEL SOFTWARE ECHO 8

Milano, 22 agosto 2023
Documento basato sulla versione ECHO 8.3.2.10



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 UTENTE	14
Pareti Utente.....	15
Solai Utente	16
Contropareti Utente	17
Rivestimenti Esterni Utente	18
Anticalpestio Utente	19
Controsoffitti Utente	21
Serramenti Utente	22
Schiume e Sigillanti	22
Piccoli Elementi Utente.....	22
Strutture composite.....	23
CALCOLO MASSA SUPERFICIALE	24
CALCOLA R_w (PARETI E SOLAI)	25
CALCOLA $L_{n,eq,0,w}$	27
CALCOLA ΔR_w	30
CALCOLA ΔL_w	36
CALCOLA $D_{n,e,w}$ PER APERTURE NON INSONORIZZATE	37
ARCHIVIO STRATIGRAFIE.....	38
ARCHIVIO MATERIALI.....	39
ARCHIVIO MATERIALI FONOASSORBENTI.....	40
ARCHIVIO CERTIFICATI	41
IMPORTA DATABASE.....	42
IMPORTA ARCHIVIO CERTIFICATI.....	42
MODIFICA PERCORSO ARCHIVIO	42

5. PROGETTO DI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI (DPCM 5-12-1997)	43
$D_{2m,nT,w}$ – Isolamento acustico di facciata	43
Elementi che compongono la facciata (A1 e A2)	43
Trasmissioni laterali (B).....	44
Forma di facciata (C)	44
Risultati (D)	44
Calcolo di R_w minimo dei serramenti (E).....	44
Facciate di ambienti d’angolo	45
R'_w – Potete fonoisolante dei divisori – Pareti.....	47
Selezione elementi.....	48
Selezione giunti.....	50
Trasmissioni laterali aeree	51
Risultati	53
R'_w – Potete fonoisolante dei divisori – Solai.....	54
$L'_{n,w}$ – Livello di rumore da calpestio	55
Ambienti sovrapposti.....	56
Importazione da calcolo di potere fonoisolante.....	57
Ambienti affiancati	58
$L_{A,eq}$ - Impianti a funzionamento continuo.....	59
$L_{A,S,max}$ - Impianti a funzionamento discontinuo	59
T,C50,STI – Caratteristiche acustiche interne	60
Volume dell’ambiente	60
Valori di riferimento	61
Tempo di riverberazione.....	62
STI.....	63
Distribuzione irregolare dell’assorbimento	64
Tempo di riverberazione misurato	67
6. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da progetto.....	68
7. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da collaudo in opera	69
Misurazione di tutti gli elementi.....	70
Tecnica del campionamento.....	71
8. RELAZIONE	72
9. Sezione “?”	73
Appendice A. Calcolo della massa superficiale	74
Appendice B. Dati di ingresso nei modelli di calcolo di R'_w e L'_{nw}	76
Appendice C. Incertezza di calcolo.....	79

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).



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 11175-1:2021	Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici Parte 1: Metodo di calcolo semplificato basato su grandezze a numero unico
UNI 11175-2:2021	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:

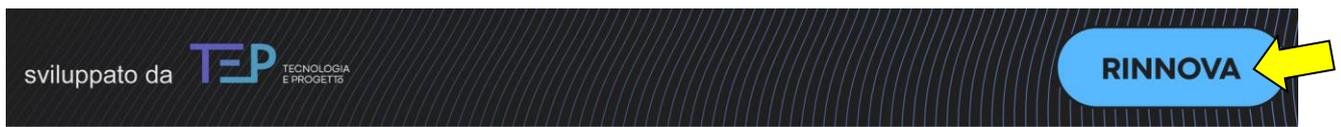
- Versione a tempo (30 giorni): attiva il software nella sua versione completa per 30 giorni, per consentire una prova prima dell'acquisto.
- Socio ANIT Individuale: attiva le funzioni riservate ai Soci Individuali ANIT (*)
- Socio ANIT Azienda: attiva la versione completa, riservata allo staff tecnico 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.

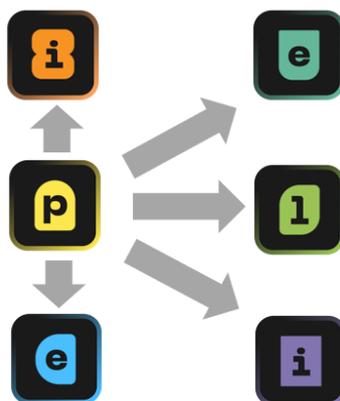


LA SUITE DEI SOFTWARE

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

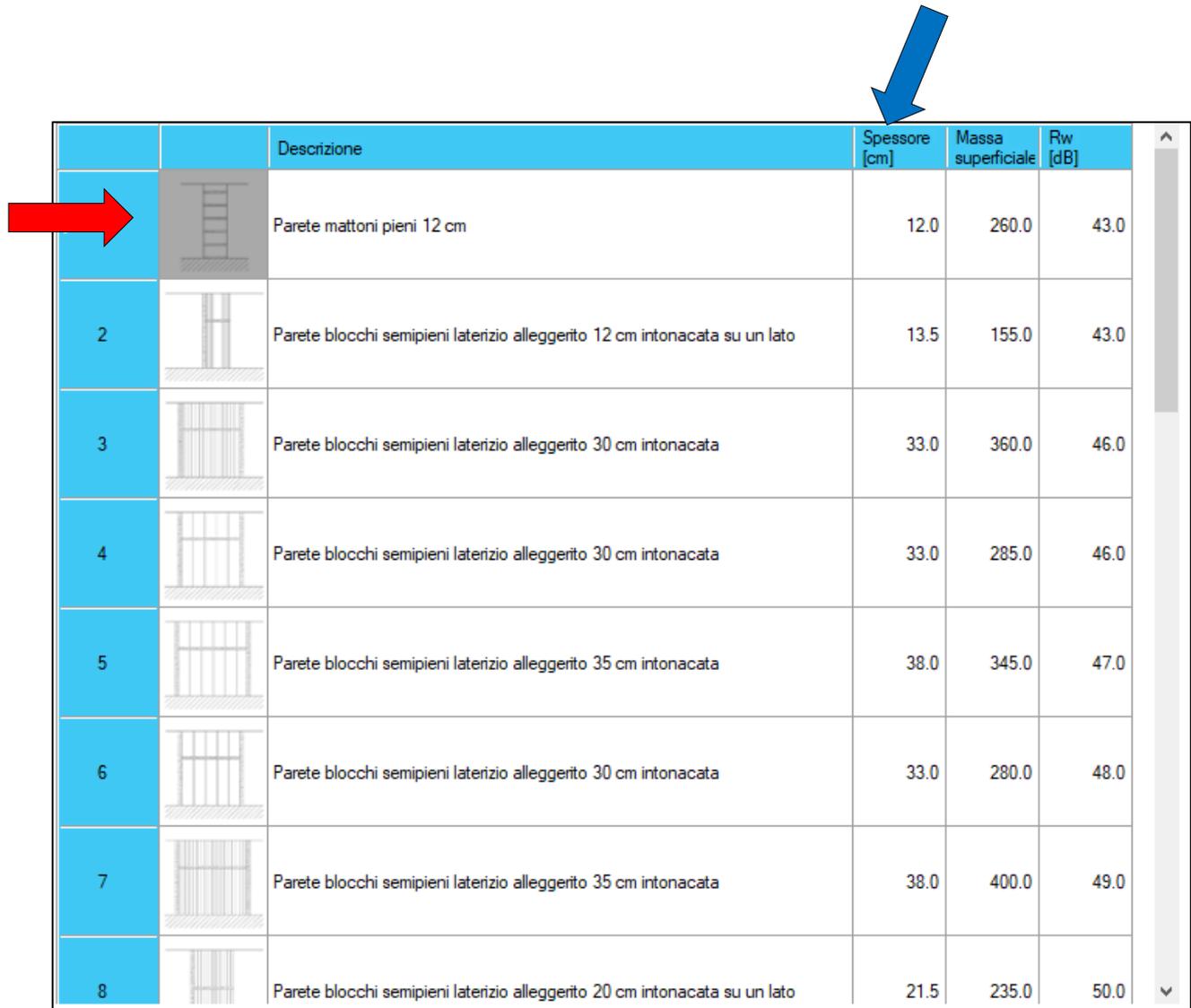


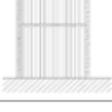
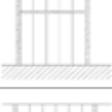
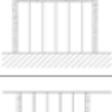
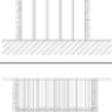
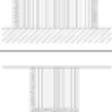
PROCEDURE DI INSERIMENTO DATI - INFORMAZIONI GENERALI

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 [m ²] / 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

Visualizza stratigrafia

Tipo di elemento

Descrizione

Rw 0.0 dB

Massa superficiale 0.0 kg/m²

Area del divisorio m²

		Descrizione	Massa Sup (kg/m ²)	Rw [dB]	Stato 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
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.

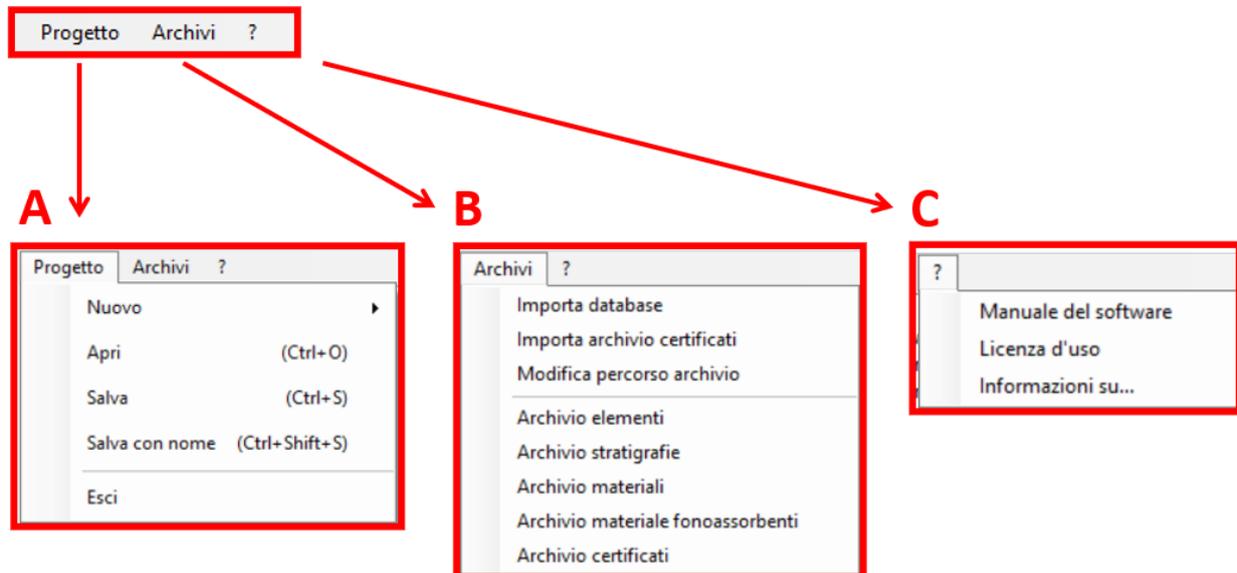
SUGGERIMENTI



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 a 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) ?

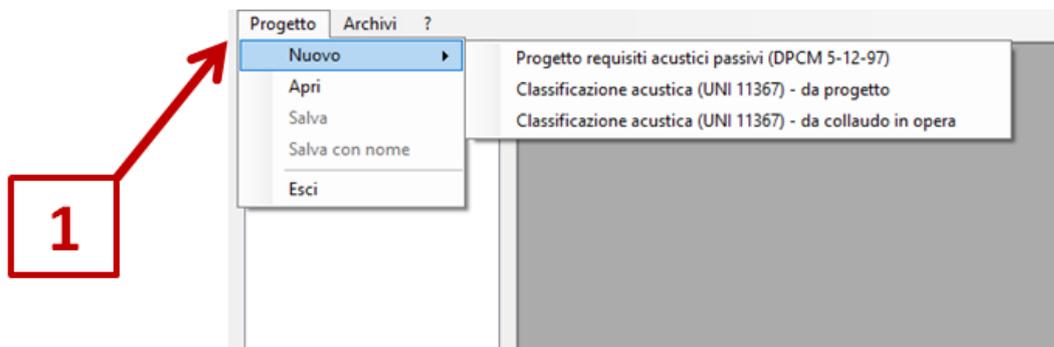
Da questa sezione è possibile scaricare il manuale del software, la licenza d'uso e visualizzare informazioni generali su versione installata, data dell'ultimo aggiornamento e autori.

3. COME INIZIARE

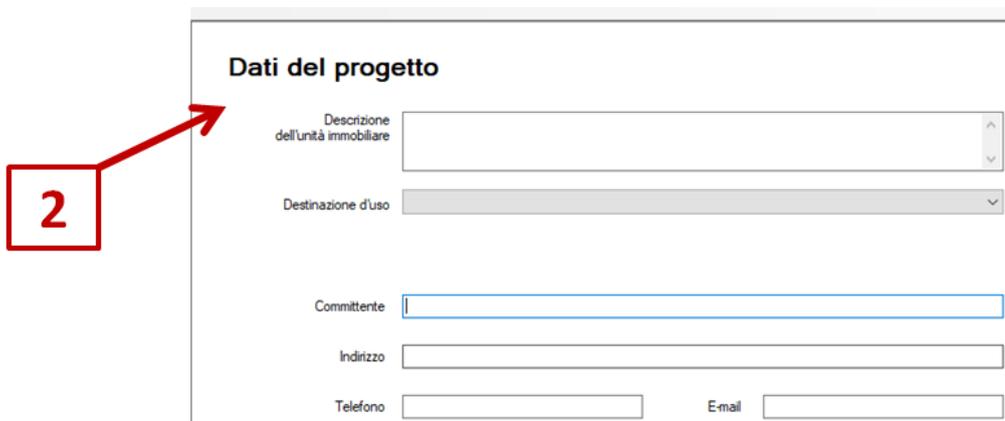
ECHO 8 ha una impostazione simile agli altri software sviluppati per i Soci ANIT (PAN, LETO, ecc.). Per iniziare un calcolo previsionale, ad esempio di requisiti acustici passivi, si deve in primo luogo **creare un «Progetto»** che conterrà tutti i calcoli relativi all'edificio in esame.

Per creare un «Nuovo progetto»:

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



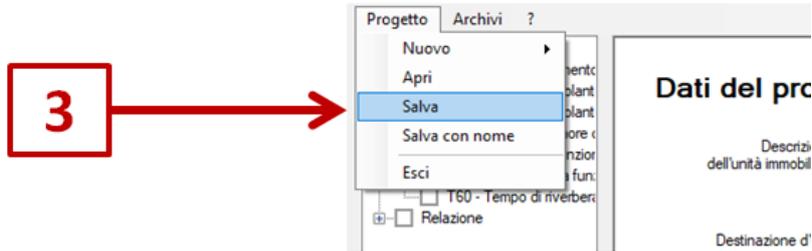
(2) Inserire i dati del progetto



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

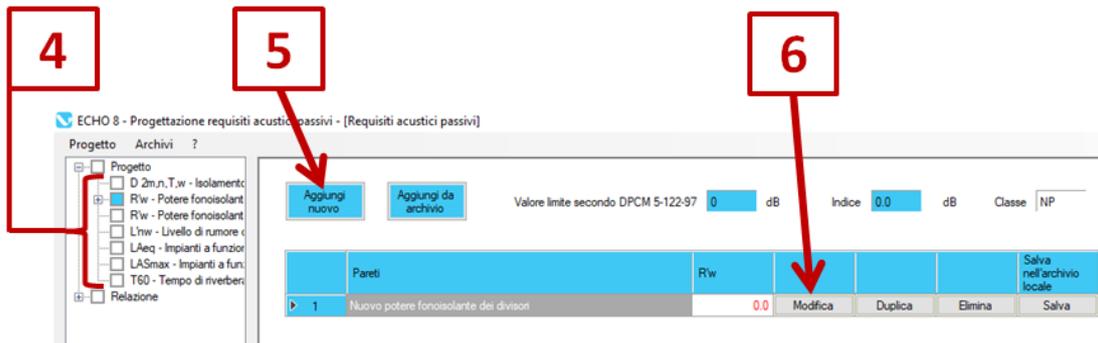
La compilazione delle informazioni non è obbligatoria e non incide sui risultati del calcolo.

(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:

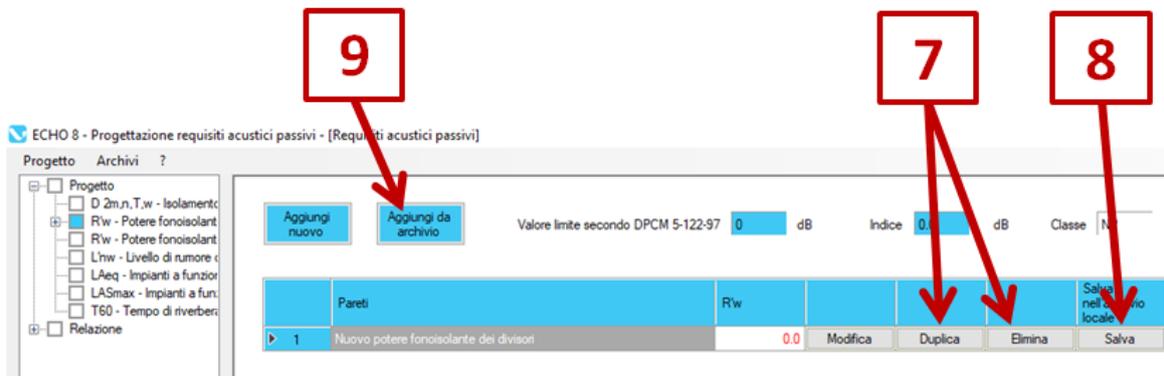
- Selezionare il tipo di calcolo da eseguire dal menu sulla sinistra **(4)**
- Cliccare «Aggiungi nuovo» **(5)**
- Selezionare «Modifica» **(6)**



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.

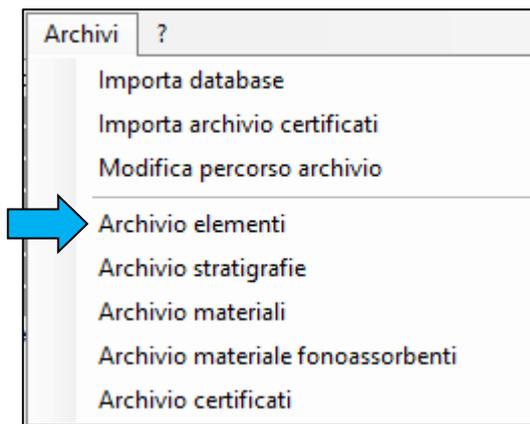


Gli archivi sono divisi nelle categorie:

- **Archivio elementi:** contiene la banca dati di elementi tecnici quali pareti, solai, massetti, serramenti, piccoli elementi, ecc.
- **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 riverbero (T)
- **Archivio certificati:** contiene dati ricavati da rapporti di prova di laboratorio, come specificato in UNI 11175-2

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:

- Un abaco 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)

Progetto Archivi ?

Selezionare il tipo di elemento

- Tamponamenti opachi
 - Pareti
 - Pareti predefinite
 - Pareti pesanti singole
 - Pareti pesanti doppie
 - Pareti leggere
 - Pareti con controparete
 - Pareti utente
 - Pareti aziende ANIT
 - Solai
 - Solai predefiniti
 - Solai in laterocemento
 - Solai a predalles
 - Solai utente
 - Solai aziende ANIT
 - Strati addizionali
 - Contropareti
 - Contropareti utente
 - Contropareti aziende ANIT
 - Rivestimenti esterni
 - Rivestimenti esterni utente
 - Anticalpestio predefiniti
 - Anticalpestio utente
 - Anticalpestio aziende ANIT
 - Controsoffitti
 - Controsoffitti utente
 - Serramenti
 - Serramenti predefiniti
 - Serramenti utente
 - Schlume e sigillanti
 - Piccoli elementi
 - Piccoli elementi predefiniti
 - Piccoli elementi utente

A

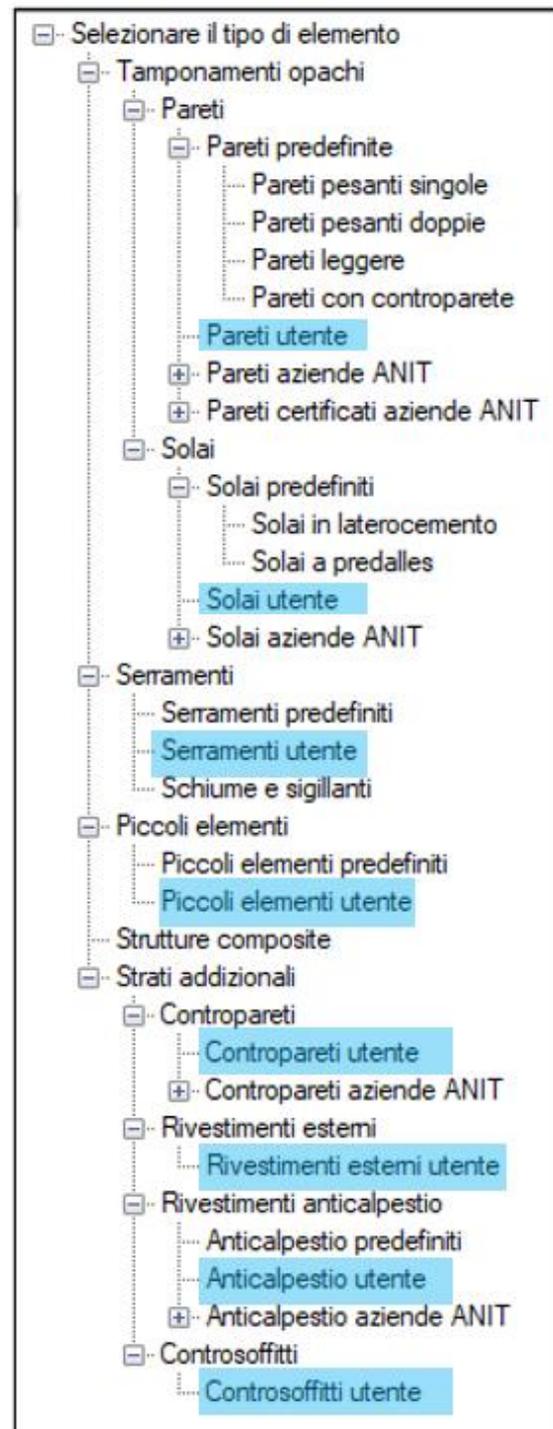
ELEMENTI UTENTE

Per inserire un **nuovo elemento**:

1. Selezionare una delle categorie “utente” dall’abaco **(A)**
2. Inserire una descrizione e i dati relativi all’elemento **(C)**
3. Cliccare “**Salva**” **(D)**

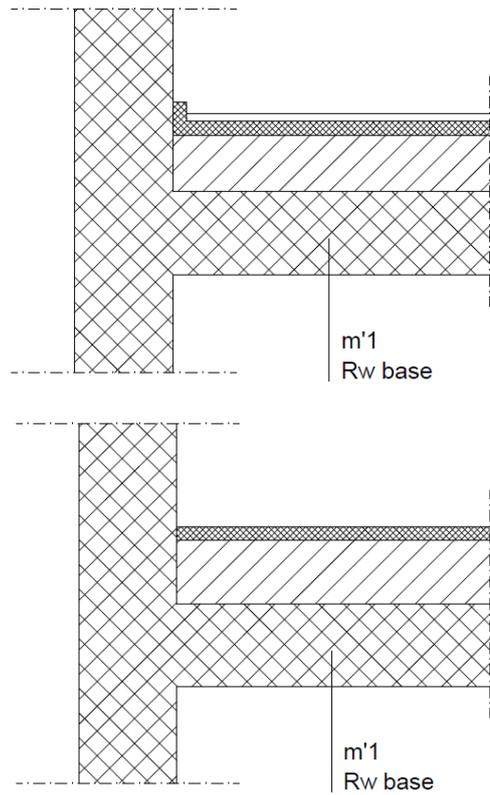
I dati possono essere inseriti manualmente o calcolati utilizzando i tasti nella sezione **(C)** (Calcola massa superficiale, Calcola Rw da massa, ecc.)

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



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 .



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_{n,e,w} 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

Descrizione

Area m²

Rw,m dB

Calcola R_w medio

Dopo aver cliccato il tasto “Calcola R_w 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 **Annulla**

A Tipo di elemento **B** Descrizione sintetica
C Descrizione dettagliata

Tipo di materiale **D** 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

F Modifica stratigrafia

Spessore 0 m 1

E

	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	
14	XPS con pelle	

G

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

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

Rw 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 Rw 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 8.0 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	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.	$m' > 150 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 37,5 \log(m') - 42$
Elementi omogenei a singolo strato (Austria)	$m' \geq 100 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 32,4 \log(m') - 26$
Elementi omogenei a singolo strato (Francia)	$m' \geq 150 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 40 \log(m') - 45$
Elementi omogenei a singolo strato (Gran Bretagna)	$m' \geq 50 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 21,65 \log(m') - 2,3$
Elementi omogenei a singolo strato (Italia)	$m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 20 \log(m')$
Pareti omogenee in cemento, blocchi calcio silicato, mattoni e solai in cemento (Germania)	$65 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 720 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 30,9 \log(m') - 22,2$

UNI 11175-1:2021

Tipo elemento	Campo di validità	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	$m' > 80 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 20 \log(m')$
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	$80 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 250 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 20 \log(m')$
	$250 \text{ kg/m}^2 < m' \leq 380 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 37,5 \log(m') - 42$
	$m' > 380 \text{ kg/m}^2$	$R_w = [(37,5 \lg(m') - 42) + (20 \lg(m'))] / 2$
Solai laterocemento	$250 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 500 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 23 \log(m') - 8$
Solai CLT (legno a lamelle incrociate)	$46,7 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 130 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 20,3 \log(m')$

ALTRE FONTI

Pareti monostrato

Tipo elemento	Campo di validità	Relazione matematica
Germania	$m' > 150 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 32,1 \log(m') - 28,5$
Francia	$m' < 150 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 13,3 \log(m') + 12$
Laterizio alleggerito (Italia)	$m' > 100 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 16,9 \log(m') + 3,6$
Laterizio (Italia)	$80 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 16 \log(m') + 7$
Blocchi di argilla espansa (Italia)	$115 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 26 \log(m') - 11$
Calcestruzzo aerato autoclavato	$m' < 150 \text{ Kg/m}^2$	$R_w = 32,6 \log(m') - 22,5$
	$m' \geq 150 \text{ Kg/m}^2$	$R_w = 26,1 \log(m') - 8,4$

Pareti doppie

Tipo elemento	Campo di validità	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)	$115 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 26 \log(m') - 11$
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

Calcola massa superficiale

D Calcola $L_{n,eq,0,w}$ Calcola R_w

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 ($100 kg/m^2 \leq m' \leq 600 kg/m^2$) - UNI EN ISO 12354-2:2017

Solaio in laterocemento, rivestito con massetto alleggerito ($270 kg/m^2 \leq m' \leq 360 kg/m^2$) - UNI 11175-1:2021

Solaio in laterocemento (Formula di Brosio)

Solaio in laterocemento, non rivestito con massetto alleggerito ($270 kg/m^2 \leq m' \leq 360 kg/m^2$) - UNI 11175-1:2021

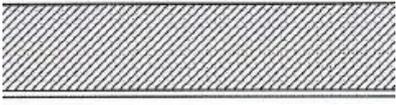
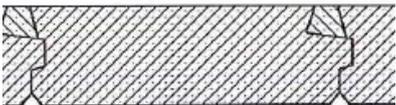
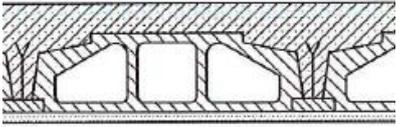
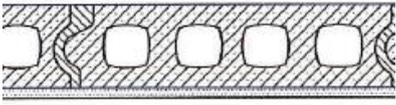
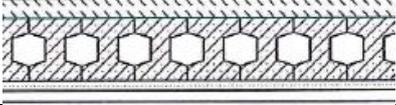
Solaio con blocchi alleggerimento in polistirene, non rivestito con massetto alleggerito ($270 kg/m^2 \leq m' \leq 360 kg/m^2$) - UNI 11175-1:2021

Solaio CLT «legno a lamelle incrociate» ($70 kg/m^2 < m' \leq 130 kg/m^2$) - UNI 11175-1:2021

Di seguito le relazioni implementate in Echo 8.0 e gli estremi di validità.

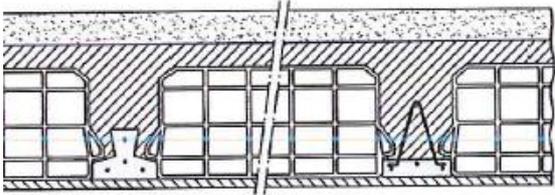
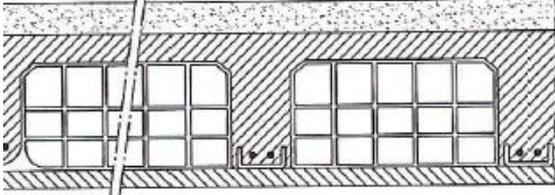
Fonte	Tipo elemento	Campo di validità	Relazione matematica
UNI EN ISO 12354-2	Solaio omogeneo	$100 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 600 \text{ kg/m}^2$	$L_{n,eq,0,w}=164-(35\log(m'))$

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	Relazione matematica
UNI 11175-1	Solaio in laterocemento, rivestito con massetto alleggerito	$270 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 360 \text{ kg/m}^2$	$L_{n,eq,0,w}=160-(35\log(m'))$

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	Relazione matematica
UNI 11175-1	Solaio non rivestito con massetto alleggerito : - in laterocemento - con blocchi alleggerimento in polistirene	$270 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 360 \text{ kg/m}^2$	$L_{n,eq,0,w}=170-(35\log(M_{ep}))$
<p>M_{ep} = massa superficiale equivalente del solaio [kg/m^2] $M_{ep} = MR - Mr$</p> <p>MR = massa superficiale del solaio [kg/m^2]</p> <p>Per solai in laterocemento: $Mr = 80(h/H)$ h = altezza dei blocchi alleggeriti [cm] H = altezza totale del solaio [cm]</p> <p>Per solai con blocchi alleggeriti in polistirene: $Mr = 15$</p>			

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

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

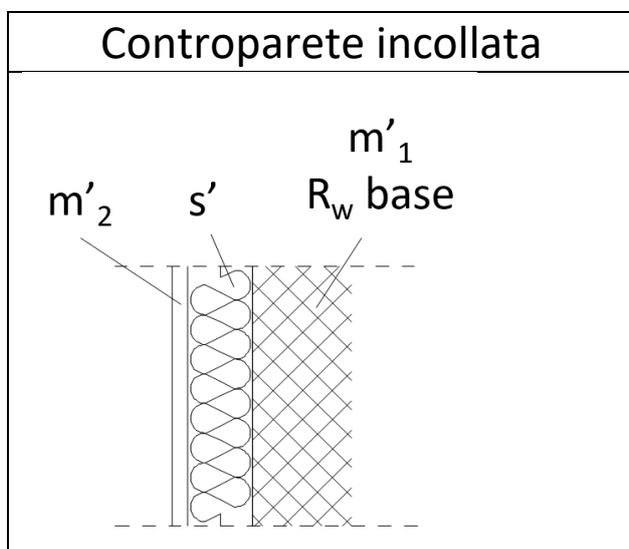
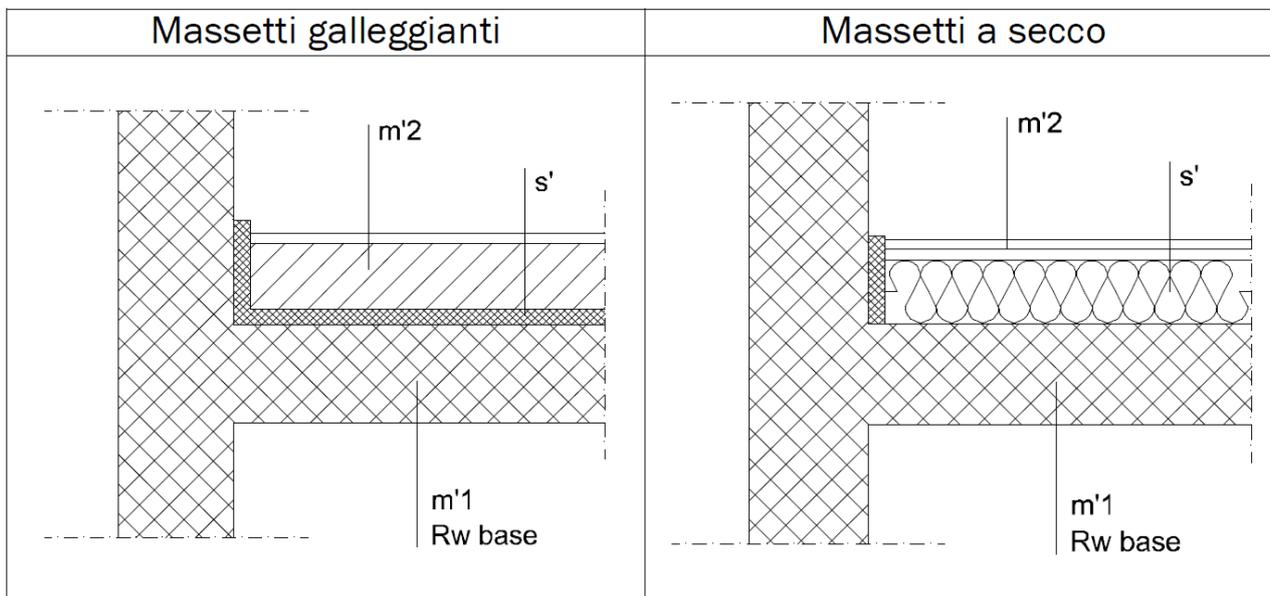
ΔR_w dB

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



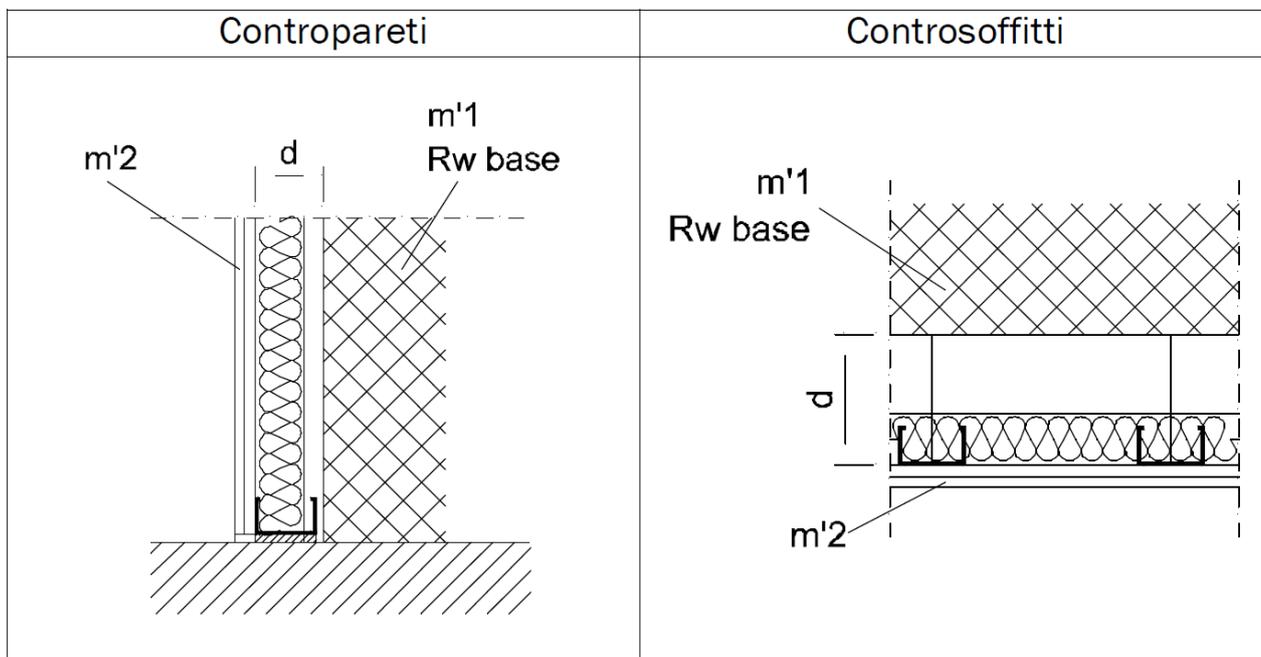
Pertanto occorre:

- 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)**

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.

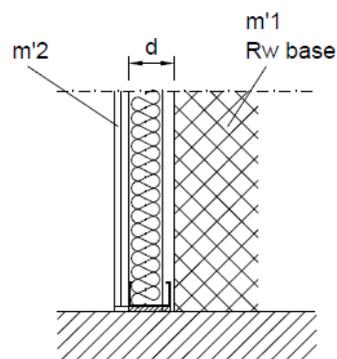
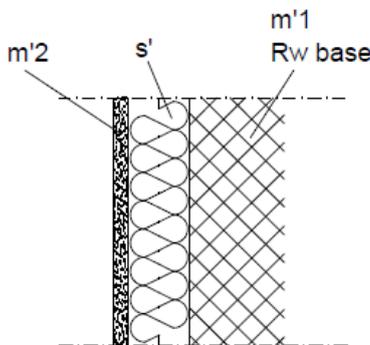
Il dato deve essere trasformato in un valore “in opera”, riferito alla parete in cantiere, utilizzando la procedura descritta in UNI EN ISO 12354-1:2017 al paragrafo D.2.4 (Data transfer to field situation). Per farlo occorre inserire i dati di “Struttura di base” (m'_1 , R_w) e “Strato addizionale”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

RIVESTIMENTI ESTERNI: Cappotti (ETICS) e facciate ventilate

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

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

1. Calcolare la frequenza di risonanza (f_0) “di laboratorio” del sistema, che dipende da:
 - a. m'_1 della struttura di base di laboratorio (350 kg/m^2),
 - b. m'_2 del rivestimento,
 - c. distanza (d) dell’intercapedine o rigidità dinamica (s') dell’isolante
2. Determinare ΔR_w (di laboratorio). Per i cappotti dipende dal tipo di isolante utilizzato, dalla presenza di ancoraggi e dalla percentuale di incollaggio.
3. 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)**.

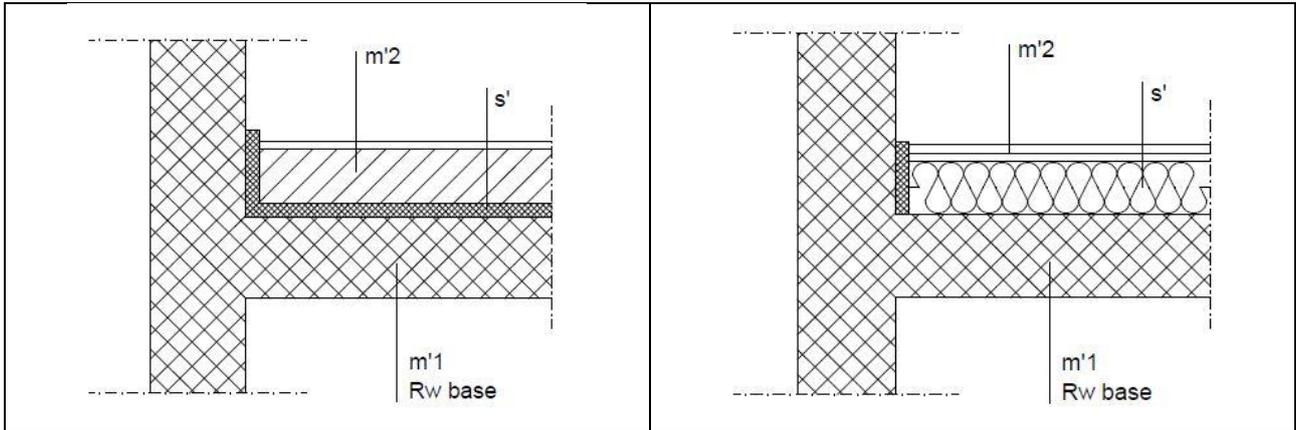
Note per gli “elementi in adesione” (Cappotti):

- 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
 kg/m²

Rigidità dinamica
 MN/m³

ΔL_w dB

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

Descrizione

Area m²

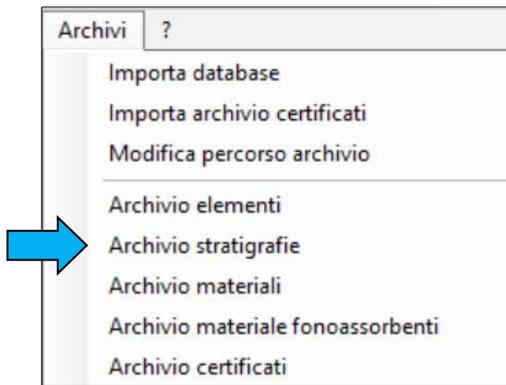
Dnew dB

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

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

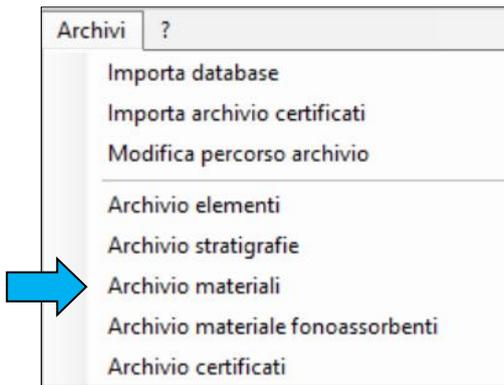
Tipo	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa superficiale [kg/m²]
1 INT	Intonaco di calce e gesso	0.015	1400	21.0
2 MUR	Struttura in mattoni forati 12x25x25cm rif 1.1.21 - sp.parete 12cm	0.120	717	86.0
3 ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi	0.060	30	1.8
4 MUR	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm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

Progetto Archivi ?

Tipo di materiale Fonte

A 0 elementi caricati **B** Selezione/deselezione tutti per eliminazione

Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Rigidità dinamica [MN/m ²]	Elimina
<p>C</p> <p>Dati materiale</p> <p>Descrizione <input type="text"/></p> <p>Spessore <input type="text"/> m</p> <p>Densità <input type="text"/> kg/m³</p> <p>Conduttività <input type="text"/> W/m K</p> <p>Fattore di resistenza al vapore <input type="text"/></p> <p>Calore specifico (inserire il valore in kcal/kg K oppure in J/kg K) <input type="text"/> kcal/kg K <input type="text"/> J/kg K</p> <p>Rigidità dinamica <input type="text"/> MN/m²</p> <p>* dati necessari per utilizzare il materiale nelle verifiche termo-igrometriche (software PAN e LETO)</p> <p><input type="button" value="Salva"/> <input type="button" value="Elimina"/></p>				

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)**.

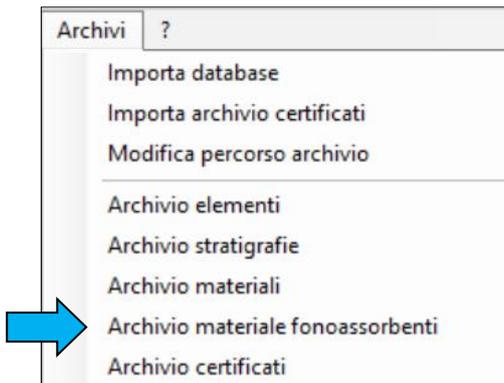
Nota: Quali dati inserire?

Il 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 screenshot shows the 'Progetto Archivi' window. At the top, there is a dropdown menu (labeled A) and buttons for 'Elimina' and 'Esci'. Below this is a table header with columns for 'Descrizione', '125Hz', '250Hz', '500Hz', '1kHz', '2kHz', and '4kHz'. The main area is divided into two sections: 'Tipo di dato' (labeled B) and 'Coefficients of absorption' (labeled C). The 'Tipo di dato' section has two radio buttons: 'Coefficiente di assorbimento' (selected) and 'Area di assorbimento equivalente'. The 'Coefficients of absorption' section is a table with the following data:

	Coefficienti di assorbimento
▶ 125 Hz	0
250 Hz	0
500 Hz	0
1000 Hz	0
2000 Hz	0
4000 Hz	0

To the right of this table is a 'Descrizione' dropdown and a grid for 'Coefficients of absorption' with axes from 0.00s to 0.00s and columns for 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, and 4kHz. At the bottom are 'Salva' and 'Nuovo' buttons.

Per inserire un **nuovo materiale utente**:

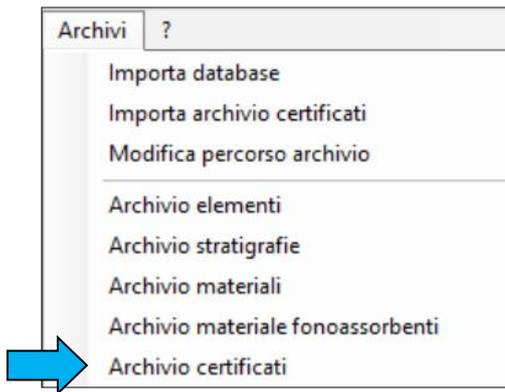
- Selezionare quale tipologia di materiale si sta per inserire (A)
- Selezionare che tipo di dati verranno inseriti (B)
- Inserire i dati (C).

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

ARCHIVIO CERTIFICATI

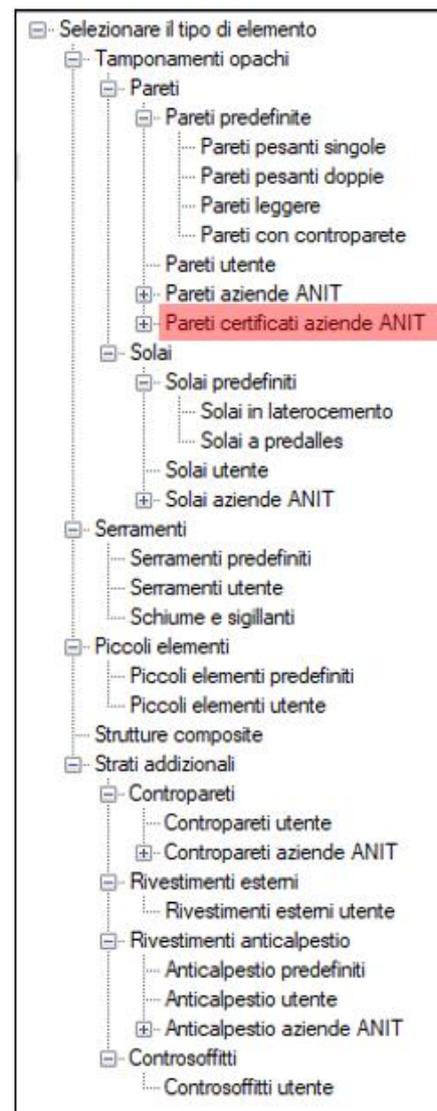


“Archivio certificati” apre una schermata che permette all’utente di visionare dati tratti da rapporti di prova di laboratorio.

Le informazioni sono più dettagliate rispetto ad “Archivio elementi” e sono state sviluppate per rispondere alle richieste indicate in UNI 11175-2.

Per ogni rapporto di prova sono indicate ad esempio informazioni relative ai singoli strati che compongono la struttura, ai dati del certificato, ai risultati della misura, ecc.

NB: i dati dell’ “Archivio certificati” sono richiamati anche nell’elenco dell’ “Archivio elementi”.



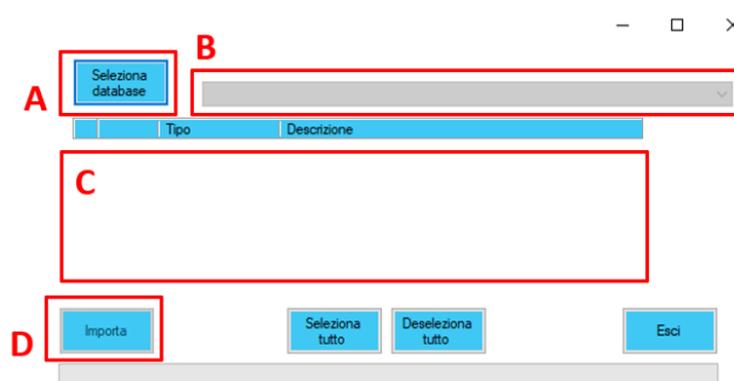
IMPORTA DATABASE



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

I database importabili sono:

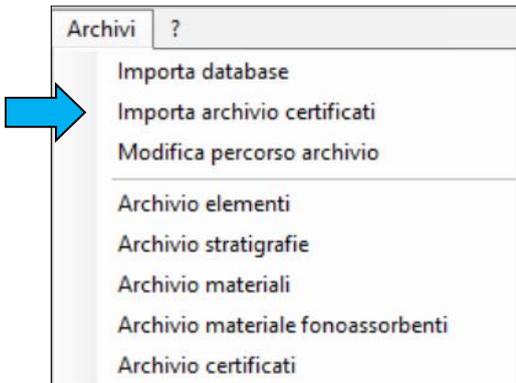
- banche dati di aziende disponibili sul sito ANIT [A QUESTO LINK](#)
- banche dati “anitU.db” create con PAN7. Il file si trova nella cartella “Documenti/Software ANIT” del disco fisso



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)

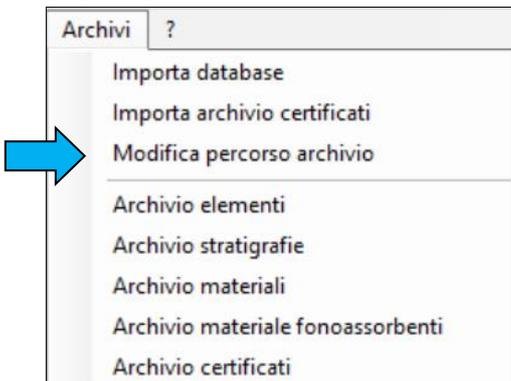
IMPORTA ARCHIVIO CERTIFICATI



Da questa sezione è possibile importare una banca dati di prova 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](#)

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.

$D_{2m,nT,w}$ – Isolamento acustico di facciata

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

Descrizione
Nuovo isolamento di facciata

Elementi che compongono la facciata

Nuovo elemento opaco Nuovo serramento Nuovo piccolo elemento Nuovo giunto sigillato

Aggiungi elemento da archivio Strato aggiuntivo da archivio Associato all'elemento: 1

Trasmissioni laterali

Elementi di facciata non connessi **B**

Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi

Correzione K: 0 dB

	Descrizione	Rw/Dnew/Rs [dB]	Area [m ²] / Lunghezza [m]	DRw [dB] esterno	DRw [dB] interno		
1	Nuovo elemento opaco	0,0	0	0,0	0,0	Calcola DRw est.	Calcola DRw int.

A

1

A

2

Forma di facciata

ΔL_{fs} : 0 dB **C**

Calcola

Risultati

Area totale: 0 m² Volume dell'ambiente: 0 m³

R'w: 0,0 dB $D_{2m,nT,w}$: 0,0 dB Valore limite: 0 dB

Destinazione d'uso:

Calcolo di Rw minimo dei serramenti **E**

D

Per eseguire il calcolo occorre:

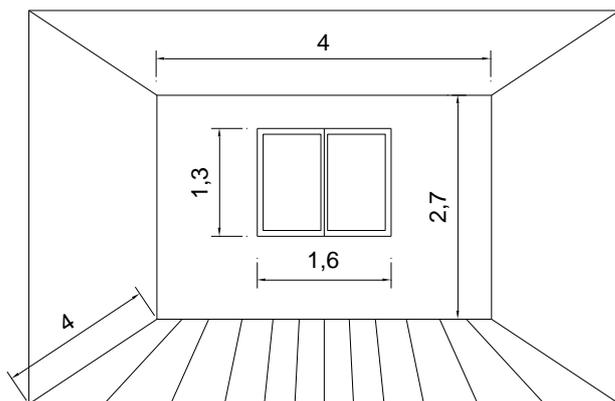
- Indicare la prestazione fonoisolante e la superficie di ogni elemento che compone la facciata (finestre, pareti, cassonetti, giunti sigillati ecc.) **(A1)**
- Aggiungere eventuali strati aggiuntivi interni ed esterni (cappotti, contropareti leggere) **(A2)**
- Definire la tipologia di trasmissioni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

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.

Il rapporto tecnico UNI TR 11175 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_{fs} 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 "I" visualizza ulteriori informazioni

Risultati (D)

Il riquadro riporta i risultati dei calcoli. Selezionando "Destinazione d'uso" il software pone a confronto i risultati con i limiti del DPCM 5-12-1997. Se il limite non è rispettato la casella si colora di rosso.

Calcolo di R_w minimo dei serramenti (E)

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.

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.

The screenshot shows the main interface of the software. At the top, there are buttons for 'Aggiungi nuovo' and 'Aggiungi da archivio', along with input fields for 'Valore limite secondo DPCM 5-12-97' (0 dB), 'Indice' (43.2 dB), and 'Classe' (I). Below this is a table with the following data:

Facciate		D2m,Tw				Salva nell'archivio locale
1	Facciata 1	51.1	Modifica	Duplica	Elimina	Salva
2	Facciata 2	40.5	Modifica	Duplica	Elimina	Salva

A red arrow points to the 'Facciate di ambienti d'angolo' section at the bottom left of the interface.

Cliccando "Aggiungi" si apre una schermata che permette all'utente di combinare tra loro facciate calcolate in precedenza.

The screenshot shows the 'Selezione facciate' dialog box. It has a central area for 'Posizioni sorgente' and several input fields on the right for selecting facades and calculating the result.

On the left, there are input fields for 'Descrizione', 'Piano' (Terra, Primo, Secondo, Terzo), and '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).

On the right, there are three sections for facade selection:

- Facciata 1**: D2m,n,T,w [] dB. Options: Facciata 1 (51.1), Facciata 2 (40.5).
- Facciata 2**: D2m,n,T,w [] dB. Options: Facciata 1 (51.1), Facciata 2 (40.5).
- Tetto**: D2m,n,T,w [] dB. Options: Facciata 1 (51.1), Facciata 2 (40.5).

At the bottom, there is a 'Calcola' button, a 'D2m,n,T,w [] dB' field, and 'Annulla' and 'OK' buttons.

L'utente deve:

- **(A)** Inserire una “Descrizione”, selezionare il piano e la tipologia di ambiente
- **(B)** 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)
- **(C)** Selezionare le facciate da utilizzare nel calcolo
- **(D)** Cliccare “Calcola” per visualizzare il risultato

A

Selezione facciate

Descrizione
Ambiente angolo

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

Posizioni sorgente

C

Facciata 1 D2m,nT,w 51,1 dB

Facciata 1	51,1
Facciata 2	40,5

Facciata 2 D2m,nT,w 40,5 dB

Facciata 1	51,1
Facciata 2	40,5

D

Calcola D2m,nT,w 42,9 dB

Annula OK

R'_w – Potete fonoisolante dei divisori – Pareti

Questa sezione consente di determinare l'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w) e l'indice di isolamento acustico normalizzato sul tempo di riverbero (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 divisori

1 2 3

Seleziona elementi Selezione giunti Trasmissioni laterali aeree Risultati

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

Visualizza stratigrafia

		Descrizione	MassaSup [kg/m ²]	R _w [dB]	Strato aggiuntivo	DR _w [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)

The screenshot shows the software interface for selecting elements. At the top, there is a 'Descrizione' dropdown menu with the text 'Nuovo potere fonoisolante dei divisori'. To the right is a 3D model of a room with a red wall. Below the model, there are three tabs: 'Selezione elementi', 'Selezione giunti', and 'Risultati'. The 'Selezione elementi' tab is active. It contains a 'Selezione elemento' button (labeled '2'), a 'Visualizza stratigrafia' button, and a form with fields for 'Tipo di elemento', 'Descrizione', 'Rw [dB]' (labeled 'A'), and 'Massa superficiale [kg/m²]'. To the right of this form is a field for 'Area del divisorio' with the value '0' (labeled '1'). Below the form is a table with the following columns: 'Descrizione', 'Massa Sup [kg/m²]', 'Rw [dB]', 'Strato addizionale', 'DRw [dB]', 'Strati addizionali', and 'Strati addizionali'. The table has 9 rows, each with a small 3D model icon and the text 'Inserisci elemento' (labeled 'B'). The first row is highlighted in grey, and the 'Strati addizionali' column contains the text 'Inserisci lato emittente' and 'Inserisci lato ricevente'. The 'Strati addizionali' column contains the text 'Calcola'.

Per inserire pareti e solai:

- Cliccare “Selezione 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 divisoria e 8 elementi laterali)

Nota:

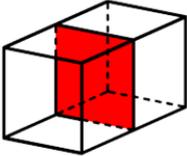
Nel caso in “Selezione elemento” sia stata scelta dal database una parete, nella tabella (B) si evidenziano in grigio solo i tasti “Inserisci elemento” delle pareti verticali. L’utente può forzare l’inserimento del dato anche in corrispondenza dei “solai”. Il software chiede di confermare la scelta.

ECHO 8 – MANUALE DEL SOFTWARE

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

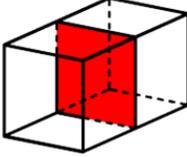
Seleziona elemento Tipo di elemento Descrizione R_w [dB] Massa superficiale [kg/m²] Area del divisorio

Visualizza stratigrafia

		Descrizione	MassaSup [kg/m ²]	R_w [dB]	Strato addizionale	ΔR_w [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

Il tasto “Calcola” (D) apre la schermata [Calcola \$\Delta R_w\$](#) per determinare la prestazione dello strato addizionale

Descrizione
Nuovo potere fonoisolante dei divisori



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

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

Visualizza stratigrafia

		Descrizione	MassaSup [kg/m ²]	R_w [dB]	Strato addizionale	ΔR_w [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

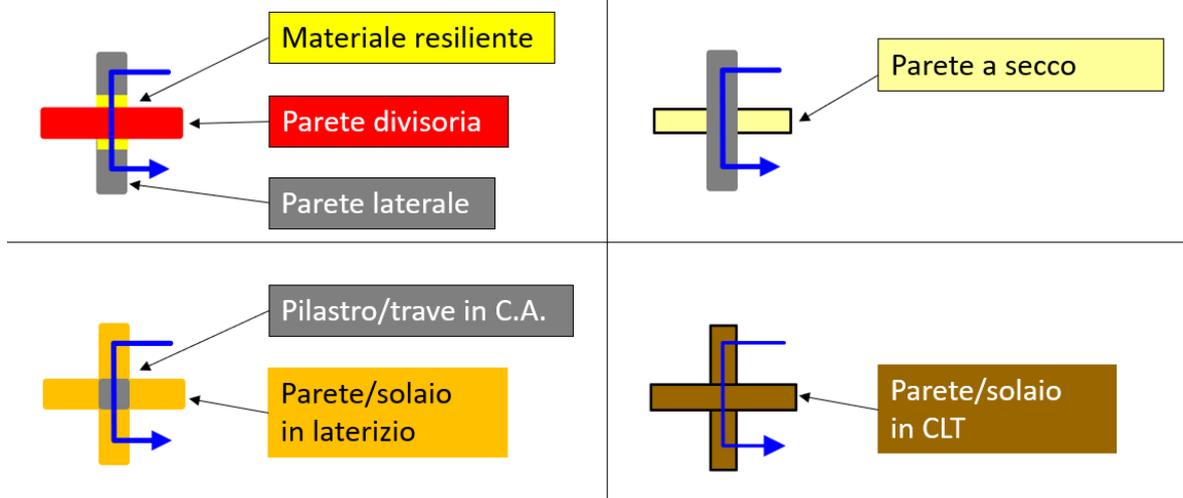
Selezione giunti

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)

- Le formule per il calcolo dei giunti sono tratte da UNI EN ISO 12354-1:2017 e UNI 11175-1:2021. Si raccomanda di consultare le norme per approfondire quali giunti selezionare.
- 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](#)

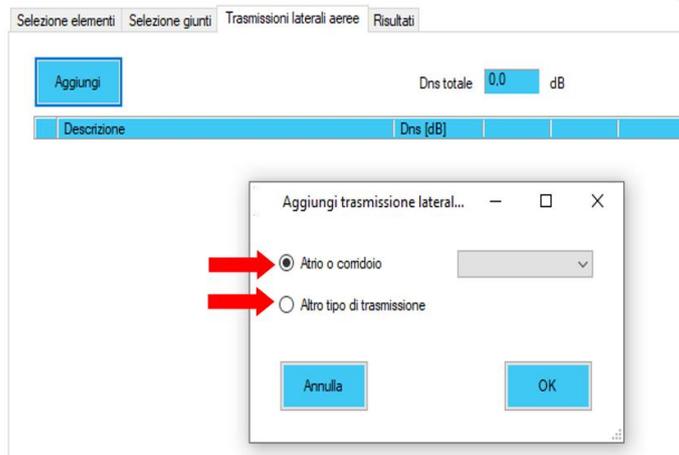


Trasmissioni laterali aeree

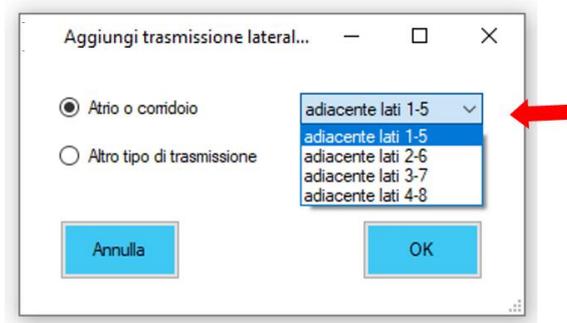
In questa sezione vengono aggiunte le trasmissioni laterali aeree che possono essere:

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

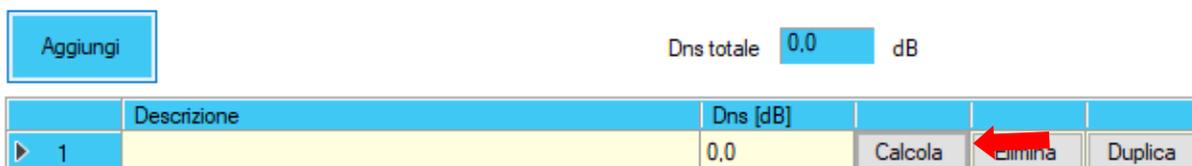
Nel primo caso è possibile eseguire un calcolo direttamente in Echo, nel secondo caso è necessario reperire il dato da scheda tecnica e/o con altri modelli di calcolo e inserirlo a mano.



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

A Struttura tra ambiente emittente e atrio

Area totale m^2 Area netta m^2

R_w dB

Rw [dB]	Area [m^2]

R_{hs} dB

B Struttura tra ambiente ricevente e atrio

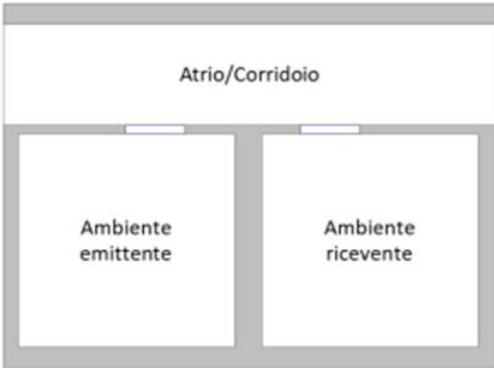
Area totale m^2 Area netta m^2

R_w dB

Rw [dB]	Area [m^2]

R_{hr} dB

Atrio/Corridoio



C

D Area di assorbimento equivalente dell'atrio/comidoio 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.

The screenshot shows the software interface with a 3D model of a room and a table of results. The table is labeled (A) and the evaluation index panel is labeled (B). A red arrow labeled (C) points to the 'Visualizza coefficienti di sensibilità' button in panel (B).

Descrizione: Esempio 1

Selezione elementi | Selezione giunti | Risultati

Rij - Potere fonoisolante per trasmissione laterale relativo al percorso ij		
Percorso	Tipo di collegamento	Rij [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

Indice di valutazione

R'_w 44.8 dB Valore limite 50 dB

Incertezza 1.66 dB

Destinazione d'uso: Edifici adibiti a residenza

Visualizza coefficienti di sensibilità

Il risultato R'_w è indicato nel riquadro “Indice di valutazione” (B)

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 “Visualizza coefficienti di sensibilità” (C) richiama i dati relativi al calcolo dell’incertezza. Alcune informazioni su questi parametri sono riportate nell’[Appendice C](#)

Selezionando “Destinazione d’uso” il software pone a confronto il risultato di R'_w con i limiti del DPCM 5-12-1997. Nel caso il limite non venga rispettato la casella si colora di rosso.

Selezionando la destinazione d’uso “Alberghi o pensioni”, e inserendo il volume dell’ambiente ricevente, si può determinare il descrittore $D_{nT,w}$

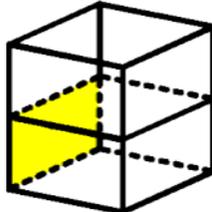
R'_w – Potete fonoisolante dei divisori – Solai

Questa sezione consente di determinare l'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w) e l'indice di isolamento acustico normalizzato sul tempo di riverbero (D_{nTW}) 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



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

Selezione 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

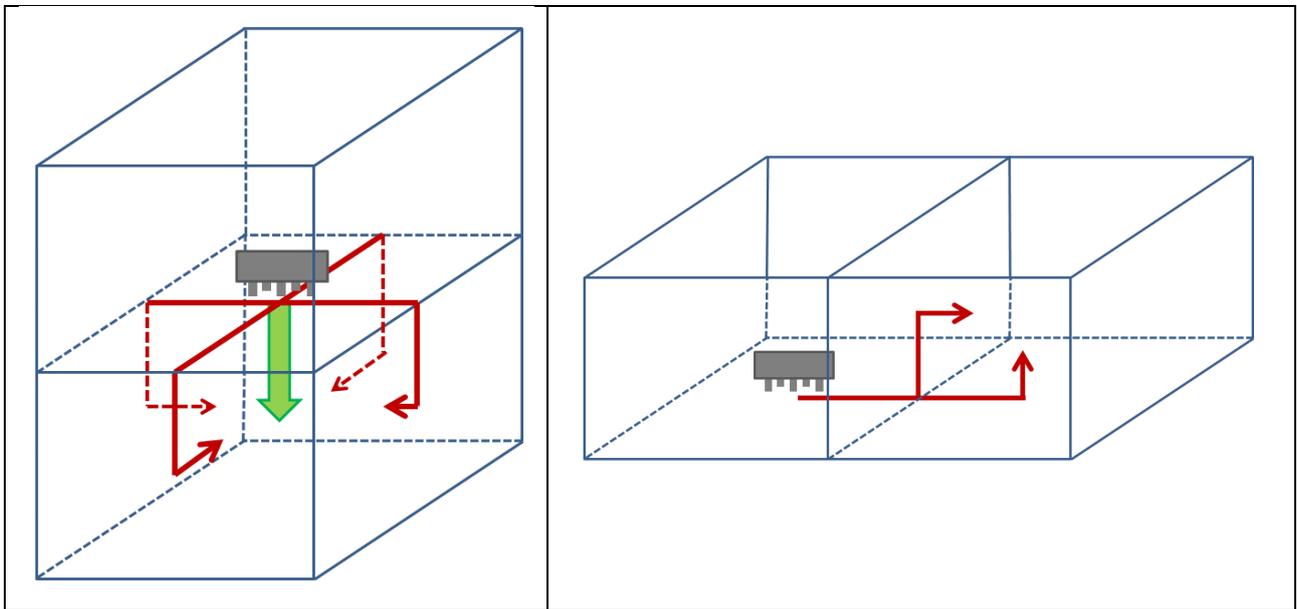
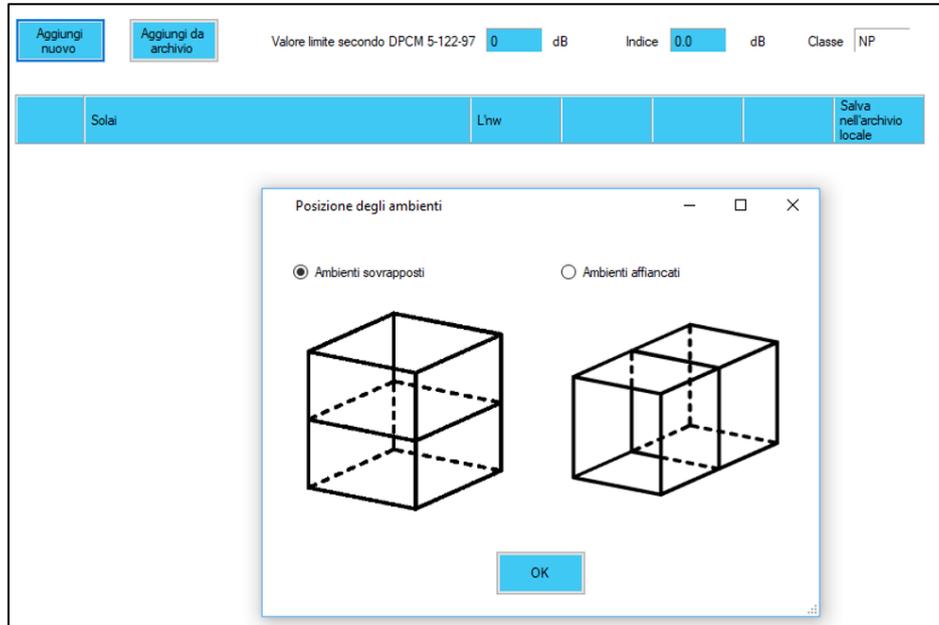
		Descrizione	MassaSup [kg/m ²]	Rw [dB]	Strato addizionale	DRw [dB]	Strati addizionali	Strati addizionali
S		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci lato superiore	Calcola
						0.0	Inserisci lato inferiore	Calcola
1		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	Inserisci	Calcola
2		Inserisci elemento	0.0	0.0		0.0	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](#)

$L'_{n,w}$ – Livello di rumore da calpestio

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

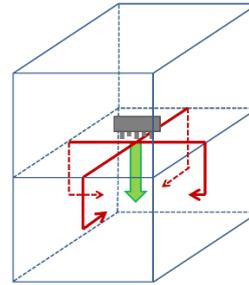
Quando si crea un nuovo calcolo è possibile selezionare se si tratta di ambienti sovrapposti o affiancati.



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

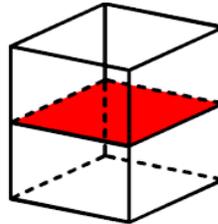
Ambienti sovrapposti

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



Selezione elementi Selezione giunti Risultati

 Tipo di elemento Descrizione Massa superficiale R_w Area del pavimento m²
 $L_{n,eq,w}$

			Struttura di base	MassaSup [kg/m²]	$L_{n,eq,0,w}$ [dB]	R_w [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:

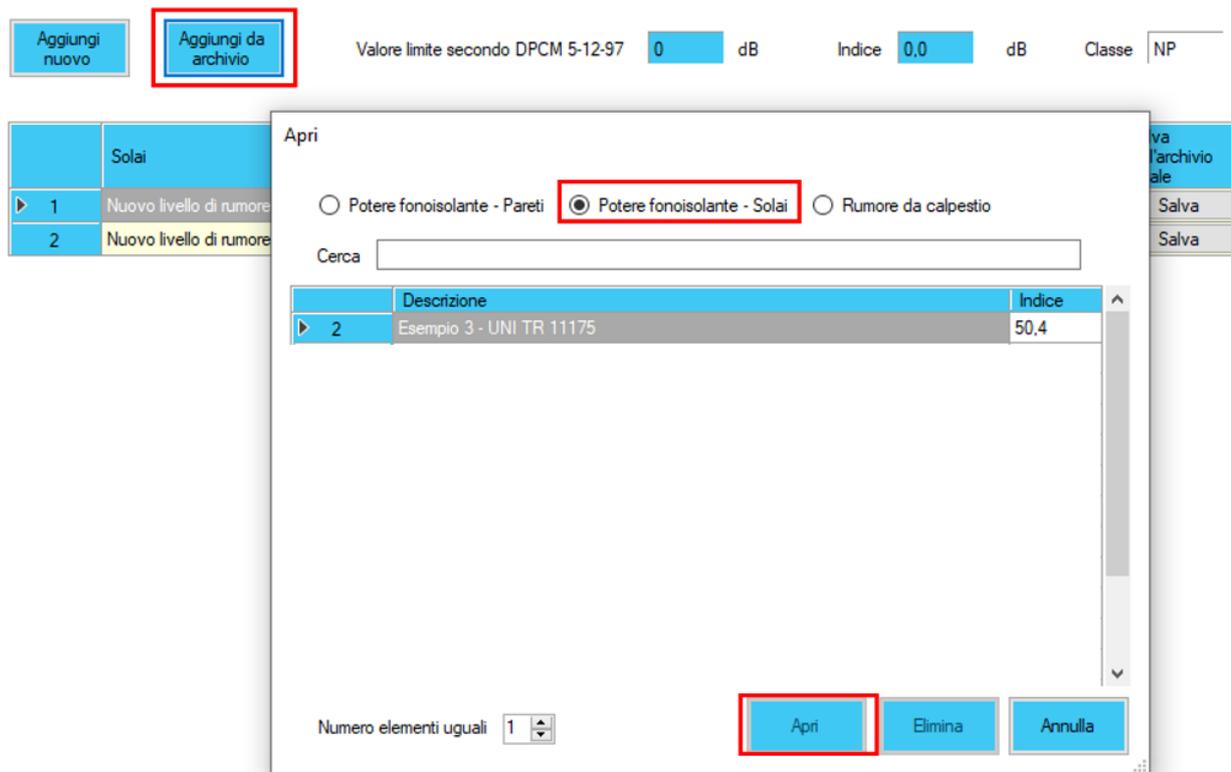
- Il solaio divisorio e gli eventuali strati addizionali (ad es. massetto galleggiante su lato superiore e/o controsoffitto su lato inferiore).
- Le 4 pareti dell'ambiente emittente solo con la relativa massa superficiale
- Le 4 pareti dell'ambiente ricevente sottostante con eventuali strati addizionali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

NB:

- Il solaio richiamato dall'[Archivio elementi](#), deve riportare il dato $L_{n,eq,0,w}$
- Gli strati addizionali sul solaio devono riportare il dato ΔL_w

Importazione da calcolo di potere fonoisolante

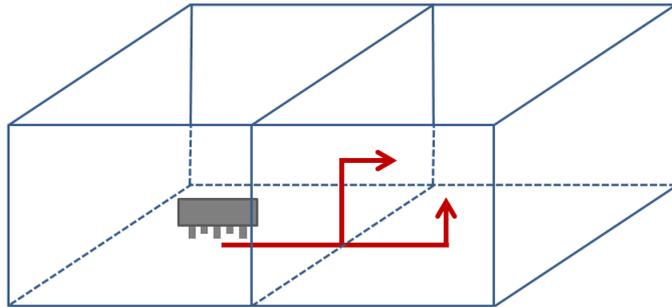
È possibile importare un calcolo di potere fonoisolante nel calcolo di livello calpestio in modo da velocizzare il caricamento delle informazioni. Pareti e nodi infatti, una volta configurati in un calcolo di potere fonoisolante dei solai, possono essere utilizzati allo stesso modo nel calcolo del livello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

Seleziona elemento Tipo di elemento Descrizione Parete laterizi forati 8 cm intonacata Massa superficiale R_w 38.5 dB Area del pavimento

Visualizza stratigrafia Parete semplice in laterizio Parete laterizi forati 8 cm intonacata 122.0 kg/m² Ln,eq,w dB 8 m²

		Struttura di base	Massa Sup [kg/m ²]	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		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 addizionale (ad es. massetto galleggiante)
- Il solaio dell'ambiente ricevente e l'eventuale strato addizionale
- La parete di separazione tra ambienti

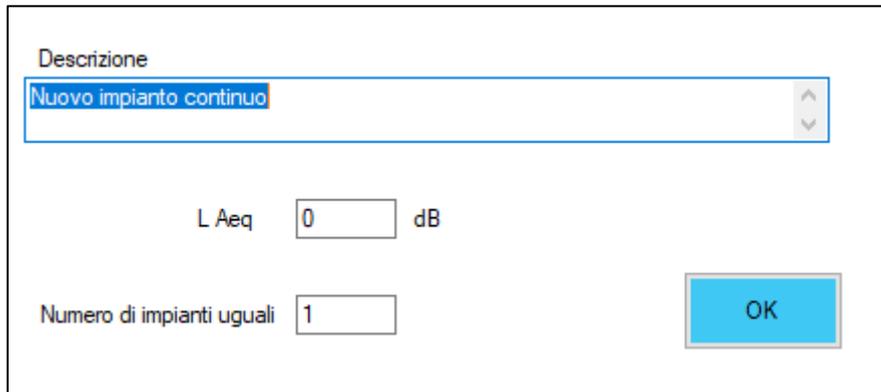
NB:

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

$L_{A,eq}$ - Impianti a funzionamento continuo

L'utente può inserire manualmente il dato relativo al livello equivalente di rumore da impianto a funzionamento continuo.

L'informazione viene riportata nella relazione.



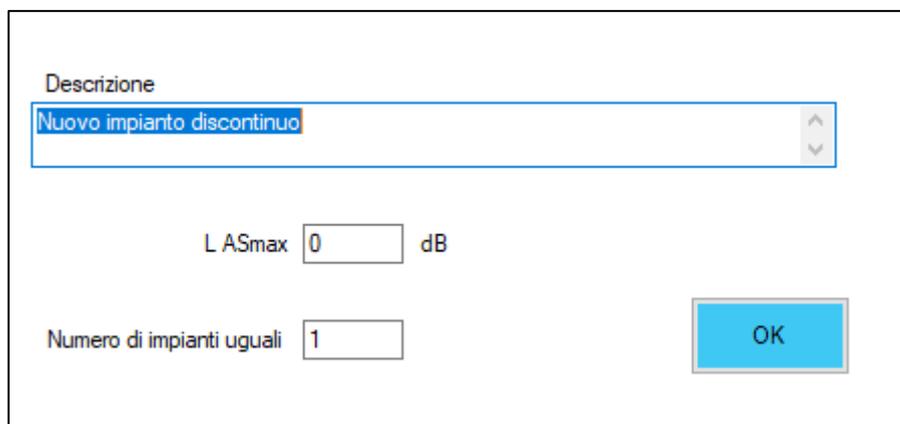
The screenshot shows a dialog box with the following elements:

- A dropdown menu labeled "Descrizione" containing the text "Nuovo impianto continuo".
- A text input field labeled "L Aeq" with the value "0" and the unit "dB".
- A text input field labeled "Numero di impianti uguali" with the value "1".
- A blue "OK" button.

$L_{A,S,max}$ - Impianti a funzionamento discontinuo

L'utente può inserire manualmente il dato relativo al livello massimo di rumore da impianto a funzionamento discontinuo.

L'informazione viene riportata nella relazione.



The screenshot shows a dialog box with the following elements:

- A dropdown menu labeled "Descrizione" containing the text "Nuovo impianto discontinuo".
- A text input field labeled "L ASmax" with the value "0" and the unit "dB".
- A text input field labeled "Numero di impianti uguali" with the value "1".
- A blue "OK" button.

T,C50,STI – Caratteristiche acustiche interne



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).

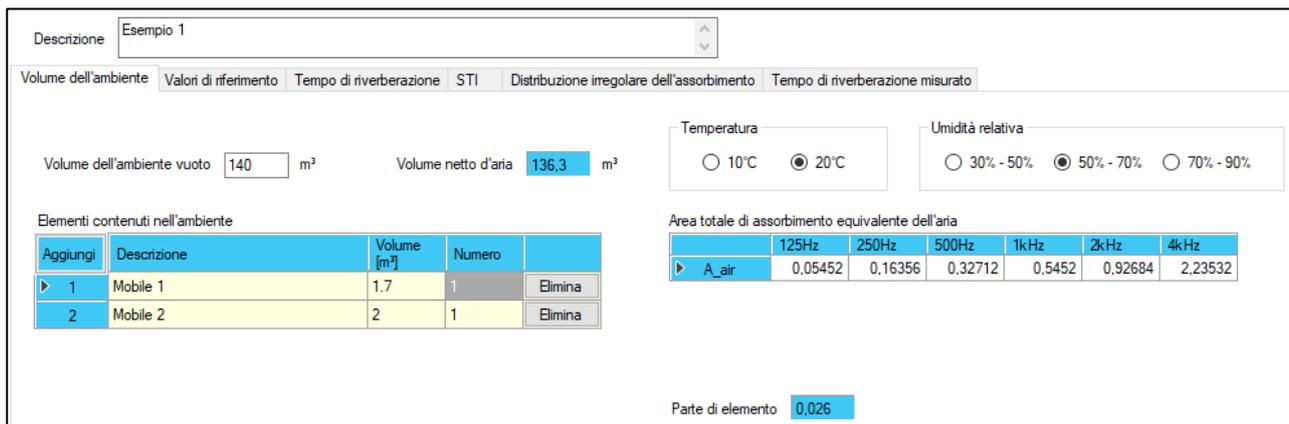
ECHO utilizza i modelli di calcolo definiti in UNI EN 12354-6 e UNI 11532 (Parti 1 e 2).

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

Volume 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



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
 ambiente non occupato

T massimo 250 Hz - 4000 Hz 0.86 s

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

Definizione superfici ed elementi

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
15 Controsoffitto in lana di roccia con velo di vetro 30 mm in aderenza senza orditura portante	0.47	1	1.05	0.95	0.97	0.92
97 Pannelli forati 12.5mm foratura 6/15 sul 11.5% + velo di fibra + intercap. 500 mm	0.46	0.77	0.68	0.65	0.69	0.65
65 Lastre in gesso (9.5mm) foratura (12/25) sul 15.1% + Paster 45g/mq + intercap. 400 mm	0.46	0.72	0.58	0.66	0.69	0.61
116 Pannello in cartongesso su orditura con foratura circolare 8/18, percentuale di foratura 15.5%, ribassato di 200 mm dal soffito, con tessuto acustico senza lana minerale	0.45	0.6	0.7	0.6	0.55	0.65
12 Pannelli in lana di legno di abete e cemento Portland sp. 50 mm + interc. >= 50 mm + lana min. >= 40 mm	0.45	0.89	1.02	0.86	1.01	1
Pannello in cartongesso su orditura con foratura quadrata						

Area: 40 m² Superfici/elementi utente Aggiungi

Coefficienti di assorbimento

1.1
0.8
0.6
0.4
0.2

125Hz 250Hz 500Hz 1kHz 2kHz 4kHz

Tabella riassuntiva

Area/№	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Marmo, piastrelle, clinker	40	0.4	0.4	0.8	0.8	1.2
Calcestruzzo, mattoni intonacati	78	0.78	0.78	0.78	1.56	2.34
Finiture, facciate di vetro	13	1.56	1.04	0.65	0.52	0.39
Controsoffitto in lana di roccia con velo di vetro 30 mm in aderenza senza orditura portante	40	18.8	40	42	38	36.8

Area totale: 171 m² Elimina

Tempo di riverberazione

Visualizzazione grafica Visualizzazione tabellare

1.1s
0.9s
0.7s
0.4s
0.2s

125Hz 250Hz 500Hz 1kHz 2kHz 4kHz

— T calcolato
— T ottimale UNI 11532 (AMBIENTE OCCUPATO ALL'80%)
— T ottimale UNI 11367 (AMBIENTE NON OCCUPATO)
--- Valore massimo
--- Intervallo di conformità

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 (curva nera)
- T ottimale e T massimo (1,2 ottimale) secondo la norma UNI 11367 (linea verde continua e tratt.)
- 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 Inserisci T calcolato

	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

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: m

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

Parlatore

Maschio Femmina

Sforzo vocale: Normale

Livello di pressione sonora a 1 m: dBA

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
C50	0.4	5.2	5.6	5.0	5.3	5.3	0.0

C50 medio: C50 minimo:

ambiente arredato con due persone al massimo

Indice di trasmissione del parlato

STI: STI minimo:

Qualità del parlato in accordo con CEI EN60268-16:

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'assorbimento¹

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

L: 8 m
B: 5 m
H: 3.5 m

B Distribuzione di superfici e oggetti

	Area/m²	Superficie associata
Marmo, piastrelle, cerker	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 ondulazione portante	40	z=H

C Coefficienti di dispersione delle superfici

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	
α _{x=0}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
α _{x=L}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
α _{y=0}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
α _{y=B}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
α _{z=0}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva
α _{z=H}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Salva

D Risultati

Frequenza di transizione: 579 Hz

Visualizzazione grafica | Visualizzazione tabellare | Confronto grafico | Confronto tabellare

— T_x — T_y — T_z — T_d — T_{estimate}

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

¹ Funzione attiva solo per chi utilizza la versione completa del software

Distribuzione di superfici e oggetti		
	Area/Nr	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

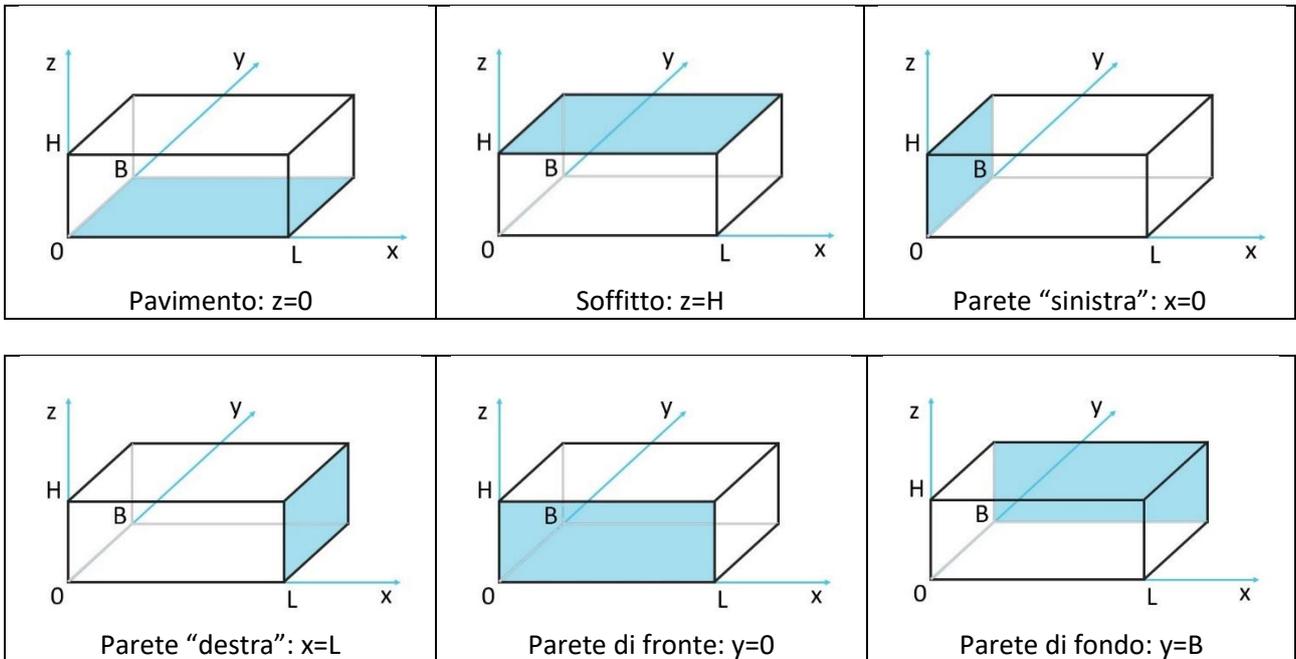
Superficie associata	
	Area [m ²]
x=0	0
x=L	0
y=0	0
y=B	0
z=0	0
z=H	40
Area non associata	0
Area totale	40

2

3

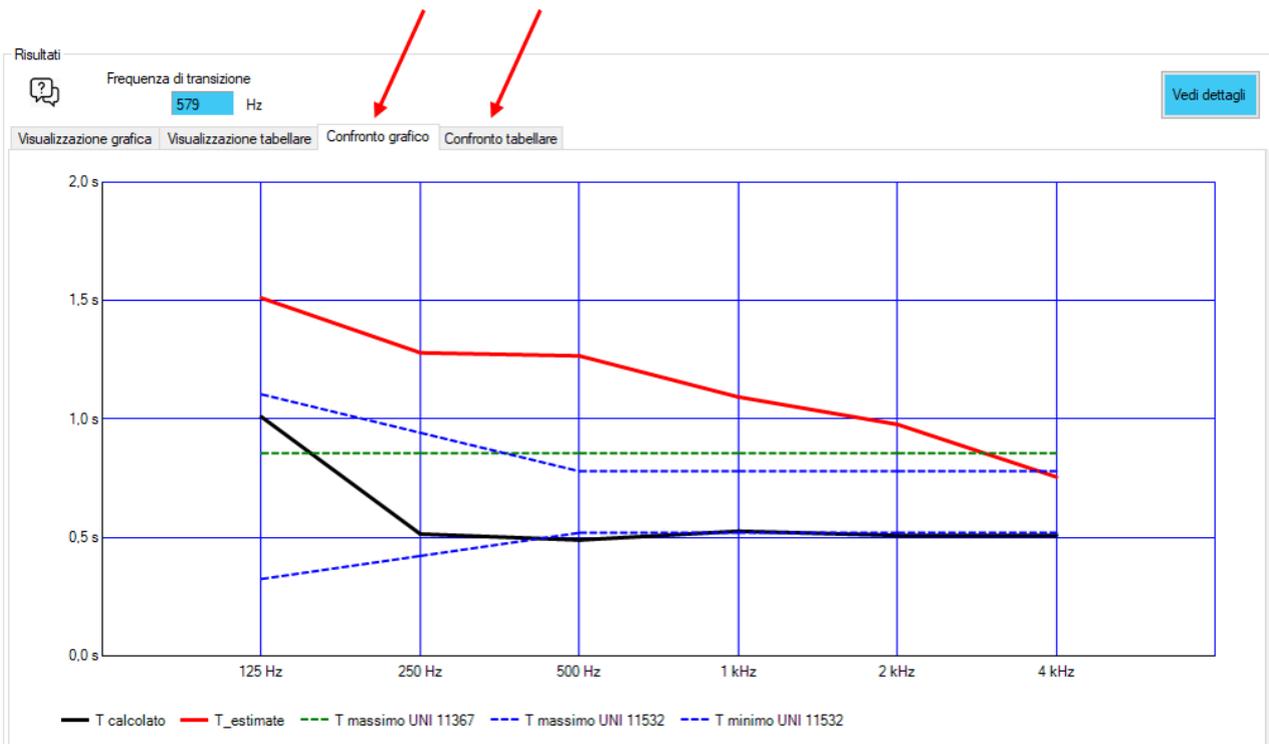
1

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

La UNI 11532-2, per gli ambienti tipo A1, A2, A3 e A4, individua valori di riferimento per ambienti arredati e occupati all'80%.

Questa schermata permette di mettere a confronto risultati di misure in opera effettuate in ambienti vuoti, con i valori di riferimento della norma.

L'utente deve:

1. Selezionare **(A)** gli elementi umani e di arredo, non presenti durante la misura in opera, per raggiungere la condizione di ambiente arredato e occupato all'80%.
2. Riportare **(B)** i dati misurati in opera

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

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

In accordo con UNI 11532 parte 2, per le categorie A1, A2, A3 e A4, i valori di riferimento per il tempo di riverberazione si riferiscono allo stato arredato ed occupato al 80% della capacità di progetto. In questa scheda è possibile convertire tali valori di riferimento in valori per ambiente non occupato al fine di confrontarli con misure fonometriche eseguite in ambiente non occupato.

Definizione elementi umani

Descrizione	125Hz	250Hz	500Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz
1 Individuo di un gruppo, seduto o in posizione eretta, 1 per ogni 6 m ² di area, massimo tipico	0.05	0.1	0.2	0.35	0.5	0.65
2 Individuo di un gruppo, seduto, 1 per ogni 6 m ² di area, massimo tipico	0.12	0.45	0.8	0.9	0.95	1
3 Individuo di un gruppo, in posizione eretta, 1 per ogni 6 m ² di area, massimo tipico	0.12	0.45	0.8	1.2	1.3	1.4
4 Fila di persone sedute da 0.9 m a 1.2 m (pubblico), minimo tipico	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7
5 Fila di persone sedute da 0.9 m a 1.2 m (pubblico), massimo tipico	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
6 Bambini in un'aula con mobili regol. 1 per ogni area di 1 m ²	0.1	0.2	0.25	0.35	0.4	0.4
7 Individuo di un gruppo, in posizione eretta, 1 ogni 6 mq di area, minimo tipico	0.05	0.1	0.2	0.35	0.5	0.65

Numero di elementi: Aggiungi

Superficie di assorbimento equivalente delle persone

Area/Nr	125Hz	250Hz	500Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz
TOTALE	0	0	0	0	0	0

A

Elimina

Coefficienti di assorbimento

Visualizzazione grafica | Visualizzazione tabellare

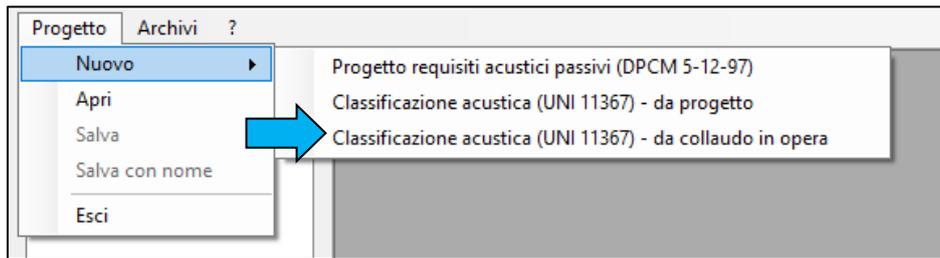
— T misurato
— T ottimale UNI 11532 (AMBIENTE NON OCCUPATO)
--- Intervallo di conformità

C

T misurato [s]	125Hz	250Hz	500Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

B

6. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA – Da progetto



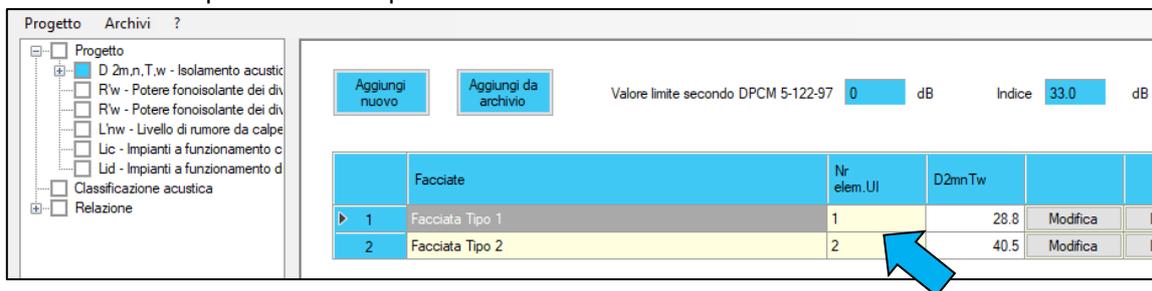
Questa sezione consente di determinare le classi acustiche di una unità immobiliare, utilizzando le procedure della UNI 11367:2010, a partire dai calcoli eseguiti sui singoli ambienti. Si specifica che la UNI 11367 indica chiaramente che la classificazione acustica si basa su misure in opera. Il software 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.

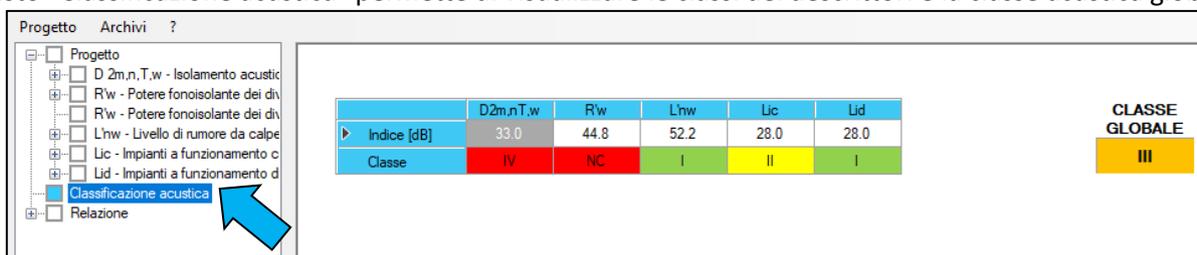
Per iniziare occorre creare un [NUOVO PROGETTO](#)

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.

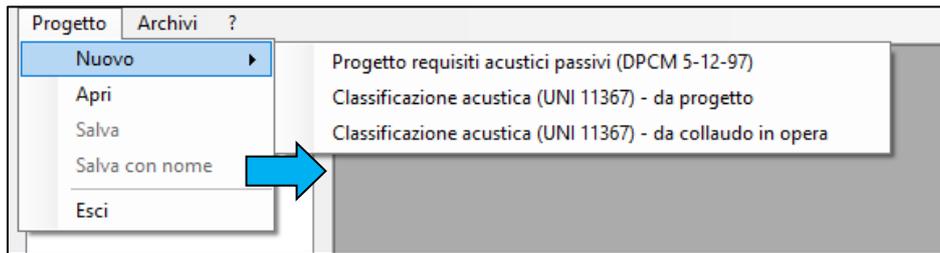


Il tasto “Classificazione acustica” permette di visualizzare le classi dei descrittori e la classe acustica globale.



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"

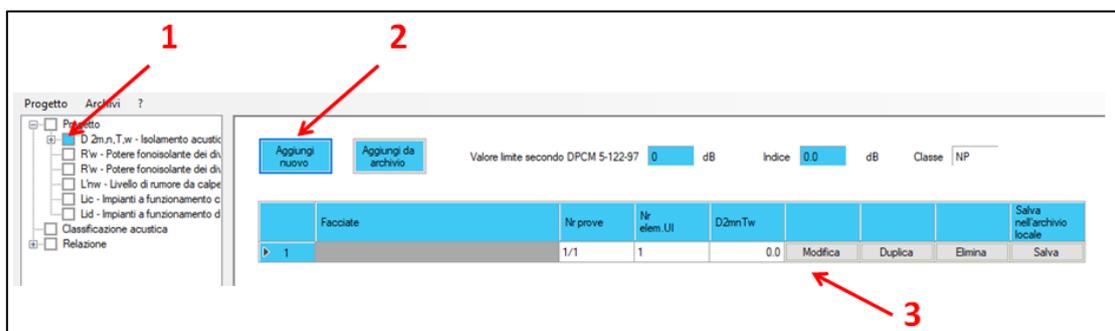


Selezionare "Misurazione di tutti gli elementi" se sono stati misurati tutti gli elementi tecnici dell'unità immobiliare.

Selezionare un altro campo se si decide di utilizzare la **tecnica del campionamento** descritta nell'Appendice G della norma UNI 11367:2010. 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 i 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. Dopo aver inserito l’ultimo dato cliccare OK
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.

The screenshot shows a software interface for data entry. At the top, there is a text field labeled 'Descrizione' with a red arrow '1' pointing to it. Below it is a numeric input field for 'Numero elementi tecnici omogenei' with a red arrow '2' pointing to it. To the right, there are two dropdown menus: 'Numero elementi sottoposti a prova' and 'Appartenenti all'unità immobiliare', both with a red arrow '3' pointing to them. Below these is a table with three columns: '[dB]', 'Valore misurato', and 'Valore utile'. The first row has a value '1' in the first column, with a red arrow '4' pointing to it. Below the table, there are two more numeric input fields: 'Media aritmetica' and 'Valore rappresentativo del gruppo', both showing '0.0 dB'. Red arrows '5' and '6' point to these fields. At the bottom, there are two buttons: 'Relazione' and 'OK'.

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 i 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. Dopo aver inserito l’ultimo dato cliccare OK.
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 screenshot shows a dialog box for sampling technique configuration. It includes a description field (1), a field for the number of homogeneous technical elements (2, value 5), a field for the number of elements tested (3, value 3), and a field for the number of elements in the unit (4, value 1). A table (5) shows measured and useful values for three elements. Below the table are fields for the arithmetic mean (6, 0.0 dB), standard deviation (7, 0.00 dB), extended uncertainty (7, 0.0 dB), and representative value (8, 0.0 dB). Buttons for 'Relazione' and 'OK' are at the bottom.

[dB]	Valore misurato	Valore utile
1		
2		
3		

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

The screenshot shows the 'Classificazione acustica' window. On the left is a tree view with 'Classificazione acustica' selected. The main area contains a table of descriptor classes and a global class.

	D2m,n,T,w	R'w	L'nw	Lic	Lid	CLASSE GLOBALE
► Indice [dB]	33.0	44.8	52.2	28.0	28.0	
Classe	IV	NC	I	II	I	III

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

8. RELAZIONE



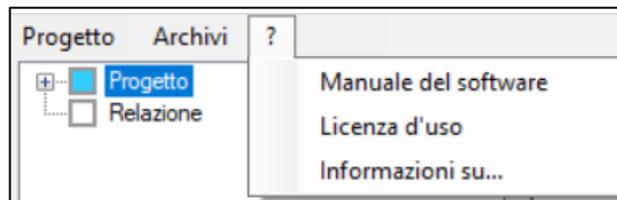
Dopo aver eseguito una analisi di requisiti acustici passivi o una classificazione acustica, il tasto “Relazione” **(A)** permette di visualizzare il documento che contiene tutti i calcoli realizzati.

La relazione può essere:

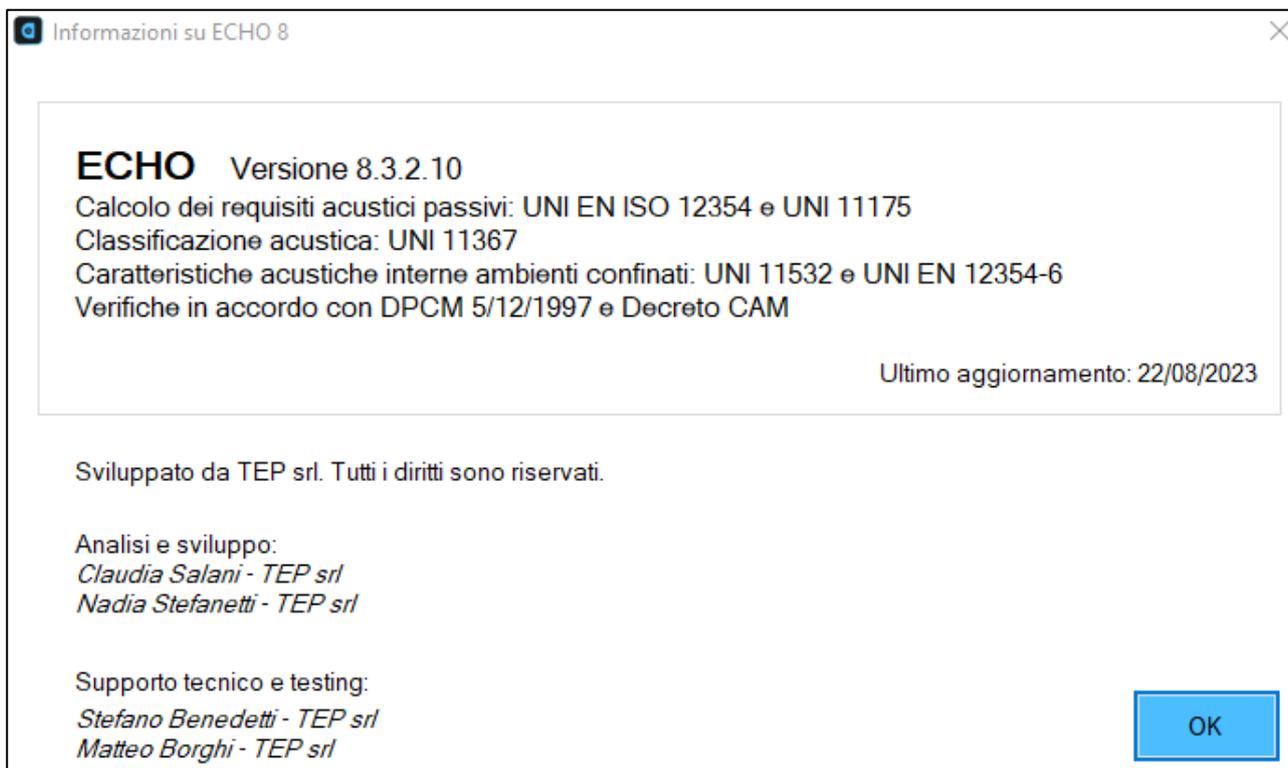
- Sintetica
- Con dettagli dei calcoli
- Con dettaglio stratigrafie

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

9. Sezione “?”



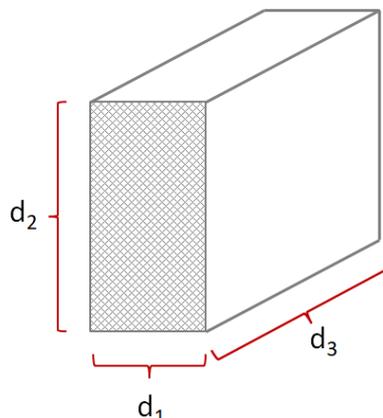
Da questa sezione si può richiamare il manuale del software, visionare la “Licenza d’uso” e leggere le informazioni generali sulla versione installata, sulla data dell’aggiornamento e sugli autori.



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.

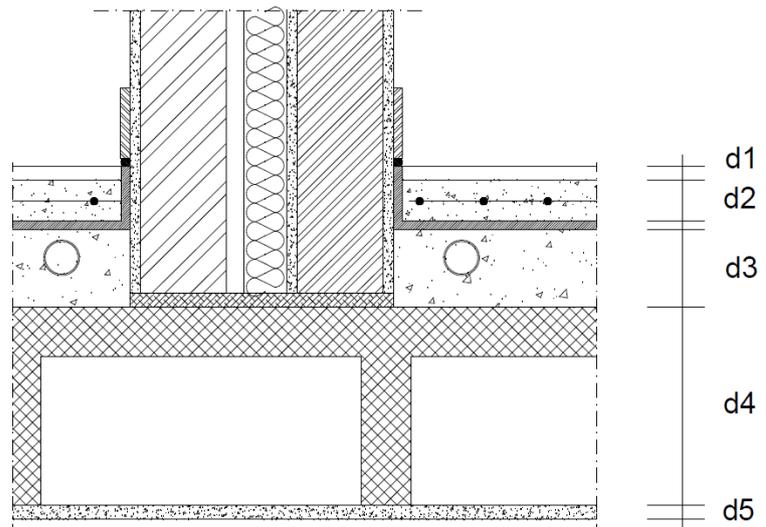
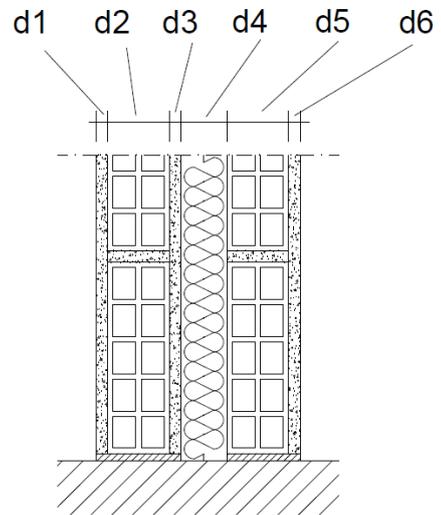
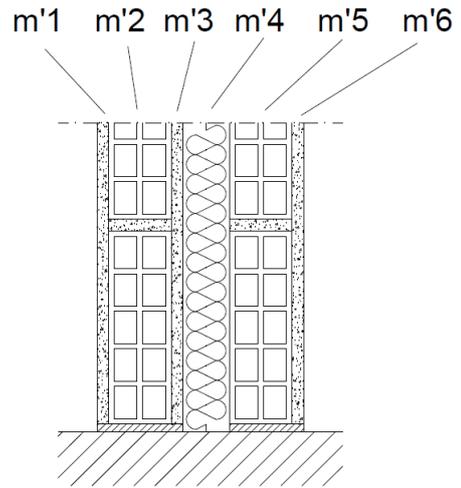
ALCUNE CONSIDERAZIONI

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.

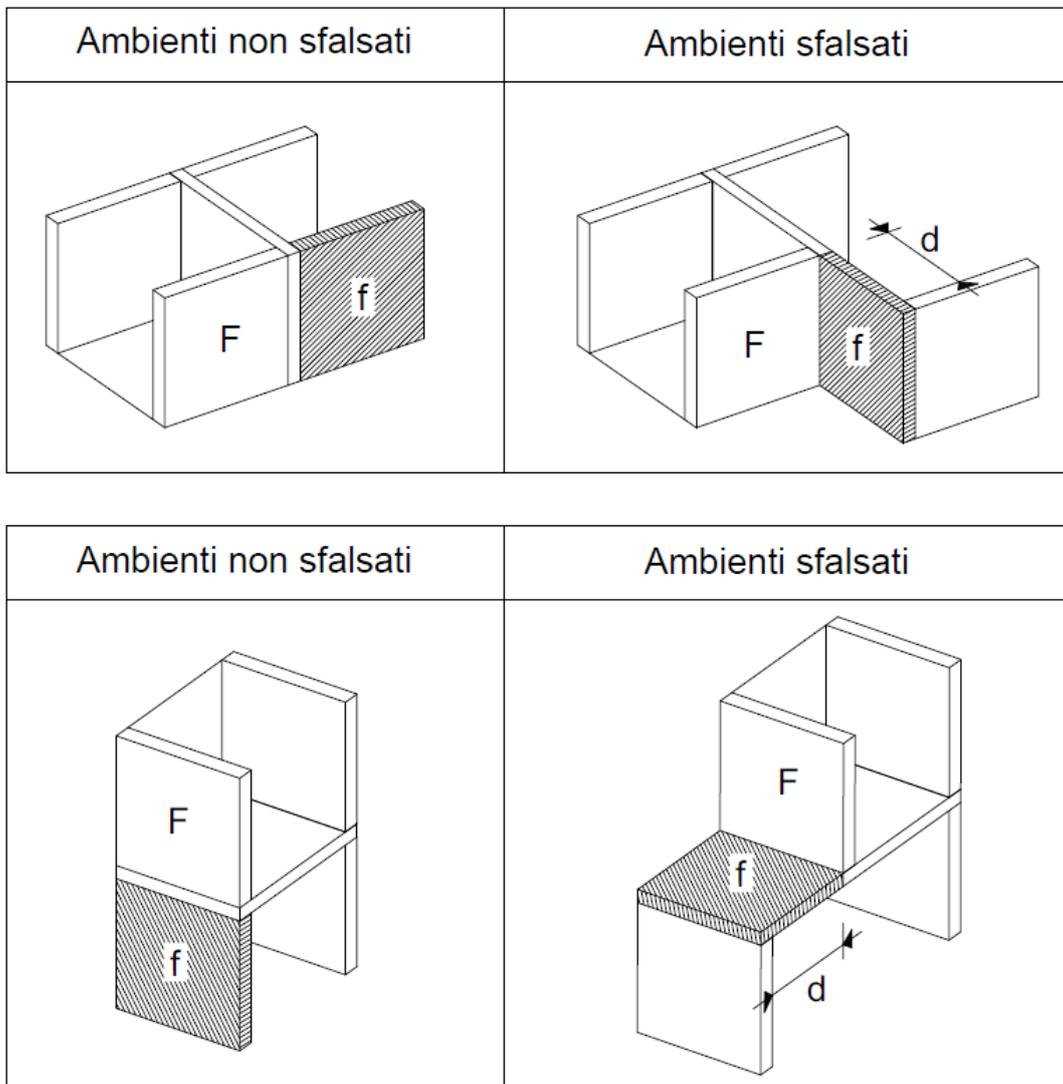
Per i solai, o i massetti, la dimensione da considerare (d_x) è lo spessore "verticale" dei singoli strati.



Appendice B. Dati di ingresso nei modelli di calcolo di R'_w e L'_{nw}

AMBIENTI SFALSATI

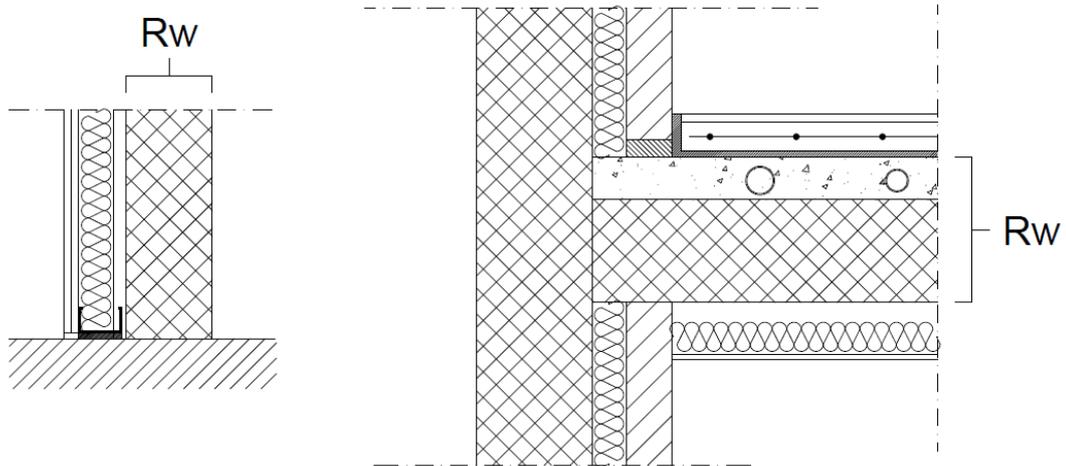
In caso di ambienti sfalsati bisogna considerare come elementi laterali (f) quelli connessi con il nodo. Il ragionamento vale sia per ambienti affiancati in orizzontale che sovrapposti.



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**.

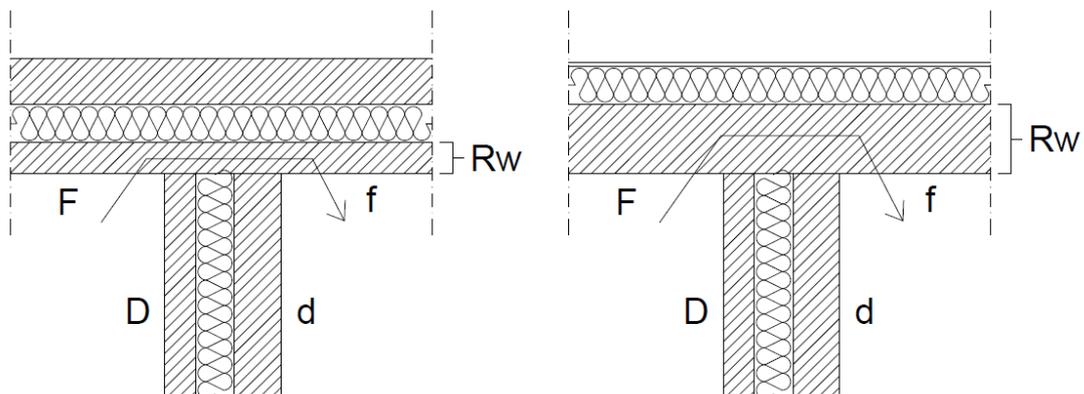
QUALI STRUTTURE CONSIDERARE NEI CALCOLI DI R'_w e L'_{nw}

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.

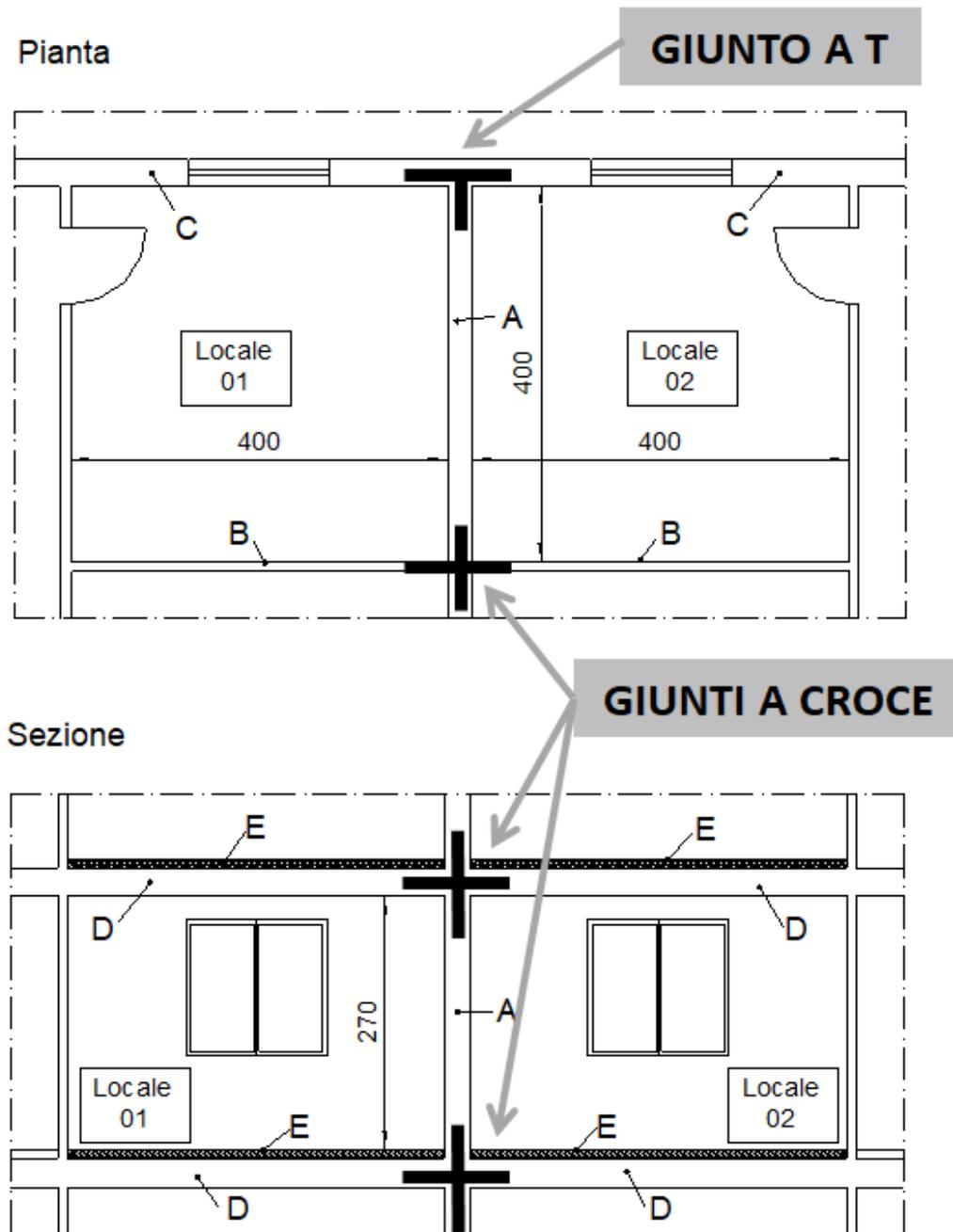


GIUNTI “A CROCE” E GIUNTI “A T”

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 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.