



Università degli Studi di Ferrara  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
Laboratorio di Acustica  
Via Saragat, 1 – 44100 Ferrara Tel. 0532-974852 Fax. 0532-974870

**Rapporto di  
Prova  
del 20/09/2003  
(7 pagine)**

Misurazioni in opera del livello normalizzato di rumore di calpestio dei solai secondo la normativa UNI EN ISO 20140-7

Data delle prove:  
**5-9-2003**

**Richiedente:** LATERLITE S.p.A.  
Via V. Veneto 30  
43035 Rubbiano di Fornovo (PR)

**Oggetto della prova:** misurazioni in opera del livello normalizzato di rumore di calpestio dei solai secondo la normativa UNI EN ISO 20140-7 (2000), presso il cantiere “Parco dei cedri” dell’impresa SIRC, in via Annarumma, ad Avellino.

## 1. Premessa

Su domanda del richiedente, sono state effettuate misurazioni in opera del livello normalizzato di rumore di calpestio dei solai secondo la normativa UNI EN ISO 20140-7 (2000), presso il cantiere “Parco dei cedri” dell’impresa SIRC, in via Annarumma, ad Avellino. Le misure sono state effettuate il giorno 5 settembre 2003.

Scopo delle misure è stato quello di confrontare due diversi tipi di solaio, uno con pavimento galleggiante realizzato con materassino elastico Calpestop super 5 e massetto Lecamix, l’altro con un pavimento tradizionale con massetto sabbia-cemento. Le misurazioni sono state eseguite dal sottoscritto, ing. Patrizio Fausti, in collaborazione con gli ingg. Sergio Castaldo e Fernando Riccio della Scuola di Acustica dell’Università di Ferrara. Hanno assistito alle misurazioni l’ing. Gerardo Rizzo dell’impresa SIRC e l’ing. Graziano Guerrato, l’arch. Antonio Mollica e il geom. Mario Serino della Laterite SpA.

Nei seguenti paragrafi vengono descritti i solai in prova, le apparecchiature impiegate ed i risultati ottenuti nelle diverse misurazioni.

## 2. Descrizione dei solai in prova e degli ambienti

I due solai in prova sono stati realizzati appositamente per confrontare i risultati ottenibili con il pavimento galleggiante e con il pavimento tradizionale.

La stratigrafia dei due solai è la seguente:

- A) *Solaio con Sistema Sottofondo Laterlite*  
solaio in latero cemento 20+4 realizzato con travetti precompressi interasse 50 cm;  
materassino elastico “Calpestop super 5” in polietilene espanso reticolato chimicamente, spessore 5 mm, densità  $30 \text{ kg/m}^3$ , rivestito superiormente con film plastico alluminato;  
massetto in Lecamix, spessore 10 cm, densità in opera pari a circa  $950 \text{ kg/m}^3$ ;  
ceramica 40x40 cm, spessore 15 mm, incollata al massetto con sottile strato di malta.

B) *Solaio con sottofondo tradizionale*

solaio in latero cemento 20+4 realizzato con travetti precompressi interasse 50 cm;  
 massetto tradizionale sabbia-cemento, spessore 10 cm;  
 ceramica 40x40 cm, spessore 15 mm, incollata al massetto con sottile strato di malta.

Poiché al momento del sopralluogo il rivestimento in ceramica del pavimento non era stato ancora installato, per l'esecuzione delle prove sono state realizzate due postazioni per ciascun ambiente, con 4 mattonelle 40x40 incollate al pavimento esattamente nelle posizioni corrispondenti.

I divisori interni sono stati realizzati con tramezze in laterizio forato spessore 8 cm, dimensioni 25x25 cm. Le pareti perimetrali sono state realizzate con una parete doppia di laterizio forato con intercapedine contenente isolante termico (intonaco 2 cm, laterizio 8 cm, aria 3 cm, isolante 3 cm, laterizio 12 cm, intonaco 2 cm).

Al momento dell'esecuzione delle misure le pareti laterali e il soffitto degli ambienti non erano stati intonacati.

I due solai sono stati realizzati in due stanze sovrapposte della palazzina, al secondo e al terzo piano. I piani coinvolti nelle misure erano pertanto il primo, il secondo e il terzo.

Le dimensioni degli ambienti di prova, rilevati direttamente sul cantiere, erano le seguenti:

- stanza al terzo piano (sorgente per le misure sul solaio A): larghezza 5.48 m, profondità 3.05 m, altezza 2.88 m;
- stanza al secondo piano (ricevente per le misure sul solaio A, sorgente per le misure sul solaio B): larghezza 5.44 m, profondità 3.04 m, altezza 2.87 m, superficie di base 16.6 m<sup>2</sup>, volume 47.6 m<sup>3</sup>;
- stanza al primo piano (ricevente per le misure sul solaio B): larghezza 5.50 m, profondità 3.05 m, altezza 3.0 m, superficie di base 16.8 m<sup>2</sup>, volume 50.5 m<sup>3</sup>.

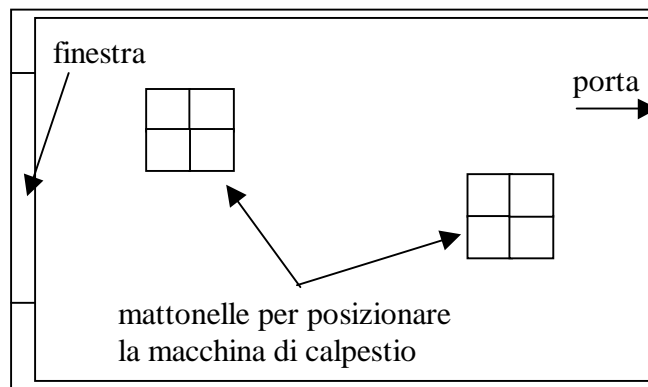


Figura 1: schema in pianta degli ambienti di misura con indicazione dei gruppi di 4 mattonelle di ceramica utilizzati per il posizionamento della macchina di calpestio

### 3. Strumentazione utilizzata

E' stata impiegata la seguente strumentazione preventivamente verificata e tarata presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria:

- fonometro integratore e analizzatore di spettro in bande di terzi di ottava in tempo reale modello Bruel & Kjaer 2260 con modulo per acustica edilizia BZ 7204;
- calibratore microfonico Bruel & Kjaer tipo 4231;
- macchina normalizzata per rumore di calpestio Bruel & Kjaer tipo 3204,

La strumentazione suddetta è stata impiegata seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore e le specifiche indicate dalle norme tecniche citate in oggetto.

All'inizio e alla fine di ogni sessione di misura è stata effettuata la calibrazione del fonometro e sono state riscontrate differenze inferiori a 0.3 dB.



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8

#### 4. Descrizione delle procedure di misurazione

Le misure sono state eseguite utilizzando ambienti sovrapposti di dimensioni analoghe. La macchina normalizzata di calpestio è stata collocata in 4 diverse posizioni, 2 per ciascun blocco di mattonelle, orientata a 45 gradi rispetto all'orditura della ceramica e dei travetti del solaio. Nell'ambiente sottostante è stato collocato il microfono dell'analizzatore di spettro, eseguendo 4 misurazioni per ciascuna posizione della macchina di calpestio ( $L_2$ ). Le 4 postazioni di misura sono state ottenute effettuando le misure a due diverse altezze ( $h_1=1.80$  m e  $h_2=1.02$  m) in due diverse posizioni in pianta. Complessivamente sono state eseguite 16 misurazioni di livello sonoro nell'ambiente ricevente per ciascun solaio in prova. I valori ottenuti per ciascuna posizione sono stati mediati energeticamente. Nello stesso locale ricevente è stata anche eseguita la misura del tempo di riverberazione ( $T_2$ ) e la misura del rumore di fondo. Il tempo di riverberazione è stato misurato con la tecnica impulsiva registrando 8 decadimenti ottenuti dallo scoppio di palloncini, 2 impulsi per ciascuna posizione del microfono. Le posizioni utilizzate erano le stesse delle misure di livello. Il calcolo del Livello Normalizzato di Rumore di Calpestio per ciascuna frequenza è stato effettuato mediante la relazione:

$$L'_n = L_2 + 10 \cdot \lg \left[ \frac{0.16 \cdot V_2}{T_2 \cdot 10} \right]$$

dopo aver inserito il valore del volume dell'ambiente ricevente  $V_2$ .

Si è determinato infine l'indice di valutazione del livello normalizzato di rumore di calpestio ( $L'_{nw}$ ) secondo la metodica prevista dalla normativa UNI EN ISO 717-2 (1997).

Poiché lo scopo principale delle misurazioni è stato quello di confrontare le prestazioni dei due solai, è stata data particolare attenzione ad eseguire le misure esattamente nelle postazioni corrispondenti, con le stesse modalità, con lo stesso numero di persone all'interno dell'ambiente, con gli stessi tempi di misura.

## 5. Risultati delle misurazioni de livello normalizzato di rumore di calpestio

Tabella 1: risultati ottenuti per la misura del livello normalizzato di rumore di calpestio  $L'n$  del solaio divisorio tipo “A” realizzato con pavimento galleggiante “Calpestop super 5” e “Lecamix 10 cm” (volume ambiente ricevente:  $47.6 \text{ m}^3$ )

Freq. (Hz)	L2 (dB)	Fondo2 (dB)	T2 (s)	$L'n$ (dB)
50	61.4	43.8	2.81	55.8
63	58.6	46.5	1.78	55.0
80	56.9	37.7	2.09	52.5
100	61.3	39.1	0.63	62.1
125	64.8	35.7	0.59	65.9
160	61.0	33.1	0.51	62.7
200	58.5	33.3	0.35	61.8
250	53.9	29.5	0.33	57.6
315	55.6	27.9	0.28	60.0
400	51.9	26.8	0.34	55.4
500	50.3	27.4	0.51	52.1
630	44.1	27.4	0.74	44.2
800	46.0	25.8	0.81	45.8
1000	42.6	23.6	0.68	43.1
1250	39.2	23.7	0.88	38.6
1600	37.2	22.2	0.79	37.0
2000	37.6	19.6	0.83	37.2
2500	34.0	17.8	0.73	34.2
3150	35.5	17.8	0.69	36.0
4000	31.1	16.1	0.66	31.7
5000	26.5	14.5	0.61	27.5

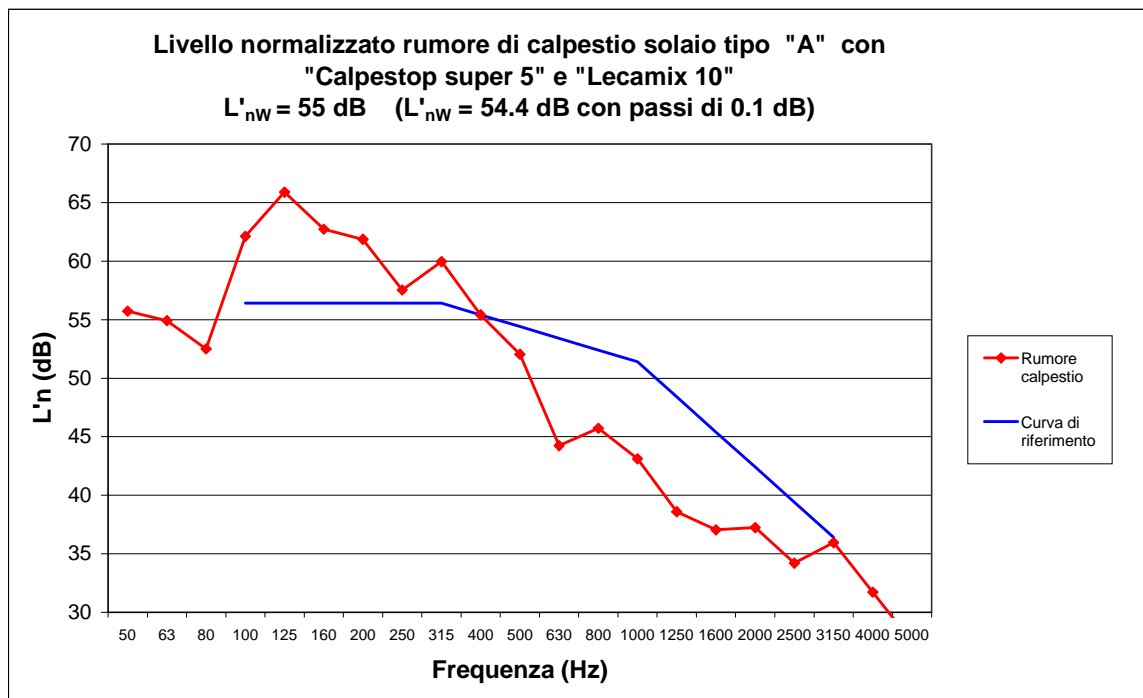


Figura 2: grafico del livello normalizzato di rumore di calpestio  $L'n$  del solaio divisorio tipo “A” realizzato con pavimento galleggiante “Calpestop super 5” e “Lecamix 10 cm”

Tabella 2: risultati ottenuti per la misura del livello normalizzato di rumore di calpestio  $L'n$  del solaio divisorio tipo "B" tradizionale, realizzato con massetto sabbia-cemento spessore 10 cm (volume ambiente ricevente:  $55.5 \text{ m}^3$ )

Freq. (Hz)	L2 (dB)	Fondo2 (dB)	T2 (s)	$L'n$ (dB)
50	53.7	39.5	1.95	49.8
63	54.0	43.5	1.34	51.8
80	54.5	38.6	0.88	54.2
100	52.4	36.6	0.77	52.6
125	57.4	39.0	0.77	57.6
160	57.9	33.4	0.49	60.1
200	59.0	31.9	0.39	62.1
250	60.4	27.5	0.35	64.1
315	63.7	24.1	0.35	67.4
400	60.8	24.6	0.40	63.8
500	62.1	27.8	0.72	62.6
630	59.0	30.2	0.99	58.1
800	59.8	28.5	1.05	58.7
1000	58.5	25.0	0.89	58.1
1250	58.9	25.9	1.09	57.7
1600	59.7	23.4	0.97	58.9
2000	61.5	21.9	1.01	60.6
2500	65.9	19.5	0.91	65.4
3150	67.0	18.8	0.83	66.9
4000	64.1	17.7	0.78	64.2
5000	62.5	15.5	0.69	63.2

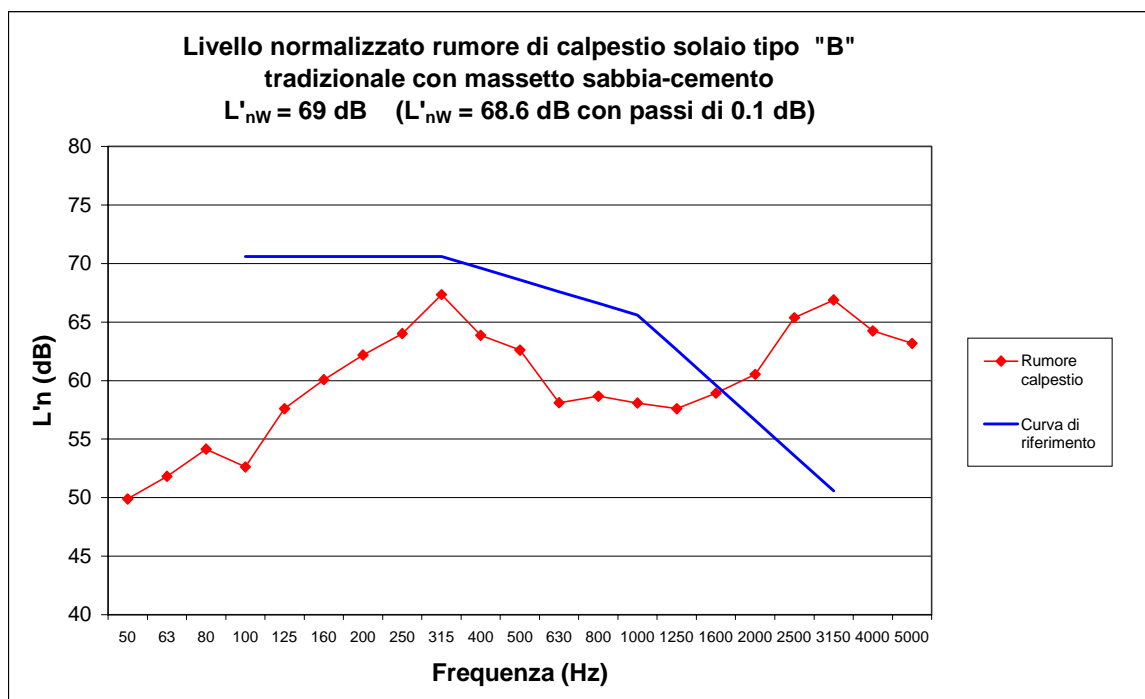


Figura 3: grafico del livello normalizzato di rumore di calpestio  $L'n$  del solaio divisorio tipo "B" tradizionale, realizzato con massetto sabbia-cemento spessore 10 cm

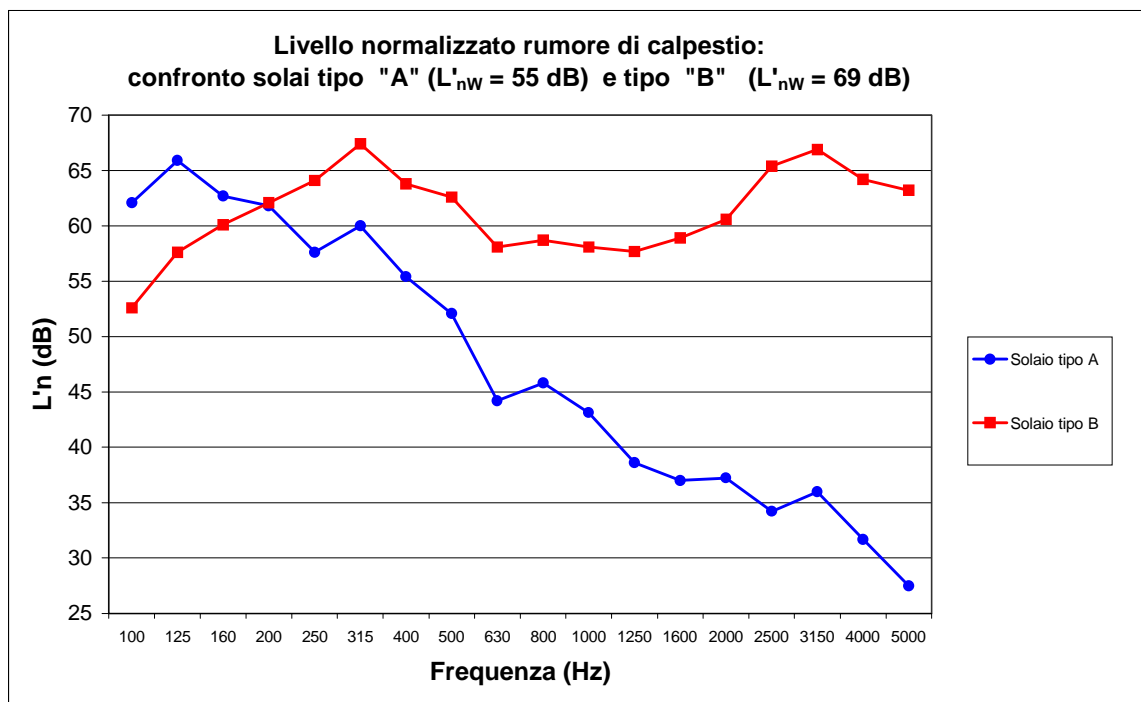


Figura 4: grafico di confronto del livello normalizzato di rumore di calpestio  $L'n$  dei due solai divisori testati: tipo "A" galleggiante con "Calpestop super 5" e Lecamix 10 cm e tipo "B" tradizionale, con massetto sabbia-cemento spessore 10 cm

## 6. Conclusioni

Le prove comparative tra i due solai realizzati nel cantiere "Parco dei Cedri", effettuate in condizioni di ripetibilità, hanno mostrato una notevole differenza di comportamento. In termini di indice di valutazione del livello normalizzato di rumore di calpestio ( $L'_{nw}$ ) si è ottenuto un miglioramento di 14 dB con il pavimento galleggiante tipo Sistema Sottofondo Laterlite. L'entità del miglioramento dipende dalle caratteristiche dei materiali, dagli spessori e dalla massa del massetto superiore che influenzano il comportamento dinamico e la frequenza di risonanza del sistema.

I risultati ottenuti, pur essendo in condizioni di ripetibilità e quindi perfettamente confrontabili, possono subire variazioni di entità ridotta quando l'edificio sarà finito, con la pavimentazione in ceramica completa, gli intonaci, i battiscopa, etc.

## Riferimenti

- [1] UNI EN ISO 140-7 (Dicembre 2000) Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento al rumore di calpestio dei solai.
- [2] UNI EN ISO 717-2 (Dicembre 1997) Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.

Ferrara, 22-09-2003

Lo sperimentatore

Ing. Patrizio Fausti