Tav. 22

studiopirronti

Francesco Pirronti ingegnere

Nicola Pirronti ingegnere edile-architetto

via Piave, 4 - 70121 Andria * tel. [illegible]

e-mail: [illegible]@studiopirronti.it

Proprietà :

GERMANI PIRRONTI ed altri

COMUNE DI ANDRIA

Piano Urbanistico Esecutivo per STRALCI FUNZIONALI "OSPEDALETTO"

COMPARTO C3/24 - VIA Q. ENNIO, VIA SAFFO E VIA PITAGORA

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

INDICE

1 PREMESSA

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3 METODO DI VERIFICA

4 UBICAZIONE DELL'AREA E LIMITI ACUSTICI

5 TECNICA DI RILEVAMENTO E MISURA DEL CLIMA ACUSTICO

6 APPARECCHIATURA UTILIZZATA NELLA MISURA

7 MODELLI PREVISIONALI DEL RUMORE

8 DESCRIZIONE DELLA COSTRUZIONE E REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

9 RIFERIMENTI NORMATIVI

10 DEFINIZIONI E CENNI TEORICI

11 REQUISITI MINIMI DI LEGGE

12 CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DELLE STRUTTURE IN RELAZIONE AL DPCM 5/12/97

13 CONCLUSIONI

1 Premessa

Il presente elaborato riguarda la valutazione previsionale di clima acustico per l'attuazione del Piano Urbanistico Esecutivo della maglia tipizzata C3/24 dal PRG del Comune di Andria. Il Piano di Lottizzazione che ci occupa interessa le aree libere ubicate nella zona urbanizzata a nord-est della Città di Andria e più precisamente si riferisce al comparto parzialmente edificato delimitato dalle vie Quinto Ennio, Saffo, Pitagora e zona omogenea D2/2 avente superficie complessiva di mq 17.825,62.

La valutazione previsionale del clima acustico è obbligatoria ai sensi dell'articolo 8 comma 3 della Legge quadro 447/95 per la realizzazione di insediamenti residenziali prossimi alle opere per cui è richiesta la documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art 4 comma 2 della citata legge quadro e cioè:

- aeroporti;
- strade:
  - a) A autostrade,
  - b) B strade extra urbane principali,
  - c) C strade extra urbane secondarie,
  - d) D strade urbane di scorrimento,
  - e) E strade urbane di quartiere,
  - f) F strade locali.
- discoteche;
- circoli privati e pubblici esercizi dove sono installati macchinari rumorosi;

- impianti sportivi e ricreativi;
- ferrovie e altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

La realizzazione di un insediamento residenziale in prossimità di una strada pubblica rende dunque obbligatoria la redazione della valutazione previsionale del clima acustico in conformità a quanto previsto relativamente alle fasce di pertinenza stradali individuate dal DPR 142/2004, che fissa i livelli di rumore massimi consentiti all'interno di tali fasce (eccetto i limiti per le strade di tipo E ed F definiti dai comuni), la cui estensione varia dai 250 metri (a partire dal confine stradale) per le strade di tipo A ai 30 metri per le strade di tipo F.

Per clima acustico si intendono le condizioni sonore esistenti in una determinata porzione di territorio, derivanti dall'insieme di tutte le sorgenti sonore misurabili nella stessa zona.

La previsione deve verificare la compatibilità dell'opera in progetto con le condizioni acustiche al contorno, verificando che l'opera stessa non vada a modificare sostanzialmente la situazione acustica esistente.

Nella fattispecie non risultano essere presenti le altre tipologie specificate nel citato articolo 8 comma 3, che sono tutte comunque fonte di rumore significativo come gli aeroporti, le discoteche, i circoli privati, i bar e i negozi dove siano previste apparecchiature rumorose, gli impianti sportivi e ricreativi e i tracciati ferroviari.

Non risultano essere presenti, nelle immediate vicinanze, nemmeno attività produttive e/o insediamenti industriali.

2 Normativa di riferimento

La Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n. 447/95

In Italia lo strumento legislativo di riferimento per le valutazioni di clima acustico è la *Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico* n. 447 del 26 ottobre 1995.

In essa si forniscono indicazioni per le valutazioni di clima acustico e la predisposizione di piani di risanamento; si fissano le sanzioni amministrative per il superamento dei limiti e si indicano gli organismi preposti al controllo. In particolar modo, con l'art. 8, comma 3, è fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree destinate alla realizzazione di nuovi insediamenti residenziali, prossimi alle opere indicate al comma 2: la presente relazione è quindi stata redatta ai sensi dell'art. 8, comma 3 della suddetta Legge che prevede una valutazione previsionale del clima acustico per nuovi edifici residenziali prossimi a

strade di tipo A-F, secondo la classificazione del *D.Lgs 30 aprile 1992 n. 285.* Un Decreto attuativo della Legge 447/95 di interesse per la specifica valutazione è il *D.P.C.M. 14/11/97 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*. Tale norma consente ai Comuni di svolgere attività di pianificazione e programmazione sul proprio territorio secondo le modalità previste dalla Legge Quadro.

Sono indicati:

- **i valori limite di emissione**, riferiti alle sorgenti fisse;
- **i valori assoluti di immissione**, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti (non applicabili all'interno delle rispettive fasce di pertinenza di infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali). Tali valori riguardano le classi di destinazione d'uso del territorio che devono essere adottate dai Comuni per gli artt. 4 (comma 1 lettera a) e 6 (comma 1 lettera a) della Legge Quadro 447/95 (tab. 1).
- **i valori limite differenziali di immissione.**

I valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio sono riportati nella tabella 2.

Tab. 1: Classificazione del territorio comunale.

CLASSE I: aree particolarmente protette Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II: aree destinate ad uso prevalentemente residenziale Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
CLASSE III: aree di tipo misto Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
CLASSE IV: aree di intensa attività umana Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
CLASSE V: aree prevalentemente industriali Aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
CLASSE VI - aree esclusivamente industriali Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tab. 2: Limiti massimi del livello equivalente di immissione, espressi in dB(A) in funzione delle classi di destinazione d'uso del territorio.

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO	TEMPO DI RIFERIMENTO	
	Diurno (6:00- 22:00)	Notturno (22:00 - 6:00)
CLASSE I: aree particolarmente protette	50	40
CLASSE II: aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
CLASSE III: aree di tipo misto	60	50
CLASSE IV: aree di intensa attività umana	65	55
CLASSE V: aree prevalentemente industriali	70	60
CLASSE VI - aree esclusivamente industriali	70	70

In mancanza di zonizzazione acustica del territorio comunale definitiva e approvata, la L.Q. 447/95 prevede di considerare, per l'applicazione dei limiti, quanto riportato in via transitoria nel ***D.P.C.M. del 1 marzo 1991*** *Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*, art. 6 (tab. 3).

Tab. 3: Limiti massimi del livello equivalente (in dB(A)) in funzione delle classi di destinazione d'uso del territorio.

ZONA	TEMPO DI RIFERIMENTO	
	Diurno (6:00- 22:00)	Notturno (22:00 - 6:00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A* (le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi)	65	55
Zona B* (le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A: si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq)	60	50
Zona esclusivamente industriali	70	70

* Decreto interministeriale 2 aprile 1968, n. 1444, art. 2

Il Decreto Ministeriale Ambiente 16 marzo 1998

"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

All'interno del decreto sono indicate le caratteristiche della strumentazione di misura e le modalità

di misura sia in ambienti aperti che in ambienti confinati (allegati *A* e *B*). In allegato *D*, invece, è indicata la modalità di presentazione dei risultati.

Il Decreto del Presidente della Repubblica 30/03/2004 n. 142

"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare"

A norma dell'articolo 11 della *Legge 26 ottobre 1995, n. 447*, stabilisce norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali tipo:

- autostrade;
- strade extra-urbane principali;
- strade extra-urbane secondarie;
- strade urbane di scorrimento;
- strade urbane di quartiere;
- strade locali.

Le disposizioni fornite dal decreto si applicano:

- alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede ed alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
- alle infrastrutture di nuova realizzazione.

Gli artt. 3, 4 e 5 definiscono rispettivamente le fasce di pertinenza acustica ed i limiti di immissione per le infrastrutture stradali: per le strade esistenti, si riportano i valori di riferimento in tabella 4.

Tab. 4 Fasce di pertinenza acustica e limiti di immissione per strade esistenti ed assimilabili.

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		100 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		100 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		100 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella D allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14/11/1997

"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 05/12/1997

"Requisiti acustici passivi degli edifici".

Il Decreto del Presidente della Repubblica 18/11/1998 n.459

"Regolamento recante norme di esecuzione dell'artico/o 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".

Legge Regionale n° 3, del 12 febbraio 2002

"Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico".

3 Metodo di verifica

La valutazione previsionale del clima acustico è un documento tecnico che viene richiesto e redatto in fase di progettazione dell'opera, ovvero durante l'iter amministrativo di concessione o autorizzazione, allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, un'area sulla quale si preveda la realizzazione di strutture edilizie e di aree attrezzate per attività suscettibili di particolare tutela, e di valutarne la compatibilità con la situazione acustica esistente.

Per clima acustico si intende l'insieme dei livelli di rumore riferiti agli intervalli di tempo indicati dalla normativa vigente che caratterizzano in modo sistematico e ripetitivo la rumorosità del territorio indagato. La valutazione deve essere riferita a tutta l'area sulla quale sarà realizzata la nuova opera.

Nel caso in cui l'opera in progetto determinasse una alterazione dei livelli di rumorosità che caratterizzano il clima acustico preesistente, la valutazione dovrà considerare anche questo ultimo aspetto (ad esempio gli effetti generati dal traffico veicolare indotto o dalle installazioni impiantistiche previste dal progetto) e quindi si dovrà stabilire se il clima acustico dell'area risulta idoneo alla realizzazione dell'opera ed al suo pieno utilizzo nel rispetto dei valori limite di immissione sia assoluti che differenziali e dei limiti di emissione. In particolare si valuterà dapprima la classe della zona e che la stessa sia compatibile con la residenza e successivamente si effettueranno i rilievi fonometrici della zona.

Se i rilievi fonometrici e la previsione acustica (traffico/viabilità) saranno inferiori alla classe prevista allora il fabbricato potrà essere realizzato in conformità al D.P.C.M. 5/12/1997 senza altri accorgimenti, mentre se i rilievi e la previsione acustica saranno superiori alla classe prevista allora dovranno essere previste tutte le opere di barriera al rumore e di bonifica acustica necessarie per portare i valori al di sotto della classe prevista.

Nel caso di specie le aree oggetto di attuazione del Piano Urbanistico Esecutivo confinano con le vie Quinto Ennio, Saffo, Pitagora classificate come tipo F (strade locali). Ad una distanza minima di circa 800 mt è presente una strada di tipo B (strade extra urbane principali) ovvero la Tangenziale di Andria. Attualmente la zona destinata alla nuova edificazione è libera da qualsiasi costruzione.

4 Ubicazione dell’area e limiti acustici

Le costruzioni in oggetto saranno realizzate su un’area di superficie complessiva pari a mq 17.825,62 identificata dal PRG del Comune di Andria come maglia C3/24.

La proposta progettuale individua 23 lotti edificatori all'interno di ognuno dei quali è prevista la

realizzazione di ville unifamiliari, singole o a schiera, composte da piano cantinato, piano rialzato, sottotetto non abitabile e spazi verdi pertinenziali.

Tutti gli immobili saranno destinati a civile abitazione e saranno realizzati secondo le dimensioni e i volumi riportati nelle tavole di piano.

Il Comune di Andria ha provveduto ad effettuare la zonizzazione acustica del territorio comunale e la zona in oggetto risulta essere di classe III ovvero aree di tipo misto e quindi i limiti sono di **60 dB(A)** per il periodo diurno e di **50 dB(A)** per il periodo notturno.

CLASSE III - aree di tipo misto:

Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

5 Tecnica di rilevamento e misura del clima acustico

Le misurazioni puntuali sono state effettuate al centro del lotto mediante monitoraggio in continuo per 24h, così come previsto dal D.M. 16.03.98 per la valutazione del traffico veicolare.

Le misurazioni per il periodo diurno hanno dato un valore di **53.5 dB(A)**, mentre per il periodo notturno il valore è risultato essere di **39.5 dB(A)**.

Non è stata rilevata la presenza di componenti tonali o eventi impulsivi durante il tempo di misura.

Le misure sono state eseguite al centro dell'area interessata dalle nuove costruzioni con il microfono posizionato ad una altezza di circa 2 mt.

Il rilievo è iniziato alle ore 8.00 del 08/03/2019 ed è terminato il giorno successivo alla stessa ora.

Trattandosi di misurazioni parzialmente non presidiate non possono essere esclusi a priori dal computo totale del livello equivalente tutti gli eventi atipici avvenuti nel corso della rilevazione.

Da una indagine previsionale effettuata, è possibile stimare che non vi sarà alcun aumento del traffico veicolare e comunque, in virtù dell'esiguo numero di unità abitative di prossima realizzazione, il volume di traffico risulterà ininfluente restando simile rispetto a quello attualmente presente e lasciando dunque il clima acustico già presente all'interno della zona di costruzione pressoché invariato.

Dai valori rilevati si nota quindi un sostanziale rispetto dei limiti di zona per la classe di appartenenza sia per il tempo di riferimento diurno sia per quello notturno.

6 Apparecchiatura utilizzata nella misura

Il fonometro utilizzato è di classe 1 conforme alle norme vigenti:

Fonometro Integratore – 01dB tipo SOLO matricola n. 61756

Preamplificatore Microfonico – tipo PRE21S matricola n. 15000

Microfono – tipo MCE212 matricola n. 103435

Calibratore acustico – Delta OHM tipo HD 9101 Class 1 matricola n. 02010639

Software – 01 dB Software

All’inizio ed al termine dei rilievi è stata effettuata la calibrazione rilevando una differenza non superiore a 0,1 dB dal valore nominale del calibratore.

7 Modelli previsionali del rumore

La valutazione previsionale del livello di rumore immesso nell'area circostante da una sorgente particolare può essere effettuata mediante l'ausilio di specifici codici di calcolo relativi alla propagazione del suono in ambienti aperti. La metodologia adottata da suddetti codici per la stima del livello di rumore in un dato punto tiene conto del fatto che la propagazione del suono segue leggi fisiche in base alle quali è possibile valutare l'attenuazione della pressione sonora o dell'intensità acustica a varie distanze dalla sorgente stessa

A tale proposito, le norme ISO 9613-1/93 e 9613-2/96 stabiliscono una metodologia che consente, con una certa approssimazione, di valutare tale attenuazione tenendo conto dei principali parametri che influenzano la propagazione: divergenza delle onde acustiche, presenza del suolo, dell'atmosfera, di barriere ed altri fenomeni.

Esistono diversi modi di schematizzare la generazione e la propagazione del suono:

a) si può considerare che la potenza sonora emessa sia concentrata in sorgenti puntiformi, in genere omnidirezionali. In tal caso, per ciascuna sorgente la potenza sonora si distribuisce su una sfera o una semisfera; nella propagazione del suono si ha quindi una riduzione dell'intensità acustica proporzionale all'inverso del quadrato della distanza. Il livello di pressione sonora LP prodotto a distanza r da una data sorgente di potenza sonora LW, nel caso di propagazione sferica, è dato da:

Lp = LW + DI – 20 log(r) – 11 (propagazione sferica)

Il termine 20 log(r) rappresenta l'attenuazione dovuta alla divergenza sferica delle onde, mentre DI esprime in dB (rispetto ad una direzione di riferimento) il fattore di direttività Q della sorgente. Questo termine può essere trascurato quando gli effetti della direzionalità della sorgente vengono mascherati dalla presenza di fenomeni di diffusione prodotti da oggetti e superfici presenti nel campo sonoro. Nel caso di propagazione semisferica, come si verifica quando una sorgente sonora è appoggiata su un piano riflettente, si ha:

Lp = LW + DI – 20 log(r) – 8 (propagazione semisferica)

b) si può considerare che la potenza sonora emessa sia concentrata in una o più sorgenti lineari, corrispondenti alla mezzeria delle aree considerate, qualora lo sviluppo della sorgente sia maggiore in lunghezza rispetto a quello in larghezza.

In tal caso, la potenza sonora si distribuisce su una superficie cilindrica o semicilindrica; la riduzione dell'intensità acustica è proporzionale all'inverso della distanza:

Lp = LW – 10 log(r) – 8 (propagazione cilindrica)

Lp = LW – 10 log(r) – 5 (propagazione semicilindrica)

In realtà il livello di pressione sonora è influenzato anche dalle condizioni ambientali e dalla direttività della sorgente per cui le equazioni precedenti assumono una forma più complessa. Ad esempio, con riferimento a sorgenti puntiformi (propagazione sferica), si ottiene:

Lp = LW +DI -20 log(r)-A-11

dove A, l'attenuazione causata dalle condizioni ambientali, è dovuta a diversi contributi:

A1 = assorbimento del mezzo di propagazione;

A2 = presenza di pioggia, neve o nebbia;

A3 = presenza di gradienti di temperatura nel mezzo e/o di turbolenza (vento);

A4 = assorbimento dovuto alle caratteristiche del terreno e alla eventuale presenza di vegetazione;

A5 = presenza di barriere naturali o artificiali.

Nel caso in cui si debba studiare l'impatto acustico di una o più sorgenti, è possibile impiegare per la stima della propagazione del rumore in ambiente esterno noti programmi di calcolo, che impiegano i modelli previsionali citati in precedenza.

Il software impiegato nel caso presente è della ditta 01 dB, sviluppato in ambiente operativo 'Windows" e dedicato specificamente all'acustica previsionale. Esso permette la modellizzazione acustica in accordo con le principali linee-guida esistenti in Europa e nel mondo, tra cui appunto la ISO 9613 utilizzata nel presente elaborato.

8 Descrizione della costruzione e requisiti acustici passivi

Vengono esaminati unicamente gli elementi costruttivi interessati dall'intervento di realizzazione della villa unifamiliare per civile abitazione. In questo caso vengono esaminate le seguenti strutture:

- le facciate del fabbricato, compresi i serramenti;
- il solaio di copertura.

Il solaio interpiano non viene considerato in quanto entrambi i livelli (piano terra e primo piano) appartengono alla stessa unità immobiliare e inoltre il piano primo non è adibito a civile abitazione.

La procedura prevede, come dati di partenza, le prestazioni teoriche di laboratorio dei sopracitati elementi costruttivi fondamentali.

Si prosegue con l'adeguamento/incremento delle prestazioni di cui sopra con l'aggiunta, quando necessario, di materiali fono isolanti e/o di elementi elastici, ricalcolando le prestazioni teoriche di laboratorio di questi nuovi elementi costruttivi.

L'ultimo passo prevede la stima delle prestazioni raggiungibili in opera, tenendo conto delle condizioni al contorno, utilizzando la procedura prevista dalla norma UNI EN 12354.

9 Riferimenti normativi

Legge nr.447 del 26 ottobre 1995 – "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997 – "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 – "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

Legge Regionale 10 maggio 1999, nr.21 – "Norme in materia di inquinamento acustico".

UNI EN 12354 – Acustica in edilizia – "valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti: parte 1, isolamento del rumore per via aerea tra ambienti; parte 2, isolamento acustico al calpestio tra ambienti; parte 3, isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea".

UNI EN ISO 717-1 – Acustica: "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio; isolamento acustico per via aerea".

UNI EN ISO 717-2 – Acustica: "Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio; isolamento acustico del rumore di calpestio".

10 Definizioni e cenni teorici

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

1. il **tempo di riverberazione (T)**, definito dalla norma ISO 3382: 1975;
2. il **potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R)**, definito dalla norma EN ISO 140-5: 1996;
3. **l'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$)**, definito da:

$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T0$

dove: $D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$ è la differenza di livello:

$L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;

L_2 è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

Le misure dei livelli Li devono essere eseguite in numero di n **per ciascuna banda di terzi di ottava**.

Il numero n è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo del volume dell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di n è cinque; T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente in secondi; T0 è il tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0,5 s;

4. il **livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (L_n)** definito dalla norma EN ISO 140-6: 1996;

5. **L_{ASmax}:** livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow;

6. **LAeq:** livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

Gli **indici di valutazione** che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

a. **indice del potere fonoisolante apparente di ripartizioni fra ambienti (R_W)** da calcolare secondo la norma UNI 8270: 1987, Parte 7^, paragrafo 5.1;

b. **indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,W}$)** da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.;

c. **indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ($L_{n,W}$)** da calcolare secondo la norma UNI 8270: 1987, Parte 7^, paragrafo 5.2.

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici NON deve superare i seguenti limiti:

a) **35 dB(A) L_{ASmax}** con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento **discontinuo**;

b) **25 dB(A) LAeq** per i servizi a funzionamento **continuo**.

Le misure di livello devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato.

Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Tabella A: CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

La categoria evidenziata in celeste è quella relativa al caso di specie.

Tabella B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tab. A	Rw(*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	LAeq

1. D	**55**	**45**	**58**	**35**	**25**
2. A, C	**50**	**40**	**63**	**35**	**35**
3. E	**50**	**48**	**58**	**35**	**25**
4. B, F, G	**50**	**42**	**55**	**35**	**35**

La categoria evidenziata in celeste è quella relativa al caso di specie.

(*) Valori di Rw riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Facendo riferimento allo schema di trasmissione, diretta e per fiancheggiamento, tra due ambienti adiacenti, di figura 1, l'indice del potere fono isolante apparente è dato da:

$$R'_w = -10\lg\left(10^{\frac{-R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Df,w}}{10}} + \sum_{f=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Df,w}}{10}} + \sum_{F=1}^{n} 10^{\frac{-R_{Fd,w}}{10}}\right) \text{(dB)}$$

L'indice di valutazione RDd,w è l'indice del potere fonoisolante per trasmissione diretta; gli indici di valutazione RFf,w , RDf,w , RFd,w , sono gli indici di valutazione del potere fonoisolante per trasmissione laterale di tutti i singoli percorsi diretti ed indiretti possibili fra i due ambienti, dove n è il numero degli elementi laterali (in genere 4) rispetto all'elemento di separazione.

Percorsi delle trasmissioni diretta e laterale di rumori aerei

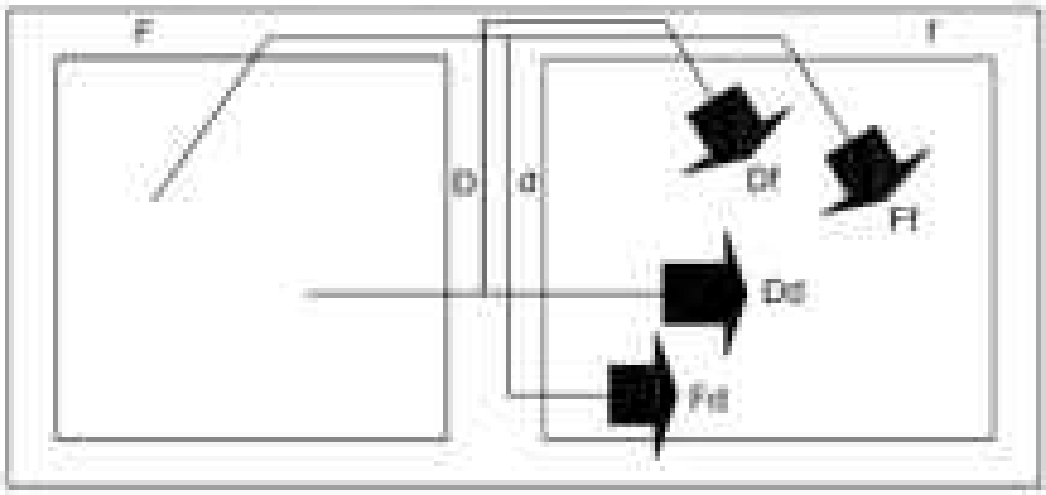


Figura 1: Schema dei percorsi delle trasmissioni di rumori aerei per via diretta e per fiancheggiamento tra due ambienti adiacenti.

Pertanto per determinare R'w occorre calcolare l'indice di valutazione del potere fonoisolante per trasmissione laterale, Rij,w , di ogni singolo percorso di trasmissione sonora; questo può essere fatto con la seguente formula:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\lg\frac{S_s}{l_0 l_{ij}} \text{ (dB)}$$

Dove:

i simboli (i) e (j) generalizzano i simboli (D), (d), (F) e (f) usati nella precedente espressione;

Ri,w è l'indice di valutazione del potere fono isolante della struttura (i), in decibel (dB);

Rj,w è l'indice di valutazione del potere fono isolante della struttura (j), in decibel (dB);

ΔRij,w è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fono isolante dovuto all'apposizione di strati addizionali di rivestimento alle strutture omogenee (i) e (j) lungo il percorso (ij); se lungo il percorso (ij) si trovano due strati addizionali si somma il valore maggiore con la metà del minore (ΔRij,w = ΔRi,w + ΔRj,w/2 con ΔRj,w < ΔRi,w);

Kij è l'indice di riduzione delle vibrazioni prodotto dal giunto (ij), in decibel (dB);

Ss è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadrati (m2);

l0 è la lunghezza di riferimento, pari a 1 metro;

lij è la lunghezza del giunto (ij), in metri (m).

Calcolato così i valori di Rij,w si può calcolare infine il valore dell'indice di valutazione del potere fono isolante apparente R'w.

Sulla base di questo indice (R'w) è possibile determinare altre grandezze pertinenti per la caratterizzazione delle prestazioni acustiche dell'edificio nella trasmissione per via aerea del suono tra ambienti adiacenti. In particolare è possibile determinare l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, D2m,nT,w, mediante la seguente formula:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{ts} + 10\lg\left[V/(6T_0S)\right]$$

R'w si calcola in funzione delle grandezze pertinenti dei componenti (prodotti) e cioè dei singoli elementi che compongono la parte di facciata corrispondente all'ambiente interno, considerando anche i "piccoli elementi" quali prese d'aria, ventilatori, condotti elettrici.

L'apporto energetico dovuto alla trasmissione laterale è considerato globalmente ed espresso dal fattore K.

$$R'_w = -10\lg\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{S}\cdot 10^{\frac{-R_w}{10}} + \sum_{i=1}^{n}\frac{A_0}{S}\cdot 10^{\frac{-D_{n,e,w}}{10}}\right] - K$$

Dove:

Rwi è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento (i), in decibel (dB);

Si è l'area dell'elemento (i), in metri quadrati (m2);

S è l'area totale della facciata, vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi), in metri quadrati (m2);

Dne,wi è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente del "piccolo elemento" (i), in decibel (dB);

K è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale pari a 0, per elementi di facciata non connessi, e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi;

A0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento.

ΔLfs è il termine correttivo che tiene conto della forma della facciata.

V è il volume del locale ricevente, in metri cubi (m3);

T0 è il tempo di riverberazione di riferimento per appartamenti, assunto pari a 0,5 secondi.

L'indice di riduzione delle vibrazioni, Kij, che nel modello si assume indipendente dalla frequenza, esprime la resistenza alla trasmissione delle vibrazioni strutturali da un elemento costruttivo a quello adiacente (complanare o perpendicolare), resistenza che si verifica in corrispondenza del giunto fra gli stessi elementi.

L'indice di riduzione delle vibrazioni, Kij, può essere calcolato per i più comuni tipi di giunzioni in funzione delle masse per unità di area degli elementi connessi dalla giunzione attraverso relazioni riportate nel prospetto di figura 2 (Appendice E – UNI EN 12354-1).

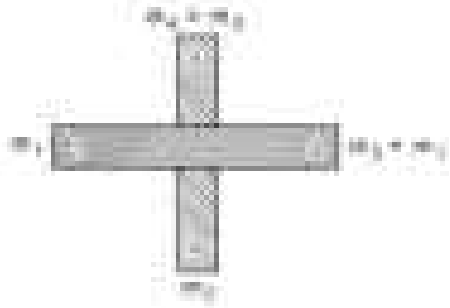
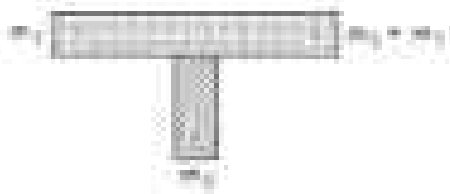
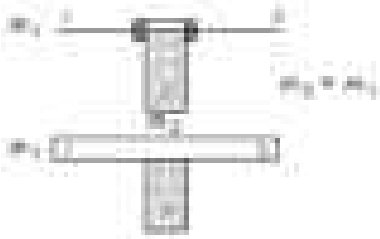
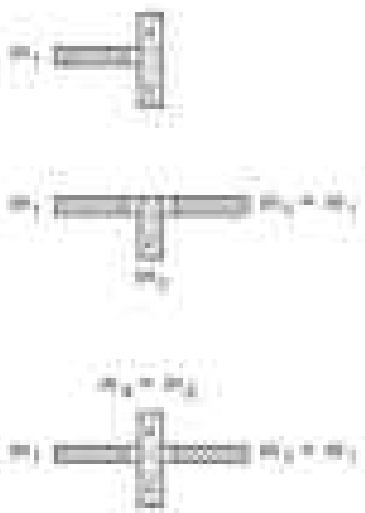
Il calcolo di Kij è effettuato in funzione del logaritmo decimale del rapporto M fra le masse per unità di area delle pareti collegate ad angolo retto fra di loro in corrispondenza del giunto:

$$M = \lg (m'_{\perp} / m')$$

Dove:

m'i è la massa per unità di area dell'elemento i nel percorso ij, in chilogrammi al metro quadrato (kg/m2);

m'⊥i è la massa per unità di area dell'altro elemento che costituisce la giunzione perpendicolare all'elemento, in chilogrammi al metro quadrato (kg/m2).

Elezione		Trasmissione		Valori di R_{ij} dB
a) Rigido a croce		Diritto Angolo		$R_{ij} = 8.7 + 17.1\ M + 5.7\ M^2$ $R_{ij} = 8.7 + 5.7\ M^2$ (= R_{ij})
b) Rigido a T		Diritto Angolo		$R_{ij} = 5.7 + 14.1\ M + 5.7\ M^2$ $R_{ij} = 5.7 + 5.7\ M^2$ (= R_{ij})
c) Struttura omogenea a facciata leggera		Diritto Angolo		$R_{ij} = 3 + 10\ M$ (minimo 5 dB) $R_{ij} = 10 + 10\ M$ (= R_{ij})
d) Struttura omogenea con strato flessibile. Rapporto $E/d = 100$ kN/m² (Ipo) E è il modulo elastico dello strato flessibile; d è lo spessore dello strato flessibile		Diritto su pareti con strato flessibile Diritto su parete Omogenea angolo		$R_{ij} = 5.7 + 14.1\ M + 5.7\ M^2 + 12$ $R_{ij} = 5.7 + 14.1\ M + 5.7\ M^2$ $4 \le R_{ij} \le 9$ $R_{ij} = 5.7 + 5.7\ M^2 + 6$ (= R_{ij})

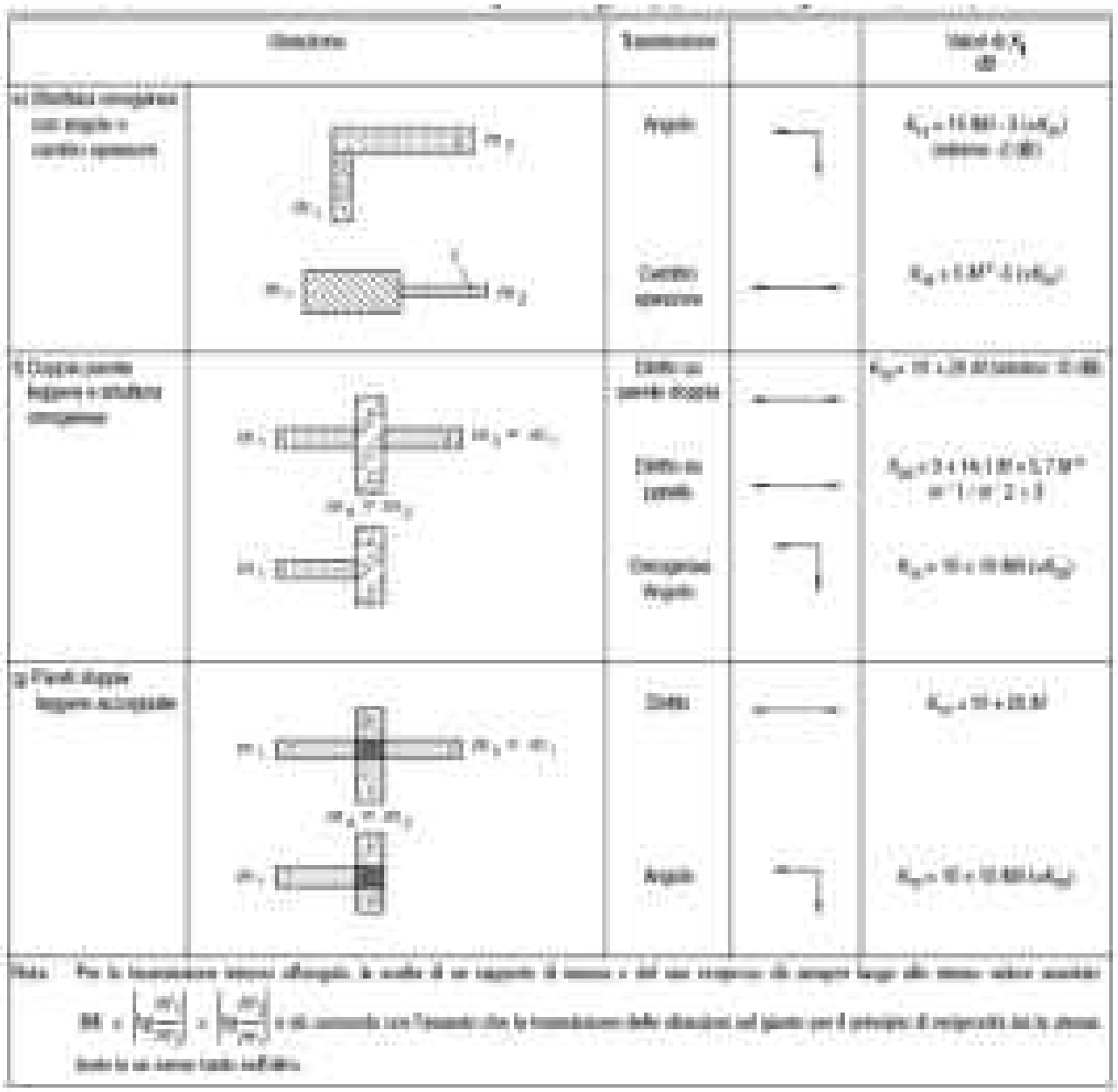


Figura 2: trasmissione caratteristica di giunzione Kij per i tipi più comuni di giunzione

Il valore dell'indice di riduzione delle vibrazioni, **Kij**, in ogni caso deve essere maggiore o almeno uguale ad un valore minimo, in decibel, dato da:

$$K_{ij} \geq 10\lg\left[l_{ij}/l_0\left(\frac{1}{S_i}+\frac{1}{S_j}\right)\right] \text{ (dB)}$$

Dove:

Si è l'area dell'elemento nell'ambiente emittente, in metri quadrati (m2);

Sj è l'area dell'elemento nell'ambiente ricevente, in metri quadrati (m2);

l0 è la lunghezza di riferimento, pari a 1 metro;

lij è la lunghezza del giunto (ij), in metri (m).

11 Requisiti minimi di legge

Con riferimento alla tabella A del DPCM 5 dicembre 1997, i requisiti acustici passivi del nuovo fabbricato sono sotto riportati.

Il nuovo fabbricato è classificato nella categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili, pertanto i requisiti minimi sono:

- R'w A 50 dB *indice di valutazione del potere fono isolante apparente, riguarda la capacità dell'elemento costruttivo di fermare la propagazione del rumore aereo*;
- D2m,nT,w A 40 dB *indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, riguarda l'involucro esterno dell'edificio, serramenti compresi, ed identifica la capacità di fermare il rumore aereo*;
- L'nw C 63 dB *indice di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato, riguarda i solai ed identifica la capacità di fermare i rumori impattivi*;
- LASmax C 35 dB(A) *livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo "slow", riguarda il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo)*;
- LAeq C 35 dB(A) *livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A, riguarda gli impianti a funzionamento continuo*.

Strutture realizzate

Le strutture realizzate saranno le seguenti:

<u>Pareti perimetrali</u>

Le pareti perimetrali saranno realizzate con blocchi di laterizio alveolato di spessore 35 cm, intonacate sulle facce a vista con intonaco a base cementizia da 2 cm.

Su dette pareti saranno presenti infissi (finestre e portefinestre) con telaio a taglio termico e vetro camera (6-16-4) con quello esterno del tipo *basso emissivo*.

<u>Solai</u>

Il solaio di copertura sarà realizzato in laterocemento gettato in opera con travetti prefabbricati posti ad intervalli regolari di 50 cm. Lo spessore del solaio sarà di 20+5 cm, oltre al pannello fono isolante tipo Styrodur da 5 cm, all'intercapedine di aria con soprastanti tegole. La parte inferiore sarà intonacata con intonaco a base cementizia da 2 cm.

12 Calcolo delle prestazioni acustiche delle strutture in relazione al DPCM 5/12/97

Classificazione dell'ambiente

Categoria A: edifici adibiti a residenza

Livello minimo del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti	**50 dB**
Livello minimo dell'isolamento di facciata	**40 dB**
Livello massimo del rumore da calpestio	**63 dB**

CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTEDEL DIVISORIO TRA APPARTAMENTI

ELEMENTI CHE COMPONGONO LA STRUTTURA

	Elemento	Massa Sup.[kg/m²]	Rw [dB]
1	A - Parete perimetrale vert. ALVEOLATER35	260	50,4
2	D - Solaio copertura	614	63.6
3	A - Parete perimetrale vert. ALVEOLATER35	260	50.4
4	D - Solaio copertura	614	63.6
5	A - Parete perimetrale vert. ALVEOLATER35	260	50.4
6	D - Solaio esterno di copertura	614	63.6

GIUNZIONI

Lato	Tipo di collegamento
1	Collegamento a croce tra strutt. omog. con strati flessibili interposti, trasmissione su strati flessibili
2	Collegamento a croce tra strutt. omog. con strati flessibili interposti, trasmissione su strati flessibili
3	Collegamento a croce tra strutt. omog. con strati flessibili interposti, trasmissione su strati flessibili
4	Collegamento a croce tra strutt. omog. con strati flessibili interposti, trasmissione su strati flessibili

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

ELEMENTI CHE COMPONGONO LA FACCIATA

Elemento	Rw [dB]
A - Parete perimetrale vert. ALVEOLATER 35	50,4

CORREZIONI

Trasmissione laterale	K = 0 dB
Forma di facciata	DLfs = 0 dB

RISULTATI

Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata

R'w	50,4 dB
Categoria dell'edificio	A
VALORE AMMISSIBILE	

CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO

Strati sotto al massetto

Solaio:	Solaio con travetti precompressi (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 20 cm con 5 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso. Isolamento con pannello Styrodur da 5 cm. e intercapedine aria 3 cm.
Massa superficiale solaio:	614 kg/m²
$L_{nw,eq}$	75,0 dB

Trasmissione laterale

Massa superficiale media pareti laterali:	350 kg/m²
Correzione K	1 dB

Edificio

Categoria:	A
Livello massimo del rumore di calpestio:	63 dB

Indice di valutazione del livello di rumore di calpestio:

63.6 dB

VALORE AMMISSIBILE

13 Conclusioni

Lo studio eseguito ha evidenziato che la zona è interessata principalmente da un ridotto traffico veicolare.

Dall'analisi delle misure eseguite e delle simulazioni effettuate circa il clima acustico esistente e quello previsionale, si può asserire che l'intervento rispetta sia i limiti di zona relativi alle nuove costruzioni sia i limiti previsti dal DPCM 142 e pertanto la realizzazione delle unità abitative previste nell'area risulta pienamente compatibile con la zona presa in considerazione.

Il Tecnico

Ing. Nicola Pirronti

Tecnico Competente in Acustica Ambientale