



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) -  
MISSIONE 5 COMPONENTE 2  
INVESTIMENTO/SUBINVESTIMENTO 2.1  
"RIGENERAZIONE URBANA"



Comune di Campi Bisenzio

**SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO  
"GARIBALDI" VIA GARCIA LORCA 15  
LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE E ADEGUAMENTO ALLE  
NORMATIVE VIGENTI - II° E III° LOTTO  
CUP C81B21007160005**



Città Metropolitana di Firenze



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE VERIFICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E CLIMA ACUSTICO

I PROGETTISTI:  
Ing. Pierfrancesco Miniati

Timbro e firma

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
Ing. Domenico Ennio Maria Passaniti

Timbro e firma

**D** ALLEGATO  
TAVOLA

**B.7.01**

Z:\Comune di Campi Bisenzio\SCUOLA  
GARIBALDI\07 Definitivo 2023

PLOT -

01/03/2023

SCALA -



# Comune di Campi Bisenzio

Città Metropolitana di Firenze

5° Settore - Servizi Tecnici/Valorizzazione del Territorio

UFFICIO PROGETTAZIONE

## OGGETTO

### LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"

--- PROGETTO ESECUTIVO ---

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Ennio Maria Domenico Passaniti

Campi Bisenzio, lì Febbraio 2018

I PROGETTISTI

**Arch. Mario Berni** - opere architettoniche e coordinamento generale \_\_\_\_\_

**Ing. Pierfrancesco Miniati** - opere strutturali e impiantistiche \_\_\_\_\_

**Ing. Andrea Miniati** - coordinatore sicurezza progettazione \_\_\_\_\_

**Ing. Riccardo Bojola** - progettazione e verifiche acustiche \_\_\_\_\_

**Ing. Paolo Del Soldato** - prevenzione incendi \_\_\_\_\_

**Geologo Dott. Lorenzo Innocenti** \_\_\_\_\_

NB ogni tecnico firmerà limitatamente gli elaborati di propria competenza

TAVOLA n.

Oggetto della tavola :

Scala :

**B.6**

- Relazione Verifica Requisiti Acustici Passivi e Clima Acustico

## INDICE

<b>1. RELAZIONE DI VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO EDILIZIO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>2</b>
1.1. SOFTWARE DI ELABORAZIONE .....	3
<b>4. CAMPO DI APPLICAZIONE E CONTENUTI DI D.P.C.M. 5/12/1997 E D.M. 11/01/2017.....</b>	<b>3</b>
<b>5. SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE AI FINI DELLO STUDIO ACUSTICO .....</b>	<b>6</b>
1.2. METODO DI CALCOLO PER LA PREVISIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DEGLI EDIFICI .....	6
1.2.1. <i>Calcolo del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti e sovrapposti</i> .....	6
1.2.2. <i>Calcolo dell'isolamento acustico standardizzato di facciata</i> .....	7
<b>6. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO IN ESAME.....</b>	<b>8</b>
1.3. PARTIZIONI VERTICALI.....	8
<b>1.3.1. Pareti esterne di facciata</b> .....	<b>8</b>
1.3.1.1. Infissi esterni.....	9
<b>1.3.2. Pareti di separazione tra aule e servizi igienici/parti comuni</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3.3. Pareti di separazione con aule esistenti</b> .....	<b>9</b>
1.4. PARTIZIONI ORIZZONTALI.....	9
<b>1.4.1. Solaio piano terra</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4.2. Copertura inclinata aule e servizi igienici</b> .....	<b>10</b>
<b>7. COMFORT ACUSTICO .....</b>	<b>10</b>
1.5. CONTROSOFFITTI ACUSTICI NELLE AULE .....	11
<b>8. PRESCRIZIONI SULLA POSA IN OPERA DELLE PARTIZIONI EDILIZIE, DEGLI INFISSI E DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>12</b>
1.6. POSA IN OPERA DI PARTIZIONI EDILIZIE .....	12
1.7. POSA IN OPERA DI SERRAMENTI .....	12
<b>9. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE .....</b>	<b>13</b>
<b>10. RELAZIONE SUL CLIMA E SULL'IMPATTO ACUSTICO.....</b>	<b>18</b>
<b>11. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO. ....</b>	<b>18</b>
1.8. STRUMENTAZIONE DI MISURA E SOFTWARE DI ELABORAZIONE .....	20
<b>12. ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO .....</b>	<b>20</b>
<b>13. DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERESSE E DELLE SORGENTI SONORE DI PROGETTO</b>	<b>22</b>
<b>14. DESCRIZIONE DEI RILIEVI FONOMETRICI.....</b>	<b>23</b>
1.9. SOPRALLUOGO DEL 13 OTTOBRE 2017 (CFR. GRAFICI ALLEGATI).....	23
1.10. COMMENTO ALLE MISURE .....	24
1.11. GRAFICI ALLEGATI.....	24
<b>15. VERIFICA DEL CLIMA E DELL'IMPATTO ACUSTICO.....</b>	<b>25</b>
<b>16. CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>

## **1. RELAZIONE DI VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI**

Il D.P.C.M. 5/12/97 *“Determinazione dei requisiti acustici degli edifici”*, nel rispetto del concetto introdotto dalla legge quadro n. 447 del 26/10/1995 di difesa passiva dei cittadini dal rumore, definisce quali siano i requisiti acustici dei materiali impiegati nell’edilizia e ne stabilisce i limiti.

La presente relazione, redatta da tecnico competente in acustica ambientale (art. 2 comma 6 L.447/95), risponde a quanto sopra in termini di progettazione dei requisiti acustici passivi per i **Lavori di ampliamento della Scuola Primaria “Pablo Neruda”** ubicata in via Villa a Campi Bisenzio.

Coerentemente con quanto stabilito dalla normativa tecnica di settore e la regola dell’arte, particolare attenzione è stata dedicata alle prestazioni di isolamento acustico dell’involucro edilizio e al controllo del tempo di riverberazione all’interno delle due nuove aule.

## **2. DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO EDILIZIO**

Oggetto dei lavori è la realizzazione di due nuove aule ed un blocco di servizi igienici al piano terra della scuola, ampliando verso sud l’edificio attuale con un corpo di fabbrica della medesima altezza e con canoni estetici del tutto simili a quelli esistenti.

## **3. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO**

### **Normativa:**

- D.M. dicembre 1975 *“Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell’esecuzione di opere di edilizia scolastica”*.
- Legge n° 447 del 26.10.1995 *“Legge Quadro sull’inquinamento acustico”*
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 *“Determinazione dei requisiti acustici degli edifici”*
- D.M. 11 gennaio 2017 *“Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l’edilizia per i prodotti tessili”*
- Del. Giunta Regione Toscana 12 marzo 2007, n.176 *“Approvazione del documento di studio in materia di acustica in edilizia per l’avvio di un confronto con gli Enti Locali e per la successiva elaborazione ed adozione di un regolamento attuativo ai sensi della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 “Norme per il governo del territorio”*.
- Regolamento Edilizio e di Igiene del Comune di Campi Bisenzio (FI).

### **Norme tecniche :**

- UNI EN 12354-1 (ed. novembre 2002) *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.”*

- UNI EN 12354-2 (ed. novembre 2002) “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.”
- UNI EN 12354-3 (ed. novembre 2002) “Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.”
- UNI EN 12354-5 (ed. luglio 2009) “Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.”
- UNI TR 11175 (linee guida; maggio 2005). Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.
- ISO 354 Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room
- ISO 3382 (ed. giugno 1997) “Acoustics – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to the other acoustical parameters”
- UNI EN ISO 717-1 (ed. luglio 2007) “Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1 - Isolamento acustico per via aerea”
- UNI EN ISO 717-2 (ed. luglio 2007) “Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 2 - Isolamento del rumore di calpestio”
- UNI EN 12207 (ed. luglio 2000) “Finestre e porte – Permeabilità all'aria - Classificazione”
- UNI EN 1026 (ed. 2001) “Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Metodo di prova”
- UNI 11367 (ed. luglio 2010) “Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera”
- UNI 11532: 2014 “Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati”

#### 1.1. Software di elaborazione

- ❖ INSUL 9.0: Calcolo del potere fonoisolante di strutture complesse, massicce e a telaio, coerentemente con le teorie di Sharp, Cremer, Rindel e altri
- ❖ ECHO 7.1: Calcolo previsionale delle prestazioni acustiche dei componenti edilizi (UNI EN 12354 e UNI TR 11175)

#### **4. Campo di applicazione e contenuti di D.P.C.M. 5/12/1997 e D.M. 11/01/2017**

Il DPCM 05/12/97 determina i requisiti acustici passivi in opera dei componenti degli edifici (partizioni orizzontali e verticali) ed i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

Per la sua applicazione, gli ambienti abitativi di cui all'art.2, comma 1, lettera b, della L. 26 ottobre 1995, n. 447, sono distinti nelle categorie riportate nella seguente tabella A allegata al decreto stesso:

Tab. A: classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso.

Classificazione dell'edificio

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

In base alle modalità di funzionamento, gli impianti a servizio delle unità abitative vengono distinti in *impianti a funzionamento continuo* (riscaldamento, areazione e condizionamento) e *impianti a funzionamento discontinuo* (ovvero ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria). Le misure di livello sonoro prodotto dai servizi tecnologici 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.

Per quanto attiene l'edificio sono presi in esame i componenti costituiti dalle partizioni orizzontali e verticali (solai interpiano) di separazione tra unità distinte e dall'esterno.

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono definite nell'*allegato A* del medesimo, che ne costituisce parte integrante, e sono:

1. il tempo di riverberazione ( $T$ ), definito dalla norma ISO 3382:1975;
2. il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti ( $R'_w$ ), definito dalla norma UNI EN ISO 12354-1: 2002;

si ricorda che il DPCM 05/12/97 chiarisce che  $R'_w$  si riferisce ad elementi di separazione fra distinte unità immobiliari

3. l'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT}$ ), definito dalla norma UNI EN ISO 12354-3: 2002;
4. il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato rispetto all'assorbimento acustico ( $L'_{nw}$ ) definito dalla norma UNI EN ISO 12354-2: 2002;
5.  $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow. Si valuta nella misura della rumorosità degli *impianti a funzionamento discontinuo*, definito dalla norma UNI EN ISO 12354-5: 2009;
6.  $L_{Aeq}$ : livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A. Si valuta nella misura della rumorosità degli *impianti a funzionamento continuo*, definito dalla norma UNI EN ISO 12354-5: 2009;

si ricorda che i livelli  $L_{A_{smax}}$  e  $L_{A_{eq}}$  devono essere misurati nei locali in cui non si origina il rumore

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

- a. l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti ( $R'_w$ ) da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-1;
- b. l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.;
- c. l'indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ( $L'_{n,w}$ ) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN ISO 717-2.

Con la stesura del D.M. 11/01/17 sui *criteri ambientali minimi* nella progettazione degli edifici pubblici, la regola dell'arte in questo tipo di interventi è garantita dalla conformità con quanto previsto dalla UNI 11367/2010.

In particolare, **gli edifici scolastici** devono soddisfare il livello “**prestazione superiore**” riportato nel **prospetto A.1 dell'Appendice A** ed essere rispettati i valori caratterizzati come “**prestazione buona**” nel **prospetto B.1 dell'Appendice B** alla norma UNI 11367:

- Isolamento normalizzato di facciata,  **$D_{2m,nT,w}$ : 43,0dB**
- Potere fonoisolante apparente tra distinte unità immobiliari,  **$R'_w$ : 56,0dB**
- Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo,  **$L_{ic}$ : 28,0dBA**
- Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo,  **$L_{id}$ : 34,0dBA**
- Isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi  **$D_{nT,w} \geq 30,0dB$**

Con riferimento al comfort acustico interno, inoltre, l'appendice C della stessa norma detta anche i livelli di riferimento per tre descrittori acustici specifici, la *chiarezza* ( $C_{50}$ ), lo *speech transmission index* (STI) e il *tempo di riverberazione* (T), indispensabili per garantire un'ottimale intelligibilità del parlato:

- Chiarezza,  **$C_{50} \geq 0,0dB$**
- Speech transmission index, **STI:  $\geq 0,6dB$**
- Tempo di riverberazione ottimale,  **$T_{ott} = 0,32 \lg (V) + 0,03 [s]$**

Il tempo di riverberazione è suggerito per misurazioni ad ambiente non occupato, volume in metri cubi, e nel rispetto del seguente criterio:  $T \leq 1,2 T_{ott}$  in tutte le bande di ottava comprese fra 250 Hz e 4 000 Hz.

## 5. SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE AI FINI DELLO STUDIO ACUSTICO

La progettazione acustica degli ambienti è stata effettuata utilizzando preferibilmente prodotti per i quali è stato possibile reperire i certificati delle rispettive prestazioni acustiche.

In tutti i casi, comunque, si è richiesta conferma dei dati riportati nei manuali e nelle schede tecniche e la disponibilità di risultati di misure in opera dei prodotti impiegati nella ristrutturazione.

Relativamente alle comuni murature semplici in laterizi forati e a quelle con intercapedine, si è fatto uso dei risultati ottenuti dal laboratorio dell'Università di Parma per quanto concerne il valore dell'indice del potere fonoisolante  $R_w$ , quando disponibile, o della massa superficiale, facendo continue verifiche con la formula empirica dell'Istituto G. Ferraris di Torino, di seguito riportata:

$$R_w = 20 \cdot \log(m') - C \quad (\text{dB})$$

dove  $m'$  è la massa totale della muratura ( $m'$  preferibilmente  $> 80 \text{ kg/m}^2$ ) e  $C$  un termine correttivo da aggiungere per tenere conto della caduta di prestazione per la messa in opera o per la mancanza di dati certificati in ingresso ( $C = 1 \div 2 \text{ dB}$ ).

Nel seguito sono illustrati i criteri adottati in conformità alle norme UNI correnti.

### 1.2. Metodo di calcolo per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici

Il modello di calcolo utilizzato nel presente caso studio è quello *semplificato* (cfr. UNI EN 12354-1) che permette la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici mediante indici di valutazione e costituisce un buon compromesso fra semplicità di impiego e coerenza metodologica. Il calcolo in funzione della frequenza, che costituisce invece il *modello dettagliato*, permette una maggiore accuratezza ma richiede un notevole impegno di calcolo e la disponibilità di dati di input dettagliati (come il *tempo di riverberazione strutturale* dei componenti edilizi), raramente noti agli stessi distributori e costruttori dei materiali per l'edilizia.

#### *1.2.1. Calcolo del potere fonoisolante apparente tra ambienti adiacenti e sovrapposti*

Il *potere fonoisolante apparente*  $R'$  di una partizione è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete nelle reali condizioni di utilizzo. Tale grandezza differisce dal *potere fonoisolante*  $R$  risultante da misure di laboratorio in quanto tiene conto, oltre che della trasmissione diretta attraverso la parete ( $\tau_d$ ) e dei percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali ( $\tau_f$ ), anche di eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono ( $\tau_e$  e  $\tau_s$ ) di piccoli elementi posti nella partizione (ad esempio prese d'aria) o di sistemi in grado di trasmettere il suono per via aerea (condotti di ventilazione con uscite nei due ambienti).

Dalla norma UNI EN 12354-1, si ricava la formula per il calcolo di  $R'$  ovvero:

$$R' = 10 \cdot \log \tau' = -10 \cdot \log \left( \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s \right) \quad (\text{dB})$$

In particolare, note le suddette quantità, il potere fonoisolante apparente tra i due ambienti può essere calcolato mediante la seguente formula:

$$R_{ij} = -10 \cdot \log \left( 10^{\frac{R_{Dd}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{R_{Ff}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{R_{Df}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{R_{Fd}}{10}} \right) \text{ (dB)}$$

in cui  $R_{Dd}$ ,  $R_{Ff}$ ,  $R_{Df}$ ,  $R_{Fd}$  rappresentano i valori del potere fonoisolante per trasmissione che avviene attraverso il percorso diretto ( $D_d$ ) ed i percorsi laterali.

Per poter calcolare il potere fonoisolante per i suddetti percorsi di trasmissione è necessario porre due ipotesi semplificative:

- a) i percorsi di trasmissione strutturale del suono sono tra di loro indipendenti;
- b) i percorsi di trasmissione di ordine superiore al secondo possono essere trascurati (ad esempio la trasmissione dovuta alle onde sonore che incidendo sulla struttura opposta a quella di separazione si trasmettono ad una struttura laterale e da questa all'ambiente ricevente).

Sotto queste ipotesi, il potere fonoisolante per un generico percorso  $i$ - $j$  si calcola in funzione di:

- potere fonoisolante delle due strutture  $i$  e  $j$  coinvolte ( $R_i$  e  $R_j$ )
- indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  caratteristico del tipo di giunto e dell'accoppiamento tra le due strutture
- valore di incremento del potere fonoisolante  $\Delta R_{ij}$  di eventuali strati di rivestimento applicati ad una o entrambe le strutture e delle dimensioni principali (superficie di separazione  $S$  e lunghezza della giunzione  $l_{ij}$ ;  $l_0 = 1$  m):

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \cdot \log \frac{S}{l_0 l_{ij}} \text{ (dB)}$$

I valori di  $R$  e  $\Delta R$  possono essere ottenuti da calcolo, da certificazioni di laboratori accreditati oppure da misure sperimentali eseguite secondo la norma ISO 140-3, mentre per la stima di  $K$  può essere usato il metodo semplificato riportato nella norma UNI EN 12354-1, in Appendice E.

### 1.2.2. Calcolo dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

Nell'ipotesi di considerare il rumore generato da sorgenti sonore poste all'esterno di un edificio, la differenza tra il livello di pressione sonora misurato nell'ambiente esterno e quello nell'ambiente interno dipende dal potere fonoisolante apparente di facciata  $R'$  e dalle caratteristiche dell'ambiente interno (unità assorbenti).

Per stimare l'isolamento acustico offerto dalla facciata, pertanto, è necessario anzitutto valutare il potere fonoisolante della parete, compreso il contributo di

eventuali infissi, aperture d'aerazione o altri piccoli elementi edilizi, quindi applicare la seguente espressione (cfr. 4.1 UNI EN 12354-3):

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log\left(\frac{V}{6T_0S}\right) \text{ (dB)}$$

dove V è il volume dell'ambiente ricevente [m<sup>3</sup>], S è l'area totale della facciata vista dall'interno [m<sup>2</sup>], T<sub>0</sub> è il tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 s e ΔL<sub>fs</sub> è il fattore correttivo dovuto alla forma della facciata (prospetto C.2, Appendice C, UNI EN 12354-3).

## **6. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO IN ESAME**

Di seguito sono descritti gli elementi costruttivi forniti dalla D.LL, integrati dalle considerazioni emerse a seguito dello studio acustico.

Le soluzioni trovate sono state verificate con il calcolo (conformemente a quanto previsto dalle norme UNI della serie 12354, nonché dalla UNI TR 11175) nei locali ritenuti più significativi.

Nel testo, per ciascuna tipologia edilizia, si elencano sotto forma tabellare le soluzioni adottate caso per caso allo scopo di conseguire i livelli di isolamento di legge. Le colonne di ciascuna tabella rappresentano il codice identificativo della soluzione, la descrizione della sua composizione e una generica indicazione della sua posizione effettiva, nonché del calcolo del potere fonoisolante della singola partizione, al netto delle trasmissioni laterali.

Per una più chiara rappresentazione dei particolari costruttivi ed una migliore identificazione di ciascuna soluzione di progetto, consultare gli elaborati grafici e le schede tecniche allegati.

### **1.3. Partizioni verticali**

#### ***1.3.1. Pareti esterne di facciata***

Il progetto delle pareti esterne dell'edificio prevede la realizzazione della seguente stratigrafia, dall'esterno verso l'interno:

- ◇ rasatura per cappotto sp. 0,5mm;
- ◇ cappotto esterno in polistirene espanso EPS, 35Kg/mc, sp. 100mm
- ◇ tavolato di blocchi porizzati di laterizio con giunto maschio femmina (*Poroton 700* o similari), 238kg/mq, sp. 30cm;
- ◇ intonaco di malta bastarda o premiscelato sp. 15÷20mm.

Spessore complessivo della partizione sp. 42cm.

L'aggiunta alla sopra indicata stratigrafia di progetto di ulteriori cappotti esterni e/o interni in materiale termoisolante finalizzati al miglioramento delle prestazioni termiche dell'involucro edilizio, purché realizzati tramite fissaggio a colla e non di

tipo meccanico, non potendo costituire un peggioramento delle prestazioni acustiche di progetto, sono quindi ammessi e consentiti.

#### *1.3.1.1. Infissi esterni*

Per quanto riguarda **gli infissi esterni delle due nuove aule e del nuovo ingresso esterno**, questi dovranno essere costituiti da serramenti in classe 4 per quanto riguarda la tenuta all'aria (UNI EN 12207 "Finestre e porte – Permeabilità all'aria - Classificazione") e l'intero infisso (ovvero l'insieme di componente vetrata e opaca) dovrà avere indice del potere fonoisolante minimo  $R'_w$  pari a 41,0 dB, certificato da primario laboratorio tecnico riconosciuto.

Gli infissi dei servizi igienici, invece, potranno soddisfare un requisito di isolamento acustico anche inferiore, ma comunque maggiore di 33,0dB in opera

#### *1.3.2. Pareti di separazione tra aule e servizi igienici/parti comuni*

Il progetto di questi divisori verticali è stato studiato secondo la seguente stratigrafia:

- ◇ intonaco di malta bastarda o premiscelato sp. 15÷20mm.
- ◇ tavolato di blocchi porizzati di laterizio con giunto maschio femmina (*Poroton 700* o similari), 95kg/mq, sp. 12cm;
- ◇ intercapedine sp.80mm riempita con doppio strato di pannelli in lana di roccia 70kg/mc, sp.40mm
- ◇ tavolato di blocchi porizzati di laterizio con giunto maschio femmina (*Poroton 700* o similari), 95kg/mq, sp. 12cm;
- ◇ intonaco di malta bastarda o premiscelato sp. 15÷20mm.

Spessore complessivo della partizione sp. 35cm.

**Le porte** realizzate su queste pareti dovranno assicurare un **potere fonoisolante in opera di 30,0dB**, necessario per conseguire il livello di isolamento acustico minimo **tra le aule e gli ambienti di uso comune** o collettivo.

#### *1.3.3. Pareti di separazione con aule esistenti*

La controparete in corrispondenza del giunto strutturale è stata studiata secondo la seguente stratigrafia (a partire dall'interno della nuova aula):

- ◇ intonaco di malta bastarda o premiscelato sp. 15÷20mm.
- ◇ tavolato di blocchi porizzati di laterizio con giunto maschio femmina (*Poroton 700* o similari), 200kg/mq, sp. 25cm;
- ◇ intercapedine sp.100mm riempita parzialmente con pannelli in lana di roccia 35kg/mc, sp.60mm.

Spessore complessivo della controparete sp. 36,5cm.

### 1.4. Partizioni orizzontali

#### *1.4.1. Solaio piano terra*

Il nuovo solaio al piano terra avrà la seguente stratigrafia:

- ✦ Solaio predalles sp. 240mm
- ✦ Pannelli in poliuretano espanso tipo Stiferite GT sp. 60mm
- ✦ Barriera vapore in nylon tipo Isoplam sp. 0,2mm
- ✦ Massetto Leca Mix Facile sp.80mm
- ✦ Rivestimento superficiale con piastrelle in monocottura o gres porcellanato sp. 10÷15mm

#### ***1.4.2. Copertura inclinata aule e servizi igienici***

Il solaio di copertura avrà la seguente stratigrafia (a partire dall'esterno):

- ✦ Copertura in alluminio tipo Riverclack
- ✦ Solaio predalles sp. 240mm
- ✦ intercapedine sp.variabile riempita parzialmente con pannelli in lana di vetro tipo Mupan 4+, sp.60mm.
- ✦ Controsoffitto a pannelli in fibra minerale AMF-KNAUF, serie Topiq Efficient Pro 600x600, sp.20mm

## **7. COMFORT ACUSTICO**

Per il DM 11/01/2017, il comfort acustico degli ambienti destinati all'ascolto del parlato è regolato secondo i criteri di buona tecnica della UNI11367:2010, che calcola il tempo di riverberazione  $T$  come media aritmetica dei valori alle frequenze tra 500Hz e 1 kHz.

Il tempo di riverberazione ( $T_{60}$ ) è definito come il tempo in secondi impiegato dal suono per attenuarsi di 60dB dopo che la sorgente ha cessato di emetterlo

Il tempo di riverberazione ottimale è dato dall'espressione  $T_0=0,32\log(V)+0,03$  [s] e poiché  $V=135\text{mc}$  per il caso studio, ne segue che  **$T_0=0,71$  s**, con il limite superiore  **$T \leq 1,2 T_{ott} = 0,85$  s** (appendice C.3).

Le formulazioni usate più frequentemente per il calcolo del tempo di riverbero sono quella classica di *Sabine* e la più recente di *Norris – Eyring*, aventi rispettivamente la seguente forma:

$$RT = 0,161 \cdot \frac{V}{A} \text{ [s]} \quad (1)$$

$$RT = 0,161 \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_m)} \text{ [s]} \quad (2)$$

In (1) e (2) si sono usate le seguenti notazioni:  $V$ , volume dell'ambiente confinato avente superficie totale  $S$ ,  $A = \sum \alpha_{sab,i} \cdot S_i = \alpha_{sab,m} \cdot S$  [mq] è l'area di assorbimento equivalente,  $\alpha_{sab,i}$  è il coefficiente di assorbimento di Sabine relativo alla superficie  $S_i$ ,  $\alpha_{sab,m}$  è il coefficiente di Sabine medio pesato dell'ambiente

### 1.5. Controsoffitti acustici nelle aule

Il calcolo secondo le formulazioni teoriche (1) e (2) precedenti è stato fatto testando spettri di assorbimento di archivi noti e di uso comune (come la banca dati del software *Ramsete* per il calcolo della propagazione acustica indoor), con i seguenti dati di ingresso:

<b>Aula ampliamento</b>	
Lunghezza [m]	7,5
Larghezza [m]	6
Altezza [m]	3
Superficie facciata [mq]	18
Sup Infissi facciata [mq]	7,4
Superficie pavimento/soffitto [mq]	45
Superficie totale del locale [mq]	171
Volume [mc]	135
<b>T ott.=0,32log(V)+0,03 [s]</b>	<b>0,71</b>
T ≤ 1.20 To [s]	0,85

<b>Materiali delle compartimentazioni edilizie e degli arredi</b>	
<b>ID</b>	<b>Descrizione</b>
M1	pavimento ceramica, gres porcellanato
M2	lastre gesso rivestito
<b>M3</b>	<b>soffitto a pannelli minerali standard 60x60 no fessure</b>
M4	finestre e porte finestre
M5	sedie e scrivanie (valori S*a)
<b>M6</b>	<b>soffitto a pannelli minerali AMF TOPIQ EFFICIENT PRO 20mm</b>

<b>coefficienti assorbimento acustico alfa</b>							
<b>ID</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
M1	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	
M2	0,30	0,20	0,15	0,05	0,05	0,05	
<b>M3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,25</b>	<b>0,15</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	
M4	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	
M5	0,03	0,05	0,05	0,10	0,15	0,10	
<b>M6</b>	<b>0,45</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>0,95</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

I risultati finali sono stati che il tempo di riverberazione T è passato da 1,4s con il 100% di pannelli da controsoffitto standard (**M3**), fino ad un minimo di 0,4s con il 100% di quelli acustici (**M6**) e, quindi, per soddisfare la condizione **T ≤ 1,2 T<sub>ott.</sub>**, in ciascuna delle due nuove aule sono sufficienti **15mq di pannelli ad elevato assorbimento acustico**, tipo i pannelli in fibra minerale marca AMF-KNAUF, serie Topiq Efficient Pro 600x600x20 o similari. Quantità maggiori di pannelli acustici sono comunque ritenute conformi al progetto, ponendo la condizione di accettabilità solamente un limite al quantitativo minimo di unità assorbenti.

I pannelli “acustici” del controsoffitto dovranno essere distribuiti uniformemente su tutta la superficie in pianta delle aule, intervallandoli in maniera regolare con gli altri pannelli, fino al completamento della superficie totale disponibile di 45mq.

Il rispetto del requisito acustico rappresentato da  $T_0$  in ambienti di piccole dimensioni come le aule della scuola in esame, abbondantemente inferiori ai volumi occupati dalle sale da concerto, dei teatri e degli spazi per convegni e conferenze dove spesso si deve ricorrere ad interventi di *correzione acustica parziale e differenziata*, consente automaticamente di traguardare anche i valori di riferimento per altri parametri acustici caratteristici come lo *Speech Transmission Index* (STI) e la *Chiarezza* (C50).

## **8. PRESCRIZIONI SULLA POSA IN OPERA DELLE PARTIZIONI EDILIZIE, DEGLI INFISSI E DEGLI IMPIANTI**

### **1.6. Posa in opera di partizioni edilizie**

L'impresa dovrà curarsi di:

- posare una striscia di materiale resiliente in granuli di gomma ad elevata densità sotto il primo corso dei blocchi delle partizioni;
- prestare particolare cura nella muratura dei giunti tra le partizioni verticali adiacenti e tra le pareti e i solai, dove in genere il riempimento è fatto con frammenti e avanzi di blocchi di vario tipo;
- riempire con abbondante malta cementizia sia i giunti orizzontali che quelli verticali dei blocchi delle murature;

### **1.7. Posa in opera di serramenti**

L'impresa dovrà curarsi di:

- murare il controtelaio a piombo in modo che l'infisso appoggi correttamente su tutto il perimetro,
- riempire completamente con malta fino alla loro estremità i montanti dei controtelai per evitare camere d'aria responsabili della trasmissione del rumore,
- registrare i serramenti in ogni loro parte, comprese le coppie di serraggio eventualmente stabilite dal costruttore.

## **9. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE**

Dall'analisi dei dati emerge che l'intervento in esame, con le considerazioni e gli accorgimenti descritti, rispetta in fase progettuale i limiti dei parametri del DM11/01/17 e del DPCM 05/12/97.

Particolare attenzione dovrà essere comunque posta in fase di esecuzione dei lavori. Le prestazioni acustiche delle partizioni edilizie definite nel progetto possono risultare abbondantemente penalizzate da una cattiva posa in opera. È di primaria importanza realizzare i tavolati delle pareti verticali con abbondante malta cementizia sia sui giunti orizzontali che verticali, rispettare meticolosamente le dimensioni delle intercapedini (siano esse vuote o con materiale isolante) evitando accumuli di malta che possano costituire elemento di contatto tra i tavolati esterni, scartare i blocchi rotti.

Seguire attentamente le indicazioni di posa, manutenzione e immagazzinamento di ciascun prodotto impiegato e che il produttore deve necessariamente fornire, insieme alle certificazioni acustiche delle prestazioni dichiarate.

Negli allegati sono descritte le caratteristiche dei pacchetti edilizi e la loro collocazione in pianta.

I calcoli di isolamento acustico previsionale degli elementi edilizi delle diverse unità abitative è stato fatto in base ai progetti e le informazioni fornite dalla D.LL. Ogni comunicazione di variante in corso d'opera verrà verificata ai fini della conformità con il presente progetto acustico e trasmessa alla D.LL. mediante una revisione di questo documento.

### **Allegati del progetto dei requisiti acustici:**

- *Pianta fuori scala dell'ampliamento in esame*
- *Schede di calcolo delle prestazioni acustiche delle partizioni di progetto:*
  - ❖ *Indice del potere fono isolante della parete di facciata A1;*
  - ❖ *indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$ : SK1-aula ampliamento.*
- *Schede tecniche di prodotti conformi al progetto*



# Sound Insulation Prediction (v9.0.3)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017

Ing. Riccardo Bojola - via del Can Bianco, 28 - 51100 Pistoia - Key No. 2062

Job Name: Ampliamento Scuola

Job No.:

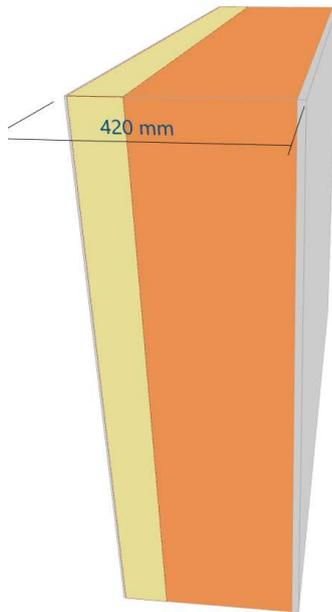
Initials: Ing. Riccardo Bojola

Date.: 11/10/2017

File Name: PARETE EST A1.ixl



Notes:



Rw 51 dB

C -1 dB

Ctr -5 dB

Dntw 53 dB

[V:50m3] [A:11m2]

Panel Size = 2,7 m x 4,0 m

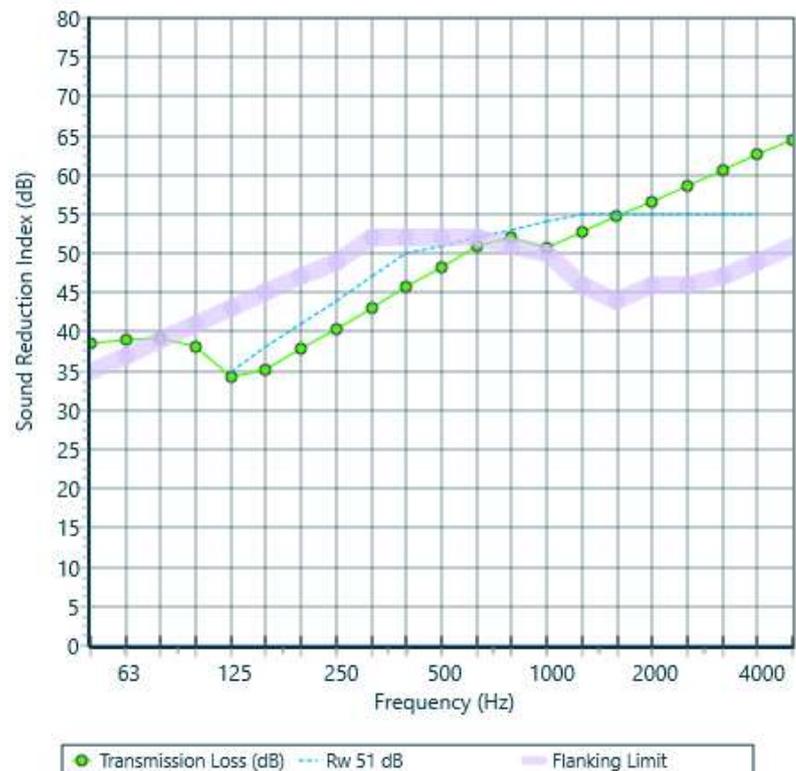
Partition surface mass = 282 kg/m<sup>2</sup>

## System description

Panel 1 : 1 x 5,0 mm Calcestruzzo  
+ 1 x 300,0 mm Porotherm PWS 850

+ 1 x 100,0 mm Polystirene XPS (42kg/m<sup>3</sup>)  
+ 1 x 15,0 mm Calcestruzzo

freq.(Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	39	
63	39	39
80	39	
100	38	
125	34	36
160	35	
200	38	
250	40	40
315	43	
400	46	
500	48	48
630	51	
800	52	
1000	51	52
1250	53	
1600	55	
2000	57	56
2500	59	
3150	61	
4000	63	62
5000	65	



**Potere fonoisolante apparente di facciata D2m,nT,w (D.P.C.M. 5/12/97)**

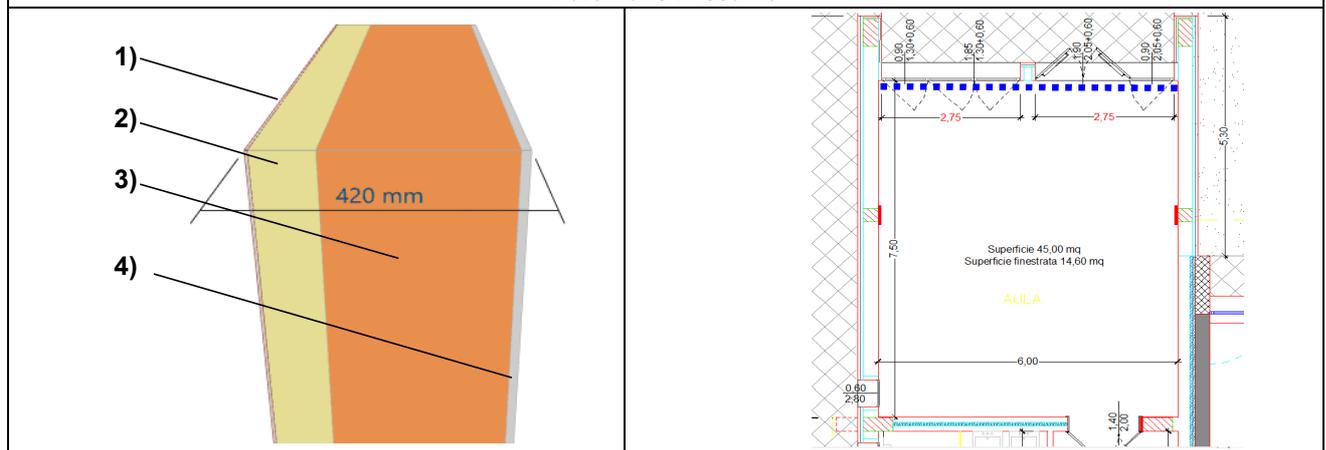
Commessa	<b>LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"</b>
Località	<b>via Villa - Campi Bisenzio (FI)</b>
Edificio	<b>Ampliamento</b>
Cod. locale	<b>AULA - FACCIATA OVEST</b>
Dimensioni (LxHxP)	<b>600x300x750 [m]</b>

<b>Soluzione conforme</b>		
<b>elemento</b>	<b>Rw</b>	<b>descrizione</b>
Parete laterale Dx	66	B1-Controparete realizzata con tavolato di blocchi porizzati di laterizio tipo Poroton 700 o similari, 200kg/mq, sp. 25cm, intercapedine sp.100mm riempita parzialmente con pannelli in lana di roccia 35kg/mc, sp.60mm, intonaco di malta bastarda sul lato esterno sp. 15+20mm.
Facciata	41,2	A1-Parete esterna di facciata (dall'esterno): rasatura per cappotto sp. 0,5mm; cappotto esterno in polistirene espanso EPS, 35Kg/mc, sp. 100mm; tavolato di blocchi porizzati di laterizio con giunto maschio femmina (Poroton 700 o similari), 238kg/mq, sp. 30cm; intonaco di malta bastarda o premiscelato sp. 15+20mm.
Pavimento	52,7	E1-Solaio predalles sp. 240mm, pannelli in poliuretano espanso tipo Stiferite GT sp. 60mm, barriera vapore in nylon tipo Isoplam sp. 0,2mm, massetto Leca Mix Facile sp.80mm, rivestimento superficiale con piastrelle in monocottura o gres porcellanato sp. 10+15mm
Parete di fondo	57	D1-Tramezzo con doppio tavolato di blocchi porizzati di laterizio tipo Poroton 700 o similari, 95kg/mq, sp. 12cm, intercapedine sp.80mm riempita con doppio strato di pannelli in lana di roccia 70kg/mc, sp.40mm, intonaco di malta bastarda su ambo i lati sp. 15+20mm.
Soffitto	50	H1-Copertura in alluminio tipo Riverclack, solaio predalles sp. 240mm, intercapedine sp.variabile riempita parzialmente con pannelli in lana di vetro tipo Mupan 4+, sp.60mm, controsoffitto a pannelli in fibra minerale AMF-KNAUF, serie Topiq Efficient Pro 600x600, sp.20mm
Parete laterale Sn	51	A1-Parete esterna di facciata (dall'esterno): rasatura per cappotto sp. 0,5mm; cappotto esterno in polistirene espanso EPS, 35Kg/mc, sp. 100mm; tavolato di blocchi porizzati di laterizio con giunto maschio femmina (Poroton 700 o similari), 238kg/mq, sp. 30cm; intonaco di malta bastarda o premiscelato sp. 15+20mm.

Caratteristiche geometriche ed acustiche degli elementi di facciata

descrizione	L. [m]	H. [m]	Rw [dB]	Rw,tr [dB]
muratura	6	3	48,0	
vetro+infisso	1,9	2,75	41	
vetro+infisso	2,65	2,75	41	
cassonetto inson.	0	0	0	

**Partizione in esame**



Legenda: 1) rasatura sp. 0,5 mm, 2) polistirene sp. 10 cm, 3) poroton 700 sp. 30 mm, 4) intonaco sp. 15mm

**Risultati e verifiche (D.P.C.M. 5/12/97)**

<b>classificazione ambienti</b>	<b>cat.</b>	<b>D2m,nT,w</b>	<b>risultato</b>	<b>verifiche</b>
scuole e simili (DM 11/01/17)	<b>E</b>	<b>43,0</b>	<b>43,2</b>	<b>verifica (*)</b>

**NOTE:**

Facciata cieca, priva di infissi.

(\*) Livello di isolamento di facciata D2m,nT,w minimo di legge ex **D.M.A. 11/01/2017 sui criteri ambientali minimi**, pari o superiore a **43,0dB ("prestazione superiore"**, come da **prosp. A.1, All.1 norma UNI 11367/2010)**

**Infissi con vetrate stratificate ed indice del potere fonoisolante complessivo (vetro + telaio) R'w pari ad almeno 41,0dBA**



$$\alpha_w = 1,00$$

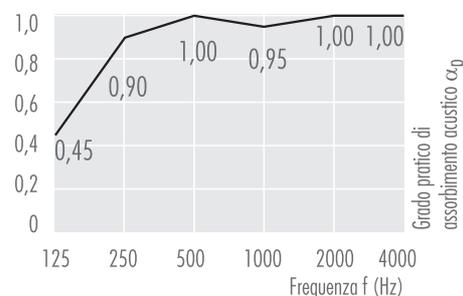
TOPIQ® Efficient pro è un pannello che si distingue per l'eccellente assorbimento acustico (classe A di assorbimento acustico, massime prestazioni di assorbimento), l'ottima resistenza all'umidità e le opzioni di nobilitazione.

## TOPIQ® Efficient pro

### Caratteristiche Tecniche

Assorbimento acustico	EN ISO 354 $\alpha_w = 1,00$ secondo EN ISO 11654 NRC = 0,95 secondo ASTM C 423
Resistenza all'umidità	fino al 100% dell'umidità relativa dell'aria
Classe del materiale	A1 secondo EN 13501-1
Isolamento acustico longitudinale	$D_{n,f,w} = 25$ dB secondo EN ISO 10848
Riflessione luminosa	con bianco simile RAL 9010 ca. 88%
Colore	bianco simile RAL 9010 nero simile RAL 9004
Spessore	20 mm

Valori di assorbimento acustico (TOPIQ® Efficient pro)



Modulo consigliato (mm)

Spessore/Peso TOPIQ® Efficient pro 20 mm (ca. 2,8 kg/m<sup>2</sup>)

Si prega di osservare quantità minime ordinabili e tempi di consegna

	SK	VT-S 15/24	VT-S 15F	DISPONIBILE A BREVE
600x600	-	-	-	
600x1200	-	-	-	

## **10.RELAZIONE SUL CLIMA E SULL'IMPATTO ACUSTICO**

A supporto dell'indagine sono state effettuate alcune rilevazioni fonometriche presso il sito interessato dal progetto, in fasce orarie di punta per verificare il livello di rumore massimo cui bambini ed operatori saranno sottoposti in fase di esercizio.

Qualunque tipo di attività presso il polo scolastico in esame interesserà esclusivamente il periodo diurno, dalle 8,00 del mattino alle 17,00 del pomeriggio, orario in cui anche gli addetti in genere lasceranno la struttura.



**Foto 1:** vista aerea (Google Earth) del plesso scolastico oggetto dell'ampliamento

## **11.QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO.**

### **Normativa statale:**

- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.1769 del 30 aprile 1966 “*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie*”.

- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.3150 del 22 maggio 1967 “*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle edifici scolastici*”.
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 18 dicembre 1975 “*Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell’esecuzione di opere di edilizia scolastica*”.
- Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 “*Legge Quadro sull’inquinamento acustico*”
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*”
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “*Determinazione dei requisiti acustici degli edifici*”
- D.M. 16 marzo 1998 “*Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico*”
- D.M. 11 gennaio 2017 “*Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l’edilizia e per i prodotti tessili*”

#### **Normativa regionale:**

- Legge Regione Toscana 01/12/1998 n.89 "Norme in materia di impatto acustico"
- Del. Giunta Regione Toscana 21 ottobre 2013, n.857 “*Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98*”
- Legge Regione Toscana 05 agosto 2011, n.39 " *Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) e alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 88 (Attribuzione agli Enti locali e disciplina generale delle funzioni amministrative e dei compiti in materia di urbanistica e pianificazione territoriale, protezione della natura e dell’ambiente, tutela dell’ambiente dagli inquinamenti e gestione dei rifiuti, risorse idriche e difesa del suolo, energia e risorse geotermiche, opere pubbliche, viabilità e trasporti conferite alla Regione dal D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112).*

#### **Normativa comunale:**

- Piano di Classificazione Acustica Comunale (PCCA) di Campi Bisenzio, ai sensi della L. 447/95 e del DPCM 14.11.97;
- Relazione Tecnica del Piano di classificazione acustica del territorio del Comune di Campi Bisenzio

#### **Norme tecniche:**

- UNI 9884 (ed. luglio 1997) “*Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale*”
- UNI 11143-1 (ed. 2005) “*Acustica - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità.*”
- UNI 11143-5 (ed. 2005) “*Acustica - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali e artigianali).*”
- UNI ISO 9613-2: 2006 - “*Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo.*”
- UNI 11367 (ed. luglio 2010) “*Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera*”.

## 1.8. STRUMENTAZIONE DI MISURA E SOFTWARE DI ELABORAZIONE

- **FONOMETRO** integratore e analizzatore real time Larson Davis mod. 824 SSA conforme alle IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1
- **MICROFONO**: per campo libero Larson Davis mod. 2541 da ½", classe 1 conforme EN 61094-1-2-3-4
- **PREAMPLIFICATORE**: Larson Davis mod. PRM902
- **Taratura fonometro**: certificato del Centro di Taratura Accredia LAT n. 163 con documento LAT n. 163 15066-A del 06.12.2016
- **Taratura filtri 1/3**: certificato del Centro di Taratura Accredia LAT n. 163 con documento LAT n. 163 15067-A del 06.12.2016
- **ANALIZZATORE** 4 canali real time FV VIBRA mod. 8440 conforme alle IEC 61672-1 classe 1 e IEC 61260;
- **Taratura analizzatore**: certificato del Centro di Taratura Accredia LAT n. 163 con documento LAT n. 163 155546-A del 14.03.2017
- **Taratura filtri 1/3**: certificato del Centro di Taratura Accredia LAT n. 163 con documento LAT n. 163 155547-A del 14.03.2017
- **CALIBRATORE** di livello sonoro di precisione Larson Davis mod. CAL 200, conforme IEC 942/1988 classe 1
- **Taratura calibratore**: certificato del Centro di Taratura Accredia LAT n. 163 con documento LAT n. 163 15065-A del 06.12.2016
- **SOFTWARE**:
  - ❖ **NOISE & VIBRATION WORKS**: software per elaborazione ed analisi, gestione analizzatore, acquisizione e trasferimento dati, analisi statistica ...

## 12. ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Il Comune di Campi Bisenzio ha adottato il Piano Comunale di Zonizzazione Acustica (ai sensi dell'art. 6 della Legge 447/95) e il fabbricato della scuola è stato classificato in **Classe II (Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale)**, mentre tutto il territorio circostante, giardino di pertinenza del plesso ed area comprendente le prime abitazioni limitrofe, in **Classe III (Aree di tipo misto)**, definite in tabella A dell'allegato del DPCM 14 Novembre 1997.

I limiti previsti per i fabbricati residenziali limitrofi, sono pertanto i seguenti:

<b>classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale - DPCM 14.11.97</b>				
	LIMITE ASSOLUTO		LIMITE DIFFERENZIALE (4)	
	DIURNO (6:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-6:00)	DIURNO (6:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-6:00)
<b>LIMITI DI IMMISSIONE (1)</b>	55 dB(A)	45 dB(A)	≤5 dB(A)	≤3 dB(A)
<b>LIMITI DI EMISSIONE (2)</b>	50 dB(A)	40 dB(A)	non si applica	non si applica
<b>VALORI DI QUALITÀ (3)</b>	52 dB(A)	42 dB(A)	non si applica	non si applica

classe III - Aree di tipo misto - DPCM 14.11.97				
	LIMITE ASSOLUTO		LIMITE DIFFERENZIALE	
	DIURNO (6:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-6:00)	DIURNO (6:00-22:00)	NOTTURNO (22:00-6:00)
<b>LIMITI DI IMMISSIONE</b>	60 dB(A)	50 dB(A)	≤5 dB(A)	≤3 dB(A)
<b>LIMITI DI EMISSIONE</b>	55 dB(A)	45 dB(A)	non si applica	non si applica
<b>VALORI DI QUALITÀ</b>	57 dB(A)	47 dB(A)	non si applica	non si applica

(1) Valori limite di immissione (art.2, comma f, L.447/95): il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori

(2) Valori limite di emissione (art.2, comma e, L.447/95): il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente stessa

(3) Valori di qualità (art.2, comma 1, lett. h, L.447/95): i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

(4) viene rilevato all'interno degli ambienti abitativi

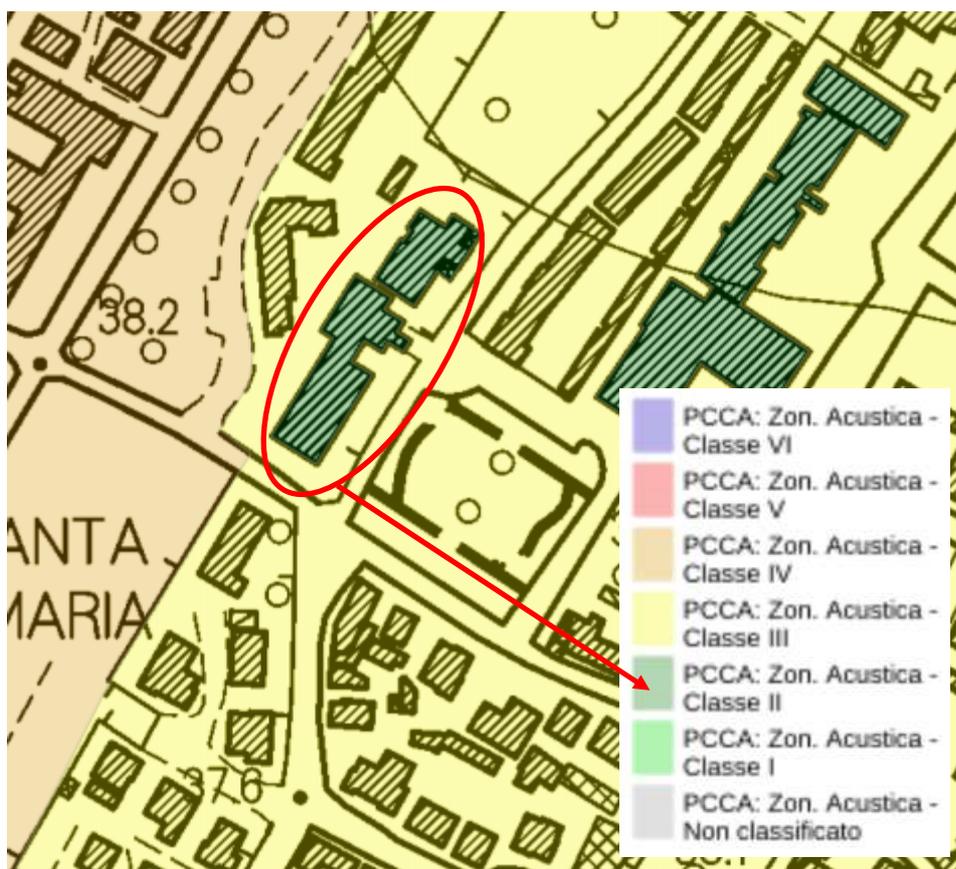


fig. 1: Estratto del PCCA del Comune di Campi Bisenzio: nel tondo, la sagoma del fabbricato della Scuola Neruda oggetto dell'ampliamento collocata in classe II, mentre tutta l'area attorno è in classe III, compreso il quartiere residenziale nelle immediate vicinanze.

Il rispetto dei limiti assoluti di immissione lo si verifica misurando il livello continuo equivalente  $L_A$  (misurato o calcolato sull'intero tempo di riferimento  $T_R$ , ovvero periodo diurno o notturno), in esterno e in ambienti destinati a persone, con le eventuali correzioni in eccesso o in diminuzione come di seguito riportato:

- presenza di componenti impulsive KI: + 3 dB(A)
- presenza di componenti tonali KT: + 3 dB(A)
- presenza di componenti tonali a bassa frequenza (20Hz – 200Hz) nel periodo notturno, KB: +3 dB(A)

In sostanza, il valore da confrontare è il livello di rumore corretto  $L_c$ :

$$L_c = L_A + KI + KT + KB$$

In caso di rumore parziale, che si ha se il fenomeno disturbante misurato nell'intero periodo diurno ha una durata complessiva inferiore ad un'ora, si hanno le seguenti diminuzioni nel livello misurato:

- durata totale evento disturbante inferiore a 15 minuti: - 5 dB(A)
- durata totale evento disturbante fra 15 minuti e 60 minuti: - 3 dB(A)

Il suddetto criterio differenziale si verifica solo all'interno delle abitazioni, in base a quanto stabilito dal DPCM 14/11/1997 art. 4 e non si applica al di sotto dei seguenti valori misurati ai ricettori:

	Finestre aperte	Finestre chiuse
periodo diurno	50 dB(A)	35 dB(A)
periodo notturno	40 dB(A)	25 dB(A)

**Tab. 2: criteri per l'applicabilità del limite differenziale**

Tale criterio non si applica, inoltre, nei casi in cui la sorgente fonte del disturbo sia individuata in una infrastruttura stradale, ferroviaria, aeroportuale o marittima e all'interno delle aree del territorio classificate come esclusivamente industriali, ovvero in classe VI.

### **13. DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERESSE E DELLE SORGENTI SONORE DI PROGETTO**

Vista come attività acusticamente disturbante, le principali sorgenti sonore afferenti al nuovo plesso scolastico sono da individuare nelle attività ludiche eventualmente effettuate all'aperto nei mesi caldi e negli impianti tecnologici a servizio della struttura.

Su quest'ultimo fronte, infatti, qualunque tipo di installazione dovrà consentire il rispetto dei limiti acustici di zona: nello specifico, essendo la scuola priva di climatizzazione estiva e non prevedendo alcun progetto di integrazione impiantistica in proposito, neppure con l'ampliamento in oggetto, nessun tipo di immissione rumorosa rilevante è da attribuire al plesso scolastico, poiché l'unica

installazione impiantistica attuale e che sarà mantenuta è la centrale termica con caldaia tradizionale a metano da 155kW.

D'altra parte, il sopralluogo conoscitivo effettuato sul posto ha consentito di verificare la totale mancanza di conclamate attività rumorose potenzialmente disturbanti per l'attività scolastica, ad esclusione del traffico della viabilità locale, prevalentemente la via Barberinese ss. 325 che taglia da SO a NE l'abitato di Campi Bisenzio e, in quanto tale, rappresenta un'arteria fondamentale per i collegamenti extraurbani locali.

La presenza di questa infrastruttura, più che il viavai delle auto in corrispondenza dell'ingresso e dell'uscita degli alunni da scuola, può condizionare la vivibilità dell'area, ma gli interventi di natura urbanistica che hanno ridotto la velocità dei flussi e fluidificato la circolazione con l'inserimento di rotatorie e corsie di decelerazione al posto delle intersezioni a raso, hanno contribuito a rendere accettabili i livelli sonori misurati presso il resede esterno della scuola.

#### **14. DESCRIZIONE DEI RILIEVI FONOMETRICI**

Di seguito si descrivono i risultati delle misure effettuate per il rilievo del clima acustico ANTE OPERAM nel sito in oggetto. Si sono utilizzate n.2 postazioni fonometriche contemporanee (scarto tra le due postazioni di poche decine di secondi), pressappoco in corrispondenza delle facciate delle due nuove aule oggetto dell'ampliamento.

##### 1.9. Sopralluogo del 13 ottobre 2017 (cfr. grafici allegati)

Tempo di riferimento: diurno (06:00 – 22:00).

Tempo di osservazione: ca. 60 min. per ciascuna delle quattro rilevazioni fonometriche effettuate

Tempo di misura: vedi dettagli delle misure nel testo e in allegato.

Calibratura iniziale/finale: 94,0±0,1 dB a 1000 Hz.

Condizioni meteo: normali con prevalente assenza di vento (velocità < 5m/s)

Postazioni di misura:

- **P1**, in corrispondenza della facciata dell'aula a SE del nuovo ampliamento, altezza 1,7 m sul piano di campagna, a ca. 8,0 m dal bordo strada di via Castronella;
- **P2**, in corrispondenza della facciata dell'aula a NO del nuovo ampliamento, altezza 1,7 m sul piano di campagna, a ca. 8,0 m dal bordo strada di via Castronella;

<b>Livelli sonori misurati di rumore ANTE OPERAM</b>				
<b>Postazione</b>	<b>Misura</b>	<b>ubicazione</b>	<b>descrizione</b>	<b>LAeq [dBA]</b>
<b>P1</b>	1	Pertinenze esterne scuola	ANTE OPERAM	<b>56,3 (55,0)</b>

<b>P2</b>	1	Pertinenze esterne scuola	ANTE OPERAM	<b>56,5 (55,5)</b>
<b>P1</b>	2	Pertinenze esterne scuola	ANTE OPERAM	<b>56,1 (55,0)</b>
<b>P2</b>	3	Pertinenze esterne scuola	ANTE OPERAM	<b>58,9 (58,5)</b>
<b>Note:</b> <u>Tra parentesi</u> , i livelli sonori misurati privi dei sorvoli di aeromobili. La misura 2 in P2 interrotta e ripetuta per ripristinare la contemporaneità delle due postazioni fonometriche				

**Tabella 1:** livelli di pressione sonora misurati (cfr. allegato grafico)

### 1.10. COMMENTO ALLE MISURE

- **Postazione P1, misure 1 e 2:** in P1 si è risentito in misura minore della presenza del traffico stradale della via Barberinese. Molto incisivi, inoltre, sono stati i sorvoli aerei e la presenza di un mezzo per la pulizia strade che è stato operativo ad intervalli in via Castronella;
- **Postazione P2, misure 1 e 2:** in P2, soprattutto nel pomeriggio, si è fatta maggiormente sentire la maggior vicinanza della postazione alla Barberinese: un evento ad essa associabile che ha influenzato la misura, ad esempio, è stata la sosta prolungata di un autoarticolato con compressore frigo acceso a bordo strada, a ca. 70m di distanza da P2.

In tutte le postazioni, comunque, i sorvoli aerei hanno apportato un contributo rumoroso compreso tra 1,0dB e 1,5dB.

In allegato, una tavola grafica relativa alla posizione dei fabbricati di progetto, di sorgenti, recettori e della postazioni di misura P1 e P2.

### 1.11. Grafici allegati

In allegato sono riportati i grafici delle misure con le seguenti visualizzazioni:

#### Grafico n.1 (analisi del rumore nel tempo o "real-time"):

- ✓ livello di pressione sonora istantaneo con costante di tempo SLOW pesato "A" (LAS)
- ✓ livello di pressione sonora istantaneo con costante di tempo FAST pesato "A" (LAF)
- ✓ livello continuo equivalente di pressione sonora complessivo pesato "A" (LAeq)

#### Grafico n.2 (analisi in frequenza):

- ✓ spettri lineari 20 Hz – 20 kHz in bande di 1/3 di ottava

#### Grafico n.3 (analisi statistica):

- ✓ visualizzazione degli indici statistici Ln tramite la curva cumulativa e della distribuzione dei livelli sonori

Durante le misure del livello di rumore ambientale non sono state misurate componenti tonali e/o impulsive, pertanto  $L_c = L_A$ .



**Foto 2:** vista della postazione **P1** a **SE**. Sullo sfondo il fabbricato della scuola P. Neruda



**Foto 3:** vista dalla postazione di misura **P2** a **NO**

## **15. VERIFICA DEL CLIMA E DELL'IMPATTO ACUSTICO**

Le misurazioni del clima acustico effettuate in una giornata feriali tipo nell'area di interesse, ha evidenziato la presenza di uno stato acustico condizionato dalla presenza di una importante arteria di collegamento tra i comuni della città

metropolitana di Firenze, la Barberinese (SS.325), e l'area di influenza dei corridoi di atterraggio e decollo del vicino aeroporto A. Vespucci di Peretola.

Tutto sommato però, ovvero senza escludere alcun tipo di evento rumoroso, legato ai sorvoli aerei ma anche ad episodi particolari come l'operatore ecologico intento a pulire i cassonetti o l'autoarticolato in sosta a motore acceso negli stalli riservati alle auto, il peggior livello continuo equivalente misurato è stato di 58,9dBA, effettivamente superiore al limite di qualità per la classe III (pari a 57,0 dBA), ma anche decisamente inferiore al limite di immissione per la medesima classe (60,0dBA).

Tale risultato, sebbene non particolarmente confortante, è comunque compatibile con l'utilizzo delle pertinenze esterne della struttura per le attività ludiche e di apprendimento con i bimbi all'aperto, soprattutto se svolte sul prospetto sud della scuola, quello anche maggiormente soleggiato.

Come potenziale sorgente di rumore, invece, l'asilo può immettere rumore nell'ambiente esterno per la presenza dei fruitori stessi della struttura (schiamazzi durante i giochi all'aperto), mentre è da escludere il contributo per il traffico indotto e/o per le installazioni impiantistiche, il primo per l'ottima viabilità circostante che consente arrivi e ripartenze da mole direzioni e, quindi, escludendo la possibilità anche temporanea di ingorghi e segnalazioni acustiche, il secondo, perché gli impianti non saranno integrati in alcun modo significativo sotto il profilo delle immissioni rumorose.

D'altra parte, anche i contributi rumorosi di natura antropica per la presenza dei bambini negli spazi esterni, oltre che concentrati in brevi momenti della giornata, si mescoleranno con il rumore ambientale del sito che, come si è potuto notare, è compatibile con un'area residenziale frequentata sia per il terziario che per il commerciale (davanti alla scuola si trova il punto vendita di una nota catena commerciale di elettrodomestici, hifi e computer).

## **16.CONCLUSIONI**

La misurazione del rumore ambientale in corrispondenza delle facciate dell'ampliamento di progetto della scuola "Pablo Neruda" e la successiva elaborazione dei dati, oltre alle considerazioni relative alla rumorosità intrinseca di una struttura di questo tipo e alla trascurabilità dell'impatto acustico della viabilità circostante e delle attività produttive limitrofe, hanno evidenziato l'idoneità acustica del sito ad accogliere il progetto in discorso: l'ottimale isolamento acustico dell'involucro edilizio sarà conseguito nel rispetto dei livelli di riferimento della regola dell'arte, rappresentata per quest'opera dalle indicazioni rese dalla norma UNI11367/2010, come richiamata dal D.M. 11/01/2017 sui criteri ambientali minimi nelle costruzioni pubbliche, secondo una logica prestazionale "buona" o "superiore".

### **Allegati alla relazione di clima acustico:**

- *Elaborati grafici dei rilievi fonometrici per il rumore residuo*
- *Planimetria generale del sito con sorgenti, ricettori e postazioni di misura per il rilievo del rumore ambientale*
- *Estratto dei certificati di taratura della strumentazione di misura*

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO - Città Metropolitana di Firenze**  
**LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"**  
**VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO**  
 via Villa, Campi Bisenzio - 13 ottobre 2017

Nome misura:  
 Località:  
 Strumentazione:  
 Nome operatore:  
 Data, ora misura:

**Indicazioni generali**

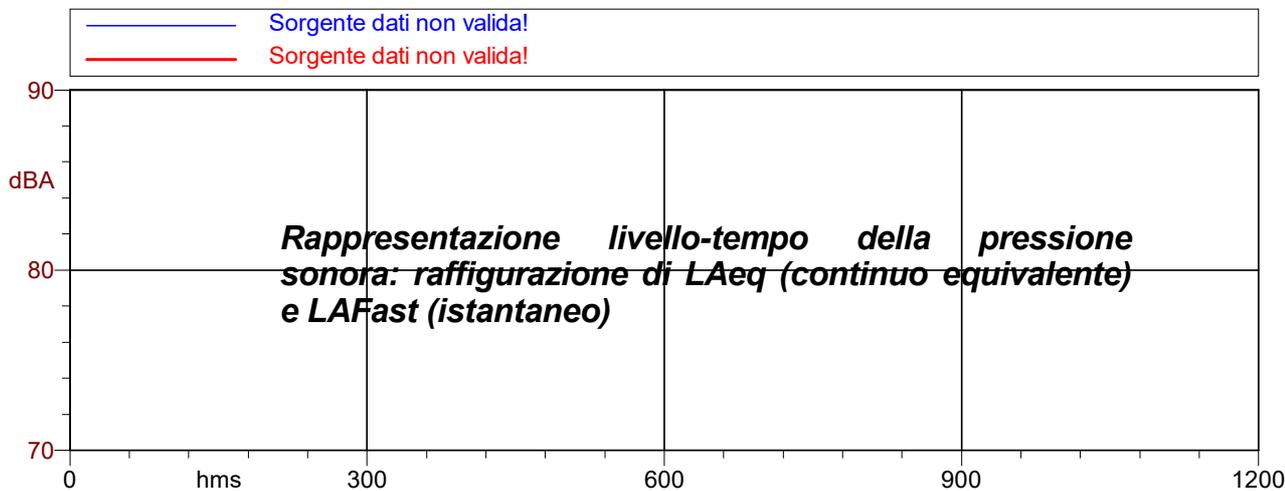
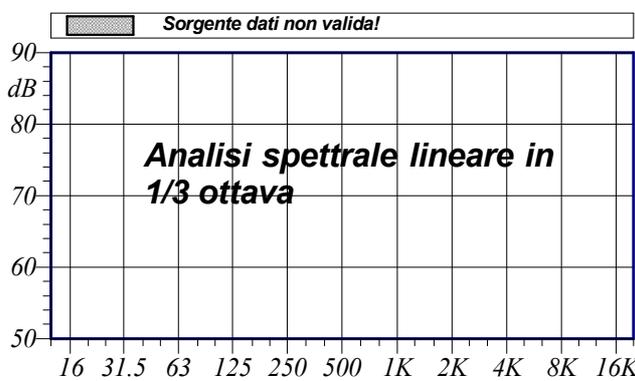
Sorgente dati non valida!


**Tabella dei valori dello spettro lineare in 1/3**

: dBA  
 : dBA  
 : dBA

**Riepilogo degli indici statistici Ln significativi tramite tabella valori**

**Livello continuo equivalente pesato A dell'intero intervallo di misura**



Sorgente dati non valida!

Nome	Inizio	Durata	Leq
------	--------	--------	-----

**Tabella mascherature per estrazione eventi singoli**

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO - Città Metropolitana di Firenze**  
**LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"**  
**VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO**  
**via Villa, Campi Bisenzio - 13 ottobre 2017**

Nome misura: meas0114-P1 M1 mattino  
 Località: via Villa Campi Bisenzio  
 Strumentazione: Tetra 8440  
 Nome operatore: R. Bojola

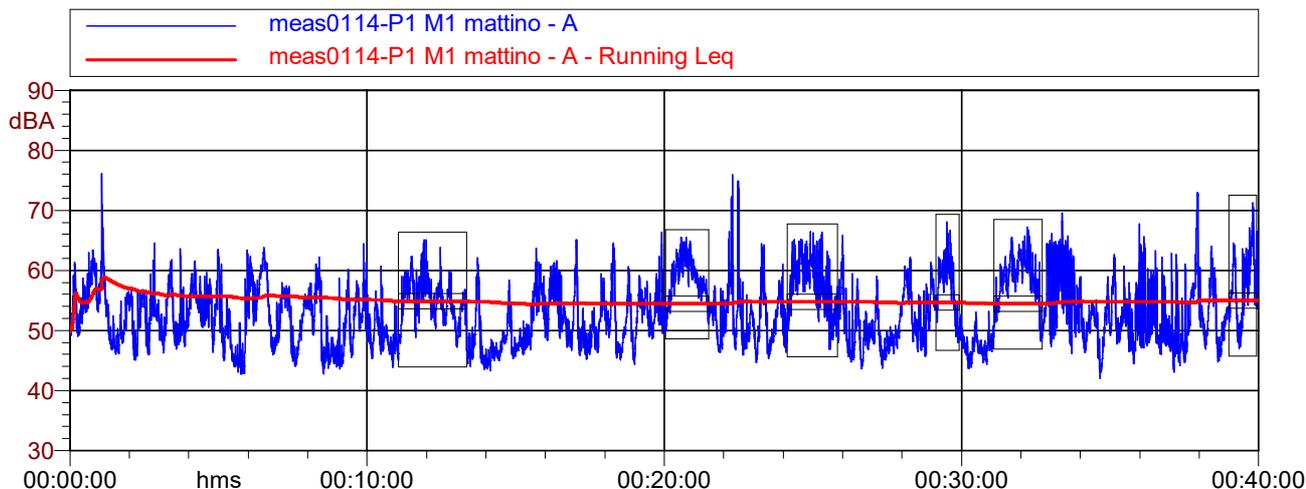
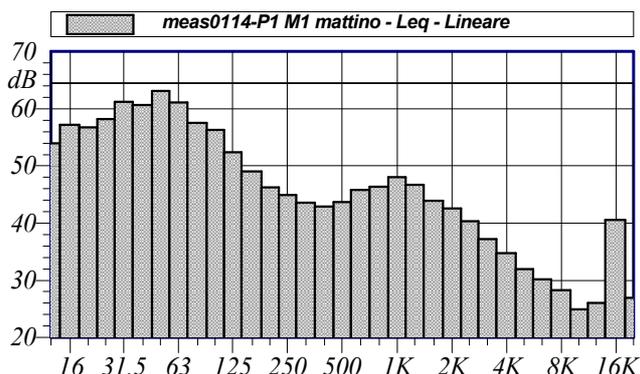
Data, ora misura: 13/10/2017 09:39:26

Postazione P1, misura M1, facciata SE, a ca.8m dal bordo strada di via Castronella, h. 1,7m  
**Rumore AMBIENTALE DIURNO - MATTINO**

meas0114-P1 M1 mattino Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	54.0 dB	16 Hz	57.2 dB	20 Hz	56.7 dB
25 Hz	58.3 dB	31.5 Hz	61.2 dB	40 Hz	60.6 dB
50 Hz	63.1 dB	63 Hz	61.1 dB	80 Hz	57.5 dB
100 Hz	56.3 dB	125 Hz	52.4 dB	160 Hz	49.0 dB
200 Hz	46.2 dB	250 Hz	44.9 dB	315 Hz	43.6 dB
400 Hz	42.9 dB	500 Hz	43.7 dB	630 Hz	45.9 dB
800 Hz	46.4 dB	1000 Hz	48.0 dB	1250 Hz	46.7 dB
1600 Hz	44.0 dB	2000 Hz	42.6 dB	2500 Hz	40.3 dB
3150 Hz	37.2 dB	4000 Hz	34.7 dB	5000 Hz	32.0 dB
6300 Hz	30.2 dB	8000 Hz	28.2 dB	10000 Hz	24.9 dB
12500 Hz	26.1 dB	16000 Hz	40.5 dB	20000 Hz	26.9 dB

L1: 63.8 dBA      L5: 60.3 dBA  
 L10: 58.2 dBA    L50: 51.1 dBA  
 L90: 46.3 dBA    L95: 45.3 dBA

**Leq = 55.0 dBA**



meas0114-P1 M1 mattino A			
Nome	Inizio	Durata	Leq
<i>Totale</i>	00:00:00.100	00:39:57.600	56.3 dBA
<i>Non Mascherato</i>	00:00:00.100	00:31:12.500	55.0 dBA
<i>Mascherato</i>	00:11:02.900	00:08:45.100	59.2 dBA
<i>sorvolo1</i>	00:11:02.900	00:02:17.600	56.3 dBA
<i>sorvolo2</i>	00:20:03.200	00:01:26.700	59.8 dBA
<i>sorvolo3</i>	00:24:07.900	00:01:42.100	59.4 dBA
<i>sorvolo4</i>	00:29:08.800	00:00:45.900	59.7 dBA
<i>sorvolo5</i>	00:31:06.099	00:01:36.800	59.8 dBA
<i>sorvolo6</i>	00:39:00.100	00:00:56	61.0 dBA

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO - Città Metropolitana di Firenze**  
**LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"**  
**VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO**  
**via Villa, Campi Bisenzio - 13 ottobre 2017**

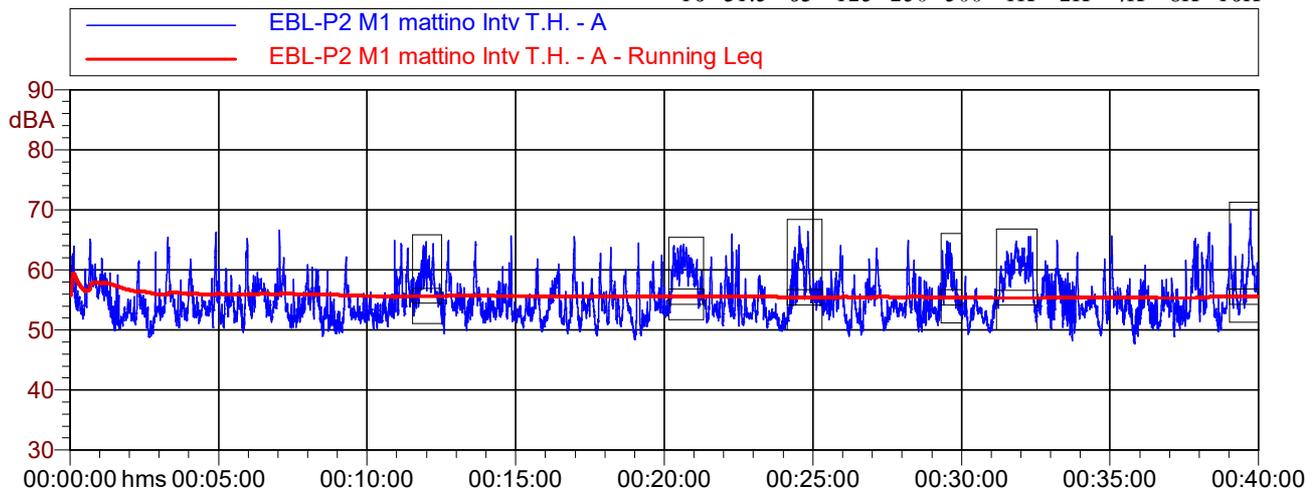
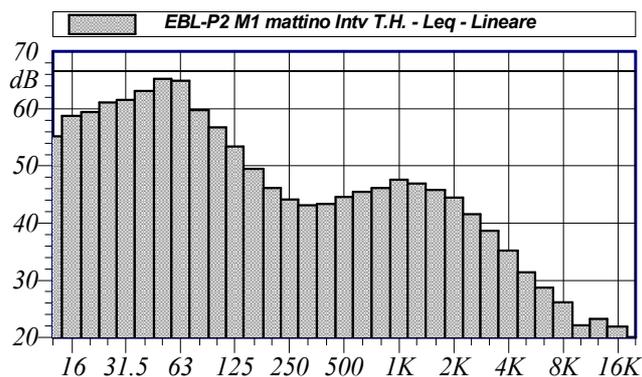
Nome misura: EBL-P2 M1 mattino Intv T.H.  
 Località: via Villa Campi Bisenzio  
 Strumentazione: Larson-Davis 824  
 Nome operatore: R. Bojola  
 Data, ora misura: 13/10/2017 09:40:29

Postazione P2, misura M1, facciata NO, a ca.8m dal bordo strada di via Castronella, h. 1,7m  
**Rumore AMBIENTALE DIURNO - MATTINO**

L1: 63.3 dBA      L5: 60.1 dBA  
 L10: 58.3 dBA    L50: 53.7 dBA  
 L90: 51.2 dBA    L95: 50.5 dBA

**Leq = 55.5 dBA**

EBL-P2 M1 mattino Intv T.H. Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	55.2 dB	16 Hz	58.8 dB	20 Hz	59.4 dB
25 Hz	61.1 dB	31.5 Hz	61.6 dB	40 Hz	63.1 dB
50 Hz	65.2 dB	63 Hz	64.9 dB	80 Hz	59.8 dB
100 Hz	56.8 dB	125 Hz	53.4 dB	160 Hz	49.5 dB
200 Hz	46.1 dB	250 Hz	44.2 dB	315 Hz	43.1 dB
400 Hz	43.3 dB	500 Hz	44.5 dB	630 Hz	45.5 dB
800 Hz	46.2 dB	1000 Hz	47.6 dB	1250 Hz	46.9 dB
1600 Hz	45.9 dB	2000 Hz	44.5 dB	2500 Hz	41.6 dB
3150 Hz	38.7 dB	4000 Hz	35.2 dB	5000 Hz	31.4 dB
6300 Hz	28.7 dB	8000 Hz	26.2 dB	10000 Hz	22.1 dB
12500 Hz	23.2 dB	16000 Hz	21.9 dB	20000 Hz	12.0 dB



EBL-P2 M1 mattino Intv T.H. A			
Nome	Inizio	Durata	Leq
<i>Totale</i>	00:00:00.250	00:40:00	56.5 dBA
<i>Non Mascherato</i>	00:00:00.250	00:33:38.250	55.5 dBA
<i>Mascherato</i>	00:11:31.750	00:06:21.750	59.7 dBA
<i>sorvolo1</i>	00:11:31.750	00:00:58.250	58.5 dBA
<i>sorvolo2</i>	00:20:08.750	00:01:10.500	60.1 dBA
<i>sorvolo3</i>	00:24:08.500	00:01:10.500	59.4 dBA
<i>sorvolo4</i>	00:29:18.750	00:00:41.500	58.7 dBA
<i>sorvolo5</i>	00:31:10.500	00:01:22.750	60.2 dBA
<i>sorvolo6</i>	00:39:01.750	00:00:58.250	60.4 dBA

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO - Città Metropolitana di Firenze**  
**LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"**  
**VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO**  
**via Villa, Campi Bisenzio - 13 ottobre 2017**

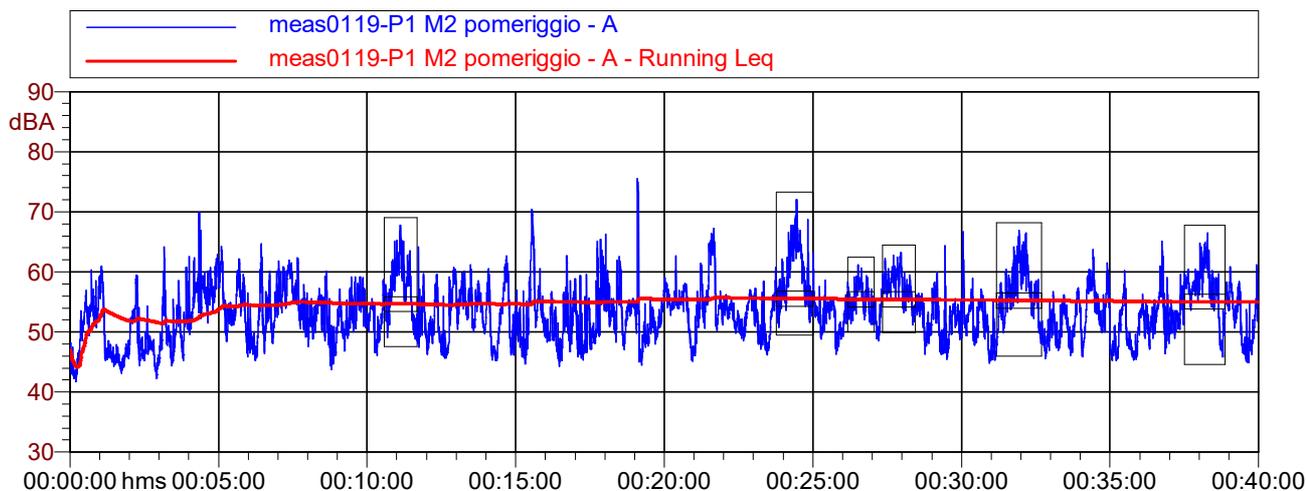
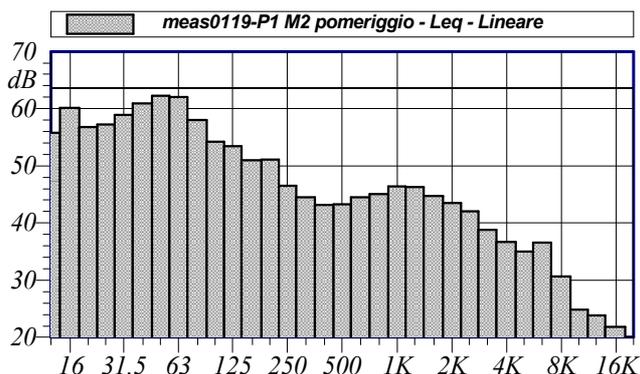
Nome misura: meas0119-P1 M2 pomeriggio  
 Località: via Villa Campi Bisenzio  
 Strumentazione: Tetra 8440  
 Nome operatore: R. Bojola  
 Data, ora misura: 13/10/2017 14:37:38

Postazione P1, misura M2, facciata SE, a ca.8m dal bordo strada di via Castronella, h. 1,7m  
**Rumore AMBIENTALE DIURNO - POMERIGGIO**

L1: 63.8 dBA      L5: 59.6 dBA  
 L10: 57.7 dBA    L50: 52.3 dBA  
 L90: 46.7 dBA    L95: 45.9 dBA

**Leq = 55.0 dBA**

meas0119-P1 M2 pomeriggio Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	55.8 dB	16 Hz	60.1 dB	20 Hz	56.8 dB
25 Hz	57.2 dB	31.5 Hz	58.9 dB	40 Hz	60.9 dB
50 Hz	62.2 dB	63 Hz	62.1 dB	80 Hz	58.0 dB
100 Hz	54.2 dB	125 Hz	53.4 dB	160 Hz	51.0 dB
200 Hz	51.0 dB	250 Hz	46.5 dB	315 Hz	44.5 dB
400 Hz	43.1 dB	500 Hz	43.3 dB	630 Hz	44.5 dB
800 Hz	45.1 dB	1000 Hz	46.4 dB	1250 Hz	46.3 dB
1600 Hz	44.8 dB	2000 Hz	43.5 dB	2500 Hz	42.0 dB
3150 Hz	38.8 dB	4000 Hz	36.6 dB	5000 Hz	35.0 dB
6300 Hz	36.6 dB	8000 Hz	30.7 dB	10000 Hz	24.8 dB
12500 Hz	23.9 dB	16000 Hz	21.9 dB	20000 Hz	18.6 dB



meas0119-P1 M2 pomeriggio A			
Nome	Inizio	Durata	Leq
<i>Totale</i>	00:00:00.100	00:39:57.600	56.1 dBA
<i>Non Mascherato</i>	00:00:00.100	00:32:44.500	55.0 dBA
<i>Mascherato</i>	00:10:34.900	00:07:13.100	59.2 dBA
<i>sorvolo1</i>	00:10:34.900	00:01:06.100	59.4 dBA
<i>sorvolo2</i>	00:23:46.099	00:01:14.100	61.9 dBA
<i>sorvolo3</i>	00:26:10.099	00:00:53.500	56.1 dBA
<i>sorvolo4</i>	00:27:20.099	00:01:06.100	58.2 dBA
<i>sorvolo5</i>	00:31:10.700	00:01:31	58.5 dBA
<i>sorvolo6</i>	00:37:29.900	00:01:22.300	58.6 dBA

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO - Città Metropolitana di Firenze**  
**LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"**  
**VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO**  
**via Villa, Campi Bisenzio - 13 ottobre 2017**

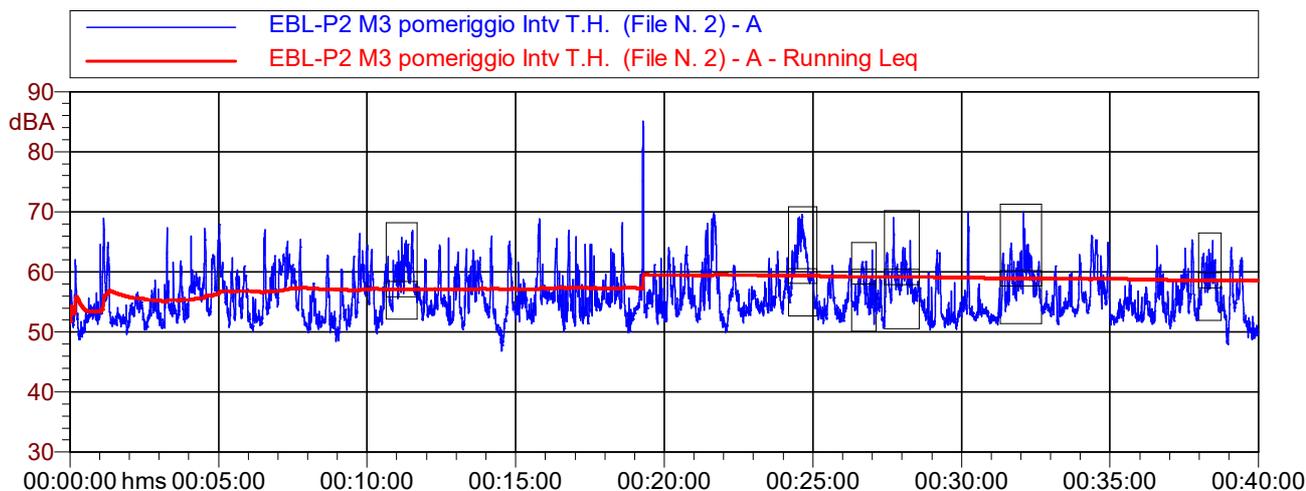
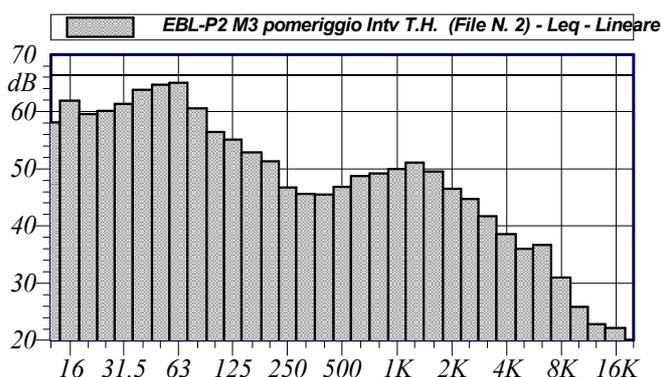
Nome misura: EBL-P2 M3 pomeriggio Intv T.H. (File N. 2)  
 Località: via Villa Campi B.  
 Strumentazione: Larson-Davis 824  
 Nome operatore: R. Bojola  
 Data, ora misura: 13/10/2017 14:38:02

Postazione P2, misura M3, facciata NO, a ca.8m dal bordo strada di via Castronella, h. 1,7m  
**Rumore AMBIENTALE DIURNO - POMERIGGIO**

L1: 66.0 dBA      L5: 62.3 dBA  
 L10: 60.5 dBA    L50: 54.4 dBA  
 L90: 51.6 dBA    L95: 50.9 dBA

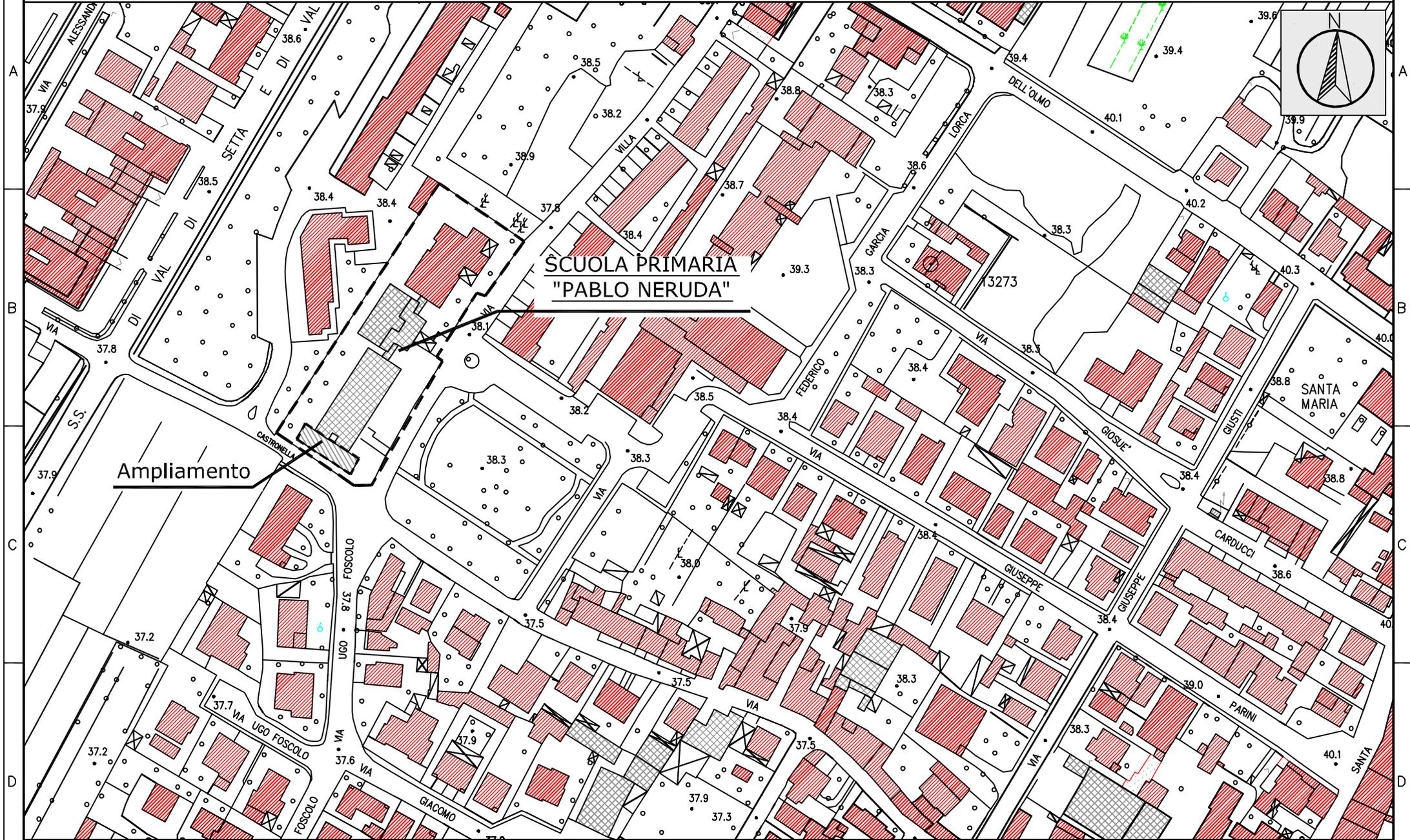
**Leq = 58.5 dBA**

EBL-P2 M3 pomeriggio Intv T.H. (File N. 2)					
Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	58.2 dB	16 Hz	61.9 dB	20 Hz	59.5 dB
25 Hz	60.1 dB	31.5 Hz	61.4 dB	40 Hz	63.8 dB
50 Hz	64.7 dB	63 Hz	65.1 dB	80 Hz	60.6 dB
100 Hz	56.4 dB	125 Hz	55.1 dB	160 Hz	52.8 dB
200 Hz	51.3 dB	250 Hz	46.7 dB	315 Hz	45.7 dB
400 Hz	45.5 dB	500 Hz	46.8 dB	630 Hz	48.7 dB
800 Hz	49.1 dB	1000 Hz	50.0 dB	1250 Hz	51.1 dB
1600 Hz	49.5 dB	2000 Hz	46.6 dB	2500 Hz	44.7 dB
3150 Hz	41.8 dB	4000 Hz	38.6 dB	5000 Hz	36.0 dB
6300 Hz	36.7 dB	8000 Hz	30.9 dB	10000 Hz	25.8 dB
12500 Hz	22.9 dB	16000 Hz	22.2 dB	20000 Hz	13.7 dB



EBL-P2 M3 pomeriggio Intv T.H. (File N. 2)			
A			
Nome	Inizio	Durata	Leq
<i>Totale</i>	00:00:00.250	00:40:00	58.9 dBA
<i>Non Mascherato</i>	00:00:00.250	00:33:52.250	58.5 dBA
<i>Mascherato</i>	00:10:39.250	00:06:07.750	60.3 dBA
<i>sorvolo1</i>	00:10:39.250	00:01:02	60.3 dBA
<i>sorvolo2</i>	00:24:10.750	00:00:58	62.9 dBA
<i>sorvolo3</i>	00:26:18.500	00:00:49.500	57.1 dBA
<i>sorvolo4</i>	00:27:24.500	00:01:10.250	59.7 dBA
<i>sorvolo5</i>	00:31:19	00:01:22.750	60.3 dBA
<i>sorvolo6</i>	00:37:58.750	00:00:45.250	59.2 dBA

COMUNE DI CAMPI BIENZIO - LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"  
 VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO - Planimetria generale con posizione reciproca di sorgenti e ricettori

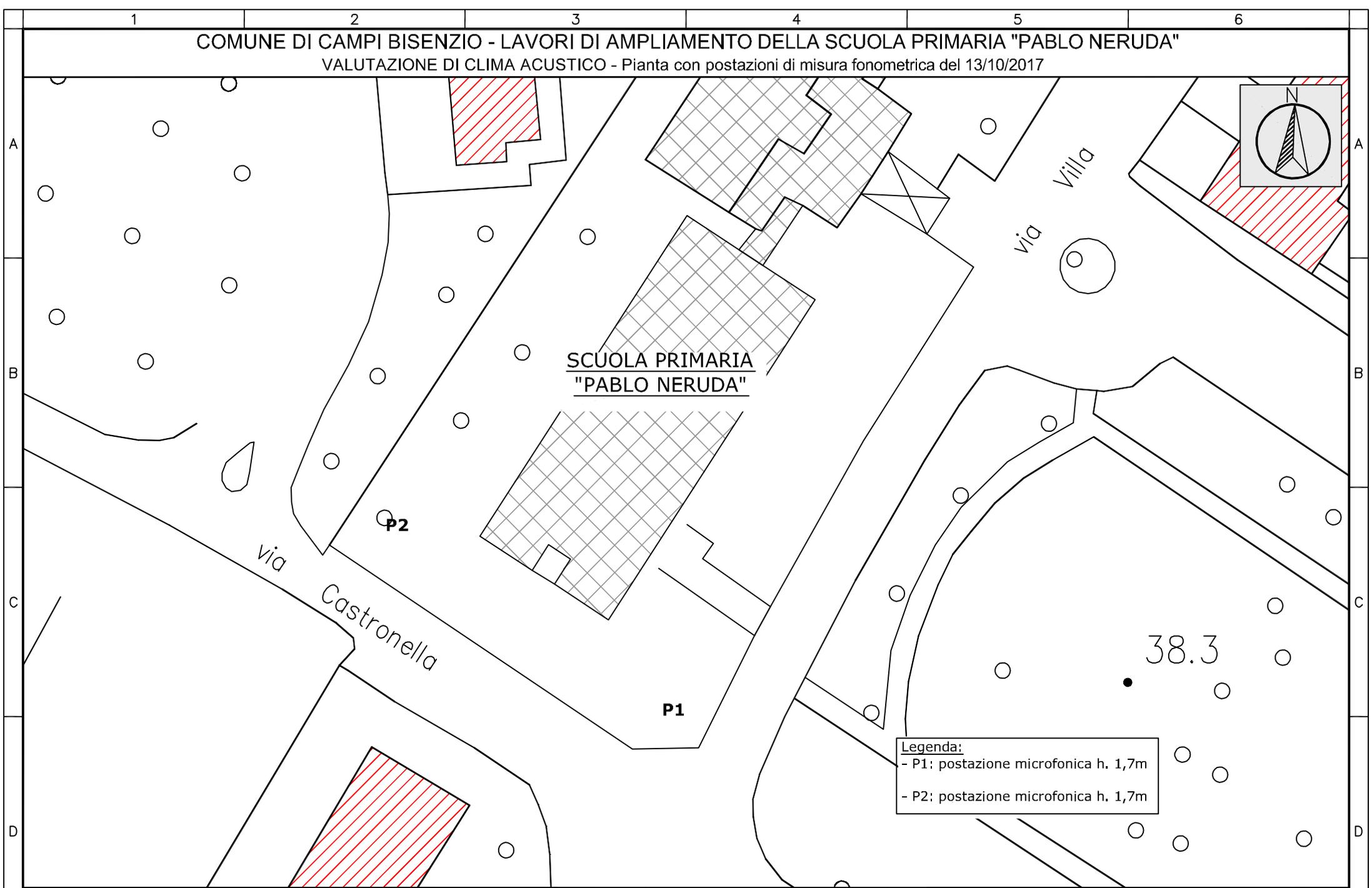


Ampliamento

SCUOLA PRIMARIA  
 "PABLO NERUDA"

Proprietà	Committente	Dott. Ing. Riccardo BOJOLA Via del Can Bianco 28, 51100 Pistoia Iscritto al n.90 Elenco Tecnici Competenti In Acustica Ambientale Provincia di Firenze	0	23/10/17	EMISSIONE	A.FRINGUELLI	Progetto	Valutazione di clima acustico	Formato	A4
Comune di Campi Bisenzio Città Metropolitana di Firenze			Rev.	Data	Descrizione	Disegnatore	Titolo	PLANIMETRIA GENERALE SORGENTI, RICETTORI E POSTAZIONI DI MISURA	Scala	1:2000
						Visto	Disegno N°	EBL-003-ACU-R0	Foglio	1/2

COMUNE DI CAMPI BIENZIO - LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA "PABLO NERUDA"  
 VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO - Pianta con postazioni di misura fonometrica del 13/10/2017



**Legenda:**  
 - P1: postazione microfónica h. 1,7m  
 - P2: postazione microfónica h. 1,7m

Proprietà	Committente Comune di Campi Bisenzio Città Metropolitana di Firenze	Dott. Ing. Riccardo BOJOLA Via del Can Bianco 28, 51100 Pistoia Iscritto al n.90 Elenco Tecnici Competenti In Acustica Ambientale Provincia di Firenze	0	23/10/17	EMISSIONE	A.FRINGUELLI	Progetto	Valutazione di clima acustico	Formato	A4	
			Rev.	Data	Descrizione	Disegnatore	Visto	Disegno N°	Scala	1: 500	
						Titolo		PLA/NIMETRIA GENERALE SORGENTI, RICETTORI E POSTAZIONI DI MISURA		Foglio	2/2
								Note		Elaborato gratuito frazionato alla sola valutazione di clima acustico - Non valido per fini diversi	
								EBL-003-ACU-R0			

**Sky-lab S.r.l.**Area Laboratori  
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
Tel. 039 6133233  
skylab.taratura@outlook.itCERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 15546-A  
Certificate of Calibration LAT 163 15546-A

- data di emissione date of issue	2017-03-14
- cliente customer	ING RICCARDO BOJOLA 51100 - PISTOIA (PT)
- destinatario receiver	ING RICCARDO BOJOLA 51100 - PISTOIA (PT)
- richiesta application	571/16
- in data date	2016-10-27

**Si riferisce a**

Referring to	
- oggetto item	Fonometro
- costruttore manufacturer	F&V
- modello model	8440
- matricola serial number	1105020
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2017-03-13
- data delle misure date of measurements	2017-03-14
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the Issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre

Sky-lab S.r.l.

Area Laboratori  
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
Tel. 039 6133233  
skylab.taratura@outlook.itPagina 1 di 6  
Page 1 of 6CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 15547-A  
Certificate of Calibration LAT 163 15547-A

- data di emissione date of issue	2017-03-14
- cliente customer	ING RICCARDO BOJOLA 51100 - PISTOIA (PT)
- destinatario receiver	ING RICCARDO BOJOLA 51100 - PISTOIA (PT)
- richiesta application	571/16
- in data date	2016-10-27
<b>Si riferisce a</b> Referring to	
- oggetto item	Filtri 1/3
- costruttore manufacturer	F&V
- modello model	8440
- matricola serial number	1105020
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2017-03-13
- data delle misure date of measurements	2017-03-14
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

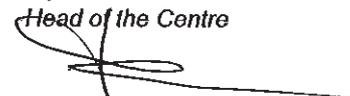
*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 15066-A  
Certificate of Calibration LAT 163 15066-A

- data di emissione  
*date of issue* 2016-12-06  
- cliente  
*customer* ING RICCARDO BOJOLA  
51100 - PISTOIA (PT)  
- destinatario  
*receiver* ING RICCARDO BOJOLA  
51100 - PISTOIA (PT)  
- richiesta  
*application* 571/16  
- in data  
*date* 2016-10-27

Si riferisce aReferring to

- oggetto  
*item* Fonometro  
- costruttore  
*manufacturer* Larson & Davis  
- modello  
*model* 824  
- matricola  
*serial number* 3310  
- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2016-12-06  
- data delle misure  
*date of measurements* 2016-12-06  
- registro di laboratorio  
*laboratory reference* Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the Issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 15067-A  
Certificate of Calibration LAT 163 15067-A

- data di emissione  
date of issue 2016-12-06  
- cliente  
customer ING RICCARDO BOJOLA  
51100 - PISTOIA (PT)  
- destinatario  
receiver ING RICCARDO BOJOLA  
51100 - PISTOIA (PT)  
- richiesta  
application 571/16  
- in data  
date 2016-10-27

Si riferisce a

## Referring to

- oggetto  
item Filtri 1/3  
- costruttore  
manufacturer Larson & Davis  
- modello  
model 824  
- matricola  
serial number 3310  
- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item 2016-12-06  
- data delle misure  
date of measurements 2016-12-06  
- registro di laboratorio  
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 15065-A  
Certificate of Calibration LAT 163 15065-A

- data di emissione date of issue	2016-12-06
- cliente customer	ING RICCARDO BOJOLA 51100 - PISTOIA (PT)
- destinatario receiver	ING RICCARDO BOJOLA 51100 - PISTOIA (PT)
- richiesta application	571/16
- in data date	2016-10-27
<b>Si riferisce a</b> Referring to	
- oggetto item	Calibratore
- costruttore manufacturer	Larson & Davis
- modello model	CAL200
- matricola serial number	4665
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2016-12-06
- data delle misure date of measurements	2016-12-06
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre

**Oggetto:**

**Scuola Primaria “Pablo Neruda”, via La Villa Campi Bisenzio (FI) – Risposta alla richiesta di integrazioni da parte di ARPAT, prot. 2017/0084298 del 29/11/2017.**

Nel parere di cui all’oggetto, il tecnico dell’agenzia rileva che i livelli di pressione sonora misurati all’esterno del plesso scolastico comportano il superamento dei limiti validi per la classe II del PCCA e questi, a suo dire, devono essere i limiti cui fare riferimento nella valutazione della conformità o meno del clima acustico del sito per il nuovo ampliamento.

Ciò premesso, si ritiene necessario, si legge nel parere ARPAT, *“valutare l’efficacia di schermi acustici sul perimetro del resede scolastico, al fine di garantire il rispetto dei limiti nello stesso resede (classe III) e sulla facciata dell’edificio (classe II)”*.

Per quanto è dato dedurre dalla normativa di settore, d’altra parte, pare ci sia spazio per dissentire dalla suddetta premessa, ovvero che siano i limiti della classe II (immissione assoluta 55dBA), quelli assegnati nel PCCA al fabbricato della scuola, i “livelli guida” del progetto in esame.

Infatti, è vero che il *fabbricato scuola* si trova in classe II, ma è anche vero che i limiti di legge devono essere *conseguiti e misurati* laddove ci siano i recettori in grado di poterli sperimentare (D.M. 01/03/1991: “Nelle aree esterne non edificate, i rilevamenti devono esser effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone o comunità”, D.M. 16/03/1998: “L’altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore”).

Poiché l’ampliamento di progetto è un involucro chiuso che non dispone di *terrazze o balconi* verosimilmente utilizzabili dai suoi occupanti, si conferma quanto scritto nella Relazione di Clima Acustico del novembre 2017, ovvero la corretta applicazione fatta per le aree esterne alla scuola dei limiti della classe III (immissione assoluta 60dBA), per altro ampiamente rispettati anche applicando la penalizzazione di +3dB nelle vicinanze delle facciate della nuova costruzione (55,5dBA + 3dB = 58,5dBA inferiore al limite diurno di 60dBA), questa sì, condivisibile.

Fermo restando quanto sopra, si è comunque proceduto con la modellazione del territorio attorno alla scuola con un software per la previsione dei livelli sonori in campo aperto, certificato secondo tutti gli standards europei di settore (Cadna-A di Datakustik), allestendo tre diversi scenari, stato ATTUALE (condizioni del sito alla data del sopralluogo dell’ottobre 2017), PROGETTO (scuola con ampliamento) e PROGETTO CON BARRIERA (inserimento di barriera in corrispondenza di un tratto di recinzione sul prospetto ovest della scuola), al fine di testare, come

richiesto dall'agenzia, l'effettiva efficacia di uno schermo anti rumore in corrispondenza del confine esterno della scuola.

La calibrazione del modello nello stato ATTUALE è stata tesa a tragguardare i livelli misurati in sede di sopralluogo, agendo esclusivamente sul traffico di via Barberinese, di via Ugo Foscolo e di via Castronella, quest'ultima suddivisa come nella realtà in due tronconi, il primo con traffico decelerato fino all'incrocio con via U. Foscolo, il secondo con traffico accelerato per la ripartenza dallo stop. È stato sufficiente adottare questo accorgimento per ottenere uno scenario dello stato attuale del sito rappresentativo di quanto sperimentato in sede di misurazioni (scarto dei livelli calcolati rispetto alle misure <math><1,0\text{dB}</math>).

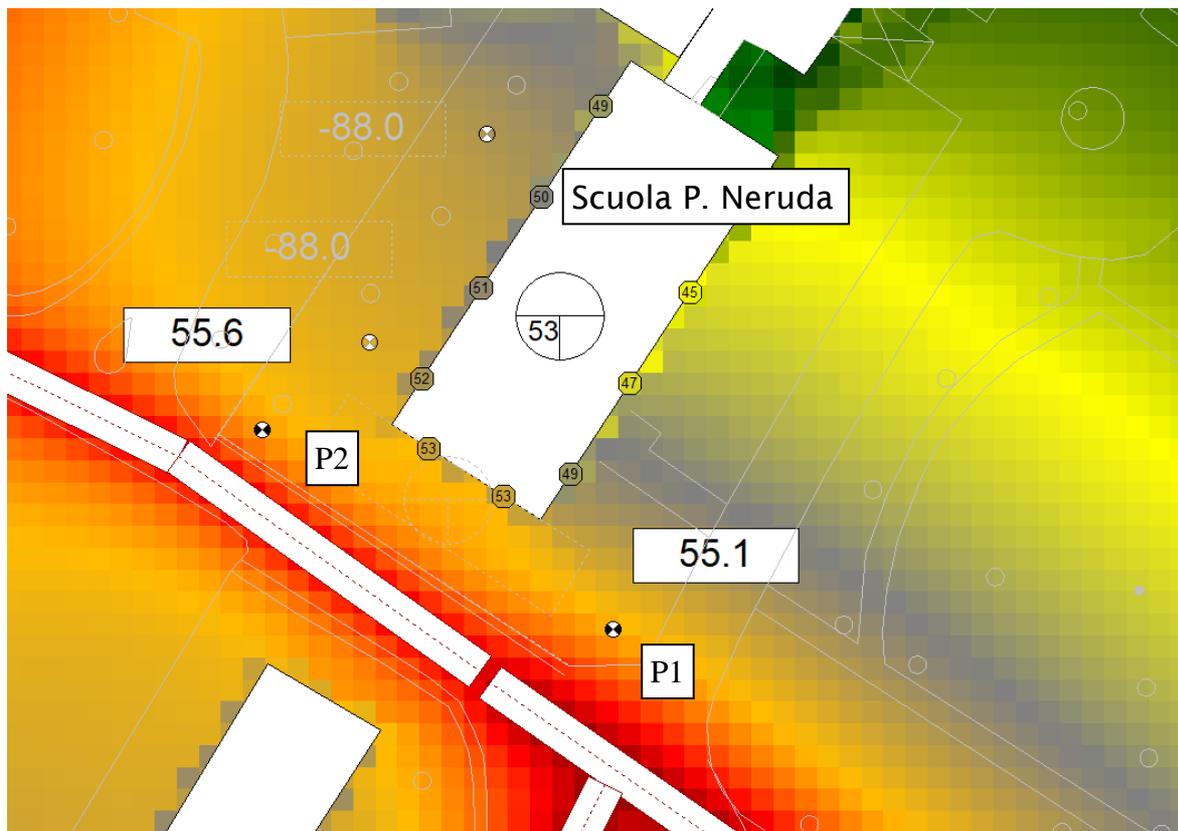


Figura 1: pianta del sito in esame nello scenario ATTUALE. Livelli sonori come da misurazioni, sorvoli esclusi (P1 e P2 h.1,6m da terra)

Naturalmente, l'inserimento di una barriera per la protezione acustica di una scuola deve essere sottoposta ad una valutazione costi-benefici, soprattutto in un caso come questo ove si interviene su un fabbricato esistente, con costi e complessità dell'intervento decisamente contenuti.

Per semplicità, si è trascurato il dettaglio piano altimetrico del sito, ponendo tutti gli elementi del modello, edifici e strade, a quota 0.0 s.l.m.: poiché la scuola è costruita su un rilevato di quasi 1 metro rispetto alla quota del marciapiede esterno, questa semplificazione è comunque cautelativa in quanto tenderà a sovrastimare l'effetto schermante della

barriera, ovvero a sottostimarne i costi per la realizzazione, dovendo nella realtà essere più alta di quella del modello.

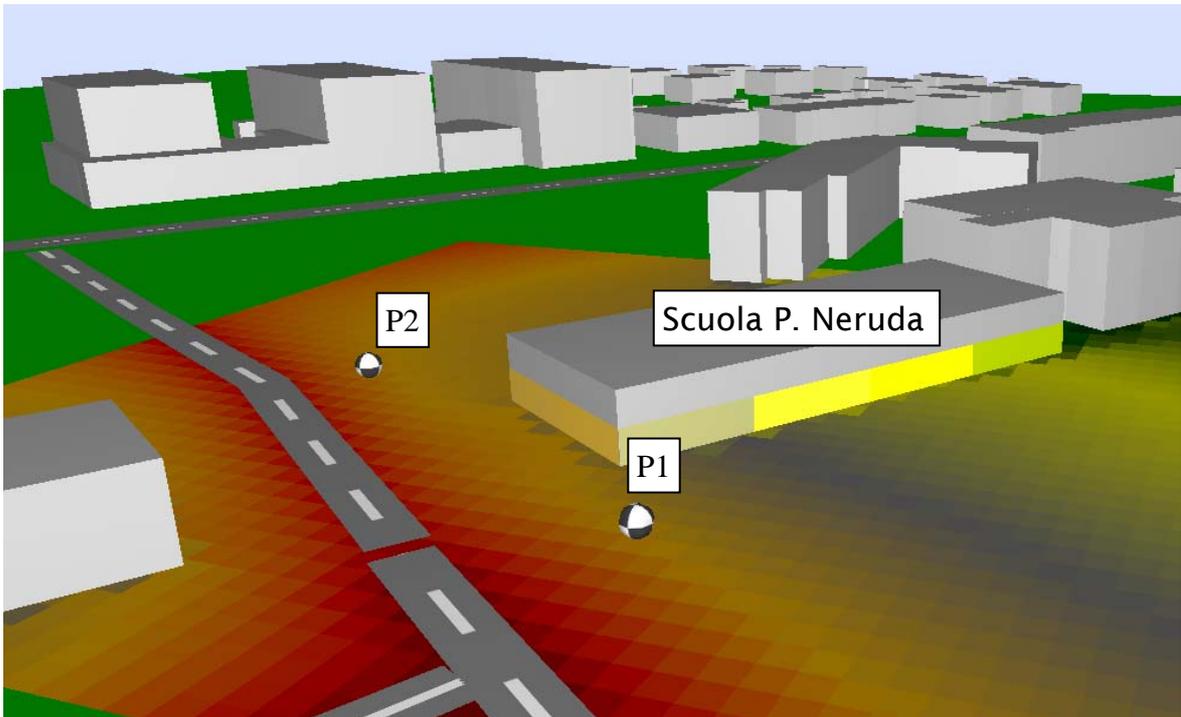


Figura 2: vista da SE del sito in esame nello scenario ATTUALE

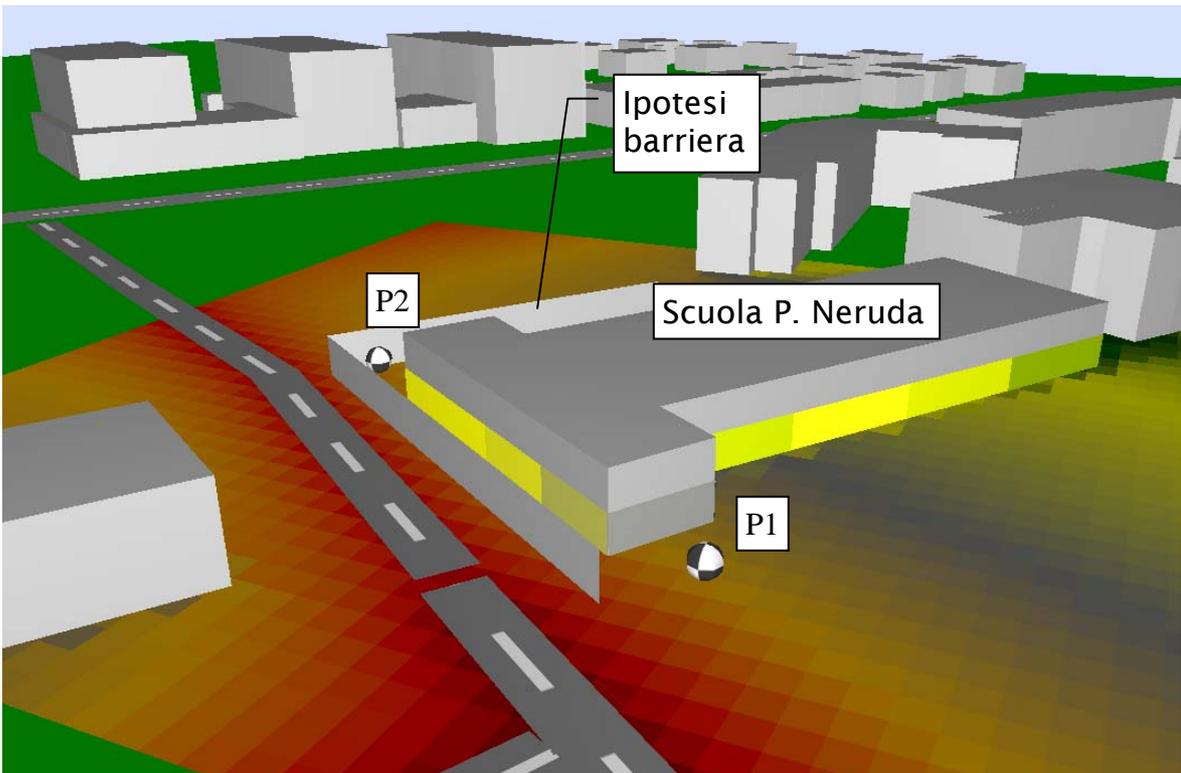


Figura 3: vista da SE del sito in esame nello scenario PROGETTO con BARRIERA, con l'inserimento di una ipotetica barriera anti rumore h. 3,0m

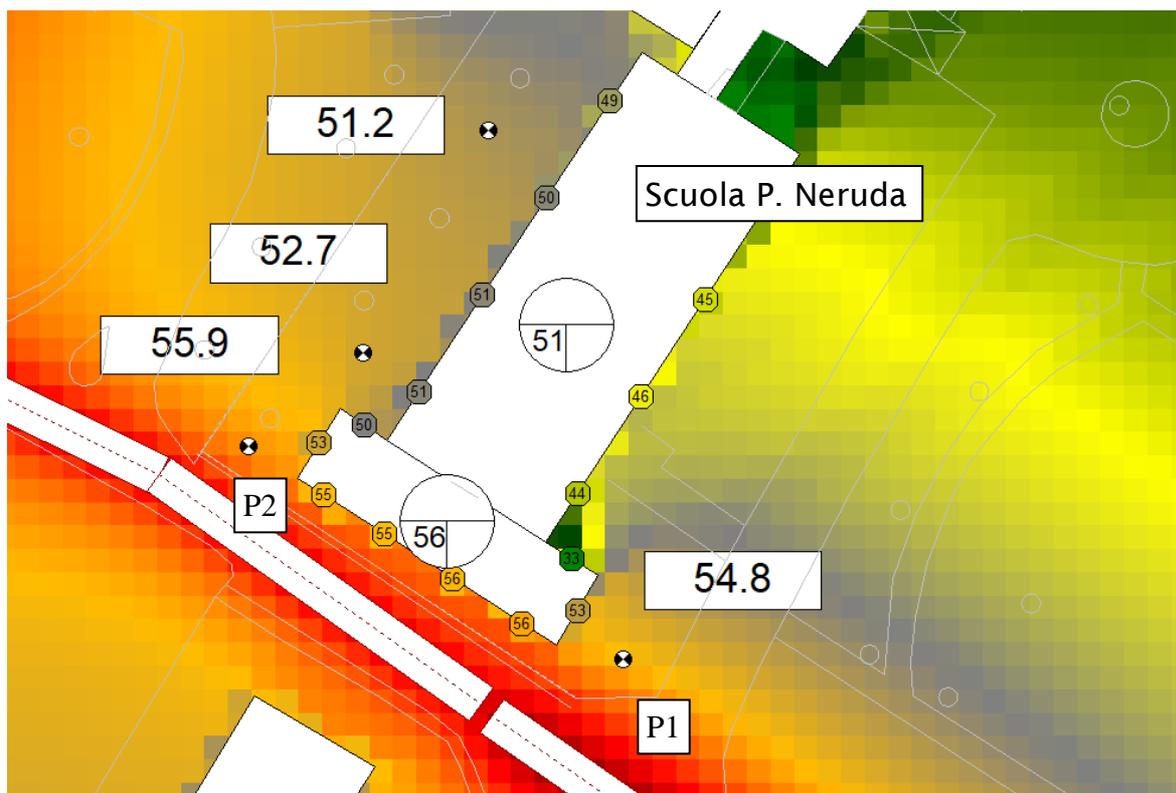


Figura 4: scenario PROGETTO. Il livello in P2 cresce per le riflessioni dell'ampliamento, così come quelle in P1 diminuiscono per l'ombra della nuova costruzione

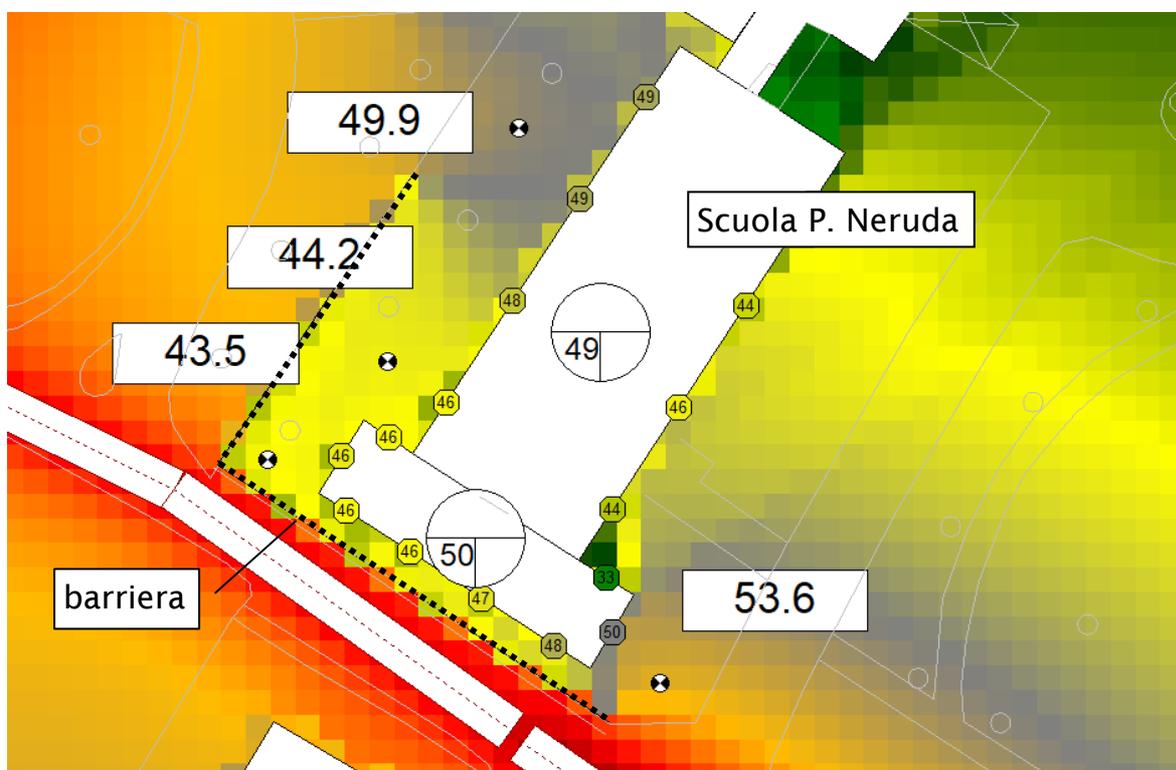


Figura 5: scenario PROGETTO con BARRIERA. Il livello in P2 decresce 10-12dB, ca 6,0dB quello in facciata

Per quanto sin qui considerato e stimato dal software (cfr. figure 1-5), l'entità della riduzione dei livelli sonori presso i recettori nel resede esterno della scuola (h.1,6m) e in facciata al plesso scolastico, grazie alla realizzazione di una **barriera alta 3,0m e lunga ca. 65m** (cfr. figura 5), ammonta al più a **10-12dB** per i primi e a ca. **6dB** per la seconda.

A questa prima stima dei benefici, però, si deve aggiungere una riduzione degli effetti a causa del contributo sonoro dei sorvoli aerei, non implementati dal modello poiché su questi la barriera non può sortire alcun effetto, ma facenti parte del clima acustico del luogo e pertanto non eliminabili, e quantificati sulla base delle esperienze maturate con le misurazioni: ogni 40minuti di misura, infatti, il **livello medio approssimato di 56,0dBA** è stato ottenuto con ca. 31' di LAeq pari a 55dBA senza sorvoli e 9' con LAeq di 59dBA per gli aeromobili.

L'inserimento della barriera potrebbe al più portare al seguente bilancio energetico: 31' con LAeq ridotto a 43,5dBA per il traffico della viabilità e 9' con il medesimo contributo di 59dBA per il traffico aereo, incidendo sulla stima del livello medio su 40 minuti di misura di soli 3,4dB (da 56,3dBA a 52,9dBA), un risultato decisamente modesto per gli oneri tecnico-economici che la sua costruzione richiederebbe: a titolo puramente indicativo, il costo della schermatura del modello ammonterebbe a ca. 70.000 euro per la realizzazione del solo manufatto, esclusi quindi i costi accessori di progettazione e preparazione del sito ad accoglierla, a fronte di un investimento complessivo per l'ampliamento di ca. 200.000 euro.

In merito ai requisiti acustici passivi dell'ampliamento, ARPAT esprime un parere del tutto condivisibile circa la necessità di verificare l'isolamento acustico di facciata con misurazioni post operam, un'operazione necessaria considerando anche il maggior costo che l'amministrazione si accolla per l'acquisto di prodotti certificati, che però devono essere montati rispettando regole ferree di corretta posa in opera.

*In fede,*

Ing. Riccardo Bojola

Pistoia, 07 dicembre 2017