

Mediclima 2017

ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA

Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016

Acustica ed edifici scolastici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Premessa

L'ambiente scolastico è, prima di tutto, il luogo della **comunicazione**.

La buona **comprensione verbale** tra allievi e insegnanti ed il **benessere acustico** sono alla base esigenze prestazionali legate alla destinazione d'uso dell'edificio scolastico.



Un magister romano con tre allievi



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Premessa

Al fine di garantire i requisiti di **benessere acustico** negli edifici scolastici, fin dalla progettazione preliminare, è necessario prevedere strategie e interventi finalizzati alla **riduzione del rumore esterno** e alla **riduzione del rumore interno per ogni singolo ambiente**, ottenuta grazie ad un buon grado di isolamento acustico, al **controllo del rumore delle sorgenti interne** come gli impianti, e ad una **riverberazione ottimale**.



Scuola all'aperto, Villacidro (CA) 1912
(fonte <http://www.villacidro.net>; © M. Sardù e A. M. Fadda)



Vibeeng School, Haslev Sjælland, Denmark, 2013
Danish Education Development – Arkitema Architects



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Problematiche acustiche nelle scuole: aspetti generali

La comprensione della parola negli ambienti scolastici deve avvenire in condizioni di **minimo affaticamento**.

La **limitazione del rumore interno ed esterno** è il presupposto necessario per avere, in condizioni d'uso, un segnale vocale che sia più energetico del rumore e che quindi non sia da esso mascherato.

A fianco però di questa condizione di bassa rumorosità è indispensabile il controllo delle caratteristiche acustiche proprie dell'ambiente ed in particolare della **riverberazione** del suono o "coda sonora".

Oltre alla giusta riverberazione che evita il **mascheramento**, la buona ricezione del segnale parlato necessita di **riflessioni efficaci del suono**, che mettano in maggior risalto il suono diretto proveniente dalla bocca dall'insegnante, rendendolo più nitido e quindi più comprensibile. Questi contributi, chiamati **prime riflessioni**, possono arrivare dalle pareti laterali e dal soffitto e devono raggiungere tutte le posizioni d'ascolto subito dopo il suono diretto.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici

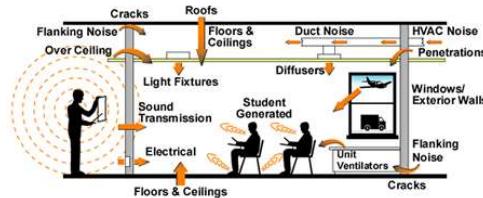


Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Problematiche acustiche nelle scuole: isolamento acustico

L'**isolamento acustico** delle strutture edilizie deve garantire che nelle aule non occupate il **livello di rumore ambientale** sia il più basso possibile.

Le sorgenti di rumore possono essere sia esterne (rumore da traffico o da sorgenti fisse) che interne (rumore generato negli altri ambienti scolastici e rumori di origine impiantistica).



*Il livello sonoro disturbante complessivo che agisce sugli ascoltatori presenti nell'ambiente durante il suo utilizzo, comprende il rumore proveniente dall'esterno, il rumore proveniente da attrezzature nell'aula ed il rumore degli occupanti presenti nell'aula. Il primo è quello provocato da tutte le sorgenti rumorose esterne, dalla rumorosità proveniente da locali adiacenti, da servizi ed impianti tecnici fissi, da servizi sanitari e da mezzi tecnici multimediali fissi, e dovrebbe essere inferiore a **35 dB(A)**.*



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici

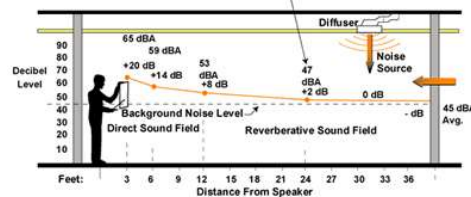


Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Problematiche acustiche nelle scuole: rapporto segnale/rumore

Il rapporto tra il segnale della **comunicazione sonora o vocale** ed il **livello sonoro disturbante** complessivo, quest'ultimo inteso come la somma di rumore ambientale e rumore prodotto dagli occupanti, deve essere il più grande possibile.

If the Signal at listener's ear is 47 decibels and the background Noise level is 45 decibels, the S/NR = +2 dB.



*La differenza tra il livello del segnale e del rumore, nelle diverse postazioni di ascolto in tutta l'aula, deve essere almeno **15-20 dB**.*



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici

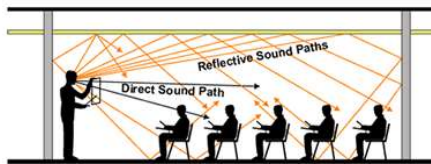


Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Problematiche acustiche nelle scuole: riverberazione

La **riverberazione** dipende dalle **caratteristiche dell'ambiente** (volume e assorbimento acustico delle superfici). È il tempo necessario (in secondi) affinché il suono riflesso decada di 60 dB (riduzione di un milione di volte dell'intensità iniziale) dopo la cessazione del segnale sonoro.

Il suono riflesso dalle superfici dell'ambiente tende a formare un livello sonoro più elevato del suono diretto e a mascherarlo. La "coda sonora" del segnale riflesso tende a "sporcare" il suono diretto e a ridurre l'intelligibilità del parlato.



*Per le aule scolastiche i valori ammessi del tempo di riverberazione sono molto stringenti, e tipicamente compresi tra **0,4 s e 0,6 s** alle frequenze medie. Il ritardo temporale delle prime riflessioni rispetto all'arrivo del suono diretto deve rientrare entro il limite convenzionale di **50 ms**.*



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Problematiche acustiche nelle scuole: effetto Lombard

L'effetto Lombard, descritto già nel 1910 dal medico francese Etienne Lombard, consiste nel legame tra il livello di **emissione vocale del parlatore** ed il **livello di rumore** presente nell'ambiente in cui esso si trova. Con l'aumento del livello di rumore ambientale il parlatore aumenta il livello di emissione (e lo **sforzo vocale**) e ciò determina, in presenza di molti parlatori, una rumorosità molto elevata nell'ambiente.



La riverberazione interna all'ambiente è cruciale anche per il controllo del rumore generato dagli occupanti.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro legislativo di riferimento

I requisiti acustici passivi rientrano tra le condizioni di sicurezza, igiene, salubrità, risparmio energetico degli edifici e degli impianti in essi installati, necessari per il rilascio del certificato di **agibilità** (Art. 25, T.U. Edilizia).

La carenza di requisiti acustici passivi negli edifici costituisce grave difetto e comporta **responsabilità** contrattuali (Art. 1490 C.C.) o extracontrattuali (Art. 1669 C.C.) degli appaltatori nei confronti dei committenti.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro legislativo di riferimento (requisiti acustici passivi)

Il DPCM 5 dicembre 1997, provvedimento di attuazione della legge 447/95 per quanto riguarda i requisiti acustici passivi degli edifici, trova applicazione nell'edilizia scolastica definendo specifici livelli **prestazionali minimi** (più restrittivi di quelli presenti nel Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica").



R'_w [dB]

Potere
fonoisolante
apparente



$D_{2m,nT,w}$ [dB]

Isolamento
acustico di
facciata



$L'_{n,w}$ [dB]

Livello di
calpestio



L_{ASmax} [dB(A)]

Livello rumore
impianti a
funzionamento
discontinuo



L_{Aeq} [dB(A)]

Livello rumore
impianti a
funzionamento
continuo



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro legislativo di riferimento (criteri ambientali minimi)

Per la realizzazione di lavori di **ristrutturazione e nuova costruzione** di scuole, ospedali, case di cura, edifici pubblici in genere, le Pubbliche Amministrazioni dovranno seguire nuovi **criteri ambientali minimi (CAM)**.

È stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Decreto Ministeriale 11 gennaio 2017 che, sulla base dei **cambiamenti tecnologici** riscontrati negli ultimi anni, fissa i nuovi riferimenti dei criteri ambientali minimo non solo per l'edilizia, ma anche per l'acquisto di arredi e prodotti tessili.

Il nuovo decreto sostituisce i vecchi CAM che, a partire dal 2008, hanno orientato le gare pubbliche. Il testo è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 28 gennaio 2017. Dato che non sono indicati termini diversi, le nuove regole entreranno in vigore il 13 febbraio 2017, rispettando la normale *vacatio legis* di quindici giorni.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro legislativo di riferimento (criteri ambientali minimi)

Il punto 2.3.5.6 dell'Allegato 2 del Decreto Ministeriale 11 gennaio 2017, fornisce indicazioni per il comfort acustico di edifici quali scuole, ospedali, case di cura ed indica che i valori dei **requisiti acustici** dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II (per **scuole e ospedali**, invece, il livello di "**prestazione superiore**") ai sensi delle norme **UNI 11367** e **non si fa più cenno al DPCM 5 dicembre 1997**.

Per la progettazione acustica iniziale e verifica finale occorre fare riferimento alla **UNI 11367**, **UNI 11444**, **UNI 11532**; i descrittori acustici espressamente citati sono il **tempo di riverberazione** e lo **STI**.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro legislativo di riferimento (criteri ambientali minimi)

2.3.5.6 Comfort acustico

I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma UNI 11367.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari,
- almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.



Verifica: Il progettista deve dare evidenza del rispetto del criterio, sia in fase di progetto iniziale che in fase di verifica finale della conformità, conseguendo rispettivamente un progetto acustico e una relazione di conformità redatta tramite misure acustiche in opera, che attestino il raggiungimento della classe acustica prevista dal criterio e i valori dei descrittori acustici di riferimento ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444, UNI 11532. Qualora il progetto sia sottoposto ad una verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: progettazione

Nella fase progettuale, per la previsione in opera dei requisiti acustici degli edifici a partire dai dati di laboratorio delle prestazioni dei sistemi costruttivi, sono applicabili la norma della serie **UNI EN 12354** "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti":

- parte 1, isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- parte 2, isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
- parte 3, isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno;
- parte 4, trasmissione del rumore interno all'esterno;
- parte 5, livelli sonori dovuti agli impianti tecnici;
- parte 6, assorbimento acustico in ambienti chiusi.

Questa serie di norme è affiancata dal **rapporto tecnico UNI TR 11175**, "Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale".



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: progettazione

La norma **UNI 11532** “Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati”, che sostituisce la precedente norma UNI 10844, definisce, in relazione alle diverse destinazioni d’uso degli ambienti, i descrittori acustici che meglio possano rappresentare le **qualità acustiche degli ambienti** proponendo, per ognuno di essi, i **valori ottimali**.

La norma propone formule previsionali per il calcolo del tempo di riverberazione sia in ambienti con geometria regolare che non regolare.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: valutazione

La norma **UNI 11367** “Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera” definisce, in riferimento ad alcuni requisiti acustici prestazionali degli edifici, i criteri per la loro misurazione e valutazione.

I valori di riferimento per i requisiti acustici degli edifici scolastici, fermi restando i valori limite previsti dalla legislazione vigente, sono distinti in valori “di base” e valori “superiori”.

Sono quindi forniti specifici valori di riferimento per vari descrittori come, ad esempio, l'**isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$)**, il **potere fonoisolante apparente (R'_w)** di partizioni fra ambienti, il **livello di calpestio normalizzato ($L'_{n,w}$)** e l'**isolamento acustico normalizzato** rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi (**$D_{nT,w}$**).

Nella norma viene inoltre specificato che il livello sonoro immesso da un impianto a servizio di un aula o di aule polifunzionali separate da strutture mobili, deve essere valutato all'interno di ambienti acusticamente verificabili diversi dall'ambiente servito.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Livelli prestazionali di riferimento per l'edilizia scolastica (UNI 11367)

Requisito	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 38	≥ 43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	≥ 50	≥ 56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, $L'_{n,w}$ [dB]	≤ 63	≤ 53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} , in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	≤ 32	≤ 28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} , in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	≤ 39	≤ 34
Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo, $L_{Aeq,nT}$ all'interno delle aule, biblioteche, ecc. (requisito derivante dalla UNI 8199) [dB(A)]	≤ 35	≤ 30
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	≥ 50	≥ 55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	≥ 45	≥ 50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{n,w}$ [dB]	≤ 63	≤ 53



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Livelli prestazionali di riferimento per l'edilizia scolastica (UNI 11367)

Livello prestazionale del dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture	$D_{nT,w}$ [dB]
Prestazione ottima	≥ 34
Prestazione buona	≥ 30
Prestazione di base	≥ 27
Prestazione modesta	≥ 23



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: valutazione

I valori idonei del **Tempo di Riverberazione (T60)** nelle aule scolastiche sono riportati nell'Appendice C della norma UNI 11367.

Nel riferimento si prevedono, per le aule non occupate e di volumetria più comune, ovvero $V < 250 \text{ m}^3$, tempi di riverberazione molto contenuti compresi nell'intervallo 0,5-0,8 s.

Per le aule più grandi, invece, si arriva fino a circa 1,1 s, che è ammissibile per volumi maggiori, ovvero fino a $V = 2000 \text{ m}^3$.

A parità di volume, i valori garantiti per le aule dei primi gradi di istruzione devono essere cautelativamente più bassi data la maggiore vulnerabilità degli occupanti.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: valutazione

L'apporto delle prime riflessioni e del riverbero alla ricezione del parlato viene qualificato tramite specifici indicatori acustici che possono essere oggetto di calcolo previsionale e di successiva misurazione.

In particolare nell'Appendice C della norma UNI 11367 sono impiegati per gli ambienti scolastici due indicatori.

Il primo è la **Chiarezza della parola (C50)**, definita nella norma UNI EN ISO 3382-1 per la quale si richiede di soddisfare negli ambienti dedicati alla parola $C50 \geq 0 \text{ dB}$.

Il secondo indicatore è lo **Speech Transmission Index (STI)** o "indice di trasmissione del parlato" definito nella norma CEI EN 60268-16, per il quale si richiede nell'aula $STI \geq 0,60$.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: verifica

La verifica in opera delle prestazioni acustiche degli edifici scolastici deve essere effettuata secondo le prescrizioni delle norme della serie **UNI EN ISO 16283** (e della serie UNI EN ISO 717 per il calcolo degli indici mononumerici di valutazione):

- parte 1, isolamento acustico per via aerea $\rightarrow R'_w$ o $D_{nT,w}$;
- parte 2, isolamento dal rumore di calpestio $\rightarrow L'_{n,w}$;
- parte 3, isolamento acustico di facciata $\rightarrow D_{2m,nT,w}$

I livelli di rumore indotti dagli impianti devono essere valutati con norme diverse a seconda del riferimento assunto per la verifica:

- per la verifica della rumorosità impiantistica indotta nell'ambiente scolastico da ambienti adiacenti di **terzi**, si fa riferimento all'Appendice D della norma **UNI 11367**;
- per la valutazione della rumorosità indotta dagli impianti tecnici negli ambienti da questi **serviti**, si fa riferimento alla norma **UNI 8199**.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Quadro normativo (tecnico) di riferimento: verifica

I tempi di riverberazione dell'ambiente ricevente devono essere misurati in conformità alle norme della serie **UNI EN ISO 3382** "Misurazione dei parametri acustici degli ambienti":

- parte 1, sale da spettacolo $\rightarrow C50$;
- parte 2, tempo di riverberazione negli ambienti ordinari $\rightarrow T60$.

L'indice di trasmissione del parlato viene misurato secondo le specifiche fornite nella norma **CEI EN 60268-16** $\rightarrow STI$.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Obblighi e responsabilità per i professionisti

Progettista

- ✓ Risponde in sede civile nei confronti del committente (art. 1669 c.c.) quando il danno è grave, se il progetto non è conforme al DPCM 5 dicembre 1997, alle specifiche di legge in materia di criteri ambientali minimi ed ai regolamenti locali edilizi e d'igiene, nel caso siano più restrittivi della norma nazionale.
- ✓ Se non ha le conoscenze tecniche per la progettazione dei requisiti acustici, deve avvalersi di un progettista acustico.

La responsabilità del progettista può essere estesa anche ai produttori di materiali quando la certificazione del materiale utilizzato risulta non veritiera.

Direttore dei lavori

- ✓ Se non è competente in materia dei requisiti acustici, deve darne comunicazione al committente e richiedere l'assistenza o avvalersi di un tecnico qualificato in materia.
- ✓ Dichiarare la conformità anche delle unità immobiliari o delle parti restanti dell'edificio non sottoposte a collaudo acustico, estendendone la validità a tutto l'edificio.

Progettista degli impianti e direttore dei lavori degli impianti

- ✓ Rispondono degli impianti (centrale termica, ascensore, ecc.) che risultano rumorosi oltre i limiti di legge.

Collaudatore/verificatore acustico

- ✓ Deve effettuare correttamente le misurazioni per la verifica in opera dei requisiti acustici stabiliti dal DPCM 5 dicembre 1997 e, nel caso dell'edilizia scolastica ed ospedaliera, dei requisiti descritti nell'Appendice A della norma UNI 11367. Nel caso di un edificio composto da più unità immobiliari, il collaudo è valido soltanto per le parti sottoposte a verifica, che il tecnico deve indicare in modo preciso nel certificato di collaudo e di cui si assume la responsabilità.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Linee Guida AIA per una corretta progettazione acustica di ambienti scolastici



Questa pubblicazione è la prima di una serie di documenti tecnici che l'**Associazione Italiana di Acustica** intende proporre non solo a chi si occupa professionalmente di acustica ma anche a chi opera o è coinvolto, più in generale, nell'insieme di processi decisionali, progettuali, realizzativi e gestionali delle tematiche trattate.

Le linee guida progettuali per l'edilizia scolastica nascono dall'esigenza di offrire un **punto di riferimento qualificato** ed aggiornato su argomenti spesso non adeguatamente approfonditi o che necessitano di un approccio integrato per consentire la piena fruibilità di questi ambienti dal punto di vista acustico.

Le linee guida proposte dall'Associazione Italiana di Acustica evidenziano gli aspetti della **progettazione acustica** che sono di fondamentale importanza per il corretto svolgimento delle attività di insegnamento ed apprendimento che si svolgono all'interno degli edifici scolastici.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Linee Guida AIA per una corretta progettazione acustica di ambienti scolastici



Le linee guida sono strutturate per consentire diversi livelli di lettura. Possono considerarsi come base di lavoro per il progettista dell'edificio scolastico, fin dalla progettazione preliminare.

In particolare sono indicate strategie e tipologie di intervento nei casi di **nuova costruzione o di ristrutturazione** e documenti legislativi a cui porre attenzione dal progetto al collaudo. I parametri acustici di riferimento sono utili al pianificatore e all'amministratore, mentre l'acustico ritrova le norme per la progettazione acustica e le misurazioni in opera. La lettura da parte del genitore, dell'insegnante o del dirigente scolastico, è consigliata per promuovere la consapevolezza e l'attenzione rispetto a questi temi, così importanti per la crescita e la maturazione dei bambini.

Le "Linee Guida per una corretta progettazione acustica di ambienti scolastici" sono accessibili liberamente e possono essere scaricate **gratuitamente** in formato PDF dall'apposita sezione dedicata del Bookshop AIA sul sito web:

<http://bookshop.acustica-aia.it/>



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella

Grazie per l'attenzione



Per informazioni ed approfondimenti:
Associazione Italiana di Acustica → <http://www.acustica-aia.it>



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatore:
Prof. Antonino Di Bella