

RICERCA

IMPATTO DEL RUMORE A SCUOLA



Ecophon
SAINT-GOBAIN

IL RUMORE IMPATTA SULL'APPRENDIMENTO

Il rumore nelle scuole può raggiungere livelli estremamente elevati. Ciò può influenzare negativamente insegnanti e studenti. Ma in che misura? E cosa possiamo fare per migliorare gli spazi di apprendimento in modo che supportino la condivisione delle conoscenze?



Scopri attraverso questa sintesi, i dati della ricerca nel settore scolastico:

- Livelli di rumore ottimali consigliati e attuali livelli sonori presenti nelle scuole odierne
- Cosa è necessario per garantire livelli sonori ottimali nelle scuole
- In che modo il rumore influisce sulla capacità di apprendimento e sul comportamento degli studenti
- In che modo il rumore influisce sugli insegnanti e sui rischi correlati alla salute, fisicamente e mentalmente
- L'effetto del suono sulla concentrazione e elementi di disturbo per insegnanti e studenti
- Ottimizzazione dell'acustica per un apprendimento inclusivo
- Livelli di rumore e aule open space
- In che modo il rumore influisce maggiormente sui più vulnerabili

Queste informazioni si basano su un'ampia revisione della letteratura condotta nel corso degli anni dal Professor Bridget Shield, senza il cui lavoro la presente sintesi non sarebbe stata possibile.

IMPATTO DEL RUMORE SU INSEGNANTI E STUDENTI

Sappiamo che un buon insegnamento* rappresenta un aspetto molto importante per l'apprendimento degli studenti. Vogliamo supportare gli insegnanti e fornire loro evidenze su come un buon ambiente sonoro possa supportare l'apprendimento e il raggiungimento dei risultati. Abbiamo raccolto una serie di dati e risultati che evidenziano l'importanza di ridurre l'impatto negativo dell'acustica sugli insegnanti:

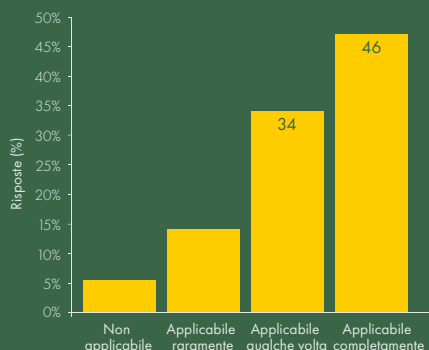
- Oltre il 65% degli insegnanti intervistati ha sperimentato problemi alla voce durante la propria carriera²
- Il 32% degli insegnanti ha dichiarato di aver avuto problemi alla voce, rispetto all'1% degli intervistati non docenti³

Dobbiamo sostenere gli studenti nelle diverse attività che svolgono per supportare il loro adattamento alla società contemporanea. Gli studenti hanno bisogno di acquisire nuove competenze, quali: capacità di collaborazione, comunicazione, creatività e pensiero critico. Queste abilità richiedono che gli studenti si impegnino attivamente durante il processo di apprendimento. Poiché la comunicazione comporta rumore, l'ambiente acustico diventa un elemento fondamentale.

I benefici di una buona acustica:

- Il numero di studenti che raggiungono gli obiettivi richiesti nei test sono migliorati fino al 13%⁴
- Gli studenti lavorano meglio insieme e in modo più inclusivo⁵
- Il livello sonoro durante i lavori di gruppo collaborativo è diminuito di 13 dB (teoricamente, ci si aspetterebbe solo 3 dB)
- Gli studenti lavorano con maggiore concentrazione e percepiscono meno stanchezza

L'80% degli insegnanti è stressato a causa del rumore in aula¹



LIVELLI SONORI E DI RUMORE

COMUNI VS CONSIGLIATI

Misurare il suono

Il rumore viene misurato tramite un'unità logaritmica chiamata decibel (dB)*. Raddoppiando l'energia sonora, ad esempio aggiungendo il doppio del numero di altoparlanti in una stanza, si ottiene un aumento del livello sonoro di 3 dB.

Aumentando il livello di 10 dB si ottiene un suono due volte più forte.

Livelli di rumore adeguati e tipiche linee guida dell'acustica nelle scuole

Le linee guida basate sulla ricerca forniscono un livello acustico adeguato nelle aule sia per l'ascoltatore medio che per coloro con esigenze di apprendimento e uditive speciali. I livelli di rumore massimi per cui garantire una sufficiente intelligibilità del parlato e una buona comunicazione sono

descritti di seguito. I livelli includono il rumore di fondo in condizioni di ambiente non occupato e la differenza necessaria per ascoltare chiaramente.

- Livelli massimi di rumore ambientale per locali non occupati di 30-35 dB^{7,8}
- Una comunicazione efficace richiede una chiara differenza nel rapporto segnale/rumore (SNR) di almeno 15-20 dB⁹
- Il tempo di riverbero (RT) dovrebbe essere di circa 0,5 secondi per gli spazi di apprendimento in cui la comunicazione verbale è importante (si consiglia un intervallo di 0,3-0,6 secondi in base agli standard acustici delle scuole di vari paesi nordici).

Livelli sonori tipici in decibel	
Velivolo a reazione quadrimotore a 100 m	120 dB
Rivettatura lamiera d'acciaio a 10 m	105 dB
Trapano pneumatico a 10 m	90 dB
Sega circolare per legno a 10 m	80 dB
Traffico stradale intenso a 10 m	75 dB
Telefono a 10 m	65 dB
Discorso maschile, medio, a 10 m	50 dB
Mormorio a 10 m	25 dB

*Ogni volta che viene menzionata l'unità dB in questa brochure, ci si riferisce a dB(A)

LIVELLI DI RUMORE MEDI IN AULA

Il rumore nelle scuole è dominato da tre fattori:

- Rumore ambientale esterno (aerei, treni e automobili)
- Rumore generato dagli studenti nelle loro attività di apprendimento
- Sorgenti sonore meccaniche dall'interno della stanza (ventilazione, proiettori, computer)

Uno studio recente¹⁰ ha documentato i livelli di rumore in centinaia di aule scolastiche durante le lezioni degli studenti. La ricerca ha evidenziato che gli studenti all'interno di classi rumorose ottenevano risultati peggiori e avevano un comportamento peggiore.

I LIVELLI DI RUMORE DURANTE LE LEZIONI INFLUISCONO SULLE PERFORMANCE DEGLI STUDENTI:

I risultati della ricerca hanno mostrato risultati peggiori in termini di apprendimento, nelle aule con livelli di rumore elevati rispetto a quelle con livelli sonori ottimali. Questo suggerisce che il trattamento acustico, riducendo il rumore rappresenterà un beneficio per l'attività di lettura in numerose scuole.

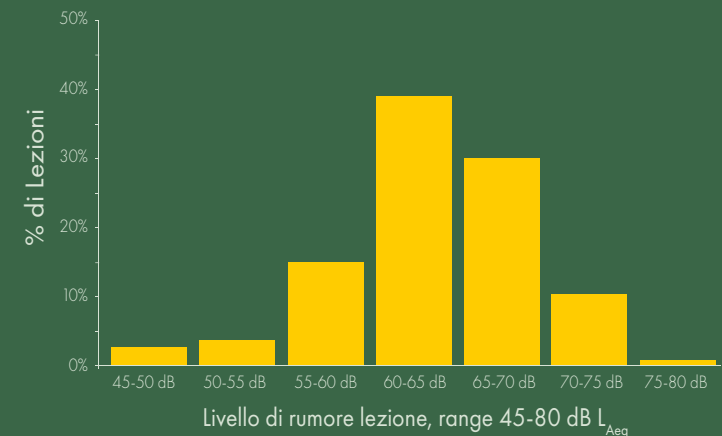
I MIGLIORAMENTI DERIVANTI DALLA NORMATIVA:

Quando è stata introdotta la legislazione sull'acustica scolastica in Inghilterra e Galles nel 2003, è raddoppiato il numero di scuole con ambienti sonori ottimali. Ciò dimostra che le scuole traggono grandi vantaggi dalla legislazione e standardizzazione acustica.

LE CONDIZIONI ACUSTICHE INFLUENZANO LA COGNIZIONE E IL COMPORTEMENTO DEGLI STUDENTI:

Il tempo impiegato dagli studenti per riprendersi da interruzioni causate dal rumore (ad es. studenti che parlano o urlano) mostra che livelli di rumore elevati possono influire negativamente sulla loro capacità di concentrazione^{4,10}. Questi livelli sono stati anche collegati a punteggi più bassi nei test di lettura, ortografia e attività correlate⁴. Tali impatti sono ancora maggiori per i bambini con bisogni educativi speciali¹¹.

Sondaggio sul rumore su 274 lezioni¹⁰





OTTENERE UNA BUONA ACUSTICA

PER UNA COMUNICAZIONE OTTIMALE

Ci sono due aspetti chiaramente identificati che influenzano l'ambiente acustico delle scuole: rumore e riverberazione *. Nelle aule il rumore proviene da diverse fonti: il traffico veicolare proveniente dall'esterno, servizi edilizi (sistemi di riscaldamento, illuminazione, ventilazione), tecnologia (proiettori, computer) così come il rumore degli studenti stessi.

La qualità e l'intelligibilità del parlato dipendono entrambi dal livello di rumore e dalla quantità di suono riflesso.

Il suono si riflette e viene amplificato dalle superfici della stanza, comprese pareti, soffitti, pavimenti, tavoli e lavagne. Numerose riflessioni sonore provenienti da superfici rigide e piatte degradano la qualità del parlato e aumentano il livello di rumore generale.

Ottenere una migliore acustica per la comunicazione verbale è essenziale. Per supportare tutti gli aspetti della comunicazione, dal parlato all'ascolto, è necessario considerare la progettazione edilizia e acustica da diverse prospettive.

I fattori chiave per un'adeguata riduzione del suono da fonti interne sono:

- Riduzione dei livelli di rumorosità interna (es. installazioni macchinari e attività)
- Ridurre al minimo i tempi di riverberazione per minimizzare riflessioni sonore indesiderate
- Ottimizzazione dell'intelligibilità del parlato riducendo il tempo di riverbero e aumentando il rapporto segnale/rumore (SNR)

Progettare per ridurre il rumore esterno

Isolamento acustico da fonti esterne, riduzione rumore da impianti e da intrusione da altri spazi.



*Il tempo di riverbero (TR) in una stanza quantifica i riflessi sonori dalle superfici. TR misura il tempo impiegato da un suono per decadere di 60 dB ed è direttamente influenzato dalla quantità di materiali fonoassorbenti presenti in un ambiente. Il tempo di riverberazione ottimale per il parlato è breve, circa 0,5 secondi, mentre tempi più lunghi fino a 2 secondi sono accettabili in ambienti in cui il parlato è meno importante, come gli auditorium musicali.

EFFETTI SULLE PERFORMANCE DEGLI STUDENTI

Il presente studio⁴ ha confrontato diversi livelli di background di rumore per valutarne l'impatto sull'apprendimento. Quando si confronta l'effetto sui test in ambienti sonori "tranquilli" rispetto a quelli considerati "medi", i ricercatori hanno riscontrato notevoli differenze nelle prestazioni.

Hanno scoperto che i livelli di rumore più bassi consentono agli studenti di elaborare le informazioni più rapidamente, e di rispondere con un livello di precisione più elevato. Questo studio dimostra anche che per gli adolescenti la comprensione della lettura è vulnerabile e sfavorevole in condizioni in cui sono presenti elevati livelli di rumore in classe. Studenti con raffreddore o stanchi risultano maggiormente influenzati dal rumore nelle prestazioni.

Il tipico brusio in classe ad una media di 65 dB ha un impatto significativo sull'aritmetica, oltre che su compiti verbali e cognitivi

Effetti del brusio in classe sulle prestazioni dei bambini delle scuole primarie



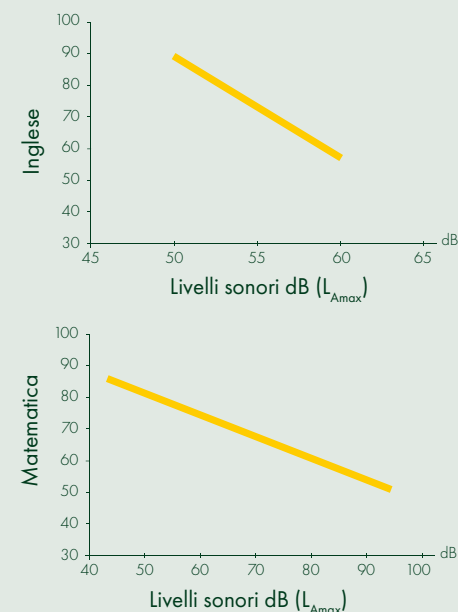
IL RUMORE INTERFERISCE CON L'ELABORAZIONE DELLA LINGUA

Questo studio⁴ dimostra che l'impatto del rumore influisce negativamente sul rendimento scolastico degli studenti.

Un'analisi sul confronto dei punteggi dei test, per giovani studenti, ha evidenziato le correlazioni negative tra livelli di rumore elevati e i punteggi dei test in diverse materie.

È interessante notare che la materia maggiormente impattata dal rumore è risultata essere quella relativa alla lingua inglese. Questi risultati suggeriscono che il rumore di fondo in classe interferisce con l'elaborazione generale del linguaggio.

Aumentando i livelli di rumore si riducono nettamente i punteggi in due materie fondamentali, con un impatto più drammatico per l'inglese.



UNA BUONA ACUSTICA MIGLIORA L'INTELLEGIBILITA' DEL PARLATO PIU' DEL 35%

I ricercatori hanno fatto scoperte rivoluzionarie¹¹ secondo cui la maggior parte del rumore delle aule scolastiche non viene causato dal rumore esterno come il rumore degli aerei, treni e automobili, ma dagli studenti stessi durante le attività didattiche.

Hanno anche scoperto che, introducendo un controsoffitto con classe di fonoassorbimento "A" ad alte prestazioni:

- Il riconoscimento delle parole da parte degli studenti è migliorato del 35%
- Il livello sonoro percepito è stato ridotto della metà

La riduzione dei livelli di rumore ha un impatto fisico e comportamentale

Si prevede che l'effetto teorico dell'installazione di un controsoffitto fonoassorbente di Classe A sia una riduzione del livello sonoro di 3 dB per un'aula non occupata. Tuttavia, il vero cambiamento è dato dal comportamento delle persone in aula. Dal momento che tutti possono essere ascoltati e compresi senza alzare la voce, studenti e insegnanti parlano più piano, 7 dB in meno, con una riduzione complessiva di 10 dB.

Migliori risultati per l'apprendimento di gruppo

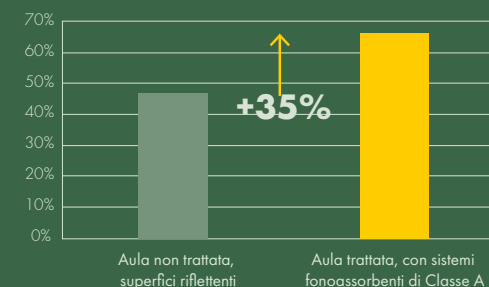
Il trattamento acustico contribuisce a ridurre i livelli di rumore di fondo e il tempo di riverbero, con conseguente miglioramento delle prestazioni degli studenti nei test di intelligibilità delle parole. Il miglioramento è particolarmente positivo quando numerosi studenti parlano contemporaneamente nelle aule.



Il personale che lavora nelle aule trattate afferma di aver riscontrato un'enorme differenza. Non solo non devono urlare per essere ascoltati, ma generalmente c'è un'atmosfera più calma, più tranquilla e più rilassata in aula.

MISS CATHERINE DOUGLAS, DIRETTORE DELLA SCUOLA PRIMARIA DI BALGREEN

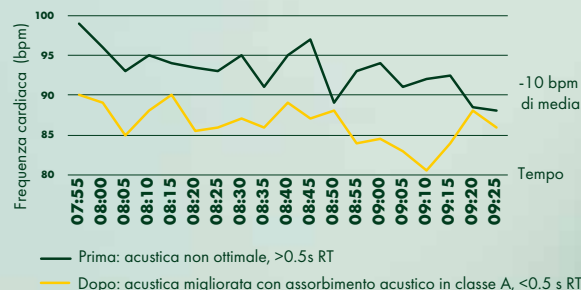
Percentuale di parole correttamente identificate



UNA BUONA ACUSTICA RIDUCE LA FREQUENZA CARDIACA

Una volta constatato che l'80% degli insegnanti ha sperimentato durante la propria carriera stress conseguente al rumore, i ricercatori hanno deciso di scoprire se tali livelli di stress potessero essere ridotti migliorando l'ambiente sonoro. Hanno anche cercato di scoprire come il rumore in aula influisca effettivamente su insegnanti e studenti durante le attività¹.

Comparando la frequenza cardiaca degli insegnanti in ambienti con una acustica non ottimale rispetto ad un ambiente con una acustica ottimale (con sistemi fonoassorbenti di Classe A) si rileva che frequenza cardiaca si riduce fino a 10 battiti al minuto (bpm) quando l'acustica è ottimale



Come è stato possibile?

Se un'aula ha un'acustica non ottimale, il suono viene amplificato poiché si riflette sul soffitto e sulle pareti. Questo crea un rumore di fondo che distorce il parlato. I livelli sonori conseguentemente aumentano perché gli insegnanti e gli studenti devono alzare la voce per poter essere ascoltati. Questo effetto viene chiamato effetto Lombard¹⁵. Di conseguenza, l'ambiente si percepisce progressivamente più stressante col passare delle ore. (Consultare anche lo studio descritto a pagina 20 su come l'effetto Lombard influenza il comportamento degli studenti.)

La riduzione del rumore e del tempo di riverbero riduce lo stress

Le aule trattate acusticamente trasformano lo spazio in un ambiente più rilassato in cui tutti si sentono più calmi, con una riduzione della frequenza cardiaca degli insegnanti. Gli insegnanti sperimentano meno stress nelle classi quando il tempo di riverbero è inferiore a 0,5 secondi.

La frequenza cardiaca è un fattore di stress riconosciuto a livello medico.

DR GERHART
TIESLER

PROBLEMI ALLA VOCE

I PROBLEMI ALLA VOCE MOSTRANO I RISCHI PER LA SALUTE DEGLI INSEGNANTI

È stato costantemente dimostrato che gli insegnanti sviluppano più problemi alla voce rispetto ad altre occupazioni.

Minacce sulla salute degli insegnanti

Sulla base di numerosi studi sullo stato di salute degli insegnanti, questi risultano avere almeno il doppio delle probabilità di avere problemi legati alla voce rispetto ad altre occupazioni.

- Oltre il 65% degli insegnanti intervistati ha avuto problemi alla voce durante la propria carriera²
- Gli insegnanti rappresentano il 16,4% di coloro a cui è stato diagnosticato un disturbo della voce¹²
- Il 32% degli insegnanti ha dichiarato di aver avuto problemi di voce, rispetto all'1% di coloro che non insegnano³



Gli insegnanti registrano **più del doppio** di giorni di assenza da lavoro rispetto ad altre occupazioni.

CONSEGUENZE DEI PROBLEMI ALLA VOCE

NELLA VITA LAVORATIVA DELL'INSEGNANTE

Il presente studio condotto su larga scala¹³, ha confrontato i problemi legati alla voce con le giornate di assenza di 2.400 lavoratori di diverse professioni nel corso di un anno. I risultati mostrano che gli insegnanti perdono un maggior numero di giorni di lavoro rispetto ad altre professioni a causa di problemi legati alla voce.

Confronto dei problemi legati al lavoro nell'ultimo anno tra insegnanti e non insegnanti

	Prevalenza (%)	
	Insegnanti	Non insegnanti
Attività ridotte per almeno un giorno	43	16
Almeno un giorno di lavoro perso	18,3	7,2
Più di 5 giorni lavorativi persi	3	1,3
Voce non ottimale per più di 5 giorni	35	22
Potrebbe essere necessario cambiare lavoro a causa dei problemi alla voce	2.0	0.78

IMPATTO DEL RUMORE SUGLI STUDENTI

CONCENTRAZIONE E COMPORTAMENTO

Il miglioramento delle condizioni acustiche ha delle implicazioni sul numero di attività disfunzionali

Questo studio¹⁴ ha esaminato se le variazioni dei livelli di rumore in classe avessero una relazione diretta con il comportamento degli studenti. Durante cinque lezioni mattutine, le attività “disfunzionali” sono aumentate nelle aule con acustica non ottimale (RT da 0,6 a 0,75 s), mentre le attività disfunzionali nelle aule con acustica ottimale (RT da 0,4 a 0,5 s), sono approssimativamente costanti per tutta la mattina.

Effetto Lombard¹⁵

Con l'avanzare delle ore, nelle aule con una acustica non ottimale vengono riscontrati comportamenti maggiormente disfunzionali a seguito del progressivo aumento dei livelli di rumore¹⁵.

Il trattamento acustico migliora il comportamento degli studenti

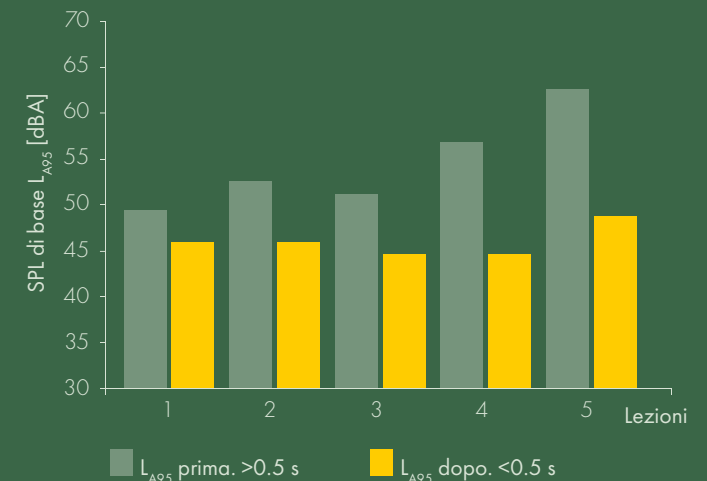
Un controsoffitto fonoassorbente riduce il suono generale in aula e ha un impatto positivo sul comportamento degli studenti.

La facilità di ascolto incoraggia un comportamento migliore

Questo studio ha anche monitorato le “attività disfunzionali” durante le lezioni¹⁴. Ciò includeva interruzioni da attività non relative alla lezione. Poiché i livelli sonori sono stati ridotti, così sono diminuite le attività disfunzionali, che hanno portato a una maggiore concentrazione durante la lezione.

Quando i livelli di rumore sono controllati, i livelli di concentrazione degli studenti rimangono costanti durante le lezioni. Tale aspetto contribuisce ad annullare una delle principali fonti di fatica e stress in aula.

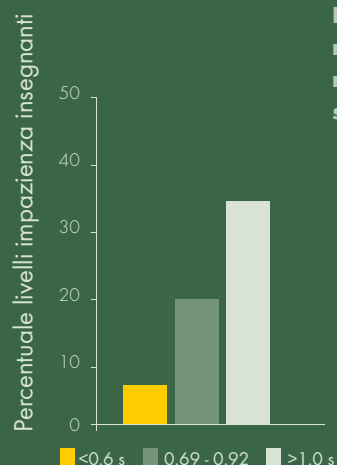
Aumento dei livelli sonori delle attività (L_{A95}) prima e dopo la ristrutturazione



UNA ACUSTICA NON OTTIMALE PROVOCA IRRITAZIONE IN AULA

Durante lo studio degli effetti dell'acustica in classe su bambini e insegnanti, i ricercatori hanno riscontrato una correlazione diretta tra il tempo di riverbero e il livello di fastidio riscontrato per entrambi i gruppi¹⁶.

I bambini nelle classi più riverberanti ottenevano voti più bassi e veniva riscontrata minore motivazione e ridotta interazione con i compagni e gli insegnanti. (Le tipiche raccomandazioni acustiche in classe prevedono che i tempi di riverbero siano di circa 0,5 s.)



L'eccessivo riverbero riduce la motivazione e riduce l'interazione tra studenti e insegnanti

Ai genitori è stata posta la seguente domanda: "Gli studenti risentono del rumore creato in classe di altri studenti?". I risultati hanno mostrato che si verificavano meno disturbi per gli studenti all'interno di aule trattate per ridurre il tempo di riverberazione.

Acustica in aula (TR)	% di fastidio
<0.6 s	44%
0.7-0.9 s	51%
>1.0 s	61%

Diminuire il TR riduce il livello di fastidio sugli studenti



FONTI DI RUMORE

CONDIZIONI ACUSTICHE E CHIAREZZA DEL PARLATO

Gli effetti del rumore e riverbero sull'intelligibilità del discorso in classe sono stati ampiamente studiati.

Tramite misurazioni sia oggettive che soggettive viene rilevato l'impatto enorme sulla comprensione del parlato.

Una modalità per misurare l'intelligibilità del parlato viene fornita dall'Indice di trasmissione del parlato (STI). Più alto è il valore di STI, migliore è la qualità della comunicazione vocale per tutti gli studenti.

La ricerca¹⁷ mostra che i valori STI sono legati alla qualità dell'intelligibilità* del discorso per tutti gli studenti. Tuttavia, l'impatto è maggiore per studenti più piccoli. Alcuni tipi di rumore hanno un effetto maggiore sullo STI, come per esempio il rumore generato da altri studenti, che ha un impatto maggiore sull'intelligibilità rispetto ai suoni meccanici quali la ventilazione.

Ciò significa che è essenziale apportare miglioramenti acustici, come ridurre il tempo di riverbero, che riducono l'impatto del rumore sul parlato all'interno delle classi.

Descrittori STI	STI
Cattivo - povero	0.30
Povero - adeguato	0.45
Giusto - buono	0.60
Buono - eccellente	0.75

L'indice di trasmissione del parlato (STI) dimostra il grado di intelligibilità del parlato da basso ad alto utilizzando valori compresi tra 0 e 1

*L'intelligibilità del parlato è influenzata anche dal rapporto segnale/rumore (S/N), che è la differenza tra il segnale (in questo caso, parlato) e rumore di fondo in una stanza.

IL DISCORSO DEVE ESSERE SENTITO CHIARAMENTE

AL DI SOPRA DEL RUMORE DI FONDO

Per ascoltare e comprendere ciò che viene detto in classe è necessaria una buona intelligibilità del parlato ad un livello udibile. Il parlato deve poter essere udito al di sopra del rumore di fondo ambientale. Questo fenomeno viene definito rapporto segnale/rumore (SNR).

Più giovane è l'ascoltatore, maggiore deve essere il valore di SNR per ascoltare la lingua parlata chiaramente al di sopra del rumore di fondo. Uno studio importante⁹ ha indicato che mentre 15 dB potrebbero essere considerati un valore SNR soddisfacente per i bambini più grandi (11 anni), i bambini più piccoli (6 anni) necessitano di un valore SNR fino a 20 dB per avere un'adeguata intelligibilità del parlato.

Gli studenti più giovani hanno bisogno di rapporti segnale-rumore più elevati (SNR) per ascoltare correttamente il discorso parlato

Età	SNR richiesto per raggiungere il 90% del punteggio di intelligibilità
6 anni	+20 dB
8 anni	+18 dB
11 anni	+15 dB

In uno studio successivo¹⁸, i ricercatori hanno studiato la percezione del parlato in presenza di rumore al fine di trovare i livelli massimi accettabili di rumore ambientale in classe. Hanno scoperto che i bambini più piccoli avevano bisogno di un valore SNR più alto rispetto ai bambini più grandi per ottenere lo stesso punteggio di intelligibilità del parlato del 95% quando c'era un livello di rumore di fondo di 35 dB.

OTTIMIZZARE L'ACUSTICA

PER L'INCLUSIONE DI TUTTI GLI STUDENTI

I ricercatori hanno testato in che modo i cambiamenti relativi al trattamento acustico influenzassero i livelli di rumore in classe, una volta apportate le modifiche secondo le raccomandazioni per l'inclusione di bambini con perdita dell'udito⁵. Hanno scoperto che per ogni trattamento acustico migliorativo per bambini con esigenze uditive speciali, si riscontrava che anche gli studenti senza esigenze speciali e insegnanti diventavano più silenziosi e calmi.

I risultati hanno mostrato che applicando le raccomandazioni sull'acustica l'ambiente diventava salubre ed inclusivo a vantaggio di tutti i presenti. Gli studenti generavano meno rumore e gli insegnanti non dovevano parlare con toni alti o sforzare la voce.

Il miglioramento acustico ha comportato:

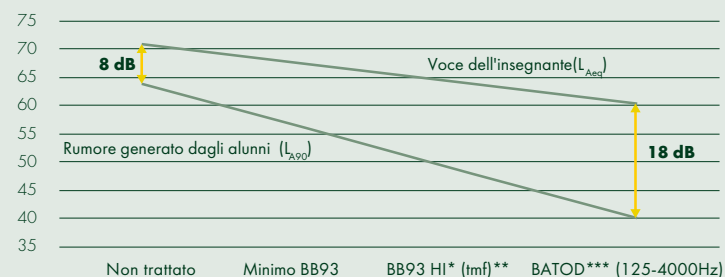
- Più discussioni in classe e durante i lavori di gruppo
- Insegnamento più efficiente e meno ripetizioni
- Livelli di stress ridotti per gli insegnanti

L'aumento dell'assorbimento acustico ha ridotto i livelli sonori

Un controsoffitto fonoassorbente riduce il livello sonoro complessivo. L'aggiunta di ulteriori sistemi fonoassorbenti alle basse frequenze riduce il rumore di fondo e migliora la chiarezza del parlato.



Il rumore in classe e il rapporto segnale/rumore hanno mostrato notevoli miglioramenti poiché l'acustica è stata adattata per soddisfare standard inclusivi



* Prestazioni superiori per non udenti. ** (Imf) frequenze medie totali; 500.1000.2000Hz. ***BATOD come raccomandato dalla British Association of Teachers of the Deaf.

Teoricamente i miglioramenti del TR avrebbero dovuto produrre una riduzione di soli 3 dB dei livelli sonori in classe. Tuttavia, i dati hanno mostrato che l'insegnante è stato in grado di parlare più silenziosamente di oltre 10 dB dopo la ristrutturazione acustica, perché il rumore di fondo generato dagli studenti era molto più basso.

Inoltre, anche il rapporto segnale/rumore (SNR) tra la voce dell'insegnante e il rumore generato dagli alunni è stato in grado di aumentare in modo vantaggioso di 10 dB (da 8-18 dB). Ciò significa che seguendo le raccomandazioni acustiche

è possibile ottenere il valore consigliato SNR di 15-20 dB, rendendo le condizioni di ascolto ideali per chi soffre di ipoacusia e per i bambini più piccoli¹⁷.

Un trattamento acustico ottimale aumenta il valore SNR e gli alunni necessitano di uno sforzo minore per capire l'insegnante, riducendo contemporaneamente il tono di voce e lo stress per l'insegnante.

Le aule con le prestazioni più elevate in termini di trattamento acustico comprese le basse frequenze sono state valutate come le migliori sia per parlare sia per ascoltare.

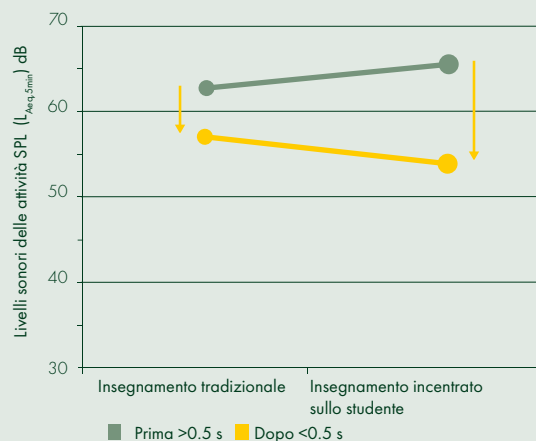
ACUSTICA MIGLIORATA

LAVORO DI GRUPPO COLLABORATIVO

Uno studio in Germania ha confrontato le aule con tempi di riverbero lunghi e brevi (TR). E' stata riscontrata una significativa riduzione dei livelli sonori nelle aule con tempi di riverberazione più brevi, anche in condizioni occupate e con studenti impegnati in diverse attività. I livelli sonori nella stanza trattata sono stati ridotti drasticamente con TR più brevi, consentendo:

- lavoro di gruppo collaborativo, perché le attività di apprendimento possono essere svolte con livelli sonori molto più bassi
- un livello più basso della voce da parte degli insegnanti, riducendo lo sforzo vocale
- riduzione dello stress da carico di lavoro grazie alla riduzione del rumore

Livelli sonori delle attività prima (verde) e dopo (giallo) i lavori di ristrutturazione: gli ambienti trattati hanno subito una riduzione dei livelli di rumorosità di 6 dB per la didattica tradizionale e di 13 dB per i lavori di gruppo



Una stanza trattata acusticamente è particolarmente vantaggiosa per il lavoro di gruppo perché più persone possono parlare contemporaneamente, ma in modo più silenzioso, e senza la necessità di competere in termini di sforzo vocale.

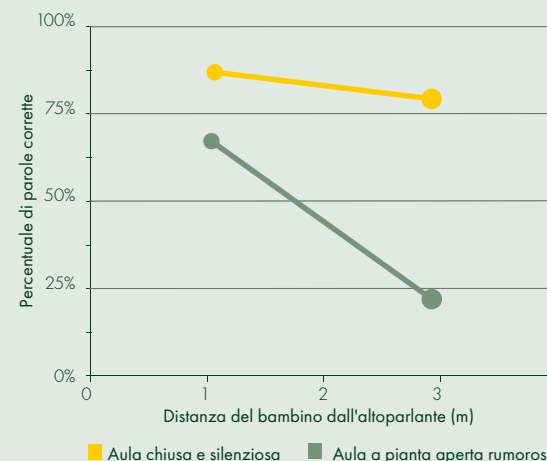
Compri 3dB di riduzione del suono e ne ricevi 10 gratis!-

DR G. TIESLER

AULE OPEN-PLAN

I ricercatori hanno confrontato i livelli di rumore in quattro tipi di scuole materne con diversi layout spaziali: uno chiuso e tre a pianta aperta di diverse dimensioni¹⁹.

Il rumore intrusivo è stato misurato per le attività silenziose (insegnamento tradizionale frontale) e rumorose (lavoro di gruppo) in tutte le aule. I livelli di rumore intrusivo aumentavano all'aumentare della dimensione dell'aula e il numero dei gruppi di classi, sia per le attività silenziose che per le attività rumorose.



Nelle aule open space più gli ascoltatori sono lontani dal relatore, maggiore è il numero di risposte errate.

Anche quando le classi open-plan circostanti erano impegnate in attività tranquille, i bambini posizionati in fondo all'aula a pianta aperta risultavano svantaggiati a causa dei livelli di rumore più elevati. Il diagramma sopra mostra che in un'aula tranquilla e chiusa, in assenza di rumore esterno, distrazione e disturbo, è possibile sentire anche nella parte posteriore della classe.

Negli spazi aperti, un altro fattore che contribuisce a ridurre l'intelligibilità del parlato è che l'ascoltatore è spesso più lontano dall'oratore. Al fine di mantenere l'intelligibilità del parlato buona nei progetti di spazi a pianta aperta, una tecnica potrebbe essere quella di raggruppare gli ascoltatori più vicini all'oratore al fine di ridurre la distrazione causata da suoni intrusivi provenienti da spazi adiacenti e gruppi di studenti.

RISPOSTE AL RUMORE NELLE AULE OPEN PLAN

Dopo aver esaminato diversi studi approfonditi²⁰ i ricercatori hanno concluso che i livelli sonori, durante le attività, non sono sempre superiori nelle aule open-plan rispetto alle aule chiuse.

Nonostante la convinzione comune che i livelli di rumore siano più elevati negli spazi aperti, i livelli di rumore sembrano essere abbastanza simili alle aule chiuse.

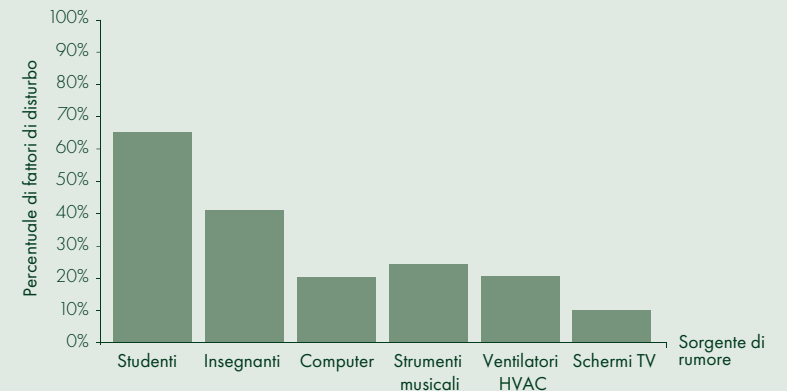


In alcuni casi, i livelli sonori sono risultati più alti in ambienti open-plan, tuttavia, in altri casi sono risultati inferiori. Ciò è probabilmente dovuto ai tempi di riverbero più bassi quale risultato di un maggiore assorbimento acustico e/o di un'adeguata gestione della classe.

Tuttavia, il rumore proveniente da altri studenti all'esterno della classe è spesso fonte di fastidio e disturbo in spazi open space sia nelle scuole primarie che secondarie. I bambini che studiano in un ambiente aperto sono particolarmente soggetti ad ascoltare discorsi irrilevanti e, in effetti, il discorso proveniente da aule adiacenti risulta nei sondaggi delle scuole a pianta aperta come il fattore di disturbo più comune²¹.

Tra i suoni più fastidiosi è emerso per il 65%, il rumore proveniente da altri studenti seguito dal rumore provocato dagli insegnanti.

Suoni che infastidiscono gli studenti nelle classi della scuola primaria a pianta aperta



I VULNERABILI PATISCONO MAGGIORMENTE IL RUMORE

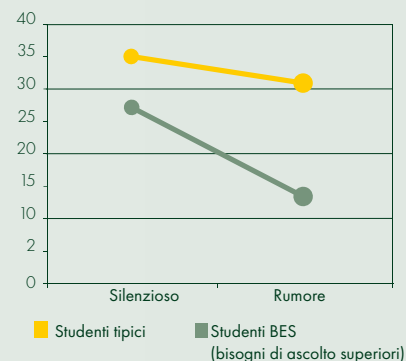
Nelle aule possono essere presenti un certo numero di studenti con bisogni speciali educativi (BES), che risultano fortemente influenzati dal rumore. Tra questi non vi sono solo problemi di udito ma anche problemi di attenzione e apprendimento in una seconda lingua. È interessante notare che il rumore influisce anche su chi è stanco o non si trova in condizioni ottimali di salute.

L'ipoacusia aumenta il rischio di stress e affaticamento e richiede uno sforzo maggiore durante l'ascolto, il che può mettere a rischio la capacità di un bambino di apprendere in un ambiente rumoroso e quindi comprometterne le prestazioni.

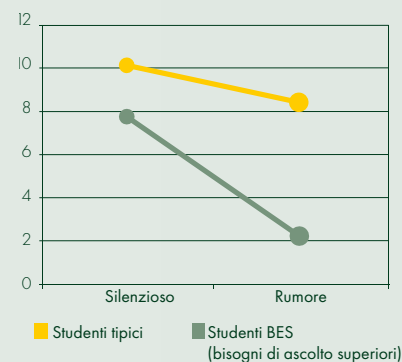
Per saperne di più, i ricercatori hanno confrontato le prestazioni tra bambini delle scuole primarie con BES e quelli senza BES in una serie di test tra cui quelli relativi all'alfabetizzazione e la velocità di elaborazione. I test sono stati realizzati in condizioni di quiete e in condizioni di rumore di 65 dB, un livello di rumore di fondo comune alla maggior parte delle classi valutate.

I risultati hanno mostrato che i bambini con BES risultavano maggiormente influenzati. È emerso anche che i punteggi dei test degli studenti con bisogni supplementari peggiorano quando l'ambiente è rumoroso.

Punteggi test di matematica in condizioni rumorose e silenziose



Punteggi test in inglese in condizioni rumorose e silenziose



STANDARD PER STUDENTI CON DIFFICOLTA' UDITIVE

CRITERI DI INCLUSIONE

Gli studenti con bisogni di ascolto aggiuntivi/BES sono vulnerabili ad ambienti sonori complessi, ma frequentano scuole tradizionali che spesso non sono ottimizzate per la loro esperienza didattica. Le politiche e le raccomandazioni di inclusione sono quindi pensate per supportarne l'apprendimento in questi ambienti.

Gli studenti con bisogni di ascolto aggiuntivi includono comunemente quelli con perdita dell'udito e problemi cognitivi, ma anche quelli che apprendono in una lingua diversa dalla loro lingua madre. Anche gli studenti affetti da autismo risultano vulnerabili, e impattati da rumore con implicazioni sul loro comportamento in aula²².

Un elenco completo di gruppi con esigenze di ascolto aggiuntive include:

- Insufficienza uditiva neurosensoriale/conduittiva permanente
- Insufficienza uditiva conduttiva fluttuante (causata da raffreddore, infezioni alle orecchie, ecc.)
- Discorso, linguaggio e difficoltà di comunicazione
- Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività (ADHD)
- Disturbo dell'elaborazione uditiva (APD)
- Spettro autistico (ASD)
- Studenti che apprendono in una lingua diversa dalla loro lingua madre

Per consentire un apprendimento inclusivo, è necessaria una ottimale intelligibilità del parlato. È importante che gli standard riconoscano l'importanza del controllo del riverbero alle basse frequenze per gli ascoltatori sensibili.

Tutte le raccomandazioni per gli studenti con esigenze di ascolto aggiuntive comportano benefici anche per il resto di studenti e per insegnanti, poichè contribuiscono a creare un ambiente sonoro migliore per tutti.

Oltre ai gruppi BES citati, è importante ricordare che la classe è composta anche da bambini più piccoli con sistema uditivo in via di sviluppo. Questi necessitano di un rapporto segnale/rumore (SNR) più elevato per poter sentire la voce dell'insegnante al di sopra del rumore di fondo^{9,18}.

Di seguito, un riepilogo degli standard del Regno Unito (BB93⁷ e BATOD⁸) per il rumore e il riverbero nelle aule SEN (Special Educational Need)

Criteri acustici - esigenze di ascolto aggiuntive	BB93 (2015)* BATOD**	
	Nuova costruzione	Ristrutturazione
Livello di rumore ambientale interno*	≤ 30 dBA	≤ 35 dBA
Tempo di riverberazione*	≤ 0.4s, per una media da 125 Hz a 4000 Hz in bande d'ottava	
Rapporto segnale-rumore**	>20 dB, 125 Hz - 750 Hz	
	>15 dB, 750 Hz - 4000 Hz	

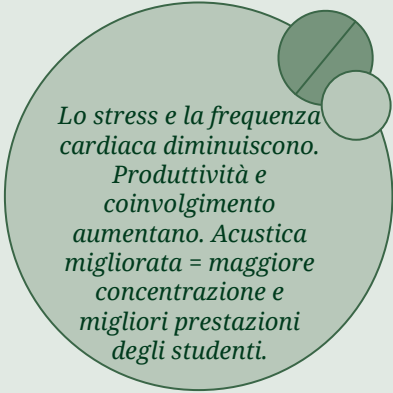


CONCLUSIONI

Al fine di fornire ambienti di lavoro e di apprendimento adeguati che supportino lo sviluppo del processo di apprendimento, comprese le competenze critiche del 21° secolo, un ambiente salubre ed ottimale risulta fondamentale.

Riteniamo che questa sintesi derivante da numerose ricerche possa fornire informazioni e la consapevolezza necessarie per il miglioramento degli ambienti acustici. Riteniamo che l'acustica sia una componente chiave per insegnanti e studenti, per la loro salute e benessere generali durante le attività di insegnamento e apprendimento. Una buona acustica può supportare gli aspetti critici di una cultura positiva. Il risultato è una maggiore interazione e coinvolgimento per tutti.

Le scuole progettate con una buona acustica consentono a tutti di comunicare più facilmente. La pratica di condividere conoscenze e idee si trasforma in un'esperienza più produttiva. Ci sarebbero numerosi benefici se gli insegnanti fossero in grado di rimanere concentrati sull'insegnamento invece di controllare il rumore e le interruzioni, mentre gli studenti avrebbero più tempo per imparare.



Lo stress e la frequenza cardiaca diminuiscono. Produttività e coinvolgimento aumentano. Acustica migliorata = maggiore concentrazione e migliori prestazioni degli studenti.

Le testimonianze degli insegnanti degli studi^{5,14} con un'acustica migliorata rivelano:

- Significativo miglioramento delle condizioni di lavoro sia per il personale che per gli studenti, descrivendo i miglioramenti come un ambiente sonoro più silenzioso e calmo
- Migliore comportamento e comprensione in aula
- Livelli di stress più bassi per gli insegnanti, in particolare quelli con meno esperienza
- Gli studenti con problemi di udito partecipano alle lezioni in condizioni migliori

Per approfondire il tema sull'impatto dell'acustica negli ambienti educativi, consulta il nostro blog internazionale sull'acustica (www.acousticbulletin.com).

REFERENZE NUMERATE, SECONDO AUTORE, TITOLO , DATA:

1. Schönwälder, H.-G., Berndt, J., Ströver, F., Tiesler, G. Professional stress and strain in teachers (in German), Schriftenreihe der BAuA, Fb 989, NW-Verlag, Bremerhaven, Germany. 2003.
2. Comins, D. Survey of UK voice clinics 2001/2. Voice Care Network UK. 2002.
3. Smith, E., Lemke, J., Taylor, M., Kirchner, H. L., & Hoffman, H. Frequency of voice problems among teachers and other occupations. *Journal of voice*, 12(4), 480-488. 1998.
4. Shield, B. M., and J. E. Dockrell. "The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children." *The Journal of the Acoustical Society of America* 123(1). 2008.
5. Canning & James. The Essex study - Optimising classroom acoustics for all. 2012.
6. McKenzie & Airey. Classroom acoustics, a research project - Summary report. 1999.
7. Department for Education. Building Bulletin 93 - Acoustic design of schools: performance standards. Education Funding Agency, London, 2015
8. British Association of Teachers of the Deaf (2001) Classroom acoustics - recommended standards. BATOD Magazine, January 2001.
9. Bradley, J. S., & Sato, H. The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(4), 2078-2086. 2008.
10. Shield, B., Conetta, R., Dockrell, J., Connolly, D., Cox, T., & Mydlarz, C. A survey of acoustic conditions and noise levels in secondary school classrooms in England. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(1), 177-188. 2015.
11. Shield, B., Connolly, D., Dockrell, J., Cox, T., Mydlarz, C., & Conetta, R. The impact of classroom noise on reading comprehension of secondary school pupils. In *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 40, 236-244. 2018.
12. Smith, E., Gray, S. D., Dove, H., Kirchner, L., & Heras, H. Frequency and effects of teachers' voice problems. *Journal of voice*, 11(1), 81-87. 1997.
13. Roy, N., Merrill, R.M., Thibeault, S. Parsa, R. A., Gray, S. D., & Smith, E. M. Voice disorders in teachers and the general population: effects on work performance, attendance, and future career choices. *Journal of Speech, Lang and Hearing Research*, 47. 2004.
14. Tiesler, G. Communication Behaviour and Workload of Students and Teachers in Highly Absorbent Classrooms. In *Proceedings of Euronoise*. 2018.
15. Brumm, H., & Zollinger, S. A. The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. *Behaviour*, 148(11-13), 1173-1198. 2011.
16. Klatte, M., Hellbrück, J., Seidel, J., & Leistner, P. Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children. 2009.
17. Astolfi, A., Bottalico, P., & Barbato, G. Subjective and objective speech intelligibility investigations in primary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(1), 247-257. 2012.
18. Yang, W., & Bradley, J. S. Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(2), 922-933. 2009.
19. Mealings, K. T., Demuth, K., Buchholz, J. M., & Dillon, H. The effect of different open plan and enclosed classroom acoustic conditions on speech perception in Kindergarten children. 2015.
20. Shield, B., Greenland, E., & Dockrell, J. Noise in open plan classrooms in primary schools: A review. *Noise and Health*, 12(49), 225. 2010
21. Greenland, E. E. (2009). *Acoustics of open plan classrooms in primary schools* (Doctoral dissertation, London South Bank University). 2009.
22. Kanakri, S. M., Shepley, M., Tassinary, L. G., Varni, J. W., & Fawaz, H. M. Observational study of acoustics design and repetitive behaviors on children with autism. 2017.

Ecophon è un fornitore leader di soluzioni acustiche per ambienti interni che migliorano le prestazioni lavorative e la qualità della vita. Crediamo nella differenza che il suono può fare nella nostra vita quotidiana e siamo appassionati sostenitori dell'importanza dell'acustica degli ambienti confinati per il benessere delle persone, qualunque sia lo spazio, attività o necessità. Creare un effetto sonoro sulle persone è il principio che guida tutto ciò che facciamo. Il nostro impegno è senza compromessi per pratiche sostenibili trasparenti. Facciamo parte del Gruppo Saint-Gobain, la cui missione è rendere il mondo una casa migliore.



Ecophon
SAINT-GOBAIN